



Thor Havvindmøllepark

Miljøkonsekvensrapport

Thor Wind Farm I/S

Dato: 08 marts 2024

Rev.nr.	Dato	Beskrivelse	Udarbejdet af	Kontrolleret af	Godkendt af
01	3. marts 2023	Endeligt udkast	STOR	VEST	RHO
02	4. oktober 2023	Under revision	STOR	VEST	RHO
03	13. oktober 2023	Under revision	STOR	VEST	RHO
04	9. februar 2024	Under revision	STOR	VEST	RHO
05	8. marts 2024	Endelig version	STOR	VEST	RHO

Indhold

1.	Ikke-teknisk resumé.....	10
1.1.	Baggrund.....	10
1.2.	Miljøvurdering af Thor Havvindmøllepark.....	11
1.3.	Anlægsbeskrivelse	12
1.4.	Alternativer	13
1.5.	Projektets miljøpåvirkninger	13
2.	Indledning	28
2.1.	Thor Havvindmøllepark.....	28
2.2.	Læsevejledning og anvendt terminologi	30
3.	Lovgivning, proces og metode	34
3.1.	VE-loven	34
3.2.	Miljøvurderingsloven	34
3.3.	Anden relevant lovgivning	50
4.	Anlægsbeskrivelse	57
4.1.	Beliggenhed	57
4.2.	Projektets omfang	58
4.3.	Beskrivelse af anlægget	59
4.4.	Anlægsfasen	63
4.5.	Driftsfasen	70
4.6.	Demonteringsfasen	70
4.7.	Affald	71
4.8.	Restriktioner i anvendelsen af området	73
5.	Alternativer	75
5.1.	Alternativer for Thor Havvindmøllepark.....	75
5.2.	Referencescenariet	77
6.	Landskab og kulturmiljø	80
6.1.	Metode og datagrundlag.....	80
6.2.	Eksisterende forhold	90
6.3.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	99
6.4.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	100
6.5.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	113
6.6.	Sammenfattende vurdering.....	113
6.7.	Kumulative effekter	115

6.8.	Afværgeforanstaltninger.....	115
6.9.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	115
7.	Befolkning og menneskers sundhed.....	117
7.1.	Metode og datagrundlag.....	117
7.2.	Eksisterende forhold	119
7.3.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	127
7.4.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	128
7.5.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	136
7.6.	Sammenfattende vurdering.....	136
7.7.	Kumulative effekter.....	137
7.8.	Afværgeforanstaltninger.....	137
7.9.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	137
8.	Marinarkæologi.....	138
8.1.	Metode og datagrundlag.....	138
8.2.	Eksisterende viden i projektområdet	138
8.3.	Mulige påvirkninger og afværger	144
8.4.	Videre proces.....	145
9.	Hydrografi	146
9.1.	Metode og datagrundlag.....	146
9.2.	Eksisterende forhold	146
9.3.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	149
9.4.	Sammenfattende vurdering.....	153
9.5.	Kumulative effekter.....	154
9.6.	Afværgeforanstaltninger.....	154
9.7.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	155
10.	Bundtopografi og sediment	156
10.1.	Metode og datagrundlag.....	156
10.2.	Eksisterende forhold	156
10.3.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	157
10.4.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	168
10.5.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	168
10.6.	Sammenfattende vurdering.....	168
10.7.	Kumulative effekter.....	169
10.8.	Afværgeforanstaltninger.....	169
10.9.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	169
11.	Kystmorfologi.....	170
11.1.	Metode og datagrundlag.....	170
11.2.	Eksisterende forhold	170
11.3.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	171
11.4.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	171
11.5.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	172
11.6.	Sammenfattende vurdering.....	172

11.7.	Kumulative effekter.....	172
11.8.	Afværgeforanstaltninger.....	173
11.9.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	173
12.	Vandkvalitet.....	174
13.	Marin flora og fauna	175
13.1.	Metode og datagrundlag.....	175
13.2.	Eksisterende forhold	178
13.3.	Vurdering af påvirkninger af de bundlevende samfund.....	184
13.4.	Sammenfattende vurdering.....	197
13.5.	Kumulative effekter.....	198
13.6.	Afværgeforanstaltninger.....	200
13.7.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	200
14.	Fisk	201
14.1.	Metode og datagrundlag.....	201
14.2.	Eksisterende forhold	202
14.3.	Påvirkninger fra fjernelse af UXO.....	209
14.4.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	209
14.5.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	216
14.6.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	219
14.7.	Sammenfattende vurdering.....	220
14.8.	Kumulative effekter.....	221
14.9.	Afværgeforanstaltninger.....	222
14.10.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	222
15.	Havpattedyr	223
15.1.	Metode og datagrundlag.....	223
15.2.	Eksisterende forhold	224
15.3.	Påvirkninger fra fjernelse af UXO.....	231
15.4.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	232
15.5.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	241
15.6.	Vurderinger af påvirkninger i demonteringsfasen	243
15.7.	Sammenfattende vurdering.....	243
15.8.	Kumulative effekter.....	244
15.9.	Afværgeforanstaltninger.....	246
15.10.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	246
16.	Fugle og flagermus.....	247
16.1.	Metode og datagrundlag.....	247
16.2.	Eksisterende forhold	252
16.3.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	271
16.4.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	274
16.5.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	279
16.6.	Sammenfattende vurdering.....	280
16.7.	Kumulative effekter.....	280

16.8.	Afværgeforanstaltninger.....	283
16.9.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	283
17.	Fiskeri.....	284
17.1.	Metode og datagrundlag.....	284
17.2.	Eksisterende forhold	286
17.3.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	302
17.4.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	303
17.5.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	304
17.6.	Sammenfattende vurdering.....	305
17.7.	Kumulative effekter.....	305
17.8.	Afværgeforanstaltninger.....	306
17.9.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	307
18.	Sejlads	308
18.1.	Metode og datagrundlag.....	308
18.2.	Eksisterende forhold	309
18.3.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	316
18.4.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	318
18.5.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	323
18.6.	Sammenfattende vurdering.....	323
18.7.	Kumulative effekter.....	324
18.8.	Afværgeforanstaltninger.....	325
18.9.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	326
19.	Flytrafik.....	327
19.1.	Metode og datagrundlag.....	327
19.2.	Lovgivning.....	327
19.3.	Eksisterende forhold	330
19.4.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	334
19.5.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	335
19.6.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	336
19.7.	Sammenfattende vurdering.....	337
19.8.	Kumulative effekter.....	337
19.9.	Afværgeforanstaltninger.....	338
19.10.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	338
20.	Radar og radiokæder.....	339
20.1.	Metode og datagrundlag.....	339
20.2.	Regulering af radar og radiokæder	339
20.3.	Eksisterende forhold	340
20.4.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	345
20.5.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	345
20.6.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	347
20.7.	Sammenfattende vurdering.....	347
20.8.	Kumulative effekter.....	348

20.9.	Afværgeforanstaltninger.....	349
20.10.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	349
21.	Emissioner og klima.....	350
21.1.	Metode og datagrundlag.....	350
21.2.	Eksisterende forhold	354
21.3.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	356
21.4.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	359
21.5.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	360
21.6.	Sammenfattende vurdering.....	361
21.7.	Kumulative effekter.....	361
21.8.	Afværgeforanstaltninger.....	362
21.9.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	362
22.	Råstoffer.....	364
22.1.	Metode og datagrundlag.....	364
22.2.	Eksisterende forhold	364
22.3.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	367
22.4.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	367
22.5.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	368
22.6.	Sammenfattende vurdering.....	368
22.7.	Kumulative effekter.....	369
22.8.	Afværgeforanstaltninger.....	370
22.9.	Eventuelle mangler i miljøvurderingen.....	370
23.	Natura 2000-områder.....	371
23.1.	Lovgrundlag	372
23.2.	Metode og datagrundlag.....	373
23.3.	Natura 2000-områder	376
23.4.	Kumulative effekter.....	407
23.5.	Sammenfattende vurdering.....	410
24.	Bilag IV-arter.....	411
24.1.	Lovgrundlag	411
24.2.	Metode til bilag IV-vurdering.....	411
24.3.	Hvaler	412
24.4.	Fisk.....	416
24.5.	Flagermus.....	419
25.	Vandplanlægning	437
25.1.	Lov om vandplanlægning	437
25.2.	Metode og datagrundlag.....	438
25.3.	Eksisterende forhold	440
25.4.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	449
25.5.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	455
25.6.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	458
25.7.	Sammenfattende vurdering.....	458

25.1.	Kumulative effekter.....	458
25.2.	Afværgeforanstaltninger.....	460
26.	Danmarks Havstrategi.....	461
26.1.	Lov om havstrategi.....	461
26.2.	Metode og datagrundlag.....	462
26.3.	Eksisterende forhold	463
26.4.	Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.....	468
26.5.	Vurdering af påvirkninger i driftsfasen	476
26.6.	Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen.....	482
26.7.	Vurdering af påvirkning på NOVANA stationer	482
26.8.	Sammenfattende vurdering.....	482
26.9.	Kumulative effekter.....	482
26.10.	Afværgeforanstaltninger.....	484
27.	Havplanlægning.....	485
27.1.	Eksisterende forhold	485
27.2.	Vurdering af påvirkninger	487
28.	Opsummering	489
28.1.	Grænseoverskridende virkninger	489
28.2.	Væsentlige påvirkninger, afværgeforanstaltninger og overvågning.....	489
29.	Referencer	491

Bilag:

Bilag 1: Afgrænsningsudtalelse for Thor Havvindmøllepark

Bilag 2: Teknisk projektbeskrivelse for havanlæg til Thor Havvindmøllepark (på engelsk)

Bilag 3: Thor Havvindmøllepark. Visualiseringsrapport

Bilag 4: Kollisionsberegninger for fugle

Bilag 5: Resultater af modellering af fugleforekomster i og omkring området for Thor Havvindmøllepark

Bilag 6: Analyserapport for sedimentanalyser

Bilag 7: Risikovurdering

Bilag 8: Notat om bygherres flagermusundersøgelser i efteråret 2023

Tekniske rapporter tilknyttet miljøkonsekvensrapporten:

Beregning af luftbåren støj: *Thor Offshore Wind Farm. Airborne noise. Technical report* (NIRAS, 2023a).

Rapport om hydrografi og sedimentspredning: *Thor Offshore Wind Farm. Hydrodynamics & Sediment. Technical report*. (NIRAS, 2024).

Beregning af undervandsstøj: *Thor Offshore Wind Farm. Underwater noise prognosis. Technical report*. (NIRAS, 2023b).

Sejladrisikoanalyse: *Thor Offshore Wind Farm. Navigational Risk Assessment*. (Rambøll, 2022).

1. Ikke-teknisk resumé

Dette kapitel indeholder et kortfattet resume af miljøkonsekvensrapporten for Thor Havvindmøllepark. Resumeet er skrevet med henblik på at give mulighed for at orientere sig om projektet og opnå et samlet overblik over resultaterne af de gennemførte miljøvurderinger uden at skulle have en særlig faglig indsigt.

1.1. Baggrund

Med Energifaen 2018 besluttede samtlige Folketingets partier at opføre tre nye havvindmølleparker frem mod 2030 som led i den grønne omstilling af Danmark. Thor Havvindmøllepark er den første af disse parker, og den skal stå færdig senest i slutningen af 2027.

I december 2021 vandt Thor Wind Farm I/S, som ejes af energiselskabet RWE, udbuddet om anlæg og drift af Thor Havvindmøllepark, som planlægges anlagt i Nordsøen, ca. 22 km fra den jyske vestkyst ud for Thorsminde ved Nissum Fjord. Thor Havvindmøllepark vil have en installeret nominel effekt på ca. 1.000 MW, hvilket er Danmarks hidtil største, og den vil kunne levere grøn strøm til mere end en million danske husstande.

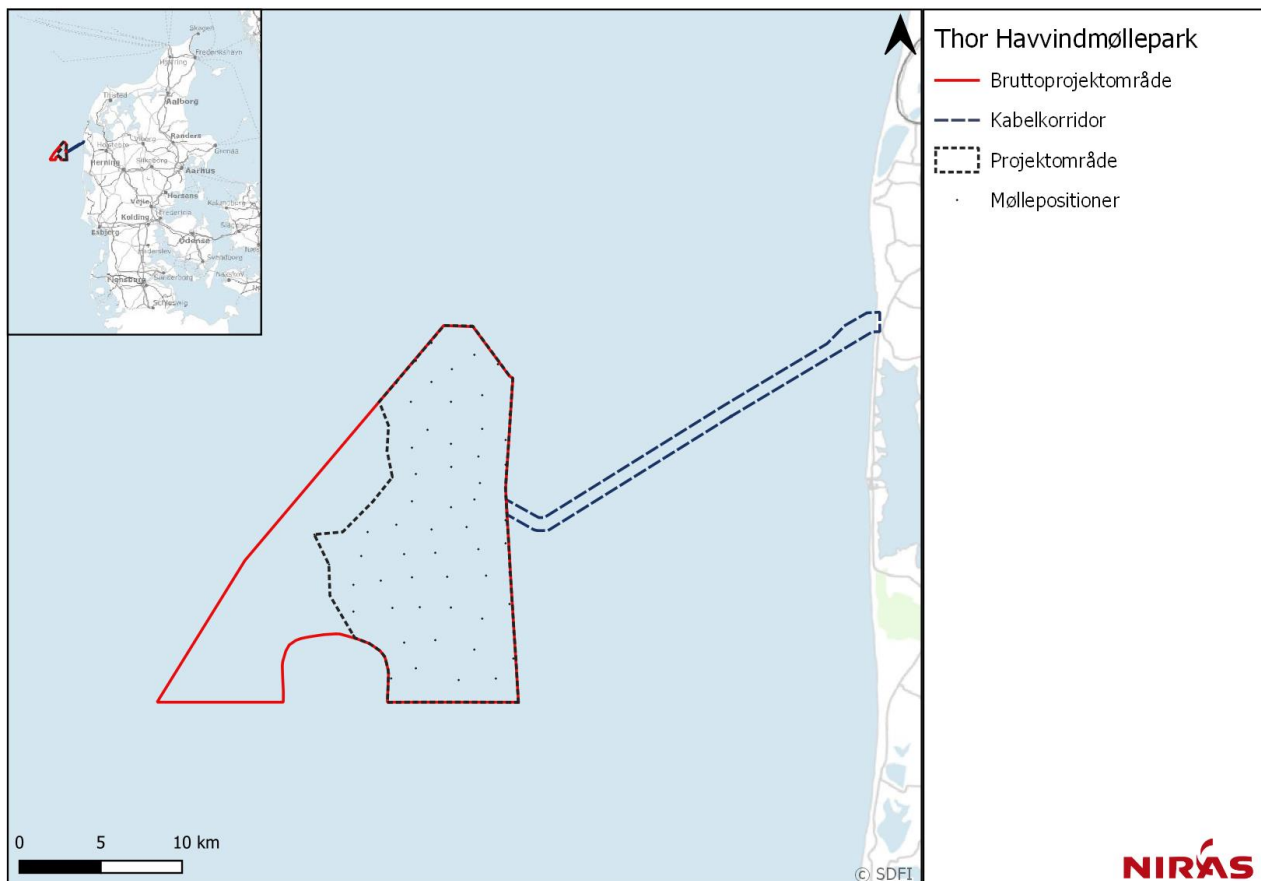
Thor Wind Farm I/S står for at etablere anlæggene på havet samt dele af landanlæggene og derefter drifte anlæggene i en periode på 30-35 år, mens Energinet står for at etablere og drive de øvrige dele af landanlæggene. Havvindmølleparken består på havet af 72 havvindmøller, en transformerplatform og tilknyttede søkabler, der forbinder møllerne med transformerplatformen og fører den producerede strøm til land. Søkablerne kobles direkte til landkablerne, der leder strømmen fra kysten og ind til en ny kystnær højspændingsstation ved Volder Mark. Derfra føres strømmen til en eksisterende højspændingsstation ved Idomlund. Installation af anlæg på havet forventes påbegyndt i andet halvår af 2024.

Etablering af Thor Havvindmøllepark med anlæg på havet og på land vil potentielt kunne medføre påvirkninger på miljøet. Miljøstyrelsen er myndighed for landanlæggene tilknyttet Thor Havvindmøllepark, og der er udarbejdet en separat miljøkonsekvensrapport for de dele af Thor Havvindmøllepark, der skal etableres på land. Energistyrelsen er myndighed for de dele af havvindmølleparken, der etableres på havet, og det er i koncessionsaftalen mellem Thor Wind Farm I/S og Energistyrelsen beskrevet, at projektet på havet skal undergives en miljøvurdering i henhold til miljøvurderingsloven.

Denne miljøkonsekvensrapport indeholder resultatet af miljøvurderingerne af projektet for havanlæggene til Thor Havvindmøllepark.

Området, hvor Thor Havvindmøllepark skal etableres, udgør ca. 286 km² og betegnes bruttoprojektområdet for havvindmølleparken, mens kabelkorridoren betegner den ca. 30 km lange korridor udlagt til ilandføringskabler, der vil føre den producerede strøm fra parken og ind til ilandføringspunktet. Afgrænsningen af bruttoprojektområdet er baseret på miljøvurderingen af Planen for Thor Havvindmøllepark samt en efterfølgende indsnævring foretaget af Energistyrelsen. Det endelige projektområde for havvindmølleparken må maksimalt dække et areal på 220 km² inden for det indsnævrede bruttoprojektområde.

Bruttoprojektområdet og projektområdet for havvindmølleparken, kabelkorridoren på havet samt de 72 møllepositioner fremgår af Figur 1.1.



Figur 1.1: Afgrænsning af bruttoprojektområde, projektområde og kabelkorridor for Thor Havvindmøllepark. Positionerne af de 72 havvindmøller er ligeledes vist.

1.2. Miljøvurdering af Thor Havvindmøllepark

Som beskrevet i koncessionsaftalen mellem Thor Wind Farm I/S og Energistyrelsen skal Thor Havvindmøllepark miljøvurderes efter miljøvurderingsloven. Det betyder, at der skal foretages en miljøvurdering af projektet, og at offentligheden og berørte myndigheder skal høres, inden der kan gives godkendelse til, at projektet må bygges.

Miljøkonsekvensrapporten indeholder beskrivelser og vurderinger af anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark og vil omhandle de dele af projektet, der skal etableres på havet. Dette vil omfatte alle dele af projektet på havet ind til daglige højeste vandstand ved kystlinjen.

Energistyrelsen er miljøvurderingsmyndighed for anlægget på havet. Inden miljøvurderingen blev sat i gang, indkaldte Energistyrelsen til ideer og forslag fra offentligheden og fra berørte myndigheder. Denne første offentlighedsfase blev gennemført i perioden fra d. 3. juni 2022 til d. 1. juli 2022.

På baggrund af de indkomne høringssvar samt projektoplysninger fra Thor Wind Farm I/S har Energistyrelsen afgrænset indhold og omfang af miljøkonsekvensvurderingen for Thor Havvindmøllepark. Energistyrelsen har udarbejdet en såkaldt afgrænsningsudtalelse for den del af projektet, der er beliggende på havet.

NIRAS har assisteret Thor Wind Farm I/S med gennemførelsen af miljøundersøgelser og med udarbejdelsen af miljøkonsekvensrapporten for havvindmølleparken.

I anden offentlighedsfase sendes miljøkonsekvensrapporten sammen med myndighedernes udkast til § 25 tilladelse i offentlig høring. Offentlighedsperioden vil vare minimum 8 uger. I den periode kan høringssvar med bemærkninger til projektet indsendes til myndighederne. På baggrund af de indkomne bemærkninger til og konklusionerne fra miljøkonsekvensrapporten, vil myndighederne afgøre, om der kan udstedes tilladelse til Thor Havvindmøllepark.

1.3. Anlægsbeskrivelse

Thor Havvindmøllepark planlægges at blive anlagt i Nordsøen ca. 22 km fra den jyske vestkyst ud for Thorsminde ved Nissum Fjord. Det tekniske anlæg på havet omfatter:

- 72 havvindmøller med en samlet effekt på ca. 1.000 MW. Vindmøllerne placeres inden for et område på ca. 200 km² og bliver monteret på monopæl fundamenter på havbunden. Møllerne er forbundet af en serie af inter-array kabler, der udgør det interne ledningsnet.
- En transformerplatform på havet, hvor inter-array kablerne samles. Strømmen, som er produceret af møllerne, transformeres til en højere spænding i transformerplatformen.
- Ilandføringskabler (eksportkabler) som transporterer strømmen fra transformerplatformen ind til ilandføringspunktet, hvor søkablerne samles med landkablerne.

1.3.1. Møllerne og fundamenterne

Thor Havvindmøllepark vil bestå af 72 møller (Siemens SG DD-236+) med en individuel effekt på 14 MW, og alle havvindmøller i parken vil være af samme type. Møllernes totalhøjde, dvs. højden fra havoverfladen til øverste vingespids, vil være 266 m, mens rotordiameteren vil være 236 m. Navhøjden, dvs. højden på møllernes tårn, vil være 148 m. Frihøjden fra havet til nederste vingespids vil være 30 m.

Møllerne vil blive monteret på monopælfundamenter, der består af en rørformet stålkonstruktion, som rammes ned i havbunden. Monopælene vil have en ydre diameter på ca. 8–10 m og en længde på mellem 65–105 m.

1.3.2. Transformerplatformen

I forbindelse med transformering af den genererede strøm fra vindmøllerne skal der anlægges en ny transformerplatform på havet, hvor strømmen transformeres op til en højere spænding (275 kV), før den føres i land.

Transformerplatformen vil bestå af et anlæg på ca. 45 m x 40 m i længde og bredde, og et firbenet jacket-fundament. Platformens maksimale højde over havoverfladen vil være ca. 60 m, mens højden fra havoverfladen til det laveste dæk vil være ca. 35 m.

1.3.3. Søkabler

Møllerne forbindes af 66 kV inter-array kabler, som vil føre strømmen fra de enkelte møller hen til transformerplatformen. Den samlede længde af inter-array kabler, der forventes anvendt i Thor Havvindmøllepark, er ca. 205 km, og kablerne etableres ca. 1,5 m nede i havbunden. I særlige tilfælde vil kablerne i stedet blive lagt på havbunden og tildækket med sten for beskyttelse.

Der skal installeres to 275 kV ilandføringskabler, som fører strømmen fra transformerplatformen ind til kysten. Ilandføringskablerne vil hver have en længde på ca. 30 km, og etableres mellem ca. 1,5–3,0 m meter nede i havbunden.

1.4. Alternativer

Bygherren, Thor Wind Farm I/S, har i forbindelse med udviklingen af projektet for Thor Havvindmøllepark undersøgt alternative designmuligheder for parkens komponenter og alternative placeringer af projektet inden for bruttoprojektområdet.

Valget af monopælfundamenter er baseret på optimering af materialeforbrug samt tidsforbrug til fabrikation og installation. Jacket-fundamenter og gravitationsfundamenter er typisk mere optimale på hhv. større og lavere vanddybder end de dybder, der findes i området for Thor Havvindmøllepark. Monopælene vil blive installeret ved nedramning, da alternativet (vibrering) vil medføre en risiko for at fundamenterne ikke ville opnå den nødvendige dybde.

Anvendelsen af to transformerplatforme på havet har været undersøgt, men dette ville betyde to kabelruter, forøgelse af installationstid samt vanskeligere anlægsarbejde og vedligeholdelse. Derfor er kun én transformerplatform valgt i projektet. Placeringen af platformen er valgt på baggrund af havbundsforholdene samt optimering af længden og placeringen af inter-array kabler til det valgte mølleylayout.

Under udviklingen af projektet har flere mølletyper været under overvejelse. Større møllestørrelser end den valgte er blevet fravalgt på baggrund af risikoen for, at møllerne ikke vil kunne færdiginstalleres inden udgangen af 2027.

Placeringen af de 72 møller er fastlagt på baggrund af en række energi- og miljømæssige forhold. Møllerne er f.eks. placeret under hensyntagen til den optimale udnyttelse af vindenergien, og der er yderligere taget hensyn til potentielle marinarkæologiske interesser, således at disse ikke vil blive berørt af projektet, samt områder med shallow gas. Derudover er der taget hensyn til områder med større sten på havbunden.

1.5. Projektets miljøpåvirkninger

Etablering af Thor Havvindmøllepark med tilhørende kabler og transformerplatform vil potentielt kunne medføre påvirkninger på miljøet, herunder eksempelvis dyrelivet, fiskeriet, sejladsforhold, lufttrafik og visuelle forhold. Dette er beskrevet og vurderet i nærværende miljøkonsekvensrapport, og de væsentligste konklusioner om projektet og dets konsekvenser for omgivelserne og miljøet i anlægs- og driftsfasen er opsummeret i de følgende afsnit. Påvirkninger i demonteringsfasen forventes at svare til påvirkningerne i anlægsfasen eller være mindre, og er derfor ikke beskrevet i de følgende afsnit. For det dybere faglige indhold henvises til rapportens øvrige kapitler, bilag og tekniske rapporter.

1.5.1. Landskab og kulturmiljø

Store dele af landskabet langs med Vestkysten fra Nørre Lyngvig ved Lyngvig Fyr mod syd og til Agger Strand mod nord har høj landskabsværdi, som generel er sårbar over for en visuel påvirkning fra Thor Havvindmøllepark. Tilsvarende findes kulturmiljøer af høj værdi.

I anlægsfasen vurderes en stor del af anlægsarbejdet ikke synligt fra landskabet eller kulturmiljøer, da arbejdet hovedsageligt vil foregå så langt ude på vandet, at det vil være skjult bag horisonten af jordens krumning. Den visuelle påvirkning af landskabet og kulturmiljøer fra anlægsarbejdet forbundet med Thor Havvindmøllepark vurderes derfor som *ikke væsentlig*, indtil synligheden af havvindmølleparken får samme omfang som i driftsfasen. Undtagelsen vil være fra højtliggende terræn eller særlige udsigtspunkter, hvorfra store dele af projektområdet må forventes synligt. Her kan den visuelle forstyrrelse påvirke landskabsinteresser og kulturmiljøer med høj værdi og med høj sårbarhed. Da påvirkningen vil være periodevis og kortvarig, vurderes det fortsat at være *ikke væsentlig*.

Nord og syd for Thor Havvindmøllepark er udsigten præget af de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, og i disse udsigter vil Thor Havvindmøllepark i forskellig udstrækning kunne ses i sammenhæng med de to eksisterende parker. Den visuelle påvirkning af landskabet i driftsfasen vurderes at være størst langs kysten, fra toppen af klitlandskabet og i dele af bakkelandskabet nord for Thorsminde og Nissum Fjord, hvor der er uhindret udsigt over Vesterhavet, og hvor ændringerne som følge af Thor Havvindmøllepark vil være meget synlige. Disse landskaber ligger indenfor en afstand på 28 km fra Thor Havvindmøllepark. For disse dele af landskabet, eksempelvis ved Vedersø Klit, Lyngvig Fyr og Bovbjerg Klint, vurderes påvirkningen generelt *væsentlig*. Det har betydning for vurderingen, at Thor Havvindmøllepark vil udfylde den sidste udsigtsretning ud over Vesterhavet, der i dag er uden teknisk påvirkning. Dermed vil alle udsigtsretninger være præget af havvindmølleparker. Herfra vil Thor Havvindmøllepark kunne ses når sigtbarheden er god. I sommerhalvåret kan det forventes ca. 55-65 % af tiden, mens det i vinterhalvåret kan forventes 30-45 % af tiden. Påvirkningen af landskabet vil gradvist aftage ved større afstand fra kysten, og der vil være områder, hvor der ikke er relation til Vesterhavet. Påvirkningen af det øvrige landskab inden for undersøgelsesområdet vurderes *ikke væsentlig*.

I mørke vurderes påvirkningen af kystlandskab eller kulturmiljøer at være *ikke væsentlig*, da intensiteten af lysene, der udgør luftfartsafmærkningen, på møllerne vil nedreguleres i overensstemmelse med sigtbarheden. Møllerne vil derfor ikke eller kun i ubetydelig grad være synlige inde fra kysten i mørke.

De vurderede kulturmiljøer, miljøet omkring Nørre Lyngvig Fyr, Houvig-fæstningen og Bovbjerg Fyr, ligger alle inden for det afgrænsede kyst og klitlandskab, hvorfra Thor Havvindmøllepark vil blive meget synlig i udsigterne over Vesterhavet. For miljøet omkring Nørre Lyngvig Fyr og Bovbjerg Fyr vurderes relationen til Vesterhavet som en væsentlig del af kulturmiljøernes fortælling, mens for miljøet, der knytter sig til Houvig-fæstningen, vurderes fortællingen som mindre sårbar over for en visuel påvirkning. Overordnet vurderes påvirkningen af de vurderede kulturmiljøer som *ikke væsentlige*.

1.5.2. Befolkning og menneskers sundhed

Etablering af store infrastrukturprojekter kan betyde, at befolkningen og i nogle tilfælde menneskers sundhed og mulighed for rekreative udfoldelser påvirkes.

I anlægsfasen vil der være luftbåren støj fra f.eks. skibe og nedramning af fundamenter. Den mest markante støjkilde vil være fra nedramning af møllefundamenter. Dog vil nedramningen ske ca. 22 km fra land, og da støjen vil blive kraftigt reduceret, så snart den "går i land", vurderes støj fra anlægsarbejdet at medføre en *ikke væsentlig* påvirkning af befolkningen. Der vil i anlægsfasen være en kortere periode med øget skibstrafik til og fra projektområdet samt perioder med forhøjede sedimentkoncentrationer. Desuden vil der blive etableret midlertidige sikkerhedszoner rundt om anlægsarbejdet. Dette betyder, at lystsejlere, lystfiskeri og aktiviteter som f.eks. dykning potentielt kan påvirkes. Dog vil påvirkningen af rekreative områder og interesser i anlægsfasen være kortvarig og lokal, og derfor vurderes påvirkningen at være *ikke væsentlig*. Derudover kan befolkningens oplevelse af kyst- og kulturlandskabet, naturværdier og herlighedsværdier, samt de rekreative værdier påvirkes af anlægsarbejdet, men da en stor del af anlægsarbejdet vurderes ikke at være synligt, vurderes den visuelle påvirkning at være *ikke væsentlig*.

Drift af Thor Havvindmøllepark vil medføre bredspektret og lavfrekvent støj fra vindmøllerne. Da støjbidraget fra møllerne giver et bidrag, der ligger mindre end 15 dB under støjgrænserne ved boliger på land, er der i beregningerne indregnet støjbidrag fra eksisterende møller, således at det akkumulerede støjbidrag beregnes. Beregninger af såvel det akkumulerede bredspektrede støjbidrag og lavfrekvente støjbidrag viser ingen overskridelser af støjgrænserne og derved ingen påvirkning af befolkningen og sundhed.

Derudover kan vindmøllernes fysiske tilstedeværelse potentielt påvirke lystsejlad og lystfiskeri, dog vil Thor Havvindmøllepark være åben for færdsel i driftsfasen, og påvirkningen af rekreative interesser i driftsfasen vurderes at være *ikke væsentlig*. Ydermere kan befolkningens oplevelse af landskabet og kulturmiljøer, naturværdier og herlighedsværdier, samt de rekreative værdier visuelt påvirkes af havvindmølleparken og tilhørende lysafmærkninger. Lokalt vil der være stor forskel på synligheden af vindmøllerne, og det vurderes, at der vil også være stor forskel på, hvordan mennesker opfatter den ændrede visuelle påvirkning. For mennesker, der føler sig meget generet af udsigt til havvindmølleparken over Vesterhavet, vil påvirkningen svare til det vurderede for landskab og kulturmiljø (se afsnit 1.5.1). Mens andre vil vænne sig til den ændrede udsigt og ikke påvirkes.

1.5.3. Marinarkæologi

Risikoen for at påvirke marinarkæologiske fortidsminder vil være størst under anlægsfasen, hvor der kan forekomme en direkte fysisk påvirkning fra anlægsarbejdet, såsom under etablering af havvindmøllefundamenter, installation af kabler, opankring af fartøjer og eventuel placering af ben fra jack-up platforme. De fastlagte møllepositioner for Thor Havvindmøllepark overlapper ikke med potentielle marinarkæologiske interesser i området, og derfor vil anlægsaktiviteterne kun have en effekt, hvis arkæologiske fortidsminder er til stede netop dér, hvor den fysiske aktivitet finder sted. I driftsfasen vurderes der ikke at være risiko for at påvirke beskyttede fortidsminder.

På baggrund af den eksisterende viden i projektområdet skal bygherre sammen med Slots- og Kulturstyrelsen afklare, hvorvidt de potentielle marinarkæologiske interesser er i konflikt med anlægsarbejdet. Når dette er tilfredsstillende afklaret med myndigheden, vil området blive frigivet til anlægsarbejde.

1.5.4. Hydrografi

I driftsfasen kan fundamenterne give anledning til en vis modstand mod strøm og bølger, som kommer til udtryk ved en forøgelse af strømmen lige omkring fundamenterne og en nedstrøms reduktion i både strøm og bølger. Påvirkningen på strømmen er beregnet til at være synlig ca. 5 km i nordlig retning og 2-3 km i østlig og vestlig retning. Dog er de gennemsnitlige ændringer mindre end 1 cm/s, og påvirkningen af strømmen er derfor vurderet at være *ikke væsentlig*. Påvirkningen på bølgeklimate i kystzonen vil være størst ca. 12 km nord for Hvide Sande, men påvirkningen vurderes at være *ikke væsentlig*, da den gennemsnitlige reduktion i signifikante bølgehøjde er på ca. 2 til 3 cm. Desuden kan blokering fra fundamenterne give anledning til en potentiel ændring i opblandingen over dybden og vandskiftet i nærområdet, men blokering vurderes at have ingen eller kun en lille effekt på lagdeling og vandskifte i det omkringlæggende havmiljø og vurderes derfor at være *ikke væsentlig*.

1.5.5. Bundtopografi og sediment

I anlægsfasen vil installation af søkablerne give anledning til øgede sedimentkoncentrationer i vandsøjlen. Sedimentspildet sker primært langs havbunden, og det genudfælder på havbunden med sedimentdybde på op til 45 mm indenfor kort afstand fra søkablerne. Et areal på ca. 3,28 km² påvirkes med forøgede sedimentkoncentrationer på 10 mg/l eller højere i de nederste 10 meter af vandsøjlen i mere end én uge. Det udgør en lille del af samlede areal af projektområdet til Thor Havvindmøllepark på ca. 200 km². Påvirkning af bundtopografi og sediment i anlægsfasen vurderes at være *ikke væsentlig*. I driftsfasen vil der ikke være påvirkning af bundtopografi og sediment.

1.5.6. Kystmorfologi

Kystmorfologien er drevet af hhv. strøm, bølger, vandstande, sedimentsammensætning og sedimenttransport, som kan blive ændret under etablering af Thor Havvindmøllepark. I anlægsfasen vil installation af ilandføringskabler give anledning til kortvarig spredning af fint sediment i vandet tæt på kysten. Mængden er dog lille i forhold til den naturlige sedimenttransport, og påvirkning af kystmorfologi i anlægsfasen vurderes at være *ikke væsentlig*.

I driftsfasen vil Thor Havvindmøllepark medføre små ændringer i sedimenttransporten langs kysten nord og syd for ilandføringspunktet. Ændringerne er dog langt mindre end den naturlige årlige variation i sedimenttransport langs kyststrækningen, og påvirkningen vurderes derfor at være *ikke væsentlig*.

1.5.7. Marin flora og fauna

Den dynamiske havbund i området for Thor Havvindmøllepark er afgørende for sammensætningen af bundfauna. Det bentiske infauna-samfund, som er tilknyttet sandbund, er kendetegnet ved opportunistiske arter med højt rekrutterings- og spredningspotentiale. Især hesteskoorm og børsteorm kan være talrige, samt enkelte arter af tanglopper og muslinger. Almindelig sømus er også hyppig og dominerer biomassen i området. Epifauna på sandbund og arter tilknyttet hårbund består primært af søstjerner, krabber, kalkrørsorm, hydroider, bladmosdyr, dødningshånd og forskellige arter af søanemone. Hårbundshabitater er sjældne i projektområdet. De observerede bunddyrssamfund er almindeligt forekommende i Nordsøen.

Generelt har de arter, som findes i området, en høj tolerance og dermed lav følsomhed overfor de midlertidige forstyrrelser, som projektets anlægsaktiviteter vil medføre i form af fysisk forstyrrelse af havbunden, forøgede mængder af suspenderet materiale og sedimentaflejringer. Samtidig vil de midlertidige forstyrrelser have relativt begrænset arealmæssig udbredelse og kort varighed. Samlet set vurderes påvirkningen af aktiviteter i anlægsfasen at være *ikke væsentlig*.

Etablering af møllefundamenter, erosionsbeskyttelse af fundamenter og beskyttelse af inter-array kabler vil forårsage permanente habitattab for de arter, som er tilknyttet blødbund. Samlet set vil det arealmæssige omfang af det habitattab, som forårsages af fundamenter, erosionsbeskyttelse og kabelbeskyttelse maksimalt udgøre 0,1 % af det samlede projektområde. På baggrund af den relativt begrænsede arealmæssige udbredelse vurderes påvirkningen forårsaget af permanent habitattab som *ikke væsentlig*.

Etablering af fundamenter og erosionsbeskyttelse på havbunden vil introducere hårbundsstrukturer i et område, der ellers er præget af blød havbund. Det er derfor muligt, at erosionsbeskyttelsen kan skabe en 'rev-effekt' med potentiel betydning for lokale fødekædestrukturer og artsrigdom. Således kan hårbundsstrukturerne i forbindelse med havvindmøller også fungere som trædesten for introduktion af ikke-hjemmehørende arter i danske farvande. På grund af projektets begrænsede areal og klare afgrænsning vurderes det dog ikke sandsynligt, at Thor Havvindmøllepark isoleret set vil bidrage til en stigning i udbredelsen af allerede introducerede ikke-hjemmehørende arter, eller lede til en væsentlig forøget risiko for introduktion af nye ikke-hjemmehørende arter. Heraf vurderes påvirkningsgraden som *ikke væsentlig*.

Søkablerne vil i driftsfasen genere elektromagnetisk felter (EMF) og varme, som kan påvirke de bundlevende organismer. Påvirkningen vil være størst omkring ilandføringskablerne, der har en højere spænding end inter-array kablerne. Søkablerne vil blive nedgravet i stabilt sediment, og alternativt dækket med kabelbeskyttelse. Da det elektromagnetiske felt og temperaturstigningen svækkes drastisk indenfor for få meter fra kablerne, forventes signalet at være begrænset til arealet umiddelbart over ilandføringskablet. De bundlevende arter vurderes at have lav følsomhed overfor de niveauer, som forventes at gøre sig gældende ved havbundsoverfladen over kablerne i Thor Havvindmøllepark. Den begrænsede rækkevidde af påvirkningen betyder, at påvirkningsgraden som følge af EMF og varme samlet set vurderes at være *ikke væsentlig*.

1.5.8. Fisk

Området, hvor Thor Havvindmøllepark skal etableres, er domineret af blødbundshabitat, og de hyppigste arter af bundlevende fisk i området udgøres af fladfisk, herunder rødspætte, ising og glastunge, samt andre arter såsom knurhane og hvilling. Desuden er pelagiske arter som sild og brisling stærkt repræsenteret i området. Grundet de

få registreringer samt en vanddybde <50 m og dominansen af blødbundshabitat, er projektområdet for Thor Havvindmøllepark vurderet ikke at være et foretrukket levested for beskyttede fiskearter. Ligeledes indikerer resultaterne fra forundersøgelserne at projektområdet ikke er et vigtigt gyde- eller opvækstområde.

Anlægsarbejdet vil medføre øget suspenderet sediment i vandfasen, som efterfølgende aflejres på havbunden. Dette kan påvirke iltoptagelsen hos fisk og kan få fiskeæg i de frie vandmasser til at synke til bunds. Dog vil påvirkningen være kortvarig, og mængden af sediment vil sandsynligvis udløse en flugtrespons hos de fleste fiskearter. Derfor vurderes påvirkningen af bundleverne fiskearter, pelagiske fiskearter, æg og larver, at være *ikke væsentlig*. Den største støjbelastning i anlægsfasen vil opstå i forbindelse med nedramning af monopælene, men ved brug af støjdæmpning med luftbobler rundt om ramningen vil støjen kunne dæmpes betydeligt. Da området for Thor Havvindmøllepark ikke udgør et vigtigt område for fiskesamfund i Nordsøen, vurderes påvirkningen af det øgede støjniveau i anlægsfasen *ikke væsentlig*.

I driftsfasen vil etablering af fundamentene og den tilhørende erosionsbeskyttelse samt kabelbeskyttelse erstatte det naturligt forekommende habitat med et introduceret hårdbundssubstrat. Arter, som findes på blødbundshabitat, f.eks. tobis og fladfisk som ising og tunge, vil få reduceret deres primære levesteder med et areal svarer til maksimalt 0,1 % af det samlede projektområde på omkring 200 km². Da området, hvor Thor Havvindmøllepark skal etableres, er domineret af blødbundshabitat vurderes påvirkningen på fisk og fiskesamfund, som følge af habitatændring, at være *ikke væsentlig*. Ydermere vil der opstå et elektromagnetisk felt (EMF) omkring søkablerne i driftsfasen. Feltet vil være størst omkring ilandføringskablerne, da spændingen for disse er større end for inter-array kablerne. Dog vurderes påvirkningen på fisk og fiskesamfund som følge af elektromagnetiske felter at være *ikke væsentlig*, dels på grund af det lave niveau ved nedgravning af kablerne til 1,5 m og dels på grund af den begrænsede rækkevidde af de områder, hvor felterne vil have en effekt. Ligeledes vurderes påvirkningen i driftsfasen som følge af øget prædation fra rovfisk, skarv og havpattedyr samt eventuel skyggepåvirkning fra møllerne at være *ikke væsentlig*. Påvirkningen fra undervandsstøj er også vurderet at være *ikke væsentlig*.

1.5.9. Havpattedyr

Der er tre arter af havpattedyr, som forekommer regelmæssigt i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark: marsvin, spættet sæl og gråsæl. Det forventes, at både marsvin, spættet sæl og gråsæl benytter projektområdet til fødesøgning, men der er ikke noget, der tyder på, at projektområdet har nogen væsentlig betydning for havpattedyrene. Projektområdet for Thor Havvindmøllepark er ikke et vigtigt område for marsvin på grund af den lave/middel tæthed af arten i området over året. Der er observeret relativt få sæler i projektområdet, men da projektområdet er placeret forholdsvis tæt på en større sælkoloni, som benyttes af både spættede sæler og gråsæler, er projektområdet af middel betydning for gråsæler og spættede sæler.

Den største støjpåvirkning i anlægsfasen vil opstå i forbindelse med nedramning af monopælene, hvilket potentielt vil kunne medføre adfærdsændringer (midlertidig habitattab), midlertidig (TTS) samt permanent (PTS) hørenedsættelse hos havpattedyrene. Men ved brug af støjdæmpning med f.eks. luftbobler rundt om ramningen dæmpes støjen betydeligt, og det er usandsynligt, at der vil forekomme midlertidige eller permanente høreskader hos havpattedyrene. Der vil kunne forekomme adfærdsændringer af marsvin ud til 6,4 km. Da området for Thor Havvindmøllepark ikke udgør et særligt vigtigt område for havpattedyr, og da påvirkningen som følge af nedramning monopæle er kortvarig og lokal, vurderes påvirkningen at være *ikke væsentlig*. I tilfælde af at en monopæl og transformerplatformens fundament nedrammes på samme tid eller at to monopæle nedrammes på samme tid vurderes påvirkningen på havpattedyr ligeledes at være *ikke væsentlig*. Udover undervandsstøj fra nedramning af fundamenter vil der forekomme støj fra anlægsgartøjerne. Thor Havvindmøllepark etableres i et område, som allerede er under stor indflydelse af skibstrafik, og det vurderes, at påvirkningen på havpattedyr som følge af undervandsstøj

fra anlægsfartøjerne vil være *ikke væsentlig*. I anlægsfasen vil der i forbindelse med etablering af inter-array kabler og ilandføringskabler forekomme perioder med forøgede mængder af suspenderet materiale i vandfasen, som kan reducere sigtbarheden i vandet. Både marsvin og sæler er tilpasset det kystnære vand med naturligt skiftende mængder suspenderet sediment i vandet, og påvirkningen af suspenderet sediment er vurderet som værende *ikke væsentlig* for havpattedyrene.

I driftsfasen vil der forekomme lavfrekvent støj, som primært stammer fra møllernes vinger og generator. For marsvin vurderes det, at påvirkningen af driftsstøjen vil være begrænset indenfor en afstand af ca. 100 meter fra de enkelte vindmøller. Sæler har en bedre hørelse i det lavfrekvente område sammenlignet med marsvin, og vil derfor sandsynligvis kunne høre undervandsstøjen fra vindmøllerne i drift på længere afstand. Sæler er dog mere tolerante over for undervandsstøj, og studier har vist, at spættede sæler direkte opsøger og søger føde omkring vindmøllefundamenter. Påvirkningen på havpattedyr som følge af undervandsstøj fra vindmøllerne i driftsfasen er vurderet værende *ikke væsentlig*.

Etablering af nye dyre-plantensamfund på vindmøllefundamenterne vil muligvis ændre/øge fødegrundlaget for havpattedyr en smule og dermed have en positiv men *ikke væsentlig* påvirkning havpattedyrene.

I driftsfasen vil der opstå elektromagnetiske felter omkring søkablerne, som vil være størst omkring ilandføringskablerne, da disse har højere spænding end inter-array kablerne. Da de elektromagnetiske felter omkring søkablerne er svage og begrænset til få meter indenfor kablerne, vurderes det, at eventuelle påvirkninger af havpattedyr som følge af elektromagnetiske felter vil være *ikke væsentlige*.

1.5.10. Fugle og flagermus

Vurderingen af påvirkningen på trækkende og rastende fugle tager udgangspunkt i påvirkning af levesteder, kollisioner med installationsfartøjer og møller, barrierevirkning og øget energiforbrug ved ændring af trækruter. Det er vurderet, at kun meget få ynglende fugle (splitternen) vil forekomme inden for projektområdet for Thor Havvindmøllepark, og disse er derfor ikke vurderet yderligere.

I anlægsfasen vurderes påvirkningen af både trækkende og rastende fugle som følge af kollision at være *ikke væsentlig*. Dette skyldes, at både fartøjer og vindmøller overvejende vil være stationære og fuglene vil derfor kunne undvige disse. Eftersom Thor Havvindmøllepark vil placeres minimum 22 km vest for kysten, vurderes antallet af trækkende fugle (gæs og ænder) at være begrænset, da fuglene foretager deres syd-nordgående træk mere kystnært. På denne baggrund vurderes påvirkningen på trækkende fugle som følge af barrierevirkning at være *ikke væsentlig*. Aktiviteterne i anlægsfasen kan også medføre et funktionelt midlertidigt tab og ændring af habitat for rastende fugle pga. øget suspenderet sediment fra installationen af fundamenter og nedspuling af søkabler. For fugle, som lever af fisk (f.eks. lommer og alkefugle) vil påvirkningen være *ikke væsentlig*. Dette skyldes, at anlægsarbejdet vil foregå meget kortvarigt og lokalt, og at disse arter til en vis grad kan håndtere suspenderet sediment i vandfasen samt vil flytte med, hvis fiskene fortrænges. Tilsvarende er påvirkningen af sortand, der forekommer kystnært i kabelkorridoren, gennem evt. funktionelt midlertidigt tab og ændring af habitat vurderet som værende *ikke væsentlig*, da forekomsten af arten er meget lav i området. Under anlægsfasen kan sejlads i forbindelse med anlægsarbejder forårsage forstyrrelser og dermed fortrængning af rastende fugle i området. Da påvirkningen kun forekommer i den relativt korte anlægsperiode, og fortrængningen langt størstedelen af tiden ikke forekommer i hele anlægsområdet vurderes påvirkningen af fugle som følge af forstyrrelse og fortrængning at være *ikke væsentlig*.

I driftsfasen kan vindmøllernes tilstedeværelse føre til direkte kollisioner mellem fugle og vindmøllerne, eller fuglene kan blive ramt af turbulensen bag de roterende vindmøllevinger. For trækkende fugle er risikoen for kollision med vindmøller vurderet at være *ikke væsentlig*, på baggrund af det begrænsede antal af trækkende ænder og gæs i

området samt at trækkende ænder og gæs udviser en markant undvigerrespons i forhold til havvindmølleparker. For rastende fugle er risikoen for kollision med vindmøller ligeledes vurderet at være *ikke væsentlig*. Dette skyldes, at flere af arterne hovedsageligt flyver under rotorhøjden på møllerne, og dermed er antallet af modellerede årlige kollisioner for de rastende fuglearter meget lavt sammenlignet med arternes bestande. Vindmøllerne kan også udgøre en barriere for trækkende fugle i driftsfasen, og barrierevirkningen opstår, når fuglene ændrer deres trækroute, hvilket medfører et øget dagligt energiforbrug. Dog vurderes det ekstra energiforbrug, som det vil kræve for trækkende fugle at flyve uden om Thor Havvindmøllepark, at være uden betydning, hvorved påvirkningen vurderes som *ikke væsentlig*. Påvirkningen på rastende fugle som følge af tab og ændringer af habitater i driftsfasen er vurderet at være *ikke væsentlig*, da det tabte areal vil være meget begrænset og det er vurderet, at det ikke vil påvirke tilgængeligheden af de rastende fugles fødegrundlag. Rastende fugle vil også kunne påvirkes af forstyrrelse og fortrængning i driftsfasen, hvor følsomheden overfor forstyrrelser og fortrængning varierer mellem arterne. Især lommer er særligt følsomme overfor vindmøllers tilstedeværelse. På baggrund af beregnede antal af fortrængte individer for de rastende fuglearter, som for ingen af arterne overstiger et niveau på 1 % af de biogeografiske bestande, er det vurderet, at påvirkningen på fugle som følge af forstyrrelse og fortrængning vil være *ikke væsentlig*.

Rød- og sortstrubet lom er de eneste to arter af fugle vurderet i kapitel 16, der er på fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I. For begge arter er det vurderet, at Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre forringelse af levesteder uden for fuglebeskyttelsesområderne.

Da alle danske arter af flagermus er omfattet af bestemmelserne i habitatdirektivets bilag IV, er vurderingerne af flagermus alene gennemført i kapitel 24 om bilag IV-arter.

1.5.11. Fiskeri

I og omkring området, hvor Thor Havvindmøllepark og tilhørende ilandføringskabler etableres, bliver der fisket med aktive fiskeredskaber, herunder bundtrawl, bomtrawl, pelagisk trawl og vod, samt med passive redskabstyper såsom garn.

I anlægsfasen vil fiskeriet blive påvirket som følge af etableringen af sikkerhedszoner omkring anlægsaktiviteterne ved havvindmølleparken og ilandføringskablerne. Etablering af en sikkerhedszone omkring havvindmølleparken i anlægsfasen vil betyde, at området vil blive lukket for alt fiskeri uanset redskabstype. Kortlægningen af bundtrawlfiskeriet viser, at der foregår et fiskeri med bundtrawl i en bane fra nord til syd midt i projektområdet, i en mindre bane i den østlige del af projektområdet og syd for den yderste del af kabelkorridoren. Ligeledes foregår der garnfiskeri i og i nærheden af projektområdet for havvindmølleparken. Der er kun registreret en beskedent indsats med bomtrawl i området for havvindmølleparken, men der foregår intensivt bomtrawl tættere på kysten. Pelagisk trawl og vodfiskeri er meget begrænset i projektområdet for havvindmølleparken. Overordnet vurderes påvirkningen på erhvervsfiskeriet i anlægsfasen at være *ikke væsentlig*.

I driftsfasen vil fiskeriet blive påvirket som følge af etablering af en 200 m bred sikkerhedszone på hver sin side af alle søkabler, jf. kabelbekendtgørelsen. Det kan i praksis betyde, at bundtrawlfiskeriet ikke vil kunne gennemføres indenfor havvindmølleparken over hele driftsfasen. Dog kan fiskeriet med bundtrawl i princippet omlægges til andre fiskeriområder. Omfanget af fiskeri med bomtrawl er beskedent i området for havvindmølleparken, men der er et omfattende, mere kystnært fiskeri med bomtrawl omkring kabelkorridoren, som påvirkes af etablering af en 200 m bred sikkerhedszone på hver sin side af ilandføringskablerne. Eftersom fiskeri med garn ikke er omfattet af bestemmelserne i kabelbekendtgørelsen, er der en forventning om, at det i driftsfasen vil blive tilladt at fiske med garn omkring havvindmølleparken samt over kabelkorridoren. Overordnet vurderes påvirkningen på erhvervsfiskeriet i driftsfasen at være *ikke væsentlig*.

Da påvirkningen af fisk og fiskesamfund som følge af etablering og drift af Thor Havvindmøllepark (se afsnit 1.5.8) vurderes at være *ikke væsentlig*, vurderes der således ikke at være en risiko for væsentlige påvirkninger af erhvervsfiskeriet som følge af ændringer i fisk og fiskebestandene i og omkring området for Thor Havvindmøllepark.

1.5.12. Sejlads

En analyse af sejladsforholdene omkring Thor Havvindmøllepark er foretaget for at vurdere, i hvilket omfang etableringen af Thor Havvindmøllepark vil ændre det eksisterende sejladsmønster i Nordsøen, samt for at estimere den ændrede risiko for kollisioner og grundstødninger som følge af parkens tilstedeværelse.

Den største sejladsrisiko under anlægsfasen vil stamme fra den øgede skibstrafik i området, hvilke kan føre til kollisioner mellem fartøjer og møller samt kollisioner mellem skibe og anlægsfartøjer. Det forventes dog, at en sikkerhedszone vil blive etableret omkring anlægsområdet for at beskytte søfarende mod risikoen for kollision, og det vurderes således at påvirkningen af sejlads og sejladsikkerhed i anlægsfasen vil være *ikke væsentlig*.

I driftsfasen vil tilstedeværelsen af Thor Havvindmøllepark betyde, at flere sejlruiter vil flyttes, f.eks. mod nord eller længere mod vest, således at trafikken kan passere havvindmølleparken i sikker afstand. Dette gælder blandt andet den kommercielle trafik mellem Holland og Skagerrak, der sejler langs rute 1, som vil tilpasses (koncentreres mere mod vest) for at holde sikker afstand til havvindmølleparken. Projektområdet for Thor Havvindmøllepark er dog placeret mere end 4 km øst for sejladskorridoren i Danmarks Havplan, som er udlagt til sejlads langs rute 1. Analysen af sejladsrisikoen viser, at tilstedeværelsen af havvindmølleparken kan føre til en øget frekvens af motoriserede kollisioner mellem skibe og møller, mens antallet af grundstødninger forventes at blive reduceret. Dette skyldes, at en del af skibstrafikken flyttes længere væk fra kysten for at passere vest om parken. Desuden vil det være muligt for fiskerbåde at fiske i området mellem møllerne. Dog vil der være begrænsninger i forhold til typer af fiskeudstyr, der kan benyttes i området mellem møllerne. Samlet set, vurderes påvirkningen af sejlads som følge af drift af Thor Havvindmøllepark at være *ikke væsentlig*.

1.5.13. Flytrafik

Vindmøller med en højde på 150 m eller derover kan medføre en øget risiko for luftfarten, den civile såvel som den militære, fordi 150 m er den generelt gældende minimums flyvehøjde. Udover at udgøre en kollisionsrisiko kan havvindmølleparken også udgøre en turbulensrisiko og påvirke ind- og udflyvningsprocedurer til lufthavne.

Potentiel påvirkning af flytrafikken i anlægsfasen skyldes tilstedeværelse af arbejdsfartøjer med høje kraner eller lignende, der kan påvirke flyvesikkerheden ved kollisionsrisiko. Påvirkningen af den civile flytrafik vurderes generelt at være *ikke væsentlig*, da Thor Havvindmøllepark ligger langt fra nærmeste lufthavne og flyvepladser. I forbindelse med eftersøgnings- og redningsarbejde vurderes påvirkningen i anlægsfasen at være *ikke væsentlig*, da antallet af arbejdsfartøjer, der kan påvirke redningsarbejdet, vurderes at være lavt. Påvirkning af den militære luftfart i anlægsfasen af Thor Havvindmøllepark vurderes ligeledes at være *ikke væsentlig*, da anlægsaktiviteterne vil være placeret langt fra nærmeste flyvestationer.

Potentielle påvirkninger af luftfartstrafikken i driftsfasen kan dels forekomme som følge af kollisionsrisiko og turbulensrisiko og påvirkning af ind- og udflyvningsprocedurer for nærliggende lufthavne. Thor Havvindmøllepark er placeret langt fra nærmeste indflyvningsplaner til offentlige lufthavne, flyvestationer og flyvepladser og er således ikke berørt af restriktioner i forhold til dette. Desuden er der ingen kendte helikopterruter over området. Passerende fly, som flyver efter instrumentflyvereglerne, vil normalt passere i flere kilometers højde, mens ved flyvning i mindre fly, hvor flyvning er tilladt i en højde ned til 150 m over havoverfladen, vil flyvninger foretages i en passende sikkerhedsmæssig højde efter opdaterede flyvekort. Den overordnede påvirkning på den civile flytrafik vurderes således at være *ikke væsentlig*. I forbindelse med eftersøgnings- og redningsaktiviteter vurderes påvirkningen at

være *ikke væsentlig*, da møllernes tilstedeværelse kan være til gene for aktiviteterne, men ikke forhindre dem, mens påvirkning af den militære luftfart i driftsfasen vurderes også at være *ikke væsentlig*, eftersom havvindmølleparken ikke placeres indenfor flyvestationers indflyvningsplaner.

1.5.14. Radar og radiokæder

Radarer og radiokæder kan påvirkes af skyggeeffekter og refleksioner fra havvindmøller og høje fartøjer. Havvindmøller kan påvirke skibs- og landbaserede radarsystemer samt radarer benyttet til overvågning af luftfartstrafikken. Årsagen til påvirkningen er møllernes strukturer, store højde og rotorbevægelser, som kan reflektere, forstyrre og skygge for radar- og radiosignalerne. Desuden kan signalerne for telekommunikation og datatransmission forringes, hvis havvindmøllerne, eller høje fartøjer, placeres i sigtelinjer for radiokæder eller indenfor luftfartsanlægs respektområder.

Potentiel påvirkning af radaranlæg og radiokæder i anlægsfasen skyldes tilstedeværelse af høje arbejdsfartøjer såsom kraner, der kan forstyrre radaranlæg og deres registreringer.

Potentielle påvirkninger af radaranlæg i driftsfasen skyldes tilstedeværelsen af havvindmøllerne og møllevingernes rotation. Eventuelle forstyrrelser optræder oftest på radarskærmen som refleksioner, skyggevirksomhed, upræcis registrering eller mangelfuld eller helt udebleven registrering. Placeringen af Thor Havvindmøllepark vil påvirke Forsvarets radarer, herunder Forsvarets kystradarer. Efter aftale med Forsvaret vil bygherre opstille to gap-filler radarer på to havvindmøllefundamenter, og med disse afværgeforanstaltninger vurderes der ikke at være en væsentlig påvirkning på Forsvarets radaranlæg. Havvindmølleparken ligger ikke indenfor radarrækkevidde for udpegede lufthavne, og der vil derfor ikke være en påvirkning på lufthavnes radarer i driftsfasen. Ligeledes vurderes der ikke at være en påvirkning af luftfartsanlæg (kommunikationsanlæg, navigationsanlæg og overvågningsanlæg) i driftsfasen, da Thor Havvindmøllepark er placeret langt fra nærmeste anlæg (>27 km) og anlæggenes tilhørende respektzoner (>24 km). Skyggevirksomhed kan forringe radarbilledet på skibe og dermed eventuelt forøge sandsynligheden for kollision med andre skibe. Dog er radar ikke skibenes eneste navigationsmulighed, og det vurderes på den baggrund, at der vil kun være en lille påvirkning af de civile skibes radarsystemer fra havvindmølleparken. Desuden vurderes der ikke at være en påvirkning af DMI's vejrradarer, da havvindmølleparken ligger langt (>120 km) fra nærmeste vejrradar (Rømø), ligesom der vurderes ikke at være en påvirkning på radiokæder, da der ikke er kortlagt radiokæder i nærheden af Thor Havvindmøllepark.

1.5.15. Emissioner og klima

For anlægs-, drifts- og demonteringsfasen er påvirkningen af luftkvalitet vurderet at være *ikke væsentlig*. Dette skyldes, at emissionerne vil være spredt over et stort område og en længere periode (en ca. 2 års anlægsfase og en 30–35 år driftsfasen), og i en del af Nordsøen med gode fortyndingsforhold.

Grundet det nødvendige forbrug af råmaterialer samt brug af fartøjer og helikoptere vil der være en påvirkning af klimaet i anlægs- og demonteringsfasen. Dog er påvirkningen vurderet at være *ikke væsentlig*, og ved idriftsættelse af Thor Havvindmøllepark vil andelen af vindmøllestrøm leveret til danske forbrugere øges. Dermed vil havvindmølleparken være med til at fortrænge el produceret af fossile energikilder, og den gennemsnitlige CO₂-emission fra el vil således falde, og Thor Havvindmøllepark vil bidrage til en klimavenlig elproduktion og en *væsentlig positiv* virkning af klimaet kort tid efter anlæg. Realisering af Thor Havvindmøllepark vil derved bidrage til den danske klimalovs målsætning om 70 % reduktion af CO₂ udledning i 2030 ift. 1990.

1.5.16. Råstoffer

Da der ikke udvindes råstoffer i projektområdet for Thor Havvindmøllepark på nuværende tidspunkt, og da anlægsarbejderne kun vil påvirke en mindre del af de udpegede råstofindvindingsområder samt kortlagte råstofressourcer, vurderes påvirkningen af råstoffer i anlægsfasen at være *ikke væsentlig*.

Etablering af Thor Havvindmøllepark vil føre til en permanent reduktion af arealet, der kan bruges til råstofindvinding, da kabelbekendtgørelsen forudsætter, at søkablerne vil omfattes af en beskyttelseszone på 200 m på hver side af kablerne. Eftersom denne reduktion vil være af begrænset størrelsesorden, vurderes påvirkningen af råstofindvindingsområder som følge af driften af Thor Havvindmøllepark at være *ikke væsentlig*. Thor Havvindmøllepark vil i driftsfasen også kunne påvirke de kortlagte råstofressourcer, der overlapper med projektområdet for havvindmølleparken. Dog vil overlappet være af en meget begrænset omfang. Det vurderes således, at påvirkningen af kortlagte råstofressourcer vil være *ikke væsentlig*.

1.5.17. Natura 2000-områder

Dette afsnit sammenfatter vurderingen af projektets virkning på Danmarks naturbeskyttelsesforpligtelser i henhold til EU's to naturbeskyttelsesdirektiver (habitatdirektivet og fuglebeskyttelsesdirektivet). Disse direktiver pålægger EU's medlemslande at bevare en række arter og naturtyper, der er sjældne, truede eller karakteristiske for EU-landene. I Danmark er habitat- og fuglebeskyttelsesdirektivet implementeret i den nationale lovgivning.

Natura 2000-områder er naturbeskyttelsesområder, der er udpeget for at beskytte arter og naturtyper omfattet af EU's to naturbeskyttelsesdirektiver. For hvert Natura 2000-område er der en liste – det såkaldte udpegningsgrundlag – med naturtyper, arter og fugle, som det enkelte område er udpeget for at beskytte. Formålet med et Natura 2000-område er at sikre gunstig bevaringsstatus for de arter og naturtyper, som er på udpegningsgrundlaget for de enkelte Natura 2000-områder. Der kan ikke gives tilladelse til et projekt, hvis det i sig selv eller i forbindelse med andre planer eller projekter kan medføre skade på udpegningsgrundlaget for et eller flere Natura 2000-områder.

Der ligger en række Natura 2000-områder i nærheden af projektområdet for Thor Havvindmøllepark og kabelkorridoren. På baggrund af en gennemgang af udpegningsgrundlaget for de nærliggende Natura 2000-områder, samt viden om de relevante arter og naturtyper, og viden om disse arter og naturtyperes følsomhed over for påvirkninger som følge af anlæg og drift af en havvindmøllepark, er det vurderet, at væsentlige påvirkninger ikke umiddelbart kan udelukkes for Natura 2000-områderne nr. 219: Sandbanker ud for Thyborøn, nr. 220: Sandbanker ud for Thorsminde, nr. 28 Agger Tange, Nissum Bredning, Skibsted Fjord og Agerø samt nr. 246: Sydlige Nordsø.

Natura 2000-område nr. 220 er udpeget på grund af habitatnaturtyperne sandbanke og rev, og de nærmeste sandbanker ligger ca. 750 meter syd for kabelkorridoren, mens det nærmeste stenrev ligger mere end 10 km syd for kabelkorridoren. De potentielle påvirkninger af marine naturtyper på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220 vil udelukkende kunne ske som følge af sedimentspild ved anlæg af kabelanlægget. Påvirkninger som følge af sedimentspild vil alene forekomme indenfor og i umiddelbar nærhed af kabelkorridoren, og derfor vil projektet ikke kunne medføre påvirkninger af naturtypen stenrev. I forhold til habitatnaturtypen sandbanke, så viser de gennemførte beregninger, at aflejring af sediment og forøget koncentration af opløst sediment i vandfasen som følge af anlæg af ilandføringskablerne, ikke vil kunne medføre en påvirkning af habitatnaturtypen sandbanke. Det vurderes derfor, at suspenderet sediment eller sedimentation ikke vil medføre skadelige påvirkninger af habitatnaturtypen sandbanke, der er på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220. Projektet vil ikke påvirke habitatnaturtypens mulighed for at opnå gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau, eller påvirke målsætningerne om, at habitatnaturtypens tilstand og areal skal være stabilt eller i fremgang.

Natura 2000-områderne nr. 28 og nr. 219 har henholdsvis sæler og marsvin på udpegningsgrundlaget. Da Natura 2000-område nr. 28 og nr. 219 er beliggende mere end henholdsvis 20 km og 29 km fra Thor Havvindmøllepark, vil der ikke være undervandsstøjniveauer i selve Natura 2000-området, som kan medføre hørenedsættelse (PTS eller TTS) eller adfærdspåvirkninger hos sæler eller marsvin. Det er kun, hvis sæler eller marsvin fra de to Natura 2000-områder befinder tæt på anlægsområdet, at de vil kunne påvirkes af undervandsstøjen. Sandsynligheden for at havpattedyrene befinder sig inden for en afstand af nedramningen, hvor de kan påvirkes af hørenedsættelse, vil være begrænset, da tilstedeværelsen og undervandsstøjen fra anlægsfartøjer vil holde dem fra nærområdet af anlægsarbejdet. Det er derfor usandsynligt, at sæler eller marsvin vil kunne opleve TTS eller PTS, inden for eller udenfor Natura 2000-området. Ved anvendelse af støjdæmpende foranstaltninger kan det udelukkes, at anlæg af Thor Havvindmøllepark kan medføre skadevirkninger af spættet sæl og gråsel samt marsvin på udpegningsgrundlagene for henholdsvis Natura 2000-område nr. 28 og nr. 219.

Natura 2000-område nr. 246 har rød- og sortstrubet lom på udpegningsgrundlaget. En konservativ beregning af antallet af lommer, der vil kunne fortrænges ind i Natura 2000-området fra området for Thor Havvindmøllepark, viser, at den afledte øgede dødelighed som følge af fortrængningen vil være betydeligt under 1 % af bestanden i Natura 2000-området. Derfor vurderes den maksimale øgede dødelighed at være helt uden betydning for bestanden af lommer og dermed ikke at ville kunne udgøre en skade på bestanden af lommer på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 246.

På baggrund af ovenstående kan det udelukkes, at realisering af Thor Havvindmøllepark vil kunne medføre skadelige påvirkninger af sæler, marsvin samt rød- og sortstrubet lom på udpegningsgrundlagene for henholdsvis Natura 2000-område nr. 28, nr. 219 og nr. 246.

1.5.18. Bilag IV-arter

Arter på habitatdirektivets bilag IV er beskyttet såvel inden for som uden for Natura 2000-områder. Der kan ikke gives tilladelse til projekter, som kan forringe eller ødelægge den økologiske funktionalitet af et yngle- eller rasteområdes for en bilag IV-art, ligesom det ikke er tilladt forsætligt at forstyrre bilag IV-arter i deres naturlige udbredelsesområde, i særdeleshed i perioder, hvor dyrene yngler, udviser yngelpleje, overvintrer eller migrerer. Den økologiske funktionalitet af et yngle- eller rasteområde for bilag IV-arter skal derfor opretholdes på mindst samme niveau som hidtil.

De bilag IV-arter, der potentielt kan blive påvirket af Thor Havvindmøllepark omfatter marsvin, snæbel, europæisk stør samt forskellige arter af flagermus. Marsvin, snæbel og europæisk stør kan blandt andet blive påvirket af undervandsstøj fra nedramning af møllefundamenter, habitataendringer eller elektromagnetiske felter rundt om de kabler, der etableres i havbunden, mens flagermus blandt andet kan blive påvirket af direkte eller indirekte kollisioner med vindmøller.

De gennemførte vurderinger viser dog, at ingen af de potentielle påvirkninger fra anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark vil medføre forsætlig drab eller forstyrrelse eller ødelæggelse af yngle- og rasteområder for relevante bilag IV-arter, ligesom områdets økologiske funktionalitet for disse arter ikke vil blive påvirket. Bilag IV-beskyttelsen af marsvin, snæbel, europæisk stør og flagermus vurderes derfor at blive opretholdt.

1.5.19. Vandkvalitet og vandplanlægning

I Danmark er vandkvaliteten i havet omfattet af miljømål i vandrammedirektivet og havstrategidirektivet. I henhold til vandrammedirektivets bestemmelser må Thor Havvindmøllepark ikke være til hinder for opfyldelsen af EU's målsætninger om mindst god økologisk og god kemisk tilstand i nærliggende målsatte vandområder. Projektet må heller ikke forringe tilstanden i vandområderne.

Vandkvaliteten kan påvirkes som følge af, at sediment (sand og andet havbundsmateriale) spredes under anlæg af møllefundamenter og nedspuling af tilhørende søkabler, hvormed der kan ske frigivelse af miljøfarlige forurenende stoffer, næringsstoffer og iltforbrugende stoffer fra det forstyrrede sediment. Modellering af sedimentspredningen viser, at hovedparten af det forstyrrede sediment vil lægge sig hurtigt på havbunden igen, mens noget af det finere sediment kortvarigt bliver ført videre i vandet. Analyser af sedimentet indenfor projektområdet viser, at indholdet af miljøfarlige forurenende stoffer, næringsstoffer og iltforbrugende stoffer i havbunden er lave og dermed er de vurderet uproblematisk i forhold til anlæg af en havvindmøllepark. Dertil afviger sedimentforstyrrelsen ikke meget fra den naturlige sedimenttransport, der er i området ud for den jyske vestkyst.

Tilstedeværelsen af Thor Havvindmøllepark vil ikke medføre ændringer af bølge- og strømforhold i og omkring havvindmølleparken i sådan en grad, at det påvirker vandkvaliteten i området. Der vil blive anvendt en nyere metode (påtrykt strøm) af korrosionsbeskyttelse på møllerne, og det er vurderet at være små mængder af metaller og andre miljøfarlige forurenende stoffer, der vil blive frigivet fra den planlagte korrosionsbeskyttelse og overfladebehandling anvendt på stålkonstruktionerne, som yderligere vil blive fortyndet i de store omkringliggende vandmasser.

Vurderingerne er gennemført på baggrund af samtlige kvalitetselementer for målsatte kystvande og for fisk i forhold til nærtliggende målsatte vandløb. Det er samlet vurderet, at hverken anlægs- eller driftsaktiviteter af Thor Havvindmøllepark vil forringe tilstanden eller forhindre målopfyldelse i de relevante målsatte vandområder. Det er ligeledes vurderet, at Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre en væsentlig påvirkning på vandkvaliteten i forhold til lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter.

1.5.20. Danmarks Havstrategi

EU's havstrategidirektiv har til formål at opnå eller opretholde god miljøtilstand i havmiljøet. Thor Havvindmøllepark må ikke være i uoverensstemmelse med miljømålene fastsat i Danmarks Havstrategi II, som implementerer havstrategidirektivet, og altså ikke forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havmiljøet.

Danmarks Havstrategi gælder for havområder fra tidevandsgrænsen og til 200-sømile-grænsen og dækker derfor samtlige danske farvande. Thor Havvindmøllepark placeres i havområdet Nordsøen.

Til at vurdere den aktuelle miljøtilstand i et havområde angiver havstrategidirektivet følgende elleve deskriptorer: Biodiversitet (D1), Ikke-hjemmehørende arter (D2), Erhvervs-mæssigt udnyttede fiskebestande (D3), Havets fødenet (D4), Eutrofiering (D5), Havbundens integritet (D6), Hydrografiske ændringer (D7), Forurenende stoffer (D8), Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum (D9), Marint affald (D10) og Undervandsstøj (D11).

Af Danmarks Havstrategi II fremgår det, at midlertidige og permanente energianlæg på havet kan medføre fysiske forstyrrelser og/eller fysisk tab af havbund og støj. Ved etablering af en havvindmøllepark kan der forekomme påvirkning på fiskebestande, biodiversiteten og havbunden i form af mistet havbund, støjforstyrrelser og ændringer i tilstedeværelsen af dyr og planter. Også bølge- og strømforhold kan blive ændret i og omkring en havvindmøllepark. Thor Havvindmøllepark ligger mere end 14 km fra nærmeste udpegede havstrategiområde.

Vurderinger af potentielle påvirkninger fra projektet er hovedsageligt baseret på beskrivelser af eksisterende forhold og vurderinger gennemført i nærværende miljøkonsekvensrapport i følgende kapitler: kapitel 9 om hydrografi, kapitel 10 om bundtopografi og sediment, kapitel 13 om marin flora og fauna, kapitel 14 om fisk, kapitel 15 om havpattedyr, kapitel 16 om fugle, kapitel 23 om Natura 2000, kapitel 24 om bilag IV-arter og kapitel 25 om vandplanlægning.

Vurderinger i forhold til Havstrategien er gennemført for alle 11 deskriptorer. Det er samlet vurderet at anlægs- og driftsaktiviteter i forbindelse med Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre en påvirkning af nogen af de 11 deskriptorer, og således ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som vindmølleparken placeres indenfor, og i Nordsøen generelt.

1.5.21. Havplanlægning

EU's direktiv for havplanlægning har til formål at skabe forudsætninger for både at udnytte og bevare marine områder og samtidig skabe muligheder for afvejninger mellem forskellige interesser for at opnå en bæredygtig fremtidig udvikling. Direktivet danner grundlag for Danmarks Havplan, som har til formål at fremme økonomisk vækst, udvikling af havarealer og udnyttelse af havressourcer på et bæredygtigt grundlag. Havplanen udgør derved en ramme for, hvordan forskellige aktiviteter kan sameksistere og skabe økonomisk vækst på et bæredygtigt grundlag.

Arealfordelingen i havplanen er opdelt i zoner, og havområderne er opdelt i fire zonetyper: 1) udviklingszoner, 2) særlige anvendelseszoner, 3) natur- og miljøbeskyttelsesområder og 4) generelle anvendelseszoner. Projektområdet for Thor Havvindmøllepark ligger inden for et område, der i havplanen er udlagt til vedvarende energi, og anlæg og drift af havvindmølleparken er derfor i overensstemmelse med bestemmelserne i udviklingszonerne i havplanen. Kabelkorridoren passerer et område, der er udlagt til udviklingszone for råstofvindning. Et kabelanlæg i denne zone vil påvirke en eventuel fremtidig udnyttelse af områdets råstofressourcer, men da kabelkorridoren samtidig er placeret inden for den særlige anvendelseszone 'kabelkorridorer for vedvarende energi', der sikrer ilandføring af kabler til vedvarende energianlæg, så vurderes det, at projektet ikke er i uoverensstemmelse med arealudlægningen til råstofvindning i havplanen. Ligeledes krydser kabelkorridoren et område, der er udlagt til sejladskorridor i havplanen. Anlægsarbejdet vil potentielt påvirke sejladsen i sejladskorridoren, men der vil alene være tale om en kortvarig periode. Projektet vurderes derfor ikke at være i uoverensstemmelse med bestemmelserne i havplanen.

Der er ikke arealmæssigt overlap mellem projektområdet og området udlagt til natur- og miljøbeskyttelsesområde i havplanen. På baggrund heraf og da det er vurderet, at projektet kan gennemføres uden væsentlige påvirkninger af Natura 2000-områder, vil projektet ikke påvirke havplanens formål med at sikre, at beskyttelsen af havets natur og miljø sikres i de udpegede natur- og miljøbeskyttelsesområder.

Thor Havvindmøllepark vurderes derfor ikke at være i uoverensstemmelse med havplanlægningen i Danmarks Havplan.

1.5.22. Kumulative effekter

Der er i miljøvurderingerne taget højde for en række godkendte projekter og vedtagne planer, som potentielt kan medføre kumulative virkninger i samspil med Thor Havvindmøllepark. Disse omfatter følgende:

- Havvindmølleparker og vedvarende energianlæg
- Landanlæg for Thor Havvindmøllepark
- Marin infrastruktur
- Råstofvindning på havet
- Kystdirektoratets kystbeskyttelse langs den jyske vestkyst

Det er vurderet, at der ikke vil være væsentlige kumulative påvirkninger i forbindelse med Kystdirektoratets kystbeskyttelse langs den jyske vestkyst. Dette skyldes, at de samlede påvirkninger for hvert relevant miljøemne er vurderet at være af mindre omfang, samt at bygherre (Thor Wind Farm I/S) vil koordinere anlægsarbejdet med Kystdirektoratet, således at der ikke sandfodres samtidig med de kystnære anlægsaktiviteter for Thor Havvindmøllepark.

For eksisterende havvindmølleparker er der især taget højde for de to kystnære havvindmølleparker, Vesterhav Nord og Vesterhav Syd. De to havvindmølleparker anlægges i løbet af 2023 og starten af 2024 og anlægsarbejderne for disse to parker vil dermed ikke overlape med anlægsarbejderne for Thor Havvindmøllepark.

I vurderingen af påvirkningen på landskab og kulturmiljø er Vesterhav Nord og Vesterhav Syd inkluderet i beskrivelserne af eksisterende forhold, da parkerne har stor betydning for vurderingen af visuelle påvirkninger. Derfor inkluderer de vurderede påvirkninger for landskab og kulturmiljø den kumulative effekt fra Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, i de udsigter hvor Thor Havvindmøllepark vil opleves sammen med enten Vesterhav Nord eller Vesterhav Syd. Påvirkningen fra Thor Havvindmøllepark vil have en væsentlig effekt i samspil med de to kystnære havvindmølleparker som beskrevet i kapitel 6.

I vurderingen af påvirkningen på sejlads er Vesterhav Nord og Vesterhav Syd indarbejdet i sejladsrisikovurderingen som eksisterende forhold. Derfor inkluderer den vurderede påvirkning for sejlads den kumulative effekt fra Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, og påvirkningen er vurderet som værende ikke væsentlig.

For øvrige miljøemner er der ikke vurderet væsentlige kumulative påvirkninger som følge af Vesterhav Nord og Vesterhav Syd (eller andre eksisterende havvindmølleparker).

Vindmøller på land kan potentielt medføre kumulativ støjpåvirkning sammen med Thor Havvindmøllepark, og vurderingen af dette er inkluderet i vurderingen af påvirkningen fra projektet som følge af lovgivningen. Beregninger af de akkumulerede støjbidrag viser ingen overskridelser af støjgrænserne.

Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan, kan i kumulation med Thor Havvindmøllepark potentielt medføre væsentlige påvirkninger af miljøet. Effekter fra sammenfald mellem anlægsfaser kan udelukkes, da anlægsperioderne for de fremtidige parker ikke vil have et tidligt overlap med anlægsperioden for Thor Havvindmøllepark, og derfor vil der ikke være kumulerede påvirkninger i forhold til f.eks. undervandsstøj ved fundamentinstallation eller sedimentspredning ved kabelinstallation.

Det kan dog for driftsfaser af havvindmølleparker ikke uden undersøgelser afvises, at kumulative effekter kan opstå ved en fremtidig udbygning af havvind i den størrelsesorden, som der er lagt op til i udviklingszonerne fra havplanen. Denne usikkerhed vurderes at gælde for de fleste miljøemner. Risiko for kumulative effekter vil indgå i en undersøgelse og miljøvurdering af storskala udbygning af havvind i Danmark, som Energistyrelsen har igangsat ultimo 2022.

En realisering af havvindmølleprojekter inden for udviklingszonerne vil dog sammen med Thor Havvindmøllepark kunne have positiv kumulativ virkning på klima og emissioner ved at nedsætte behovet for udledning af luftforurenende stoffer og drivhusgasser gennem produktionen af vedvarende energi.

1.5.23. Manglende viden

Vidensgrundlaget for miljøvurderingerne af Thor Havvindmøllepark vurderes tilstrækkeligt og uden mangler.

For vurderingen af luftbåren støj i kapitel 7 skal det bemærkes, at fremskaffelse af data for de eksisterende møller, der indgår i beregningerne, er behæftet med en del usikkerhed. Der findes kun sjældent måledata for de konkrete møller, og der er derfor anvendt data fra tidligere rapporter, erfaringsdata, datablade fra producenter m.v. Derfor er beregningerne af støjbidraget fra eksisterende møller behæftet med nogen usikkerhed. Det gælder specielt ved beregning af støj i områder, hvor få eksisterende møller bidrager med det meste af støjen, hvilket bl.a. gør sig gældende ved Fjaltring, hvor få ældre møller udgør hovedparten af det beregnede støjbidrag.

Derudover bemærkes det, at resultaterne rapporteret i kapitel 21 om Emissioner og klima er behæftet med en vis usikkerhed og beregningerne bygger på estimerede værdier af materialeforbrug, transportafstande og driftstider. Dog er disse antagelser som udgangspunkt konservative, hvorfor det vurderes, at de estimerede emissioner på rimelig vis afspejler størrelsesordenen af de emissioner, som må forventes i forbindelse med etableringen af Thor Havvindmøllepark.

1.5.24. Opsummering

Projektet for Thor Havvindmøllepark er placeret langt fra grænserne til øvrige lande, og der er ikke identificeret direkte grænseoverskridende virkninger for miljøemnerne gennemgået i rapporten.

Det er for fem miljøemner vurderet, at Thor Havvindmøllepark vil medføre en væsentlig påvirkning. Disse emner samt potentielle afværgeforanstaltninger er angivet i Tabel 1.1.

Der er ikke for nogen af miljøemnerne vurderet, at der er behov for overvågning.

Tabel 1.1: Opsummering af miljøemner, hvor det er vurderet, at projektet vil medføre væsentlige påvirkninger samt beskrivelse af afværgeforanstaltninger.

Miljøemne	Påvirkning	Afværgeforanstaltning
Landskab og kulturmiljø	Væsentlig påvirkning af kyst og klitlandskab inden for den nære mellemzone samt af bakkelandskabet inden for den nære mellemzone og fra særlige udsigtspunkter i driftsfasen.	Det vurderes ikke muligt at afværge den vurderede væsentlige påvirkning af landskabet fra Thor Havvindmøllepark i dagtimerne, da det især er havvindmølleparkens omfang og udbredelse i horisonten, der udløser en væsentlig påvirkning, herunder at alle udsigtsretninger fremadrettet vil være præget af havvindmøller. Dertil kommer, at projektområdet til opstilling af Thor Havvindmøllepark har en udformning og afgrænsning, der gør det vanskeligt at udnytte med et opstillingsmønster med et mere ensartet udtryk set fra landskabet.
Befolkning og menneskers sundhed	Det vurderes, at den del af befolkningen, som føler sig meget generet af havvindmølleparken, vil opleve gener svarende til den vurderede visuelle påvirkning af landskab og kulturmiljø.	Se ovenstående.
Havpattedyr	Der vil være en væsentlig påvirkning på havpattedyr ved nedramning af monopælfundamenter til møllerne.	Etableringen af Thor Havvindmøllepark kan gennemføres uden væsentlige påvirkninger på havpattedyr under forudsætning af, at der anvendes støjdæmpende tiltag svarende til et boblegardin (BBC).
Radar og radiokæder	Væsentlig påvirkning af militære radarer i driftsfasen.	Forsvaret har i forbindelse med miljørapporten for Planen for Thor Havvindmøllepark vurderet, at der vil være behov for afværgeforanstaltninger for Forsvarets radaranlæg. Dette omfatter opstilling af op til to nye radaranlæg (såkaldte 'gap-fillere'). Under forudsætning af at afværgeforanstaltningerne gennemføres vil der ikke være væsentlig påvirkning på militære radarer.
Emissioner og klima	Væsentlig positiv påvirkning på klimaet som følge af driften af Thor Havvindmøllepark.	Det vil ikke være relevant med afværgeforanstaltninger for emissioner og klima, da projektet vurderes at have en væsentlig positiv påvirkning på klimaet.

2. Indledning

Med Energifaftale 2018 besluttede samtlige Folketingets partier at opføre tre nye havvindmølleparker frem mod 2030 som led i Danmarks grønne omstilling. Thor Havvindmøllepark er den ene af disse parker, og havvindmølleparken skal stå færdig i slutningen af 2027.

I december 2021 vandt Thor Wind Farm I/S, som ejes af energiselskabet RWE, udbuddet af Thor Havvindmøllepark. Thor Havvindmøllepark omfatter 72 havvindmøller med en installeret nominel effekt på 1.000 MW. Havvindmølleparken planlægges anlagt i Nordsøen, ca. 22 km fra den jyske vestkyst ud for Thorsminde ved Nissum Fjord.

Thor Wind Farm I/S står for at etablere anlæggene på havet samt dele af landanlæggene og derefter drifte anlæggene i en periode på 30-35 år.

Etablering af Thor Havvindmøllepark med anlæg på havet og på land vil potentielt kunne medføre påvirkninger på miljøet. Miljøstyrelsen er myndighed for landanlæggene tilknyttet Thor Havvindmøllepark, og der er udarbejdet en separat miljøkonsekvensrapport for de dele af Thor Havvindmøllepark, der skal etableres på land (COWI, 2022a). Energistyrelsen er myndighed for de dele af havvindmølleparken, der etableres på havet, og det er i koncessionssaftalen mellem Thor Wind Farm I/S og Energistyrelsen beskrevet, at projektet på havet skal undergives en miljøvurdering i henhold til afsnit III, i lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM), jf. (LBK nr 4 af 03/01/2023) med senere ændringer. Derfor skal der udarbejdes en såkaldt miljøkonsekvensrapport, der belyser projektets mulige påvirkning af miljøet.

Nærværende rapport udgør miljøkonsekvensrapporten for de dele af Thor Havvindmøllepark, der etableres på havet.

2.1. Thor Havvindmøllepark

Thor Havvindmøllepark består på havet af havvindmølleparken og to søkabler, som fører den producerede strøm til land. Søkablerne kobles direkte til landkabler, der leder strømmen fra kysten og ind til en ny højspændingsstation ved Volder Mark.

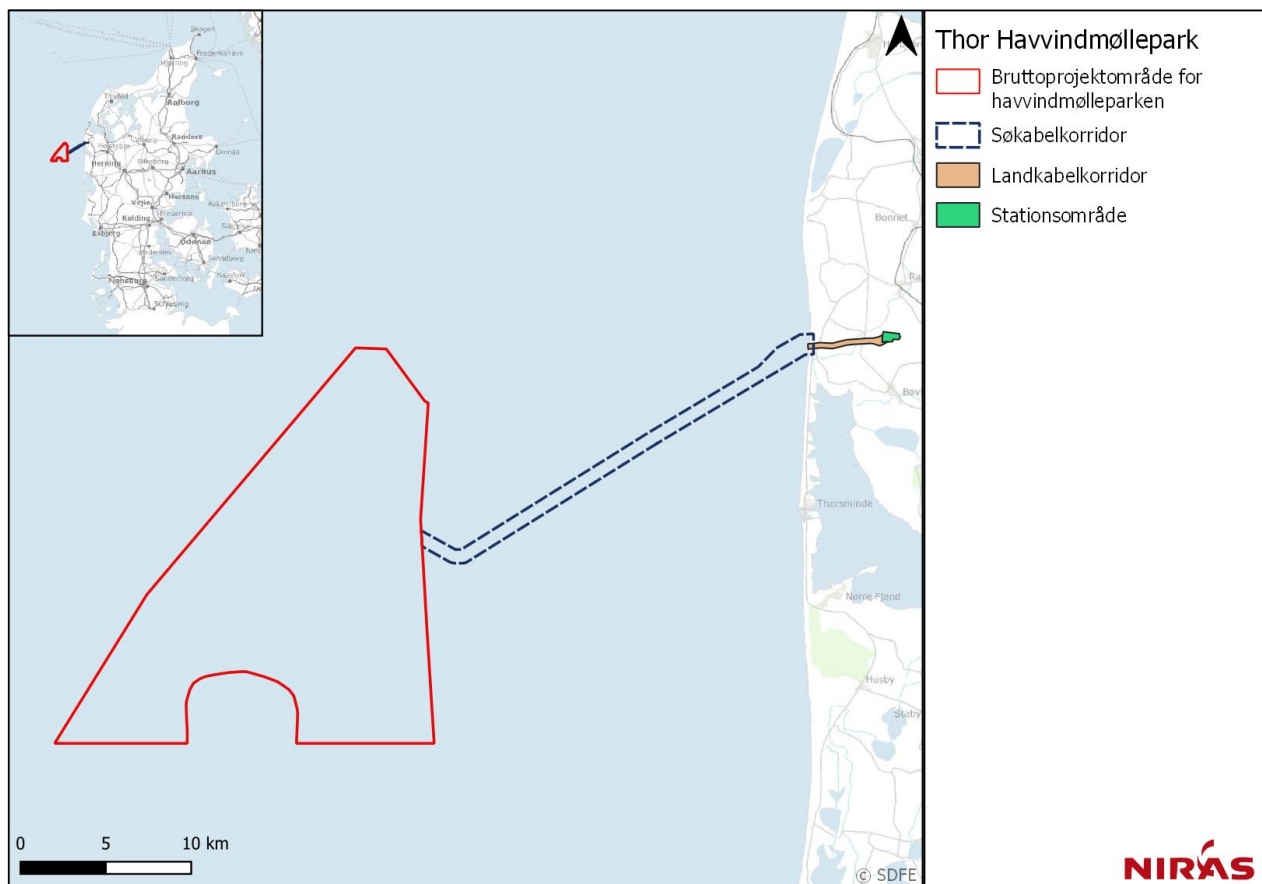
De dele af Thor Havvindmøllepark, som Thor Wind Farm I/S skal etablere, består af følgende elementer:

1. Havvindmølleparken, som består af havvindmøller, møllefundamenter og interne kabler mellem møllerne.
2. En transformerplatform på havet, hvor de interne kabler mellem møllerne samles. Strømmen, som er produceret af møllerne, transformeres til en højere spænding i transformerplatformen. Derefter vil to ilandføringskabler lede strømmen ind til kysten ved Tuskær nord for Nissum Fjord, hvor søkablerne samles med landkablerne.
3. Landkabler, der leder strømmen fra kysten og ind til et kystnært stationsområde ved Volder Mark.
4. En højspændingsstation inden for stationsområdet ved Volder Mark.

Det samlede område på land og på havet, hvor Thor Wind Farm I/S (RWE) skal etablere Thor Havvindmøllepark, fremgår af Figur 2.1.

Derudover er Energinet bygherre på øvrige dele af landanlægget til Thor Havvindmøllepark. Dette omfatter en anden højspændingsstation ved Volder Mark, landkabler mellem Volder Mark og den eksisterende

højspændingsstation ved Idomlund samt udvidelsen af højspændingsstationen ved Idomlund (se afsnit 3.2.5.1 for yderligere information).



Figur 2.1: Det samlede område på land og på havet, hvor Thor Wind Farm I/S (RWE) skal etablere Thor Havindmøllepark.

Nærværende miljøkonsekvensrapport indeholder beskrivelser og vurderinger af anlæg, drift og demontering af Thor Havindmøllepark og vil omhandle de dele af projektet, der skal etableres på havet (ovenstående punkt 1-2). Grænsen mellem anlæg på havet og anlæg på land udgøres af daglige højeste vandstand, og nærværende miljøkonsekvensrapport beskriver og vurderer derfor de dele af Thor Havindmøllepark, der ligger søværts for daglige højeste vandstand. Den miljømæssige påvirkning fra de dele af Thor Havindmøllepark, der skal etableres på land (landværts for daglige højeste vandstand), er beskrevet og vurderet i miljøkonsekvensrapporten for landanlæg til Thor Havindmøllepark (COWI, 2022a).

Indenfor det bruttoprojektområde, der er vist på Figur 2.1, må havindmølleparken maksimalt fylde 220 km². Thor Wind Farm I/S har placeret havindmøllerne indenfor et areal på knap 200 km². Dette område benævnes i nærværende rapport projektområdet for havindmølleparken og er vist på Figur 2.2. Projektområdet dækker alle møllepositioner, men de yderste inter-array kabler i den vestlige del af parken kan dog etableres lige udenfor den viste afgrænsning, dog stadig inden for et samlet areal på 220 km².

Alle havindmøller i parken vil være af samme type og vil bestå af møller med en individuel effekt på 14 MW. Derfor vil der skulle opstilles 72 møller i området for at opnå den samlede effekt på ca. 1.000 MW. Havindmølleparken omfatter også inter-array kablerne, der forbinder havindmøllerne, og en transformersplatform, hvor inter-array

kablerne mellem møllerne samles og den producerede strøm transformeres til en højere spænding. Projektområdet på havet omfatter desuden en ca. 30 km lang kabelkorridor til anlæg af to søkabler (ilandføringskabler), der skal transportere strømmen ind til land.

Projektområdet for Thor Havvindmøllepark samt angivelse af de anlæg, der skal etableres på havet, fremgår af Figur 2.2.



Figur 2.2: Projektområdet for Thor Havvindmøllepark samt angivelse af positioner for havvindmøller og transformerplatform.

For nærmere beskrivelse af projektet, der vurderes i nærværende miljøkonsekvensrapport, henvises til anlægsbeskrivelsen i kapitel 4.

2.2. Læsevejledning og anvendt terminologi

Miljøkonsekvensrapporten for Thor Havvindmøllepark omfatter beskrivelser og vurderinger af anlæg, drift og demontering (afvikling) af havvindmøllerne og øvrige nødvendige anlæg på havet. I det følgende beskrives de delelementer, som rapporten er opbygget af:

- Kapitel 1 indeholder et ikke-teknisk resume, der i et ikke teknisk og let forståeligt sprog redegør for projektet og de mest betydende påvirkninger af det omgivende miljø.
- Kapitel 2 indeholder udover denne læsevejledning en kortfattet introduktion til projektet og miljøkonsekvensrapporten.
- I kapitel 3 beskrives den lovgivning, som ligger til grund for miljøkonsekvensrapporten, samt de overordnede faser i miljøvurderingsprocessen. Desuden indgår en beskrivelse af den metode, der er anvendt til at vurdere

og opgøre påvirkningerne fra projektet samt beskrivelser af de planer og projekter, der vil indgå i de kumulative vurderinger i miljøkonsekvensrapporten for Thor Havvindmøllepark. Derudover indeholder kapitlet en kortfattet beskrivelse af anden lovgivning, der er relevant for projektet.

- Kapitel 4 indeholder en anlægsbeskrivelse samt en overordnet tidsplan for projektet.
- Kapitel 5 belyser alternativer til projektet. Derudover indeholder kapitlet en beskrivelse af referencescenariet, som er en beskrivelse af den situation, hvor projektet ikke gennemføres.
- I kapitel 6-27 beskrives de miljøpåvirkninger, der er relevante i forbindelse med projektet. Miljøvurderingerne er foretaget for følgende faglige emner:
 - Kapitel 6: Landskab og kulturmiljø
 - Kapitel 7: Befolkning og menneskers sundhed
 - Kapitel 8: Marinarkæologi
 - Kapitel 9: Hydrografi
 - Kapitel 10: Bundtopografi og sediment
 - Kapitel 11: Kystmorfologi
 - Kapitel 12: Vandkvalitet
 - Kapitel 13: Marin flora og fauna
 - Kapitel 14: Fisk
 - Kapitel 15: Havpattedyr
 - Kapitel 16: Fugle og flagermus
 - Kapitel 17: Fiskeri
 - Kapitel 18: Sejlads
 - Kapitel 19: Flytrafik
 - Kapitel 20: Radar og radiokæder
 - Kapitel 21: Emissioner og klima
 - Kapitel 22: Råstoffer
 - Kapitel 23: Natura 2000-områder
 - Kapitel 24: Bilag IV-arter
 - Kapitel 25: Vandplanlægning
 - Kapitel 26: Danmarks Havstrategi
 - Kapitel 27: Havplanlægning
- Kapitel 28 indeholder en opsummering indeholdende beskrivelser af projektets grænseoverskridende virkninger, væsentlige påvirkninger med tilhørende afværgeforanstaltninger og overvågning samt anbefalinger til minimering af risici.

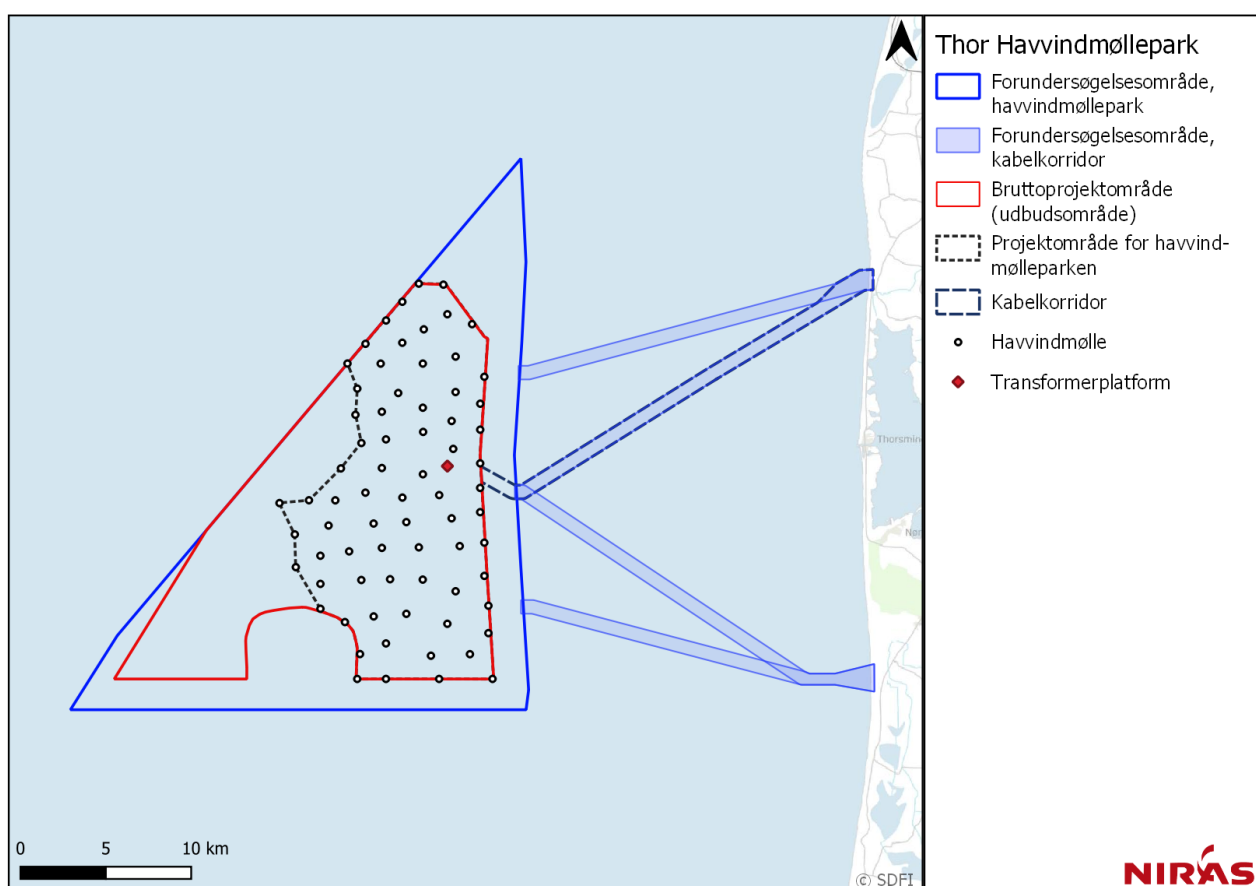
For hvert emne beskrives først de eksisterende forhold, og herefter vurderes miljøpåvirkningerne som følge af projektet i anlægs-, drifts- og demonteringsfasen. For kapitlerne 6-0 er vurderingerne foretaget ud fra miljøvurderingsloven (LBK nr 4 af 03/01/2023). For kapitel 23 om Natura 2000-områder er vurderingerne foretaget ud fra EU's habitatdirektiv (Rådets direktiv 92/43/EØF) og fuglebeskyttelsesdirektiv (Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/147/EF), mens at vurderingerne i kapitel 24 om bilag IV-arter er foretaget ud fra EU's habitatdirektiv. Vurderingerne foretaget i kapitel 25 om vandplanlægning og kapitel 26 om havstrategi er foretaget ud fra henholdsvis EU's vandrammedirektiv (Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2000/60/EF) og EU's havstrategirammedirektiv (Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2008/56/EF). Kapitel 27 om havplanlægning er foretaget ud fra EU's direktiv om maritim fysisk planlægning (Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2014/89/EU af 23. juli 2014). For flere faglige emner som f.eks. fisk, havpattedyr og fugle vil der derfor være overlap mellem beskrivelserne angivet i kapitlerne vurderet efter miljøvurderingsloven samt beskrivelserne angivet i kapitlerne vurderet efter EU's direktiver. Da alle danske arter af flagermus er omfattet af bestemmelserne i habitatdirektivets bilag IV, er vurderingerne af flagermus alene gennemført i kapitel 24 om bilag IV-arter.

Der er for hvert emne i kapitlerne 6-26 foretaget en vurdering af projektets påvirkninger i kombination med andre planer og projekter (såkaldte kumulative påvirkninger), ligesom det for hvert emne er beskrevet, om det er vurderet, at der er behov for afværgeforanstaltninger. Derudover indgår der for hvert emne en beskrivelse af, om der er mangler i viden om emnet, der kan have betydning for vurderingerne. Rapporten afsluttes med en referenceliste over de anvendte kilder.

Derudover er en række tekniske rapporter og bilag (listet under indholdsfortegnelsen) tilknyttet miljøkonsekvensrapporten.

2.2.1. Anvendt terminologi

I rapporten vil blive anvendt forskellige begreber om den arealmæssige afgrænsning af området i Nordsøen, hvor Thor Havvindmøllepark skal etableres. Den terminologi, der anvendes for de forskellige del af området, fremgår af Figur 2.3.



Figur 2.3: Anvendt terminologi i nærværende miljøkonsekvensrapport.

Årsagen til, at der opereres med flere forskellige områder, skyldes den proces, som har ført op til den endelige afgrænsning af projektområdet for Thor Havvindmøllepark: Energistyrelsen gennemførte i 2018 en finscreening af fire udvalgte områder i Nordsøen, Kattegat og Østersøen. Det førte til en beslutning, at en ny havvindmøllepark skulle placeres i Nordsøen ca. 20 km ud fra Nissum Fjord ved Thorsminde. Den efterfølgende miljøvurdering af planen for et 440 km² stort forundersøgelsesområde udpeget til Thor Havvindmøllepark blev gennemført imellem august 2019

og maj 2021, hvilket førte til en indsnævring af Thor-sitet til et 286 km² stort bruttoprojektområde (udbudsområde) (Energistyrelsen, 2021). Det endelige projektområde for havvindmølleparken må dække et areal på maksimalt 220 km² inden for det indsnævrede bruttoprojektområde.

Den anvendte terminologi er desuden oplistet i følgende:

- Forundersøgelsesområde: En betegnelse for det 440 km² store område oprindeligt udpeget til etablering af Thor Havvindmøllepark, før området blev indsnævret. Derudover er der forundersøgelsesområde for fire mulige kabelkorridorer for ilandføringskabler.
- Bruttoprojektområde (udbudsområde): Et 286 km² stort område udpeget i forbindelse med udarbejdelsen af miljøvurderingen af Planen for Thor Havvindmøllepark.
- Projektområde for havvindmølleparken: Omfatter et knap 200 km² stort areal, hvor havvindmølleparken planlægges at blive anlagt. Den viste afgrænsning på Figur 2.3 dækker alle møllepositionerne samt transformerplatformen, men de yderste inter-array kabler i den vestlige del af parken kan dog etableres lige udenfor den viste afgrænsning (dog inden for det maksimale areal på 220 km²).
- Projektområde for Thor Havvindmøllepark: Omfatter både projektområdet for havvindmølleparken samt kabelkorridoren for ilandføringskabler. Er en samlebetegnelse for hele projektet.
- Kabelkorridoren: Omfatter det område, som ilandføringskabler etableres inden for samt arbejdsarealer m.v.
- Ilandføringspunktet: Det sted på kysten, hvor ilandføringskablerne føres i land.
- Linjeføring: Den præcise rute, hvor ilandføringskablerne kommer til at ligge.

3. Lovgivning, proces og metode

I det følgende beskrives lovgrundlaget og den proces, der ligger til grund for miljøkonsekvensrapporten for Thor Havvindmøllepark. Først beskrives de primære lovgivninger, VE-loven og miljøvurderingsloven, og i sammenhæng hermed miljøvurderingsprocessen og metode til miljøvurdering. Efterfølgende beskrives anden lovgivning, der er relevant i forbindelse med projektet.

3.1. VE-loven

Etablering af vedvarende energianlæg er omfattet af lov om fremme af vedvarende energi (VE-loven) (LBK nr 1791 af 02/09/2021) som administreres af Energistyrelsen. VE-lovens formål er at fremme produktion af energi ved anvendelse af vedvarende energikilder. Loven regulerer en bred vifte af vedvarende energikilder, og indeholder regulering om adgangen til at udnytte energi fra vand og vind på havet.

Forundersøgelsestilladelsen, der som beskrevet i afsnit 3.2.3.2, er blevet udstedt til Thor Wind Farm I/S d. 10. maj 2022, er udstedt efter § 22 jf. § 23 i VE-loven (LBK nr 1791 af 02/09/2021). Jf. vilkår 1.1. i tilladelsen skal forundersøgelserne være afsluttede senest den 1. juli 2025.

Efter Energistyrelsen har godkendt miljøkonsekvensrapporten for Thor Havvindmøllepark efter VE-lovens § 24, kan der søges om en etableringstilladelse jf. VE-lovens § 25. Etablering af havvindmølleparken kan først ske når Thor Wind Farm I/S har fået meddelt etableringstilladelsen efter § 25. Etableringstilladelsen erstatter tilladelse til projektet efter § 25 i miljøvurderingsloven og kan indeholde en række konkrete vilkår for projektet..

3.2. Miljøvurderingsloven

Visse konkrete projekter, der kan forventes at få væsentlige indvirkninger på miljøet, er omfattede af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM) (miljøvurderingsloven) (LBK nr 4 af 03/01/2023). Disse projekter er nærmere defineret i bilag 1 og bilag 2 til miljøvurderingsloven. Anlæg til udnyttelse af vindkraft til energiproduktion (vindmøller) er omfattet af bilag 2, pkt. 3, litra j.

Dette indebærer, at projektet må ikke påbegyndes, før det er miljøvurderet, og der er meddelt bygherren en tilladelse til at påbegynde projektet.

Miljøvurderingsprocessen for konkrete projekter skal sikre, at der bliver taget hensyn til miljøet, inden der meddeles tilladelse til anlægsprojekter, som kan få væsentlig indvirkning på miljøet.

Anlæg til udnyttelse af vindkraft til energiproduktion (vindmøller) er omfattet af bilag 2 til miljøvurderingsloven.

Miljøvurderingsloven fastlægger også, at planer og programmer for f.eks. udbygning med havvind er omfattet af reglerne om miljøvurdering af planer.

3.2.1. Miljøvurdering af Planen for Thor Havvindmøllepark

I 2020-2021 blev der gennemført miljøvurdering af Planen for Thor Havvindmøllepark, der omfattede både land- og havanlæg (Energistyrelsen, 2022a; Rambøll, 2021a). I forbindelse med miljøvurderingen blev der i 2019-2020 gennemført en række surveys og undersøgelser af miljøet inden for planområdet (forundersøgelsesområdet på Figur 2.3) for Thor Havvindmøllepark, som blandt andet omfatter emner som havpattedyr, fisk og fiskeri, bundflora og fauna, fugle og marinarkæologi.

På baggrund af resultaterne fra forundersøgelserne foretog Energistyrelsen en indsnævring af forundersøgelserområdet for Thor Havvindmøllepark (Energistyrelsen, 2021). Indsnævringen blev blandt andet foretaget under hensyntagen til miljøemner som råstoffer, visuel påvirkning, fugle, stenrev og fiskeri, og resulterede i afgrænsningen af udbudsområdet (bruttoprojektområdet) for Thor Havvindmøllepark (se Figur 2.3).

I miljøkonsekvensvurderingen af projektet for Thor Havvindmøllepark i nærværende rapport anvendes viden fra de gennemførte surveys.

3.2.2. Krav om miljøkonsekvensrapport

Energistyrelsen er miljømyndighed for alle dele af anlægget på havet.

Som tidligere nævnt er anlæg til udnyttelse af vindkraft til energiproduktion omfattet af bilag 2 til miljøvurderingsloven. For anlæg opført på bilag 2 er det gældende, at der skal foretages en screening af, om projektet kan medføre væsentlige påvirkninger, og om det derfor er miljøvurderingspligtigt eller ej.

Det er i koncessionsaftalen mellem Thor Wind Farm I/S og Energistyrelsen beskrevet, at projektet skal gennemgå en miljøvurderingsproces i overensstemmelse med miljøvurderingsloven (LBK nr 4 af 03/01/2023). Projektet kan derfor ikke realiseres, før Energistyrelsen på baggrund af miljøkonsekvensvurderingen og opsamlingen på høringsvar i 2. offentlighedsfase har udstedt en etableringstilladelse med nærmere vilkår for havvindmølleparken.

Endvidere skal projektet gennemføres i henhold til bekendtgørelse om konsekvensvurdering vedrørende internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter ved projekter om etablering m.v. af elproduktionsanlæg og elforsyningsnet på havet (BEK nr 803 af 14/06/2023).

Bygherren, som i dette tilfælde er Thor Wind Farm I/S, skal fremlægge en miljøkonsekvensrapport for projektet. Formålet med miljøkonsekvensrapporten er at give det bedst mulige grundlag for såvel den offentlige debat som myndighedernes beslutning om, hvorvidt og på hvilke vilkår der skal gives tilladelse til projektets realisering.

Formålet med miljøkonsekvensrapporten er at belyse projektets potentielle indvirkninger på miljøet – herunder både de kort- og langsigtede samt permanente påvirkninger af såvel positiv som negativ karakter.

Miljøkonsekvensrapporten skal beskrive projektets væsentlige direkte og indirekte indvirkninger på miljøet, herunder virkninger på:

1. Befolkningen og menneskers sundhed,
2. Den biologiske mangfoldighed, flora og fauna,
3. Jordarealer, jordbund, vand, luft og klima,
4. Materielle goder, kulturarv – herunder kirker og deres omgivelser og arkitektonisk og arkæologisk arv, landskab, større menneske- og naturskabte katastroferisici og ulykker og ressourceeffektivitet, samt
5. Samspillet mellem faktorerne i nr. 1-4.

Vurderingerne vedrørende international naturbeskyttelse, vandområdeplaner, havstrategi og havplanen skal gennemføres ud fra de gældende regler herom og derfor fremstå som selvstændige kapitler i miljøkonsekvensrapporten.

Tidsforskydningen mellem miljøkonsekvensrapporten for det konkrete projekt på land og det konkrete projekt på havet skyldes, at Energinet, der er bygherre på øvrige anlæg på land (se afsnit 3.2.5.1), er forpligtet til at være klar til at modtage strøm fra de første havvindmøller i 2025.

3.2.3. Miljøvurderingsproces

De overordnede faser i processen for at opnå tilladelse til gennemførelse af projektet efter miljøvurderingsloven (LBK nr 4 af 03/01/2023) er skitseret i de følgende afsnit samt i VE-loven beskrevet i afsnit 3.1. Kravene til miljøvurderingsprocessen er fastlagt i miljøvurderingsloven (LBK nr 4 af 03/01/2023).

3.2.3.1. Ansøgning om forundersøgelsestilladelse

Thor Wind Farm I/S (RWE) indgik d. 25. januar 2022 koncessionsaftale med Energistyrelsen om at etablere og nettilslutte Thor Havvindmøllepark. I den forbindelse har Thor Wind Farm I/S med ansøgning af 7. marts 2022 søgt om at lave forundersøgelser (geotekniske undersøgelser) for projektet.

3.2.3.2. Forundersøgelsestilladelse

Energistyrelsen har d. 10. maj 2022 udstedt forundersøgelsestilladelse efter § 22 i VE-loven (LBK nr 1791 af 02/09/2021) til Thor Wind Farm I/S. Tilladelsen til at foretage ansøgte forundersøgelser gælder, indtil Energistyrelsen har meddelt etableringstilladelse til projektet, dog senest 1. juli 2025 med mulighed for forlængelse efter ansøgning.

3.2.3.3. Første offentlighedsfase

En vigtig del af miljøkonsekvensvurderingen af projektet er at inddrage offentligheden i beslutningsprocessen. Forud for udarbejdelsen af nærværende miljøkonsekvensrapport er der derfor gennemført en første offentlighedsfase. Første offentlighedsfase for Thor Havvindmøllepark blev afviklet i perioden 3. juni 2022 til 1. juli 2022.

Thor Wind Farm I/S har i forbindelse med gennemførelsen af 1. offentlighedsfase afholdt borgermøde i Holstebro den 20. juni 2022.

Forhøringsmaterialet var også fremlagt i international Espoo-høring ved nabolandene Norge, Tyskland, Holland og Storbritannien, som ingen bemærkninger havde. Se mere om Espoo-konventionen i afsnit 3.3.3.

Der indkom høringsvar fra følgende berørte myndigheder og interessenter: Energistyrelsen Undergrundsenhed, Holstebro Kommune, Miljøministeriet fagkontor Bæredygtig Miljø og Produktion, Miljøstyrelsens enhed for Hav- og Vandmiljø, Miljøstyrelsens enhed for Arter og naturbeskyttelse, Erhvervsministeriet-Søfartsstyrelsen, Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelsen, Kystdirektoratet, Danmarks Naturfredningsforening, Danmarks Fiskeriforening PO, Sikkerhedsstyrelsen (ingen bemærkninger) og Fiskeristyrelsen (ingen bemærkninger).

I forhold til projektets påvirkninger adresserede høringsvarene følgende overordnede emner:

- Visualiseringer af det konkrete projekt
- Konsekvenser for fiskeri i området
- Vidensgrundlag for fiskeri og fiskeforekomster i området
- Havvindmølleparkens påvirkning på natur og miljø
- Koordinering i forhold til Kystdirektoratets kystbeskyttelse i området
- Belysning af de geologiske og funderingsmæssige forhold i området
- Belysningsgraden for demonteringsfasen for projektet
- Kumulative påvirkninger mellem hav- og landanlæg for Thor Havvindmøllepark
- Beskrivelser og vurderinger i forhold til målsatte kystvande, kvalitetselementer, miljømål, NOVANA overvågningsprogram mv. og overensstemmelse med vandplanlægning og havstrategien

Høringssvarene er blevet evalueret af Energistyrelsen, og flere har givet anledning til input i afgrænsningen af indholdet i miljøkonsekvensrapporten. En detaljeret oversigt over høringssvarenes indhold og hvilken betydning høringssvarene har fået for afgrænsningsudtalelsen fremgår af Energistyrelsens høringsnotat, der er bilag til Energistyrelsens afgrænsningsudtalelse (se afsnit 3.2.3.4).

3.2.3.4. Afgrænsning af indhold i miljøkonsekvensrapporten

Afgrænsning af indholdet i miljøkonsekvensrapporten er en vigtig del af processen, da afgrænsningen fastlægger, hvor omfattende og detaljerede oplysninger, der skal fremgå i miljøkonsekvensrapporten.

Omfanget og detaljeringsgraden af de oplysninger og beskrivelser, som bygherren skal fremlægge i miljøkonsekvensrapporten, fastsættes endeligt af VVM-myndighederne, som i forbindelse med Thor Havvindmøllepark udgøres af Energistyrelsen. Myndighedernes udtalelse om afgrænsning af rapportens indhold sker ud fra oplysninger, som bygherren indleverer sammen med ansøgningsmaterialet, afgræsningsnotatet og de svar, som myndigheden modtager i forbindelse med første offentlighedsfase.

Thor Wind Farm I/S har indsendt et afgræsningsnotat til Energistyrelsen som grundlag for myndighedernes udtalelse. Energistyrelsen har fremsendt den endelige afgræsningsudtalelse til Thor Wind Farm I/S d. 9. november 2022.

De emner, som er vurderet at skulle indgå i miljøkonsekvensrapporten, fremgår af kapitlerne 6-27 i denne rapport. Det er vurderet, at projektet ikke vil kunne føre til væsentlige skadelige virkninger på miljøet som følge af projektets sårbarhed over for større ulykker og/eller katastrofer, og derfor er dette emne ikke behandlet i rapporten.

Energistyrelsens afgræsningsudtalelse er vedlagt denne miljøkonsekvensrapport som **bilag 1**.

3.2.3.5. Udarbejdelse af miljøkonsekvensrapporten

Miljøkonsekvensrapporten for Thor Havvindmøllepark er udarbejdet på baggrund af afgræsningsudtalelsen og således at den opfylder de lovkrav, der gør sig gældende ifølge dansk lovgivning – herunder den gældende miljøvurderingslov (LBK nr 4 af 03/01/2023). Nærværende miljøkonsekvensrapport opsummerer resultatet af de miljømæssige undersøgelser og de gennemførte vurderinger af miljøpåvirkningerne som følge af anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark.

Miljøkonsekvensrapporten skal ifølge miljøvurderingsloven (LBK nr 4 af 03/01/2023) forholde sig til et konkret projekt, og dette gør sig derfor også gældende for Thor Havvindmøllepark-projektet.

3.2.3.6. Anden offentlighedsfase

Miljøkonsekvensrapporten fremlægges i den anden offentlige høring i en periode på mindst 8 uger sammen med udkast til etableringstilladelse fra Energistyrelsen. I den anden offentlighedsfase vil det igen være muligt at indsende høringssvar til Energistyrelsen.

3.2.3.7. Myndighedernes afgørelse

Efter gennemførelse af den offentlige høring behandles de indkomne høringssvar. Først derefter og på baggrund af de indkomne bemærkninger og miljøkonsekvensrapportens konklusioner vil Energistyrelsen tage endeligt stilling til, om der kan udstedes en etableringstilladelse til Thor Havvindmøllepark.

3.2.4. Miljøvurderingsmetode

En vurdering af miljøpåvirkninger sigter mod at identificere og evaluere væsentlige påvirkninger. Der findes ikke en fastlagt terminologi og graduering for miljøpåvirkningens relative størrelse, men der er i miljøvurderingsloven (LBK nr 4 af 03/01/2023) beskrevet en række parametre, der skal indgå i vurderingen af miljøpåvirkninger.

I denne miljøkonsekvensrapport anvendes en terminologi for påvirkningsgrad som vist i Tabel 3.1. I tabellens højre kolonne beskrives de typiske effekter på miljøet ved de forskellige påvirkningsgrader, der er vist i venstre kolonne.

Miljøpåvirkningerne kan både være positive og negative.

Tabel 3.1: Terminologi for miljøpåvirkninger, der er anvendt i denne miljøkonsekvensrapport.

Påvirkningsgrad	Typiske effekter på miljøet
Væsentlig	Der forekommer påvirkninger, som har et stort omfang og/eller langvarig karakter, er hyppigt forekommende eller sandsynlige, og/eller der kan ske irreversible skader i betydeligt omfang.
Moderat (Ikke væsentlig)	Der forekommer påvirkninger, som enten har et relativt stort omfang eller langvarig karakter (f.eks. i hele anlæggets levetid), sker med tilbagevendende hyppighed eller er relativt sandsynlige og måske kan give visse irreversible, men helt lokale skader.
Lille/ubetydelig/ingen (Ikke væsentlig)	Der forekommer påvirkninger, som kan have et vist omfang eller kompleksitet, en vis varighed ud over helt kortvarige effekter, og som har en vis sandsynlighed for at indtræde, men som ikke medfører irreversible skader. Eller Der forekommer små påvirkninger, som er lokalt afgrænsede, ukomplicerede, kortvarige eller uden langtidseffekt og helt uden irreversible effekter. Eller der forekommer ingen påvirkning i forhold til status quo.

En væsentlig påvirkningsgrad i Tabel 3.1 kan sidestilles med miljøvurderingslovens (LBK nr 4 af 03/01/2023) anvendelse af begrebet væsentlig, mens påvirkningsgraderne moderat og lille/ubetydelig/ingen i Tabel 3.1 ikke er væsentlige. I miljøvurderingsloven ses vurderingen af væsentlige virkninger i relation til de kriterier, der er anført i lovens Bilag 6 pkt. 1 (projektets karakteristika) og pkt. 2 (projektets placering) og de faktorer der fremgår af lovens § 20, stk. 4, idet der tages hensyn til:

- indvirkningens størrelsesorden og rumlige udstrækning
- indvirkningens art
- indvirkningens grænseoverskridende karakter
- indvirkningens intensitet og kompleksitet
- indvirkningens sandsynlighed
- indvirkningens forventede indtræden, varighed, hyppighed og reversibilitet

- g) kumulationen af projektets indvirkning med indvirkningerne af andre eksisterende og/eller godkendte projekter
- h) muligheden for reelt at begrænse indvirkningerne

Til at vurdere omfanget af de enkelte miljøpåvirkninger anvendes forskellige metoder for forskellige miljøforhold. Hvis det er et emne, hvor der er lovmæssige krav, der skal overholdes (eksempelvis grænseværdier for støj), anvendes disse til vurderingen. Hvis nationale standarder, lovmæssige krav eller videnskabeligt anerkendte standarder overholdes eller opfyldes, vil en påvirkning normalt ikke blive vurderet som væsentlig. Der vil dog i hvert enkelt tilfælde tages stilling til den konkrete situation i forbindelse med vurderingen.

For andre miljøforhold er der ingen grænseværdier eller standarder at pejle efter, når miljøvurderingerne skal gennemføres. Det kan for eksempel være påvirkninger af bundfloraen eller fisk. Her vil påvirkningsgraden belyses i relevant omfang i forhold til følgende parametre: art, rumlige udstrækning, størrelsesorden, intensitet, kompleksitet, varighed (kort, midlertidig eller permanent forstyrrelse), reversibilitet, hyppighed og sandsynlighed (høj, middel og lav). I vurderingen kan det desuden indgå, om receptoren/miljøkomponenten er vigtig/betydelig i forhold til internationale, nationale, regionale eller lokale interesser, samt følsomheden (sensitiviteten) af receptoren. Sensitiviteten kan angives som lav, mellem eller høj.

En kombination af ovenstående parametre danner grundlag for en vurdering af, om påvirkningsgraden er væsentlig, moderat eller lille/ubetydelig/ingen (som vist i Tabel 3.1). De nævnte parametre indgår i vurderingerne i det omfang, at det er relevant i forhold til det enkelte emne. Der er som opsummering for hvert kapitel udarbejdet en sammenfattende vurdering af påvirkningsgraden på tabelform.

Når der konstateres væsentlige miljøpåvirkninger, foreslås altid foranstaltninger der kan undgå, forebygge eller begrænse og om muligt neutralisere de forventede væsentlige skadelige indvirkninger på miljøet (afværgeforanstaltninger). Hvis vurderingen resulterer i en moderat påvirkningsgrad, bliver der foretaget en afvejning af, om der skal/kan gennemføres afværgeforanstaltninger for at begrænse eller imødegå indvirkningen. Ved foranstaltninger forstås enten indførte afværgetiltag eller ændringer af projektets karakter, der kan imødegå en forudsagt indvirkning så denne neutraliseres, mindskes eller kompenseres ved eksempelvis at gennemføre hensigtsmæssige ændringer i design, anlægsmetode, anlægsperiode eller driftsperiode mv. Fremgangsmåden for vurderingerne er derfor, at der først gennemføres vurderinger på baggrund af det projekt, der er beskrevet i anlægsbeskrivelsen (se kapitel 4). Hvis vurderingen resulterer i en væsentlig eller i særlige tilfælde en moderat påvirkningsgrad, vil der blive foreslået foranstaltninger, og der vil blive foretaget en ny vurdering af påvirkningen med de foreslåede foranstaltninger for at vurdere, om de er tilstrækkelige til at neutralisere eller tilstrækkeligt reducere påvirkningen. I princippet gentages denne proces, indtil der er fundet tilstrækkelige afværgetiltag.

I kapitel 6-0 er der med udgangspunkt i ovenstående fremgangsmåde gennemført miljøvurderinger for påvirkninger af de belyste miljøforhold i projektets anlægs-, drifts- og demonteringsfase. Der er desuden for alle emner gennemført en vurdering af påvirkninger som følge af kumulative effekter. Det er nærmere beskrevet i nedenstående afsnit 3.2.5.

Det skal bemærkes, at ovenstående vurderingsterminologi ikke anvendes i forbindelse med vurderinger af påvirkninger af international beskyttelse (Natura 2000-områder, bilag IV-arter, vandområdeplaner, havstrategidirektivet og havplanen), da der her anvendes terminologi fra den gældende lovgivning til at beskrive, om projektet eksempelvis kan skade udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områder, være til hinder for opfyldelse af målsætningerne i vandområdeplanerne eller være i modstrid med havplanerne. Den metodik, der ligger til grund for vurderinger af Natura 2000-områder, bilag IV-arter, vandområdeplaner, havstrategidirektivet samt havplanen, er beskrevet i de relevante kapitler (23-27).

3.2.5. Kumulative effekter

Kumulative virkninger kan beskrives som miljøpåvirkninger som følge af den trinvist øgede påvirkning fra projektet samt andre eksisterende, udnyttede og uudnyttede tilladelser eller vedtagne planer for andre projekter. Kumulative virkninger kan forårsages af individuelt mindre påvirkninger, som tilsammen giver en større påvirkning, når de sammenlægges med andre påvirkninger fra samme eller andre projekter.

Når der skal gennemføres en miljøkonsekvensvurdering af et konkret projekt, skal der indgå en vurdering af de kumulative forhold i relation til eksisterende forhold. I miljøvurderingslovens (LBK nr 4 af 03/01/2023) bilag 7, punkt 5, litra e, er det angivet, at projektets forventede væsentlige virkninger på miljøet skal beskrives, herunder som følge af *"kumulationen af projektets virkninger med andre eksisterende og/eller godkendte projekter, idet der tages hensyn til eventuelle eksisterende miljøproblemer i forbindelse med områder af særlig miljømæssig betydning, som kan forventes at blive berørt, eller anvendelsen af naturressourcer"*. Ifølge udkast til vejledningen til miljøvurderingsloven skal kumulative vurderinger af konkrete projekter også omfatte *"arealanvendelse og aktiviteter som følge af allerede eksisterende – udnyttede og uudnyttede - tilladelser eller vedtagne planer"* (Miljøstyrelsen, 2022a).

På baggrund af ovenstående vil de kumulative vurderinger både omfatte eksisterende og/eller godkendte (men endnu ikke etablerede) projekter samt vedtagne planer.

I det følgende beskrives de planer og projekter, der vil indgå i de kumulative vurderinger i miljøkonsekvensrapporten for Thor Havvindmøllepark. Dette omfatter eksisterende og godkendte havvindmølleparker og vindmøller på land, landanlæg til Thor Havvindmøllepark, eksisterende og planlagte områder for råstofindvinding samt marin infrastruktur som telekommunikationskabler, gasledninger og strømførende kabler. Derudover inkluderes også udviklingszoner for vedvarende energi og energigør samt råstofindvinding udlagt i Danmarks Havplan, og Kystdirektoratets kystbeskyttelse af den jyske vestkyst.

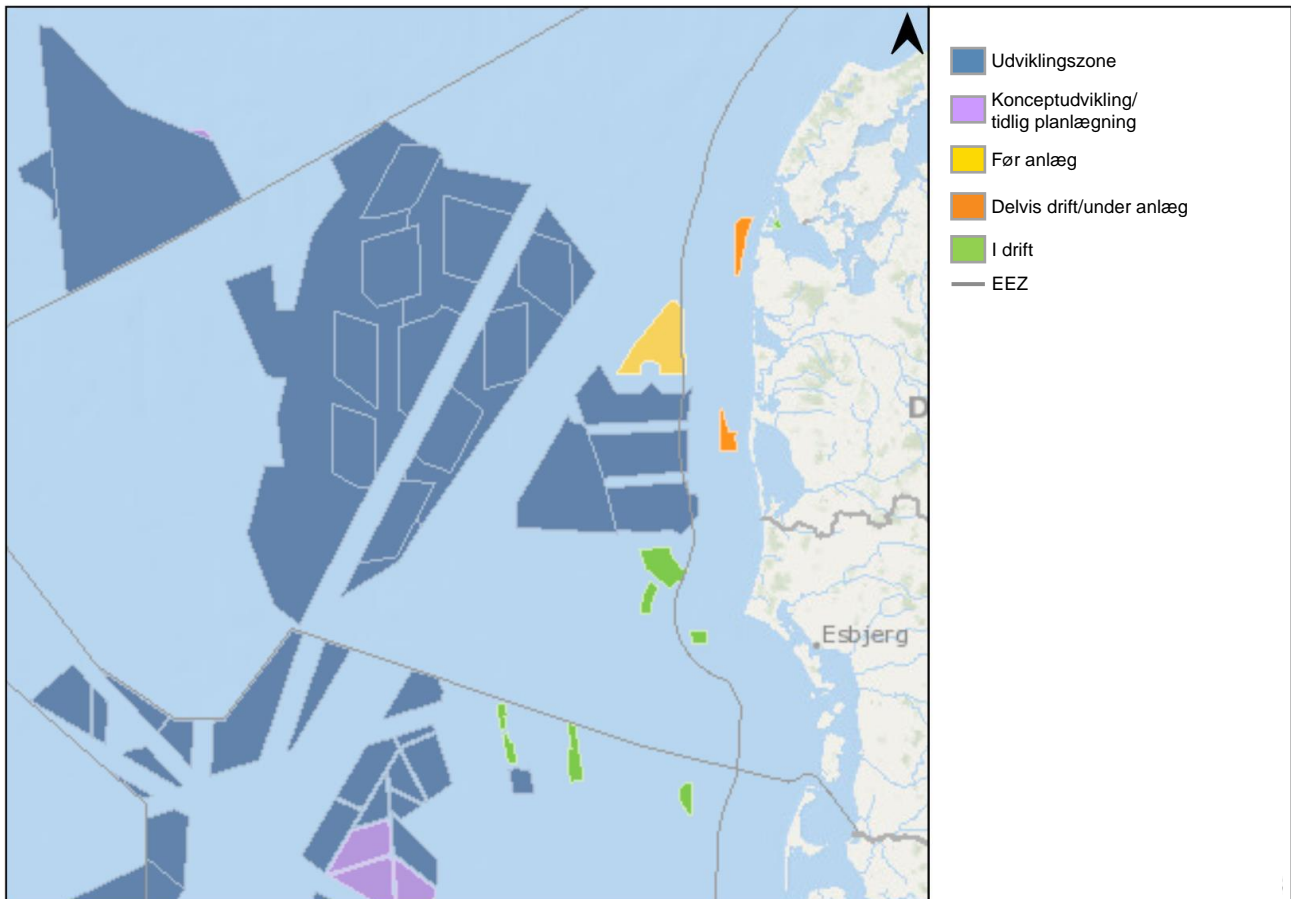
3.2.5.1. Kumulative planer og projekter, der indgår i miljøkonsekvensrapporten

I det følgende gennemgås de kumulative planer og projekter, der er relevante i forhold til Thor Havvindmøllepark.

Havvindmølleparker og vedvarende energi

Der er omfattende planer om udbygning af havvind i Nordsøen, som ikke begrænser sig til dansk farvand, men også omfatter tysk, hollandsk, norsk og engelsk farvand.

Figur 3.1 viser den planlagte udbygning af havvind samt eksisterende havvindmølleparker i Nordsøen i området nær Thor Havvindmøllepark (4C Offshore, 2023). De viste områder omfatter planer og konkrete projekter i alle stadier og omfatter statslige udviklingszoner samt eksisterende havvindmølleparker. Derfor er en stor del af områderne vist på Figur 3.1 ikke miljøvurderede eller godkendte. Dette gælder blandt andet de statsligt udlagte arealer til havvind.



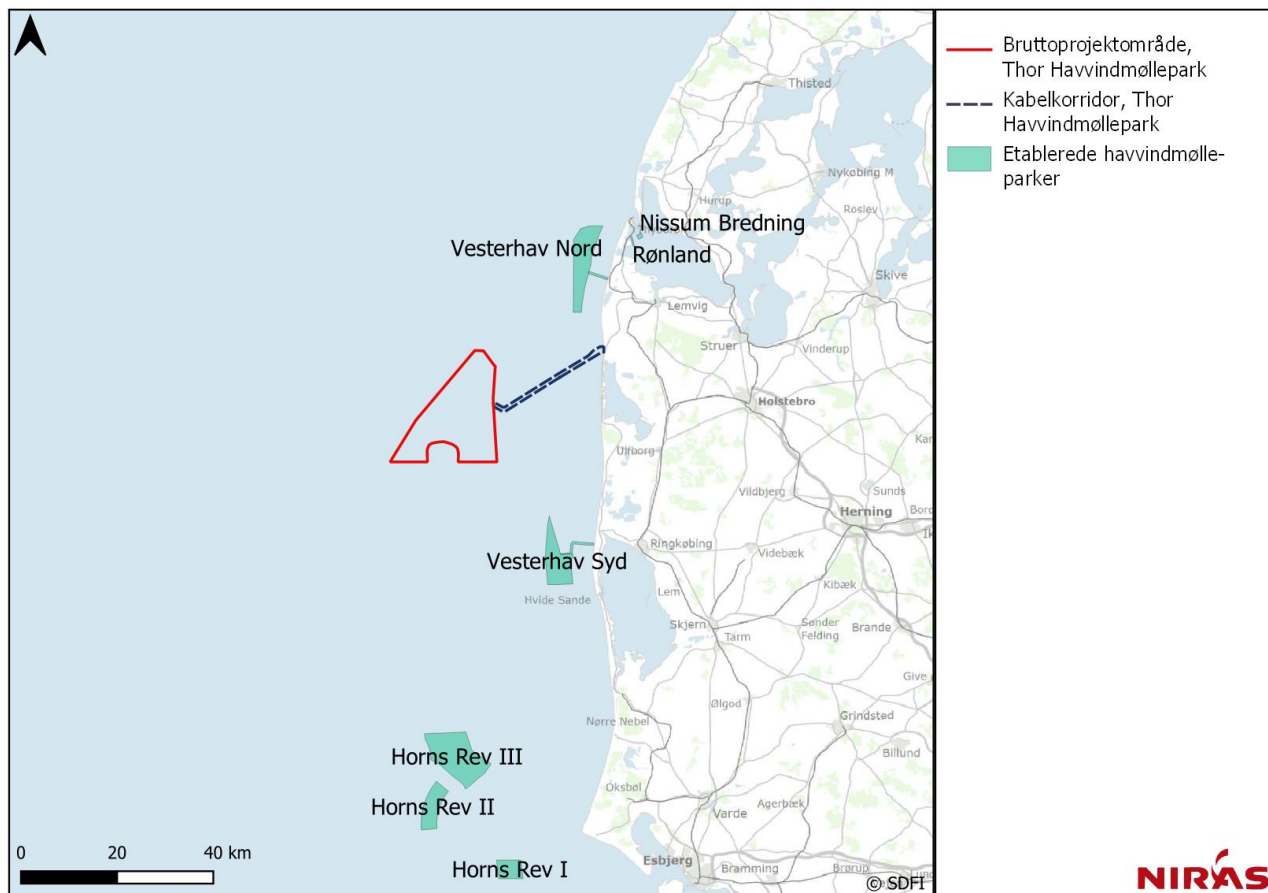
Figur 3.1: Kortet viser den planlagte udbygning af havvind samt eksisterende havvindmølleparker i området nær Thor Havvindmøllepark. Efter (4C Offshore, 2023). EEZ = grænser for de eksklusive økonomiske zoner.

Da mange af de planlagte havvindsprojekter i Nordsøen ikke er miljøvurderet, kan de potentielle kumulative virkninger i forhold til Thor Havvindmøllepark heller ikke vurderes. I det følgende beskrives godkendte og eksisterende planer og projekter for havvind, der sammen med Thor Havvindmøllepark potentielt kan give kumulative påvirkninger på miljøet.

Generelt for miljøkonsekvensvurderingen af Thor Havvindmøllepark er, at det vil være de planer og projekter, der er nærmest beliggende projektområdet for Thor Havvindmøllepark, der vil være de mest relevante. Dog kan det være relevant for et emne som fugle at vurdere den potentielle kumulative påvirkning fra parker, der ligger længere væk. Fjernere beliggende havvindmølleparker vil således indgå i vurdering af kumulative effekter i kapitel 16 vedrørende fugle.

Eksisterende havvindmølleparker samt havvindmølleparker under udvikling

I det følgende beskrives de havvindmølleparker, der er i drift eller under udvikling i nærheden af projektområdet for Thor Havvindmøllepark, se Figur 3.2. De nyligt opførte havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd vil ligesom de øvrige eksisterende havvindmølleparker indgå i vurdering af kumulative effekter sammen med Thor Havvindmøllepark. Tabel 3.2 giver en tidsmæssig oversigt over de eksisterende havvindmølleprojekter i den danske del af Nordsøen, der er vist i Figur 3.2. Tabellen angiver, hvilke faser projekterne er i, i perioden 2022-2030.



Figur 3.2: Kortet viser eksisterende havvindmølleparker i den danske del af Nordsøen. For de kystnære havvindmølleparker, Vesterhav Syd og Vesterhav Nord, er førstnævnte sat i fuld drift i januar 2024, mens sidstnævnte forventes at blive tilsluttet elnettet i første kvartal af 2024 (Vattenfall, 2024).

Tabel 3.2: Det tidsmæssige overlap mellem offshore anlæggene for Thor Havvindmøllepark og de øvrige havvindmølleparker i Nordsøen.

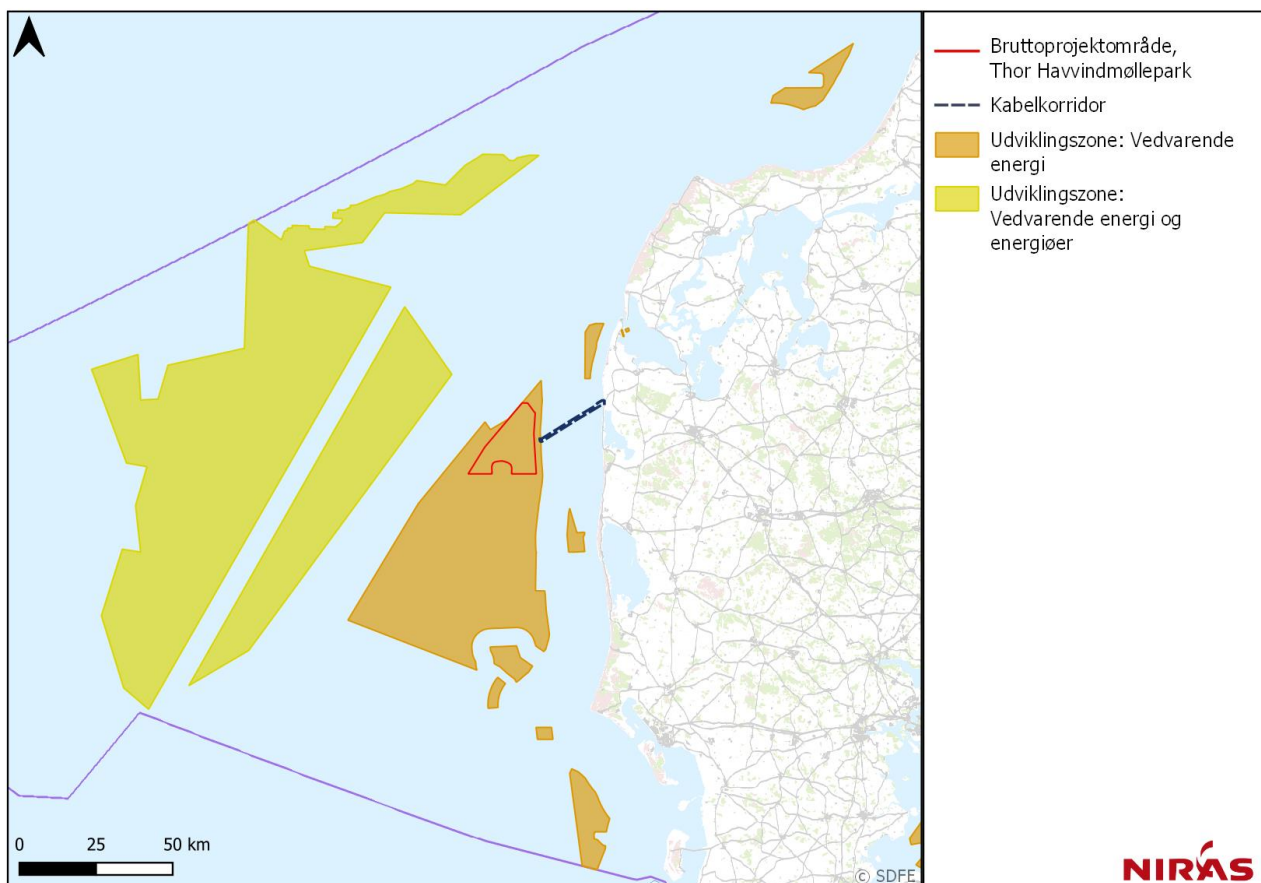
Projekt	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Rønland Vindmøllepark	Driftsfase								
Nissum Bredning	Driftsfase								
Horns Rev 1	Driftsfase								
Horns Rev 2	Driftsfase								
Horns Rev 3	Driftsfase								
Vesterhav Nord	Anlægsfase		Driftsfase						
Vesterhav Syd	Anlægsfase		Driftsfase						
Thor Havvindmøllepark	Myndighedsfase			Anlægsfase		Driftsfase			

Udviklingszoner for vedvarende energi og energigør

I Danmarks Havplan er der udlagt områder som udviklingszoner for vedvarende energi og energigør. Disse zoner fremgår af Figur 3.3, og da Danmarks Havplan er vedtaget, skal der tages højde for udviklingszonerne i forbindelse med vurderingen af kumulative indvirkninger. Dog fremgår eksisterende havvindmølleparker samt havvindmølleparker under opførelse også af disse udviklingszoner, og områderne for havvindmølleparkerne gennemgået i ovenstående er derfor også vist.

Udviklingszonerne i havplanen skal ud over at bidrage til den grønne omstilling også bidrage til at skabe udvikling og vækst for erhvervslivet. Udlægningen af områder til udviklingszoner i havplanen indebærer, at der fremover alene kan meddeles tilladelser til de pågældende formål inden for de udlagte områder.

Som det fremgår af Figur 3.3, så ligger projektområdet for Thor Havvindmøllepark i en udviklingszone for vedvarende energi, mens et større område vest for projektområdet er udlagt til udviklingszone for vedvarende energi og energigør.



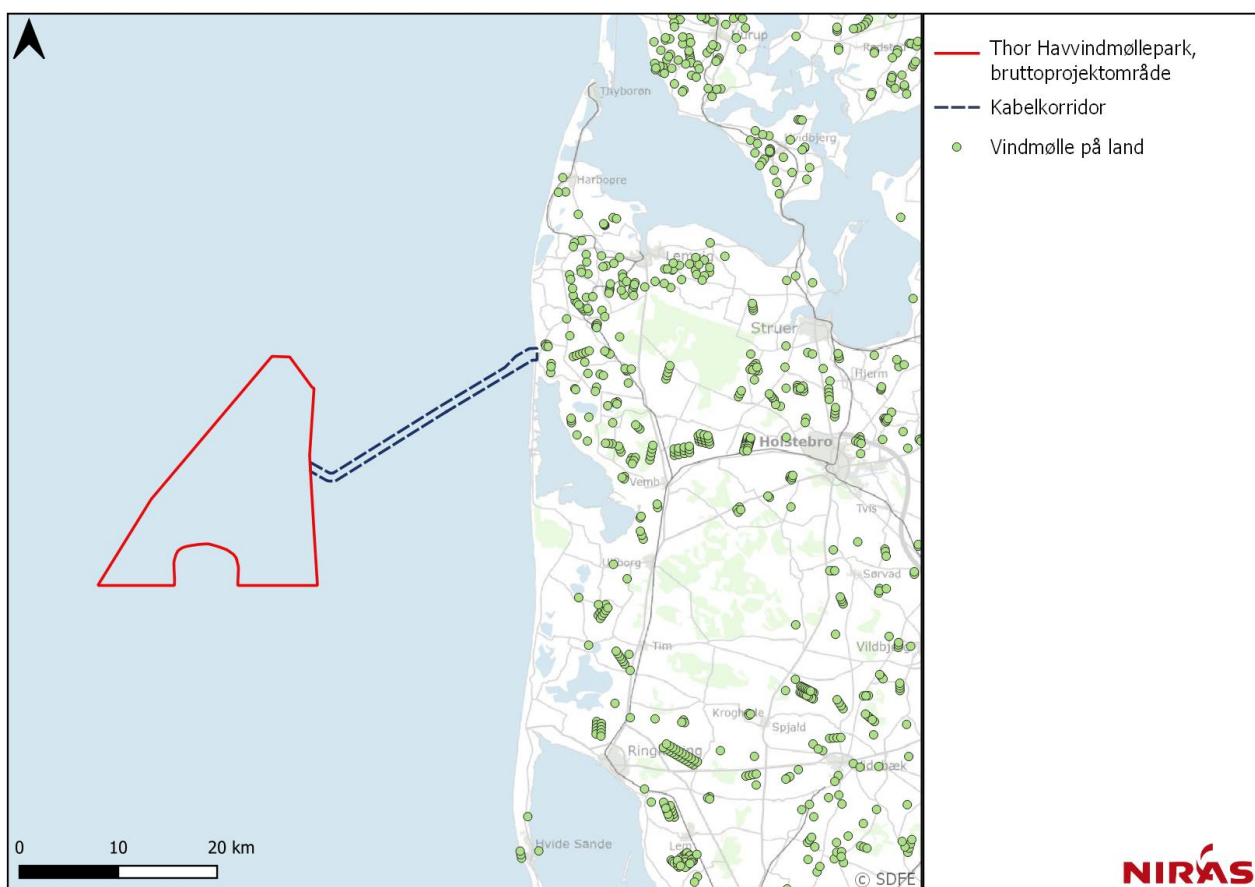
Figur 3.3: Områder, der i Danmarks Havplan er udlagt til udviklingszoner for vedvarende energi og energigør i den danske del af Nordsøen.

I udviklingszonen for vedvarende energi syd for Thor Havvindmøllepark er der udpeget tre områder for fremtidige havvindmølleparker fælles omtalt som Nordsøen I (se også Figur 3.1). Miljøvurdering af plan for Nordsøen I er under udarbejdelse og forventes offentliggjort i februar 2024, men er endnu ikke udkommet ved fremsendelse af nærværende miljøkonsekvensrapport til Energistyrelsen (Energistyrelsen, 2024a).

Vindmøller på land

Placeringen af eksisterende vindmøller på land i nærheden af projektområdet for Thor Havvindmøllepark er vist på Figur 3.4. Ved afsøgning af Holstebro, Lemvig, Ringkøbing-Skjern og Struer kommuners hjemmesider i december 2022 og januar 2024 i forhold til afgørelser og tilladelser for opstilling af vindmøller, er der identificeret én § 25-tilladelse og fire landzonetilladelser. I Lemvig Kommune drejer det sig om et godkendt projekt, hvor opstilling af en 9,6 MW mølle på Thyborøn Sydhavn har fået § 25-tilladelse den 13. oktober 2022 (Lemvig Kommune, 2022) samt opførelse af to husstandsmøller (Lemvig Kommune, 2023a; Lemvig Kommune, 2023b). Dog har Lemvig Kommune i 2023 afholdt en idéfase for en ny 15 MW vindmølle på Thyborøn Sydhavn, som i tilfælde af tilladelse af plangrundlag vil erstatte 9,6 MW møllen (Lemvig Kommune, 2023c). Derudover omfatter landzonetilladelserne opførelsen af en husstandsmølle i Vinderup (Holstebro Kommune, 2022) og en husstandsmølle i Humlum (Struer Kommune, 2022). Ingen af de nævnte projekter vil være relevante for den kumulative påvirkning på miljøet.

Omfanget af vindmøller på land, der skal behandles i kumulation med Thor Havvindmøllepark, afhænger af støjberegningerne for luftbåren støj fra projektets møller i drift og relevante eksisterende vindmøller indgår i støjberegningerne i afsnit 7.2.2 og 7.4. Desuden vil vindmøller på land kunne medføre visuelle påvirkninger i kumulation med Thor Havvindmøllepark, hvilket vurderes som en del af landskabspåvirkningen i miljøkonsekvensrapporten.



Figur 3.4: Kortet viser placeringen af vindmøller på land i nærheden af Thor Havvindmøllepark.

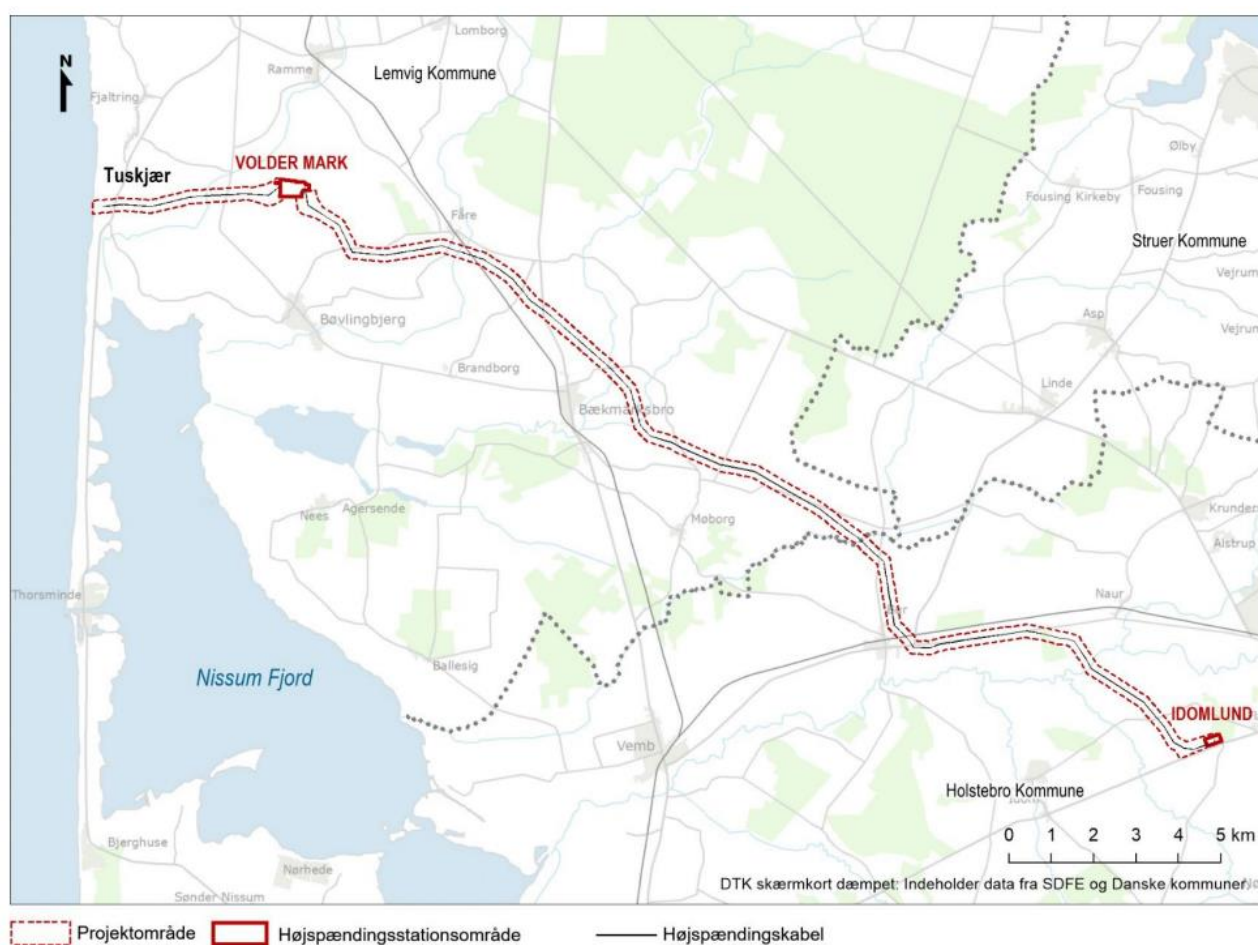
Landanlæg for Thor Havvindmøllepark

Den del af Thor Havvindmøllepark, der skal etableres på havet, kan sammen med den del af projektet, der skal etableres på land, medføre kumulative påvirkninger. Området for landanlægget til Thor Havvindmøllepark består af

en ca. 5 km lang kabelkorridor, der går fra ilandføringspunktet ved Tuskær og ind til en ny højspændingsstation ved Volder Mark (se Figur 3.5). Fra Volder Mark er der en ca. 37 km lang kabelkorridor ind til den eksisterende højspændingsstation ved Idomlund, der skal udvides i forbindelse med Thor Havvindmøllepark. Landkablerne vil bestå af to 275 kV kabler.

Energinet er ansvarlig for at etablere landkablerne mellem Idomlund og Volder Mark, udvidelsen af Idomlund højspændingsstation samt den ene af de to nye højspændingsstationer ved Volder Mark, mens Thor Wind Farm I/S er ansvarlig for at etablere landkablerne fra ilandføringspunktet og ind til Volder Mark samt den anden af de to nye højspændingsstationer ved Volder Mark.

Anlægsarbejdet er opstartet primo 2023 og forventes at ville pågå indtil 2025.



Figur 3.5: Kort med angivelse af landanlæg for Thor Havvindmøllepark (COWI, 2022a).

Marin infrastruktur

I nærområdet for Thor Havvindmøllepark er der kendskab til følgende eksisterende søkabler (se Figur 3.6):

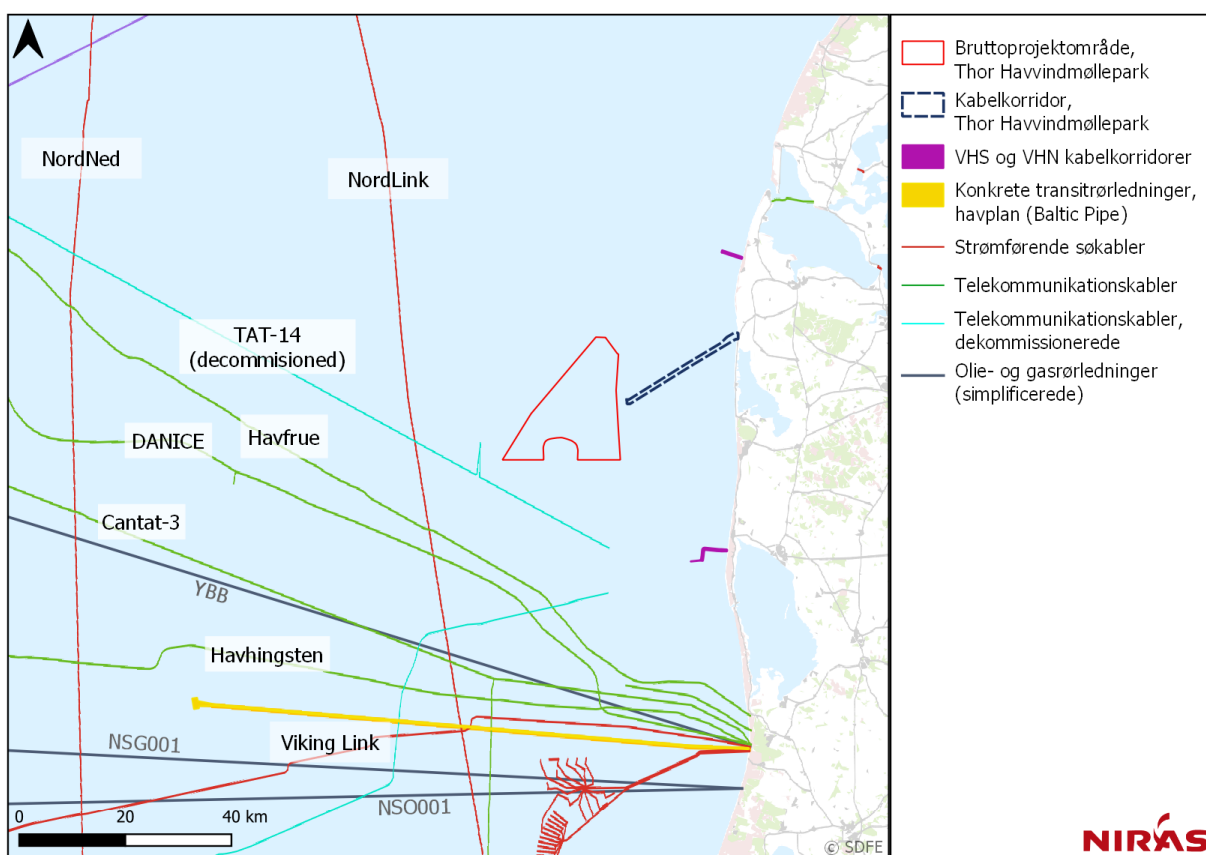
- Telekommunikationskabel TAT-14. Kablet er placeret ca. 5 km sydvest for bruttoprojektområdet for Thor Havvindmøllepark og ca. 13 km sydvest for projektområdet for havvindmølleparken. Kablet er ikke længere i drift, da det blev afviklet 15. december 2020, og de kystnære ender af kablet er blevet fjernet (Submarine Cable Networks, 2022).

- Strømførende søkabel NordLink, der forbinder Norge og Tyskland (Stattnett, 2021). Kablet er placeret ca. 16 km vest for bruttoprojektområdet for Thor Havvindmøllepark (og ca. 25 km vest for projektområdet for havvindmølleparken).
- Telekommunikationskabel Havfrue. Kablet er placeret ca. 18 km sydvest for bruttoprojektområdet for Thor Havvindmøllepark, og forbinder flere nordeuropæiske lande (Danmark, Norge og Irland) med USA (Data Center Dynamics Ltd, 2020; Data Center Dynamics Ltd, 2022).

Af øvrige eksisterende og godkendte søkabler findes flere telekommunikationskabler og strømførende kabler, som ligger i en afstand på mere end 20 km fra projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Figur 3.6).

Derudover er kabelkorridorerne for de strømførende søkabler fra havvindmølleparkerne Vesterhav Nord og Vesterhav Syd og ind til kysten placeret henholdsvis 15 km nord for kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark og 23 km sydøst for bruttoprojektområdet. Søkablerne for Vesterhav Nord og Vesterhav Syd vil være etablerede inden udgangen af første kvartal 2024. De vil således også være eksisterende anlæg inden anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark påbegyndes.

I GEUS' database over undergrundsdata findes en simplificeret kortlægning af olie- og gasrørledninger, der forbinder de danske olie- og gasfelter i Nordsøen med den jyske vestkyst (GEUS, 2022a). Disse rørledninger er vist på Figur 3.6 og ligger minimum 35 km fra bruttoprojektområdet for Thor Havvindmøllepark.



Figur 3.6: Oversigt over placeringen af søkabler og rørledninger i Nordsøen nær Thor Havvindmøllepark. Kortinformation for strømførende søkabler samt telekommunikationskabler er indhentet fra DKCPCs database (DKCPC, 2022), mens kortinformation for olie- og gasrørledninger er indhentet fra GEUS (GEUS, 2022a).

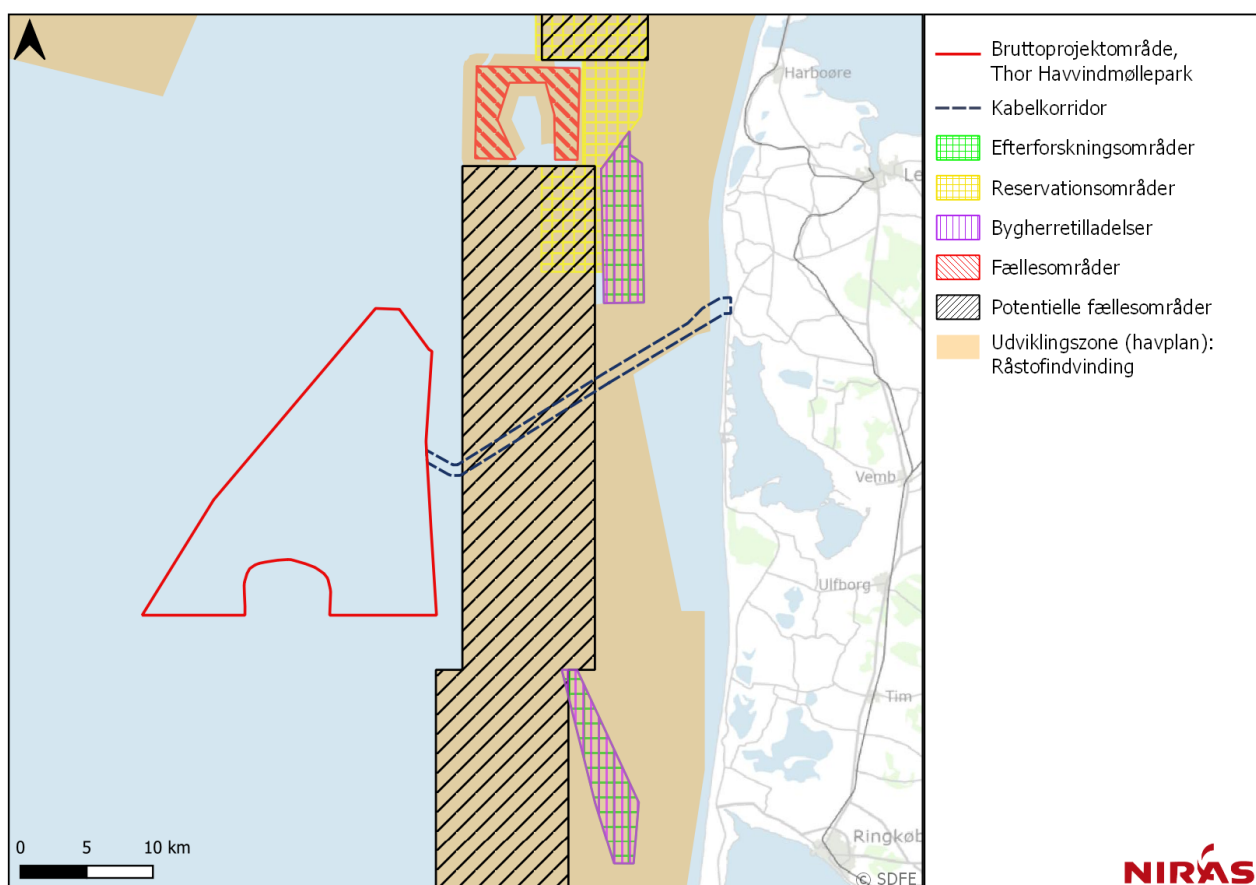
I en tidligere version af havplanen er der desuden udlagt et område til Baltic Pipe (Søfartsstyrelsen, 2021a), der er en gasrørledning, der forbinder gassystemerne i Norge, Polen og Danmark. Baltic Pipe ligger omtrent 50 km syd for bruttoprojektområdet for Thor Havvindmøllepark, og blev taget i drift ultimo september 2022 (Baltic Pipe Project, 2022).

Områder for råstofindvinding

Områder for råstofindvinding kan i kumulation med Thor Havvindmøllepark have indvirkninger på sedimentforhold, udstrækningen af tilgængeligt areal for f.eks. fiskeri samt udstrækningen af påvirket havbundsareal.

Der er i Danmarks Havplan udlagt udviklingszoner for råstofindvinding, som primært omfatter indvindingen af sand, grus og ral. Udviklingszonerne er udlagt "på baggrund af eksisterende anvendelse samt yderligere arealer, som kan være med til at sikre råstofforsyningen til kendte og kommende kystsikrings-, bygge og anlægsprojekter. [...] Råstofindvindingsvirksomheders og bygherrens behov for udlægningen af nye områder afhænger af behovene for råstoffer og dermed af bygge- og anlægsaktiviteter samt behovene for kystbeskyttelse." (Søfartsstyrelsen, 2021a).

Udviklingszoner for råstofindvinding i nærheden af området for Thor Havvindmøllepark er vist på Figur 3.7.



Figur 3.7: Områder til råstofindvinding samt udviklingszoner til råstofindvinding i nærheden af Thor Havvindmøllepark.

Områder for råstofindvinding beliggende indenfor 20 km afstand fra Thor Havvindmøllepark er medtaget i de følgende beskrivelser (se Figur 3.7).

De nedenstående informationer om områder for råstofindvinding er indhentet fra MiljøGIS, samt den nationale marine råstofdatabase (MARTA), som er administreret af De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS, 2022b):

- Nordsøen Syd (områdenr. 7321-00258). Potentielt fællesområde. Dette område er beliggende ca. 2 km fra bruttoprojektområdet og har en overlappende placering med kabelkorridoren.
- Husby Klit (områdenr. 578-AA). Efterforskningsområde for Kystdirektoratet. Kystdirektoratet har også en bygherretilladelse i området, der udløber den 10. marts 2025. Området er beliggende ca. 10 km sydvest for bruttoprojektområdet for havvindmølleparken.
- Ferring (områdenr. 562-AD). Efterforskningsområde for Kystdirektoratet. Kystdirektoratet har også en bygherretilladelse i området, der udløber den 15. januar 2025. Området er beliggende ca. 13 km nordøst for bruttoprojektområdet og ca. 3 km nord for kabelkorridoren.
- Nordsøen område 2. Reservationsområde hvorfra der i fremtiden potentielt kan udvindes råstoffer. Området er beliggende ca. 10 km fra bruttoprojektområdet for Thor Havvindmøllepark og ca. 6,5 km fra kabelkorridoren.
- Jyske Rev E (områdenr. 562-KD). Fællesområde, hvor der er tilladelse til indvinding af op til 3,19 mio. m³ i tilladelsesperioden på 10 år med en maksimal årlig indvinding på 800.000 m³. Tilladelsen udløber 1. december 2025. Området er beliggende ca. 13 km fra Thor Havvindmøllepark.
- Nordsøen Nord (områdenr. 7321-00258). Området er beliggende ca. 19 km nord for kabelkorridoren.

Kystbeskyttelse

Kystdirektoratet fik i 2020 tilladelse til at foretage kystnær sandfodring samt strandfodring på strækningen mellem Lodbjerg og Nymindegab for at forhindre kystens tilbagerykning langs den jyske vestkyst (Kystdirektoratet, 2020).

Tilladelsen dækker sandfodringsaktiviteter i perioden august 2020-august 2025, og der må i den 5-årige periode fodres med op til 27,9 mio. m³ sand i området vist på Figur 3.8. Kystdirektoratet henter sand til sandfodringen fra råstofområde 562-AD (Ferring) og 578-AA (Husby Klit), som beskrevet i ovenstående afsnit om råstofområder.

Sandfodringen kan i kumulation med Thor Havvindmøllepark have betydning i forhold til påvirkninger af eksempelvis kystmorfologi, bundtopografi og sediment samt vandkvalitet. Derudover kan fisk potentielt påvirkes af det øgede indhold af sediment i vandfasen, hvilket især gælder gydende/vandrende stavsild og laksesmolt (Rambøll, 2020).

Desuden kan tilstedeværelsen af sandsugere langs kysten, som er tilknyttet kystsikringsprojektet, i kumulation med Thor Havvindmøllepark påvirke sejladsforholdene i området.



Figur 3.8: Oversigtskort over kysstrækningen fra Lodsberg til Nymindegab (Rambøll, 2020).

3.2.5.2. Metode til vurdering af kumulative påvirkninger

For hvert emne, der er beskrevet og vurderet i kapitel 6 til 26, skal det indledningsvis afklares, hvilke planer og projekter, der skal indgå i de kumulative vurderinger. Herefter skal der redegøres for omfanget af miljøpåvirkninger fra disse. For at det er muligt at vurdere i forhold til effekter af et andet projekt eller en anden plan, skal det andet projekt eller plan være velbeskrevet, og de miljømæssige påvirkninger skal være vurderet – typisk i enten en miljøkonsekvensrapport, hvis der er tale om et projekt, eller i en miljøvurderingsrapport knyttet til en plan. Opgørelsen over

miljøpåvirkninger fra andre projekter/planer skal således være baseret på oplysninger fra den miljørapport eller miljøkonsekvensrapport, der indgår som en del af tilladelsen til det konkrete projekt eller plan.

Der skal i forbindelse med beskrivelserne af miljøpåvirkningerne være speciel opmærksomhed på, om der er tidslig og/eller rumlig sammenfald mellem påvirkninger fra Thor Havvindmøllepark og det projekt eller den plan, der skal indgå i de kumulative vurderinger. Stillingtagen til, om det er relevant at vurdere på kumulative effekter, skal dog gennemføres uanset om der er rumlig eller tidslig sammenhæng mellem påvirkninger fra Thor Havvindmøllepark og et projekt eller plan.

Der vil som udgangspunkt ikke gennemføres nye beregninger, analyser eller lignende for kumulative projekter og planer. Der er dog undtagelser til dette; eksempelvis når der vurderes på ekstern støj, da der her er fastsat grænser for den samlede (kumulative) støjpåvirkning fra vindmøller.

De kumulative vurderinger gennemføres som udgangspunkt ved at addere/sammenlægge påvirkningerne fra Thor Havvindmøllepark med påvirkningerne fra andre relevante planer og/eller projekter. Ligeledes skal vurderingerne foretages på det mulige niveau. Det vil sige, hvis et emne er vurderet på et meget overordnet niveau i miljøkonsekvensrapporten for et konkret projekt eller i miljørapporten for en plan, så vil den kumulative vurdering afspejle dette niveau. Det betyder også, at der i nogle tilfælde kan være en kvantitativ vurdering af emnet i miljøkonsekvensvurderingen for Thor Havvindmøllepark mens vurderingen af kumulative effekter for emnet ender i en kvalitativ vurdering.

I nogle tilfælde vil nogle af de projekter, der indgår i de kumulative vurderinger, også være omfattet af beskrivelsen af eksisterende forhold (referencescenariet), som der skal vurderes i forhold til. Et eksempel på dette er, at referencescenariet for de visuelle forhold i forbindelse med Thor Havvindmøllepark viser de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, da disse to parker vil være etableret eller under etablering, når miljøkonsekvensrapporten for Thor Havvindmøllepark skal i offentlighedsfase. Men selvom Vesterhav Nord og Syd indgår i beskrivelsen af eksisterende forhold, så er der udført en samlet vurdering af, hvordan den visuelle påvirkning vil være, hvis alle tre havvindmølleparker bliver etableret, da den samlede påvirkning fra en ny havvindmøllepark sammen med de to eksisterende parker også skal belyses.

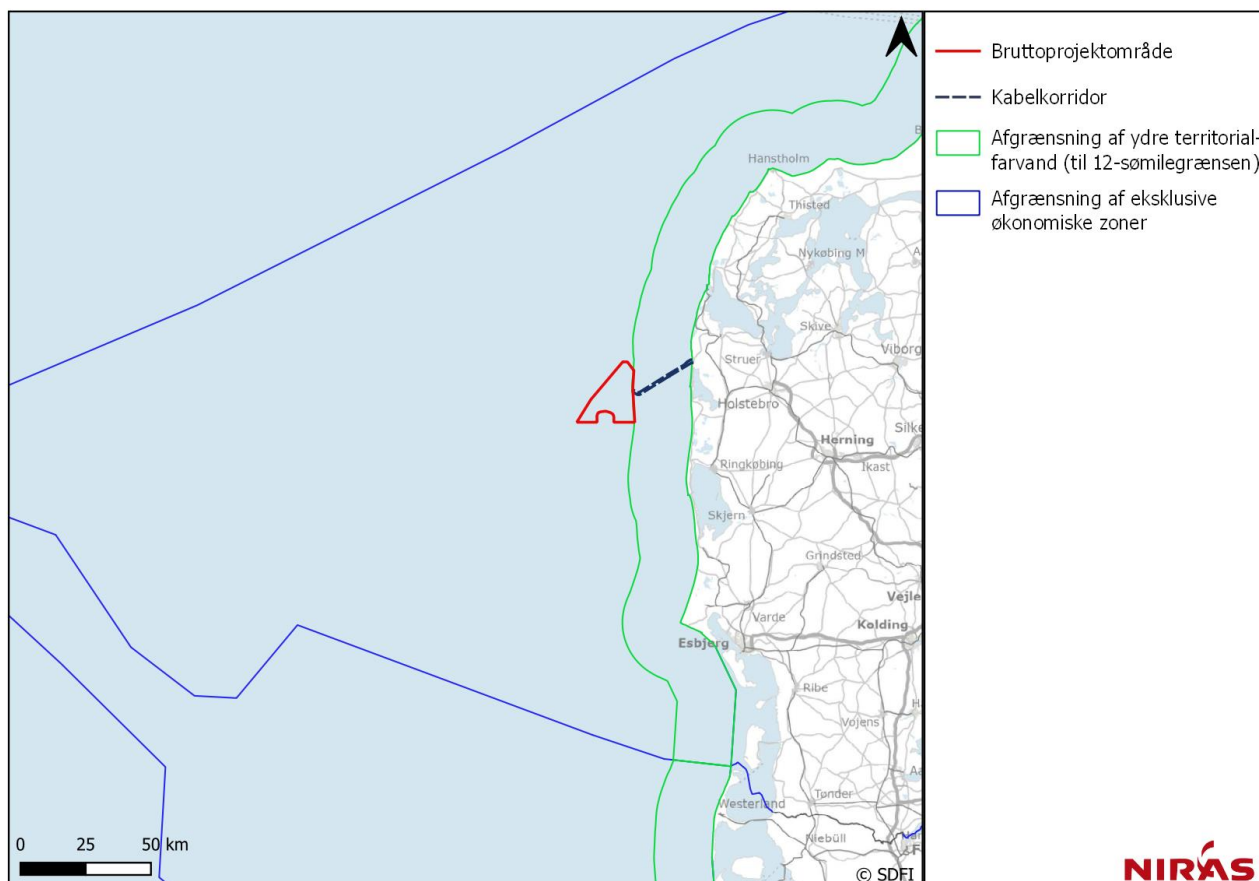
3.3. Anden relevant lovgivning

Udover miljøkonsekvensrapporten, der er udarbejdet i henhold til miljøvurderingsloven (LBK nr 4 af 03/01/2023), skal bygge- og anlægsarbejdet planlægges og gennemføres i overensstemmelse med gældende lovgivning. Der er således en række love og bekendtgørelser, direktiver og konventioner, som regulerer projektet. I det følgende gennemgås det væsentligste nationale og internationale lovgrundlag relateret til miljøvurderingen af Thor Havvindmøllepark idet gennemgangen dog ikke er udtømmende.

3.3.1. Indre og ydre territorialfarvand

Søterritoriet udgøres af det ydre og indre territorialfarvand. Kyststaten har ret til at fastsætte bredden af det ydre territorialfarvand op til 12 sømil (22,224 km) fra kystlinjen eller rette basislinjer trukket mellem kystfremspring eller øer. Det indre territorialfarvand er beliggende på den landvendte side af basislinjerne (Udenrigsministeriet, 2022). Afgrænsningen af søterritoriet langs den jyske vestkyst er vist på Figur 3.9.

På søterritoriet har kyststaten fuld jurisdiktion til bl.a. at fastsætte og håndhæve lovgivning ligesom på land. Projektområdet for kabelkorridoren og en mindre del af havvindmølleparken (10 møller) er placeret i søterritoriet (inden for ydre territorialfarvand), mens den resterende del af havvindmølleparken ligger inden for Danmarks eksklusive økonomiske zone (uden for ydre territorialfarvand) (Figur 3.10).



Figur 3.9: Afgrensningen af søterritoriet (ud til 12-sømilegrænsen) samt afgrensning af eksklusive økonomiske zoner.

3.3.2. Den eksklusive økonomiske zone

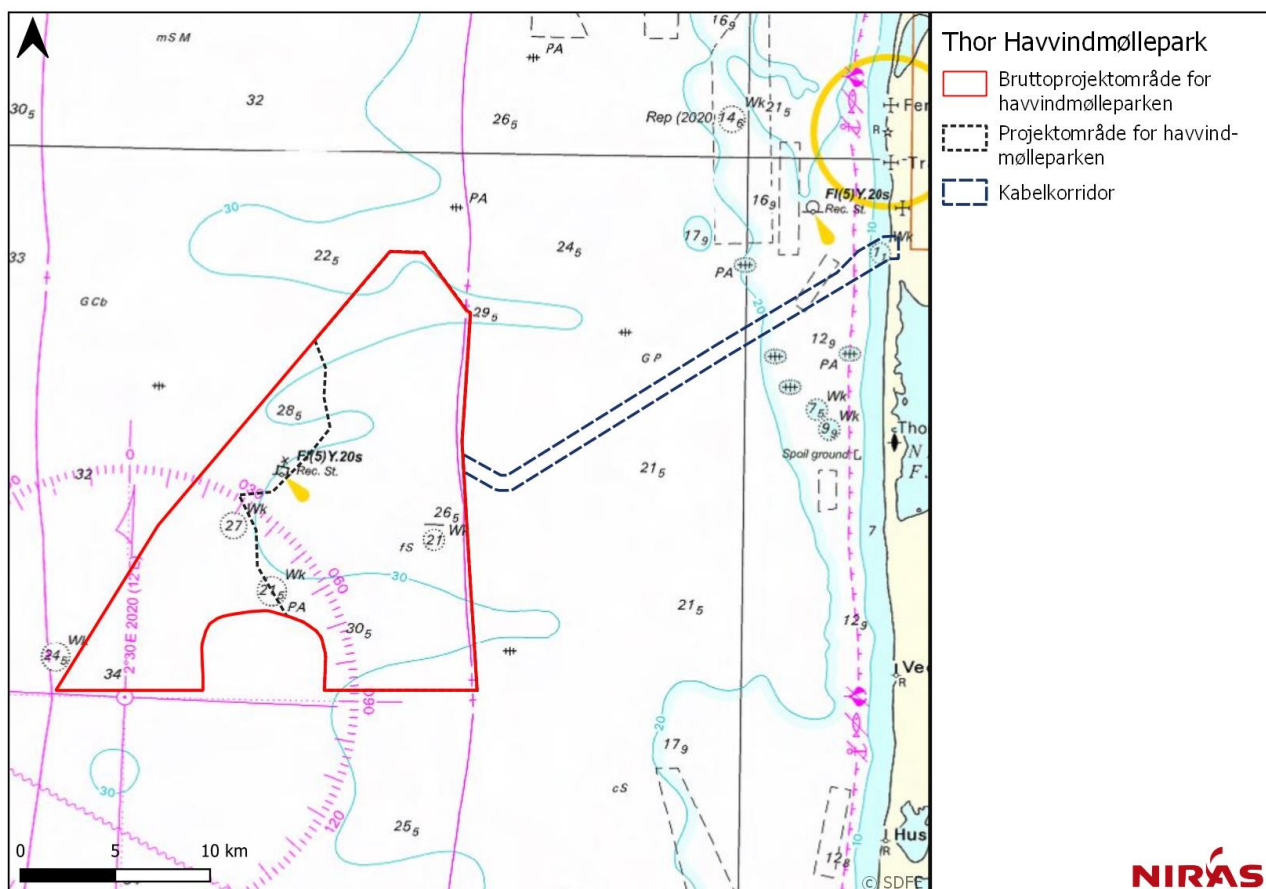
Projektområdet for havvindmølleparken ligger inden for den danske eksklusive økonomiske zone (EEZ). En eksklusiv økonomisk zone betegner det havområde, hvor en kyststat har eneret på at udnytte de naturressourcer, der er i havet, havbunden og undergrunden. Den eksklusive økonomiske zone i Nordsøen, Skagerrak, Kattegat, Øresund, Storebælt og Østersøen omfatter havområder uden for og stødende op til søterritoriet indtil en afstand af 200 sømil fra de til enhver tid gældende basislinjer. Arealer inden for denne zone er beskrevet i bekendtgørelse om Danmarks eksklusive økonomiske zone (BEK nr 1662 af 17/11/2020).

3.3.3. Espoo-konventionen

Danmark er omfattet af den såkaldte Espoo-konvention (BKI nr 71 af 04/11/1999), som er en FN-konvention, der er tiltrådt af Danmark og en lang række andre lande, og som er implementeret i miljøvurderingsloven (LBK nr 4 af 03/01/2023). Konventionen skal modvirke påtænkte aktiviteter grænseoverskridende skadevirkninger på miljøet, og den fastlægger rammer for, hvornår nabolande skal orienteres og konsulteres om projekter, der kan have grænseoverskridende effekt.

I henhold til Espoo-konventionen af 25. februar 1991 om vurdering af virkninger på miljøet på tværs af landegrænser er der i den første offentlighedsfase sendt en Espoo-notifikation til Norge, Tyskland, Holland og Storbritannien. I notifikationen opfordres nabolandene til at tilkendegive, hvorvidt de ønsker at deltage i den danske miljøvurderingsproces, og at sende konkrete bemærkninger til projektet og mulige grænseoverskridende miljøpåvirkninger,

som skal undersøges i miljøvurderingen. Espoo-høringen blev foretaget i perioden 2. juni 2022 til 1. juli 2022. Ingen af disse lande havde bemærkninger til projektet.



Figur 3.10: Placeringen af Thor Havvindmøllepark vist på søkort. Det fremgår, at kabelkorridoren og en lille del af bruttoprojektområdet ligger inden for 12-sømilegrænsen (søterritoriet), der er vist ved den lodrette lille linje placeret centralt på kortet, mens at hovedparten af bruttoprojektområdet er placeret uden for grænsen.

3.3.4. Habitat- og fuglebeskyttelsesdirektivet

EU har vedtaget to naturbeskyttelsesdirektiver, som pålægger EU's medlemslande at bevare en række arter og naturtyper, der er sjældne, truede eller karakteristiske for EU-landene:

- EU's habitatdirektiv (Rådets direktiv 92/43/EØF) har til formål at beskytte arter og naturtyper, der er karakteristiske, truede, sårbare eller sjældne i EU. Hvert EU-land skal udpege områder, der kan fungere som sikre levesteder for de naturtyper og arter, som er opført på habitatdirektivets bilag I og II. Disse områder betegnes habitatområder. Habitatdirektivet omfatter derudover en generel beskyttelse af de arter, som er opført på direktivets bilag IV (de såkaldte bilag IV-arter). Beskyttelsen af bilag IV-arterne gælder også uden for habitatområderne.
- EU's fuglebeskyttelsesdirektiv (Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/147/EF) har til formål at beskytte levesteder og rasteområder for fugle, som er sjældne, truede eller følsomme over for ændringer af levesteder i EU. Hvert EU-land skal udpege områder for at beskytte fugle, der er omfattet af fuglebeskyttelsesdirektivet. Disse områder benævnes fuglebeskyttelsesområder.

Natura 2000 er betegnelsen for det internationale økologiske netværk af habitatområder og fuglebeskyttelsesområder i EU.

For hvert Natura 2000-område er der en liste – det såkaldte udpegningsgrundlag – med naturtyper, arter og fugle, som det enkelte område er udpeget for at beskytte. Formålet med Natura 2000-netværket er at sikre gunstig bevaringsstatus for de arter og naturtyper, som er på udpegningsgrundlaget for de enkelte Natura 2000-områder.

Habitatdirektivets bilag IV indeholder en liste over udvalgte arter, som medlemslandene er forpligtet til at beskytte, både inden for og uden for Natura 2000-områderne. Disse arter betegnes bilag IV-arter.

I Danmark er habitatbekendtgørelsen (BEK nr 1098 af 21/08/2023) en væsentlig del af implementeringen af EU's habitatdirektiv og EU's fuglebeskyttelsesdirektiv, og habitatbekendtgørelsen har blandt andet til formål at udpege internationale naturbeskyttelsesområder og fastsætte regler for administrationen af disse områder. Bestemmelserne i de europæiske naturbeskyttelsesdirektiver er desuden indarbejdet i andre danske love og bekendtgørelser. Vurderingen af påvirkninger af internationale naturbeskyttelsesområder som følge af anlæg og drift af Thor Havvindmøllepark vil således ske i henhold til bekendtgørelse om konsekvensvurdering vedrørende internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter ved projekter om etablering m.v. af elproduktionsanlæg og elforsyningsnet på havet (BEK nr 803 af 14/06/2023).

Forhold vedrørende Natura 2000-områder og bilag IV-arter, der er relevante for Thor Havvindmøllepark, er beskrevet og vurderet i hhv. kapitel 23 og kapitel 24.

3.3.5. Ramsar-konventionen

Som en del af Natura 2000-netværket, der er beskrevet i det foregående afsnit, indgår i Danmark også de såkaldte Ramsar-områder. Ramsar-områder er vådområder med så mange vandfugle, at de har international betydning og skal beskyttes. Ved mange vandfugle forstås her, at der jævnlige i området opholder sig mindst 20.000 individer eller findes mindst 1 % af en bestand af en art eller underart. De vådområder, der har international betydning, omfatter ikke kun områder for fugle. Det er også områder, der er vigtige for andre organismer. Det er for eksempel områder, der er væsentlige fouragerings-, gyde-, opvækst- eller rasteområder for vigtige fiskebestande (Miljøstyrelsen, 2022b).

Ramsar-konventionen har sit navn efter den iranske by Ramsar, hvor den internationale aftale blev vedtaget i 1971. Konventionen blev ratificeret af Danmark i 1977, og der er i 1978 udstedt en bekendtgørelse, som indeholder konventionens tekst (BKI nr 26 af 04/04/1978). Der er efterfølgende foretaget to ændringer af konventionen, som ligeledes er indarbejdet i dansk lovgivning (Miljøstyrelsen, 2022b).

Ramsar-områderne er udpeget af det enkelte land. Alle de danske Ramsar-områder indgår i EF-fuglebeskyttelsesområderne og er derfor også en del af Natura 2000-netværket.

Forhold vedrørende Ramsar-områder, der er relevante for Thor Havvindmøllepark, er beskrevet og vurderet i forbindelse med vurderingen af Natura 2000-områder i kapitel 23.

3.3.6. Vandrammedirektivet og vandområdeplaner

EU's vandrammedirektiv (Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2000/60/EF) trådte i kraft den 22. december 2000. Direktivet fastlægger rammerne for beskyttelsen af vandløb og søer, overgangsvande (flodmundinger, laguner og lignende), kystvande og grundvand i alle EU-lande. Direktivet fastsætter en række miljømål og opstiller

overordnede rammer for den administrative struktur for planlægning og gennemførelse af tiltag og for overvågning af vandmiljøet.

Vandrammedirektivets overordnede formål er at fastlægge en ramme for beskyttelse af vandløb og søer, overgangsvande, kystvande og grundvand, som blandt andet forebygger yderligere forringelse og beskytter og forbedrer vandøkosystemernes tilstand. Det bemærkes, at kystvand i vandrammedirektivet omfatter overfladevand i en afstand af én sømil fra kysten for økologisk tilstand og 12 sømil fra kysten for kemisk tilstand. Medlemsstaterne skal iværksætte de nødvendige foranstaltninger med henblik på at forebygge forringelse af tilstanden for alle overfladevandområder.

EU's vandrammedirektiv er implementeret i lov om vandplanlægning (LBK nr 126 af 26/01/2017).

Vandområdeplanerne er et centralt element i gennemførelsen af EU's vandrammedirektiv. I direktivet hedder det, at alle EU-landenes vandområder: vandløb, søer, den kystnære del af havet og grundvand skal have "god tilstand" i 2015.

De danske vandområdeplaner indeholder "opskriften" på, hvordan Danmark vil nå målsætningen i vandrammedirektivet. Målet med vandområdeplanerne er, at alle vandløb, søer og kystvande skal opnå god økologisk og kemisk tilstand. For den marine del af vandområdeplanerne er målet at bedre tilstanden i fjorde og ved kyster ved at reducere udledning af kvælstof (Miljøstyrelsen, 2022c).

Forhold vedrørende vandområdeplanerne, der er relevant i forhold til Thor Havvindmøllepark, er beskrevet og vurderet i kapitel 25 om vandplanlægning.

3.3.7. Havstrategidirektivet og lov om havstrategi

Formålet med det europæiske havstrategidirektiv (Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2008/56/EF) er at sikre god miljøtilstand i alle europæiske havområder inden 2020, og Danmark er gennem havstrategidirektivet forpligtet til at opretholde en god miljøtilstand i danske havområder.

I Danmark er havstrategidirektivet udmøntet i bekendtgørelse af lov om havstrategi (LBK nr 1161 af 25/11/2019). Offentlige myndigheder er ved udøvelsen af deres opgaver forpligtede til ikke at handle i modstrid med de mål og indsatser, der fastlægges i havstrategien.

Havstrategien gælder for danske havområder, herunder havbund og undergrund, på søterritoriet og i den danske eksklusive økonomiske zone. Havstrategien gælder dog ikke havområder, der strækker sig ud til én sømil uden for basislinjen, i det omfang disse områder er omfattet af lov om miljømål m.v. for vandforekomster og internationale naturbeskyttelsesområder (LBK nr 692 af 26/05/2023) samt lov om vandplanlægning (vandområdeplanerne) (LBK nr 126 af 26/01/2017).

Forhold vedrørende havstrategidirektivet, der er relevante for Thor Havvindmøllepark-projektet, er beskrevet og vurderet i kapitel 26.

3.3.8. Havplandirektivet og lov om havplan

I 2014 vedtog EU et direktiv for havplanlægning (Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2014/89/EU af 23. juli 2014). Formålet med direktivet er at skabe forudsætninger for både at udnytte og bevare marine områder og samtidig skabe muligheder for afvejninger mellem forskellige interesser for at opnå en bæredygtig fremtidig udvikling.

I henhold til EU's direktiv om havplanlægning samt den nationale lov om maritim planlægning (LBK nr 400 af 06/04/2020) skal Danmark udarbejde en samlet, fysisk plan (en havplan) for det danske havareal inden 31. marts 2021. Et forslag til havplanen er offentliggjort som en digital bekendtgørelse (Søfartsstyrelsen, 2021b), og forslaget var i en seks måneders høring fra 31. marts 2021 til 30. september 2021. Regeringen og folketingets øvrige partier indgik en politisk aftale om Danmarks Havplan den 7. juni 2023 (Erhvervsministeriet, 2023). Søfartsstyrelsens havplanssekretariat har i samarbejde med alle relevante myndigheder udarbejdet et forslag til havplanen, der reflekterer de aftalte ændringer (Søfartsstyrelsen, 2023a). Søfartsstyrelsen igangsatte en høring af forslag til ændring af Danmarks Havplan den 27. november 2023 som slutter den 5. februar 2024 (Søfartsstyrelsen, 2023b).

Havplanen dækker hele det danske havområde, inklusive den eksklusive økonomiske zone (EEZ).

Havplanen er baseret på fire principper: 1) økosystem baseret tilgang, 2) rummelighed, 3) sameksistens og 4) samspillet mellem land og hav. Disse principper understøtter havplanens formål om at fremme økonomisk vækst, udvikling af havarealer og udnyttelse af havressourcer på et bæredygtigt grundlag. Havplanen udgør derved en ramme for, hvordan forskellige aktiviteter kan sameksistere og skabe økonomisk vækst på et bæredygtigt grundlag.

Arealfordelingen i havplanen er opdelt i zoner, og havområderne er opdelt i fire zonetyper: 1) udviklingszoner, 2) særlige anvendelseszoner, 3) natur- og miljøbeskyttelsesområder og 4) generelle anvendelseszoner (Søfartsstyrelsen, 2021a).

Forhold vedrørende havplanen, der er relevante for Thor Havvindmøllepark-projektet, er beskrevet og vurderet i kapitel 27.

3.3.9. Havmiljøloven

Havmiljøloven (LBK nr 1032 af 25/06/2023) skal medvirke til at værne natur og miljø på havet, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag i respekt for menneskets livsvilkår og for bevarelsen af dyre- og plantelivet.

Loven har til formål at forebygge og begrænse forurening og anden påvirkning af natur og miljø, herunder særligt havmiljøet, fra aktiviteter, der kan

1. bringe menneskets sundhed i fare,
2. skade natur- og kulturværdier på og i havet, herunder havbunden,
3. være til gene for den retmæssige udnyttelse af havet eller
4. forringe rekreative værdier eller aktiviteter.

Havmiljøloven regulerer blandt andet spild/udtømmning af olie, flydende stoffer transporteret i bulk, spildevand, affald og dumpning af materialer og stoffer mv. Den del af Thor Havvindmøllepark, der foregår på havet, er omfattet af havmiljølovens bestemmelser.

3.3.10. Museumsloven

Museumsloven (LBK nr 358 af 08/04/2014) sikrer, at væsentlige elementer af kulturarven og naturarven bevares for eftertiden. Alle fortidsminder på land og på havet er omfattet af museumslovens bestemmelser. Ethvert jordarbejde skal derfor ske under hensyntagen til museumslovens bestemmelser. Dette gælder såvel på tørt land som under vand.

Overalt på det danske søterritorium er der mulighed for at finde fortidsminder og skibsvrag. Under sidste istid var der store sletter i det område, hvor der nu er hav, hvor stenalderfolket havde jagt-områder og bopladser. Det

gælder generelt, at alle kulturlevn og skibsvrag på den danske havbund, der er ældre end 100 år, umiddelbart er omfattet af beskyttelse.

På søterritoriet skal alle fund af fortidsminder anmeldes til Slots- og Kulturstyrelsen. I henhold til museumslovens § 28 (LBK nr 358 af 08/04/2014) omfatter dette også vrag af skibe, skibsladninger og dele fra skibsvrag, der må antages at være gået tabt for mere end 100 år siden, i vandløb, søer, i territorialfarvandet eller på kontinentalsoklen, dog ikke ud over 24 sømil fra de basislinjer, hvorfra bredden af det ydre territorialfarvand måles.

Fortidsminder, der ligger udenfor dette ansvarsområde, er ikke omfattet af museumslovgivningen, hvorfor der ikke kan stilles vilkår om beskyttelsen, men udelukkende udformes anbefalinger.

Strandings Museum St. George, som er en del af De Kulturhistoriske Museer i Holstebro, er det arkæologisk ansvarlige museum for den marine del af projektområdet for Thor Havvindmøllepark, og museet har udført en arkivalsk kontrol af projektområdet. De marinarkæologiske forhold i og i nærheden af projektområdet på havet er beskrevet og vurderet i kapitel 8.

3.3.11. Kabelbekendtgørelsen

Kabler og rørledninger i danske farvande får automatisk pålagt en 200 meter bred beskyttelseszone langs med og på begge sider af kablet jf. kabelbekendtgørelsen (BEK nr 939 af 27/11/1992). Kabelbekendtgørelsen gælder også for havvindmølleparkens interne kabler, som vil udgøre et kabelfelt. Beskyttelseszonen vil her typisk være udlagt som en afgrænsning omkring vindmøllefeltet med en afstand på 200 m til møller i vindmøllefeltets periferi.

Inden for restriktionsområdet er der blandt andet forbud mod opankring, sandsugning og brug af bundslæbende redskaber (eksempelvis fiskeri med bundtrawl). Af kabelbekendtgørelsens § 1, stk. 2 fremgår det desuden, at hvis der skal anbringes pæle i havbunden i beskyttelseszonen rundt om et søkabel, skal der forhandles med kabel- eller rørledningsejeren eller dennes stedlige repræsentant om pælernes anbringelse (BEK nr 939 af 27/11/1992).

Beskyttelseszonen oprettes, når anlægsarbejdet annonceres i Efterretninger for Søfarende, og den bliver gjort permanent efter anlægsarbejdets afslutning, når søkablerne fra havvindmølleparken og frem til land indtegnes i gældende søkort.

3.3.12. Lov om sikkerhed til søs

Sejladssikkerheden i danske farvande er Søfartsstyrelsens ansvar i henhold til lov om sikkerhed til søs (LBK nr 221 af 11/02/2022). Loven sætter rammer for, hvordan sikkerheden til søs sikres. De nærmere bestemmelser i forbindelse med entreprenøropgaver på havet er desuden beskrevet i bekendtgørelse om sejladssikkerhed ved entreprenørarbejder og andre aktiviteter mv. i danske farvande (BEK nr 1351 af 29/11/2013).

På baggrund af ovenstående lovgivning stiller Søfartsstyrelsen blandt andet krav til afmærkning af projektområdet i anlægsfasen, anvendelse af afviserfartøjer m.m. Det er desuden denne lovgivning, der foreskriver, når der skal foretages sejladssikkerhedsmæssige vurderinger og stilles krav om risikoreducerende tiltag i forhold til sejladssikkerhed.

Søfartsstyrelsens godkendelsesprocedure vil ske på baggrund af en ansøgning for det konkrete projekt.

Forhold vedrørende sejladssikkerhed er beskrevet og vurderet i kapitel 18.

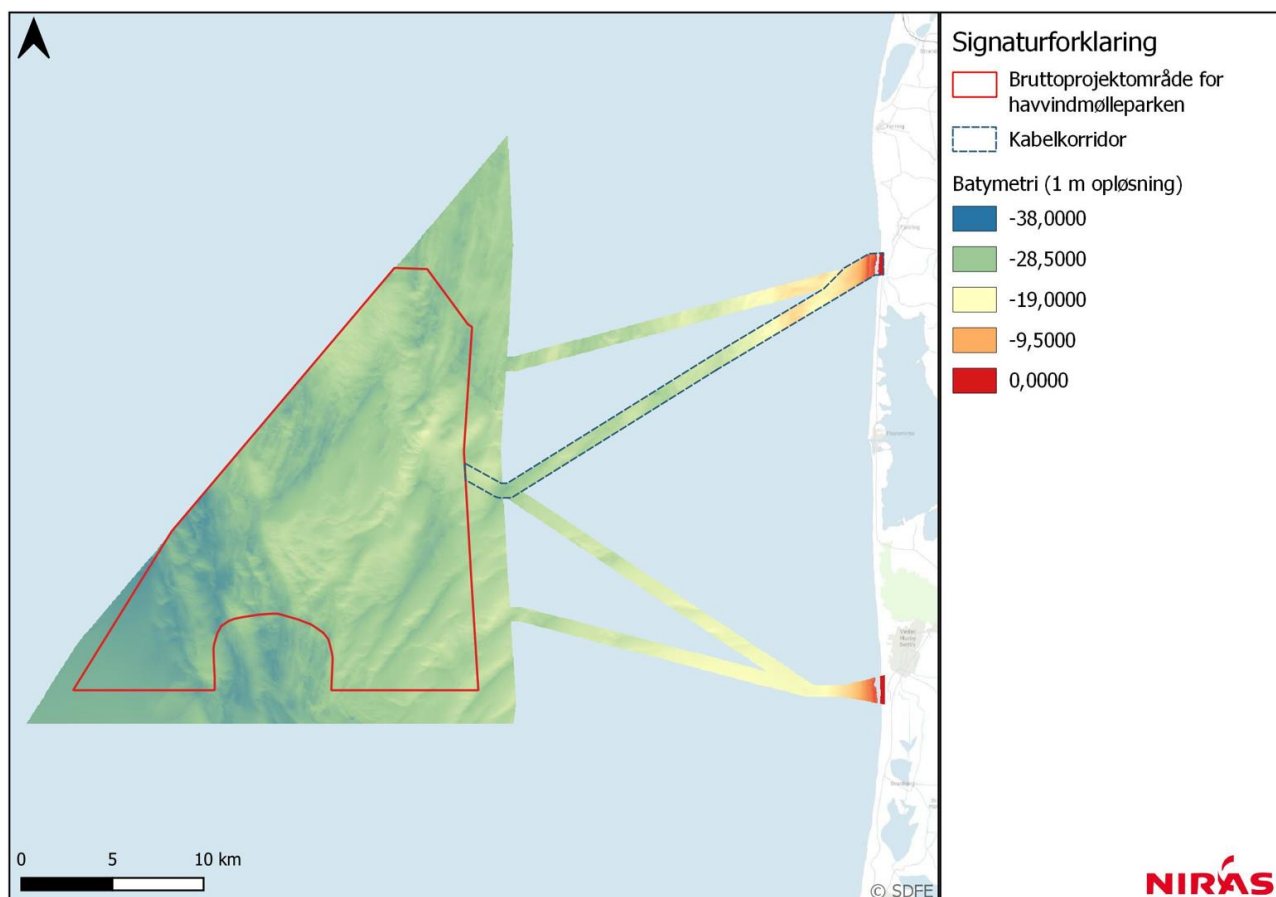
4. Anlægsbeskrivelse

I dette kapitel beskrives det tekniske anlæg på havet samt de installationsmetoder, der skal anvendes til opførelse af Thor Havvindmøllepark. Desuden beskrives aktiviteter i driftsfasen samt demontering af anlægget på et overordnet niveau. For uddybning henvises til den tekniske projektbeskrivelse (**bilag 2**), der er udarbejdet på baggrund af Thor Wind Farm I/S' oplysninger om projektet.

4.1. Beliggenhed

Projektområdet for Thor Havvindmøllepark er beliggende i Nordsøen ca. 22 km ud fra Nisum Fjord ved Thorsminde. Projektområdet for havvindmølleparken må maksimalt dække et areal på 220 km² (Energistyrelsen, 2021).

Vanddybden i området, hvor havvindmølleparken skal etableres, varierer fra ca. 20,5 m til 32 m, mens dybden i kabelkorridoren varierer fra 1,8 m ved kysten til over 30 m ved projektområdet for havvindmølleparken (Figur 4.1). Havbunden i havvindmølleparken består primært af sand, områder med grus, groft sand og sten samt mindre områder med ler og stenrev (MMT, 2020a). Havbunden i kabelkorridoren primært består af sand, sten og blandet substrat (MMT, 2020b).



Figur 4.1: Havbundsdybder indenfor bruttoprojektområdet og kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark.

Den dominerende vindretning i området, hvor Thor Havvindmøllepark skal etableres, er fra vest og nordvest, med en gennemsnitsvind på henholdsvis 9 m/s og 10,5 m/s målt 10 m og 100 m over havoverfladen (DHI, 2020). Den

dominerende strømretning er nordgående i området for havvindmølleparken og sydgående nær kysten, og den gennemsnitlige vandstrømhastighed i projektområdet er ca. 0,1 m/s (DHI, 2020).

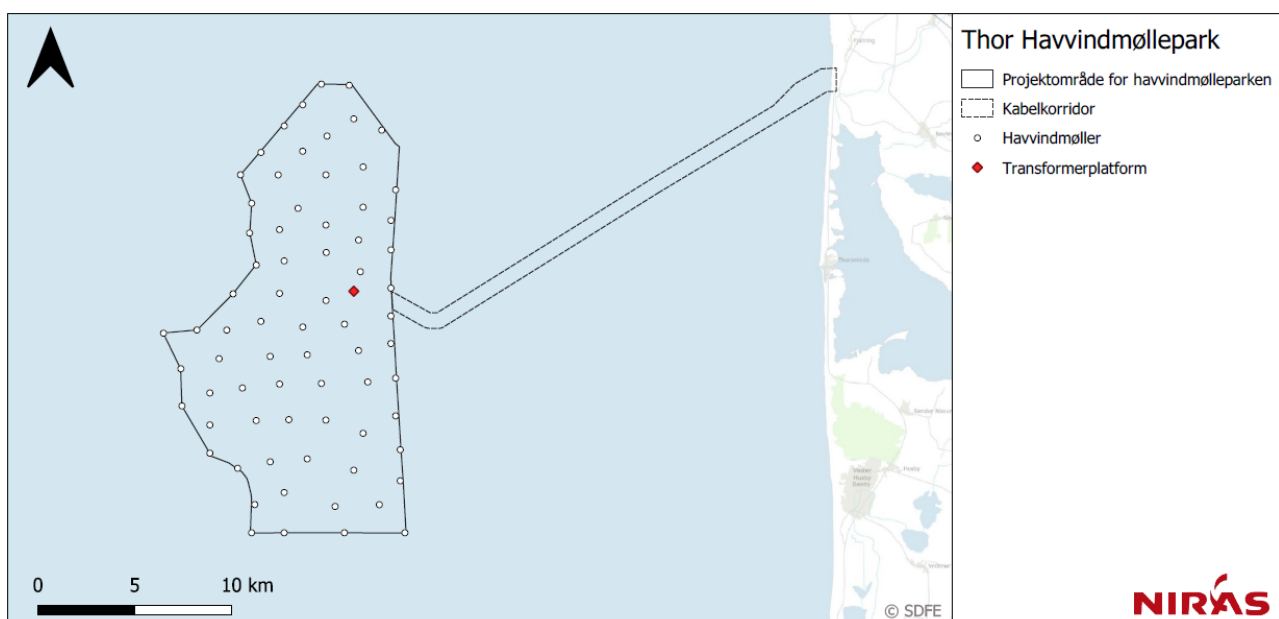
4.2. Projektets omfang

Projektet består på havet af 72 havvindmøller, der monteres på monopælsfundamenter, samt en transformerplatform, inter-array kabler (internt ledningsnet), der forbinder møllerne, og to ilandføringskabler, der fører den producerede strøm i land. Hver enkelt vindmølle vil være på 14 MW, og Thor Havvindmøllepark vil få en installeret nominal effekt på ca. 1.000 MW.

Arealet af havvindmølleparken må maksimalt fylde 220 km², og placeringen af havvindmøllerne dækker et areal på knap 200 km². Dette område benævnes projektområdet for havvindmølleparken og er vist på Figur 4.2.

Projektområdet dækker alle møllepositioner, men de yderste inter-array kabler i den vestlige del af parken kan dog etableres lige udenfor den viste afgrænsning. Opstillingsmønster for de 72 vindmøller, placering af transformerplatformen og kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark fremgår ligeledes af Figur 4.2.

Koordinaterne for de 72 møllepositioner fremgår som bilag i den tekniske projektbeskrivelse, der udgør **bilag 2** til denne miljøkonsekvensrapport.



Figur 4.2: Oversigt over projektområdet for Thor Havvindmøllepark, herunder opstillingsmønster for 72 møller, placering af en transformerplatform og kabelkorridoren til ilandføringskabler mellem havvindmølleparken og ilandføringspunktet.

4.2.1. Tidsplan

Anlæg af Thor Havvindmøllepark forventes påbegyndt i 2024, og projektet planlægges at stå klar til fuld elproduktion inden udgangen af 2027. I Tabel 4.1 angives den overordnede tidsplan for anlægsaktiviteterne.

Havvindmølleparken forventes at have en driftsperiode på 30–35 år. Efter endt brug er ejeren af havvindmølleparken forpligtet til at reetablere havområdet ved at fjerne havvindmølleparkens bestanddele.

Tabel 4.1: Overordnet tidsplan for anlæg af Thor Havvindmøllepark.

Anlæg	2024		2025				2026				Omtrentligt antal uger
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
Forberedelse af havbunden	■	■									5
Transformerplatform						■					18
Mølle fundamenter				■	■						22
Erosionsbeskyttelse						■					22
Inter-array kabler											18
llandføringskabler											22
Vindmøller							■	■	■	■	40

4.3. Beskrivelse af anlægget

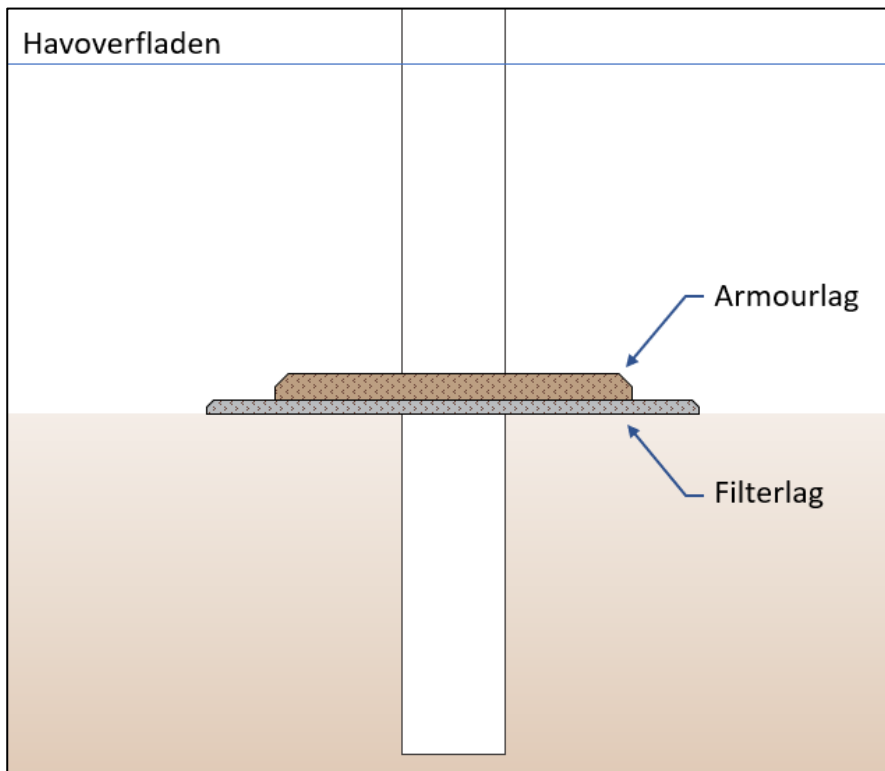
I det følgende indgår en beskrivelse af de forskellige komponenter i projektet for Thor Havvindmøllepark på søterritoriet.

4.3.1. Fundamenter

Vindmøllerne vil blive monteret på monopæle bestående af et stålrør, som rammes ned i havbunden. Hver monopæl vil have en diameter på 8–10 m og en længde på ca. 65–105 m, afhængig af de områdespecifikke forhold såsom havbundens beskaffenhed og vanddybden.

På havbunden rundt om fundamenterne vil der typisk blive etableret erosionsbeskyttelse bestående af sten, hvilket er nødvendigt for at forhindre erosion forårsaget af havstrømmen. Et eksempel på erosionsbeskyttelse til en monopæl fremgår af Figur 4.3. Erosionsbeskyttelsen vil bestå af to stenlag: et nedre 'filterlag' på ca. 0,8 m tykkelse med en diameter på ca. 45 m, og et overliggende 'armourlag', på omtrent 1–2 m tykkelse og med en diameter på ca. 36 m.

Monopælens omtrentlige dimensioner samt dimensionerne for erosionsbeskyttelse er vist i Tabel 4.2.



Figur 4.3: Illustration af opbygningen af erosionsbeskyttelse for monopæle.

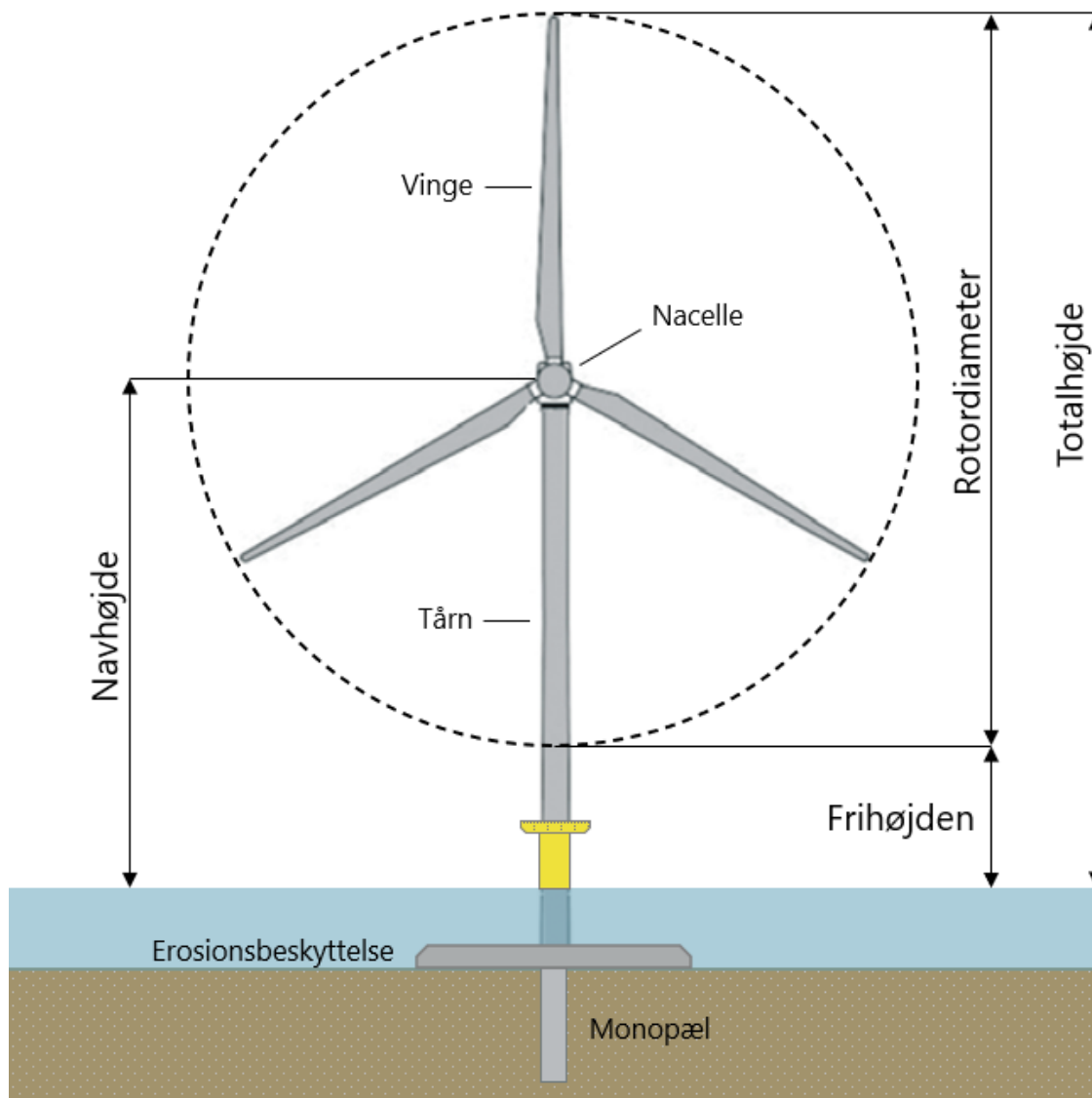
Tabel 4.2: Dimensioner for monopæle og erosionsbeskyttelse per fundament.

Monopæl	Dimensioner
Ydre diameter ved havbunden (m)	8–10
Pælelængde (m)	65–105
Nedramningsdybde i havbunden (m)	20–50
Aftryk areal pr. monopæl (m ²)	50–78,5
Erosionsbeskyttelse	
Aftryk areal pr. fundament (m ²)	1.550
Volumen pr. fundament (m ³)	2.210–3.180

For at forhindre korrosion vil monopælene blive behandlet med en beskyttende maling. Derudover vil monopælene også få katodisk beskyttelse af Imponeret Current Anoder (ICCP). For en mere detaljeret beskrivelse af korrosionsbeskyttelse henvises til den tekniske projektbeskrivelse for Thor Havvindmøllepark (bilag 2).

4.3.2. Vindmøller

De enkelte vindmøller vil have en effekt på 14 MW (med mulighed for boost) og vil bestå af et tårn, en nacelle, hvori maskinhuset er placeret, og tre vinger monteret på nacellen (se Figur 4.4). Maskindelen omfatter typisk en generator, som omdanner vindens bevægelsesenergi til mekanisk rotation, samt bremsere.



Figur 4.4: Principl illustration af en havvindmølle. På figurerne er desuden illustreret nogle af de betegnelser, der anvendes i forbindelse med vindmøllen.

Vindmøllerne vil have en totalhøjde på 266 m og en rotordiameter på 236 m, og nacellen vil have en højde (navhøjde) på 148 m over havoverfladen. På baggrund af rotordiameteren og navhøjden vil afstanden mellem havoverfladen og nederste vingespids (frihøjden) være 30 m i forhold til det højeste astronomiske tidevand (HAT). Dimensionerne er ligeledes angivet i Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Dimensioner for en vindmølle på 14 MW.

Dimensioner	14 MW mølle
Rotordiameter (m)	236
Totalhøjde (m)	266
Navhøjde over havoverfladen* (m)	148
Nacelle dimensioner (LxBxH) (m)	22x11x12 – 29x12x12

* Målt fra middelvandstanden

Farven på alle mølletårne, naceller og vinger vil være lys grå (RAL 7035), dog vil mølletårnene (herunder den del af fundamentene der rager op over havoverfladen) være gule fra havoverfladen og op til en højde på mindst 15 m.

4.3.3. Transformertplatform

Den strøm, der genereres i en vindmølle, kommer ud med en spænding på 66 kV. Den skal transformeres op til en højere spænding (275 kV), før den føres i land via ilandføringskabler. Det vil ske via en ny transformertplatform på havet, hvor det interne ledningsnet også samles.

Transformertplatformen vil blive placeret på et jacket-fundament, og vil bestå af højspændingsudstyr (transformere, switchgear), et nødstrømsanlæg, et kontrolrum samt navigationsudstyr (kommunikationsantennener m.m.). Transformertplatformen vil drives som en ubemandet platform, men den vil være i stand til at rumme et arbejds hold på 4-6 personer. Transformertplatformen vil derfor være udstyret med en heli-hoist platform til afsætning af helikopterpassagerer, to bådlandinger og flere adgangspunkter til bevægelseskompen serede landgangsbroer.

Anlægget forventes at have en længde på 45 m, en bredde på 40 m og en højde på 60 m over havoverfladen. Desuden forventes det, at afstanden mellem havoverfladen og platformens nederste niveau vil være 35 m. Dimensionerne for transformertplatformen fremgår af Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Dimensioner for transformertplatformen.

Transformertplatformen	Dimensioner
Platformlængde (m)	45
Platformbredde (m)	40
Totalhøjde (m) over havoverfladen*	60
Afstand mellem havoverfladen* og platformens nederste niveau (m)	35

* Målt fra middelvandstanden.

Jacket-fundamentet vil bestå af en firbenet stålkonstruktion fastgjort på havbunden med pæle. Hver pæl vil have en diameter på ca. 2,5 m og en længde på ca. 85 m, og hvert ben vil have et aftryk på ca. 72 m². Dimensionerne for jacket-fundamentet til transformertplatformen fremgår af Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Dimensioner for jacket-fundamentet samt pæle til transformertplatformen.

Jacket fundament	Dimensioner
Ydre diameter af pæle ved havbunden (m)	2,5
Antal pæle	4
Pælelængde (m)	85
Nedramningsdybde i havbunden (m)	60
Totalt arealinddragelse (4x ben) (m ²)	288

4.3.4. Inter-array kabler

Møllerne vil blive forbundet med olie-frie inter-array kabler, der fører den producerede strøm fra de enkelte møller til transformertplatformen. Kablerne vil som udgangspunkt bestå af tre aluminiumsledere med et tværsnit på 240-

1.000 mm², stålarmering, isolering og en yderkappe af polyethylen. Kablerne vil have et spændingsniveau på op til 66 kV, og de forventes at have en diameter på 120–195 mm og en vægt på 20–50 kg/m.

Inter-array kablerne forventes at blive installeret i en dybde på op til 1,5 m under stabil havbund, og planlægges at have en samlet omtrentlig længde på 205 km. Størrelsen på inter-array kablerne afhænger af kapacitetskravet til den enkelte kabelstreng, og kabelstrengene nær transformerplatformen vil derfor være større end kabelstrengene længere væk fra platformen, således at 60 km består af 1.000 mm² kabel, 125 km af 500 mm² kabel og 20 km af 240 mm² kabel.

4.3.5. Ilandføringskabler

To 30 km lange kabler vil føre den producerede strøm fra transformerplatformen ind til land. Kablerne vil som udgangspunkt bestå af tre aluminiums- eller kobberledere med et tværsnit på 1.900–2.500 mm², stålarmering, isolering og en yderkappe af polyethylen. Kablerne have et spændingsniveau på op til 275 kV, og kablerne forventes at have en diameter på 282–305 mm og en vægt på 100–183 kg/m. Ilandføringskablerne forventes at blive installeret i en dybde på op til 1,5 m under stabil havbund, og vil blive placeret inden for kabelkorridoren, der fremgår af Figur 4.2. Afstanden mellem de to ilandføringskabler vil være omkring 25–100 meter på det meste af strækningen, og aftagende ind mod land.

4.4. Anlægsfasen

I det følgende beskrives de elementer og processer, der indgår i anlægsfasen for etablering af Thor Havvindmøllepark. Beskrivelsen er på et overordnet niveau. For uddybning henvises til den tekniske projektbeskrivelse (bilag 2).

4.4.1. Installation af fundamenter

Inden monopælene installeres, skal større sten og andre fysiske forhindringer fjernes. Sten flyttes til et nærliggende område inden for bruttoprojektområdet for havvindmølleparken med en kran med grab. Det forventes ikke, at forberedelse af havbunden i form af afgravninger vil være nødvendig.

På grund af havbundens beskaffenhed og hydrodynamiske forhold forventes erosionsbeskyttelse at være påkrævet. Erosionsbeskyttelse udlægges, inden monopælene installeres. Udlægning vil enten ske direkte på havbunden fra fartøj med en grab eller via et teleskoprør.

Monopælene forventes transporteret med pram til havvindmølleparken fra fremstillingshavnen eller en anden udskibningshavn. Herfra vil installationen af monopælene foregå fra et eller flere jack-up eller semi-jackup fartøjer udstyret med 1–2 kraner og rammeudstyr. Monopælene installeres ved nedramning i havbunden ved hjælp af en hydraulisk hammer. Hvis havbundsforholdene gør det vanskeligt at banke monopælen ned (f.eks. på grund af dybereliggende lag af groft grus og sten), kan det være nødvendigt at benytte et bor, men dette forventes ikke at forekomme for Thor Havvindmøllepark. Det forventes, at én monopæl vil blive installeret per dag, dog kan der være forhold under anlægsarbejdet, som nødvendiggør installation af to monopæle per dag, hvor installationen af den ene pæl vil påbegynde, så snart installationen af den anden er afsluttet.

Nedramningen af monopælene udføres med en soft start-procedure, hvor hammerslagets styrke øges langsomt. Soft start-proceduren anvendes, da nedramning ikke kan påbegyndes med fuld hammerkraft. Proceduren varierer afhængigt af position, størrelsen af monopælene, hammerstyrke samt det forventede antal hammerslag og hammerslagsfrekvensen. Installationen af monopælene vil blive udført i overensstemmelse med Energistyrelsens retningslinjer for undervandsstøj (Energistyrelsen, 2022c).

Specifikationer for det forventede nedramningsscenario for installation af monopæle er vist i Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Forventet nedramningsscenarie for installation af monopæl. Specifikationerne er dog afhængige af havbundsforholdene.

Nedramningsscenarie	Specifikationer
Kraft pr. nedramning (kJ)	6.000
Forventet antal hammerslag (per monopæl)	5.000–20.000
Hammerslagsfrekvens – fuld kraft (slag pr. minut)	30–70

Afhængig af den præcise installationsmetode kan der være behov for slæbebåde og mindre støttefartøjer til udstyr og personale. Efterfølgende monteres platform, davidkran, bådlanding m.m. på fundamenterne med en kran fra enten installationsskibet eller et separat skib.

4.4.2. Installation af vindmøller

Vindmøllekomponenterne fragtes til Esbjerg Havn, hvor de formonteres. Derefter transporteres de samlede komponenter såsom tårn og nacelle til havvindmølleparken på et jack-up installationsfartøj. Installationen af vindmøllerne vil ske ved brug af et eller flere jack-up fartøjer udstyret med kraner.

Jack-up fartøjer har fire ben, som kan sænkes ned på - og i - havbunden. Jack-up fartøjet bruger benene til at løfte skroget ud af vandet og skabe en stabil arbejdsplatform. Bunden af hvert ben vil dække et areal på ca. 360–560 m², og afhængigt af havbundens egenskaber kan benene trænge 5 til 25 m ned i havbunden. Hullerne fra fartøjets ben vil naturligt over tid igen fyldes op med sediment. Efter jack-up fartøjet er positioneret, rejses de enkelte komponenter ved brug af kraner, hvorefter de vil blive fastgjort til fundamenterne på havbunden. Efter endt installation skal vindmøllerne testes og tilsluttes det interne ledningsnet. Afhængigt af den præcise installationsmetode, kan der være behov for slæbebåde og mindre støttefartøjer til udstyr og personale.

4.4.3. Installation af transformerplatform

Inden transformerplatformen installeres, skal større sten og andre fysiske forhindringer fjernes. Sten flyttes til et nærliggende område inden for projektområdet for havvindmølleparken med en kran med grab.

Transformerplatformens firbenede jacket-fundament installeres først og transporteres til havvindmølleparken på en Pram, hvor det vil blive løftet af prammen og sat ned på havbunden ved brug af et heavy lift-fartøj. Jacket-fundamentet fastgøres ved brug af fire pæle, som rammes ned i havbunden. Installationen af pælene vil blive udført i overensstemmelse med Energistyrelsens retningslinjer for undervandsstøj (Energistyrelsen, 2022c). Specifikationer for det forventede nedramningsscenarie for installation af jacket-fundamentet fremgår af Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Forventet nedramningsscenarie for installation af jacket-fundamentet til transformerplatformen. Specifikationerne er dog afhængige af havbundsforholdene.

Nedramningsscenarie	Specifikationer
Kraft pr. nedramning (kJ)	800-1.200
Forventet antal hammerslag (per monopæl)	6.800
Hammerslagsfrekvens – fuld kraft (slag pr. minut)	60

Først når fundamentet er installeret, vil selve transformerplatformen kunne installeres. Transformerplatformen transporteres til havvindmølleparken på en Pram, hvor et heavy lift-fartøj står klar til at løfte platformen på plads. Efter montering fastgøres transformerplatformen til jacket-fundamentet med injektionsmørtel, som er et cementbaseret materiale. Afhængig af den præcise installationsmetode for montering og fastgørelse af transformerplatformen, kan der være behov for slæbebåde, jack-up fartøj og mindre støttefartøjer til udstyr og personale.

4.4.4. Installation af inter-array kabler

Kablerne forventes leveret til havvindmølleparken direkte fra kabelfabrikken på et kabellægningsfartøj. Thorsminde Havn er planlagt til brug for støttefartøjer til personale. Anlæg af inter-array kabler består af forberedelse af havbunden og installation af kabler.

Forberedelse af havbunden

Inden kablerne lægges ud skal kabelruten forberedes. Det forventes, at der skal udføres forberedende aktiviteter bestående af et "pre-lay grapnel run" (som fjerner affald fra kabelruten), og flytning af sten. Sten flyttes til et nærliggende område inden for bruttoprojektområdet for havvindmølleparken med en kran med grab.

Installation af kabler

Kablerne udlægges direkte på havbunden fra kabelkarrusellen fra kabellægningsfartøjet. Inter-array kablerne vil derefter blive nedspulet eller nedgravet i havbunden for at beskytte dem mod eksempelvis fiskegrej og drivende ankre. Det forventes, at kablerne vil blive installeret i en dybde på op til 1,5 m under stabil havbund, afhængig af bundforholdene i havvindmølleparken. Bredden af havbunden, der påvirkes af nedspuling eller nedgravning, afhænger af havbundsforholdene og er ca. 1 m i hårbundssubstrater og ca. 2 m i blødbundssubstrater. Afhængig af den præcise installationsmetode kan der være behov for støttefartøjer til udstyr og personale.

Det forventes, at kablerne skal installeres ved hjælp af et mass flow udgravningsværktøj nær transformert platformen i en afstand ud til 75 m fra platformen. Tættere på platformen bliver kablerne stabiliseret ved udlægning af sten. Mass flow udgravning laver en trykvandssøjle, som fortrænger sediment på havbunden og skaber en rende, hvori inter-array kablerne kan sænkes. Mass flow udgravning forventes at danne en op til 8,5 m bred rende.

Det kan blive nødvendigt at dække kablerne med sten eller betonmadrasser, hvis havbundsforholdene ikke gør det muligt at nedspule dem i den ønskede dybde. Det kan også være nødvendigt at beskytte kabler i nærheden af møllefundamenterne eller transformert platformen. Længden af kabel, hvor beskyttelse med enten sten eller betonmadrasser kan være en nødvendighed, forventes ikke at overstige 20 % af den samlede inter-array kabellængde. Beskyttelsen med sten eller betonmadrasser forventes at have en gennemsnitlig bredde på ca. 2 meter, og forventes at blive installeret ved brug af et stenplaceringsfartøj.

Det samlede areal af forstyrret havbund forbundet med installation af inter-array kablerne er ca. 343.200 m², mens at den maksimale permanente arealinddragelse som følge af kabelbeskyttelse vil være ca. 82.000 m² (se Tabel 4.9).

4.4.5. Installation af ilandføringskabler

Ilandføringskabler forventes leveret til havvindmølleparken direkte fra kabelfabrikken på kabellægningsfartøjet. Thorsminde Havn er planlagt til brug for støttefartøjer til personale. Installation af ilandføringskabler består af forberedelse af havbunden og nedgravning af kablerne, og vil følge ét af to mulige scenarier.

Scenarie 1: Installation efter afgravning af det mobile sandlag eller;

Scenarie 2: Installation uden afgravning af det mobile sandlag.

Sedimentet i kabelkorridoren består primært af sand, sten og blandet substrat (MMT, 2020b), og havbunden er præget af større sandbølger, hvilket indikerer meget mobile sedimenter (DHI, 2020). Tilstedeværelsen og karakteren af et eventuelt mobilt sandlag i kabelkorridoren afhænger derfor af, hvordan sandbølger migrerer igennem området.

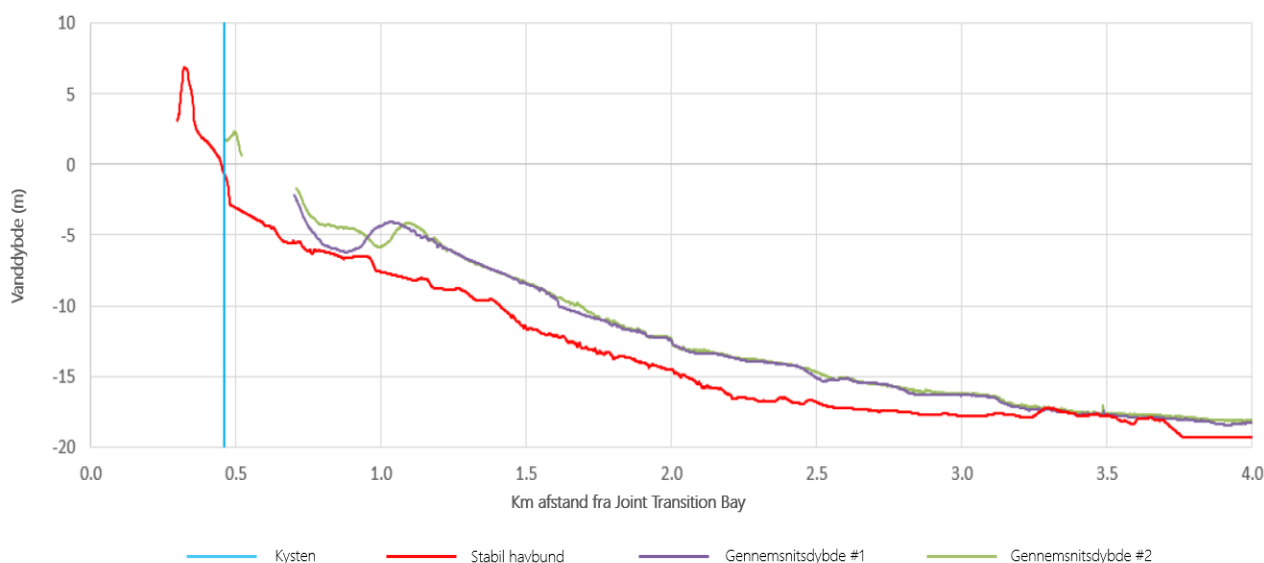
I et studie af bundmorfologien af bruttoprojektområdet og kabelkorridoren (MarineSpace Ltd, 2022a) blev der observeret migrerende sandbølger, som flytter sig i nord-nordøstlig retning med en hastighed på mindre end 10 m til 15,5 m/år. Studiet konkluderer, at de migrerende sandbølger kan resultere i havbundsændringer på 1,2 til 1,75 m over en relativt kort periode. Det valgte scenarie vil derfor afhænge af karakteren af det mobile sandlag inden for kabelkorridoren på installationstidspunktet. Dog er scenarie 2 den foretrukne metode.

4.4.5.1. Scenarie 1: Installation efter afgravning af det mobile sediment

Forberedelse af havbunden

Inden kablerne lægges ud, skal kabelruten forberedes. I dette scenarie forventes det, at der skal udføres forberedende aktiviteter bestående af et "pre-lay grapnel run" (som fjerner affald fra kabelruten), flytning af sten, samt gennemgravning af sediment i det kystnære område af kabelkorridoren.

Sten flyttes til et nærliggende område inden for kabelkorridoren med en kran med grab. I det kystnære område af kabelkorridoren, fra stranden og ud til en afstand på ca. 3 km, er havbunden præget af et lag af mobilt sand på op til 2–3 meters tykkelse. For at skabe en overflade, der er bred nok til, at forskelligt kabelnedgravningsudstyr kan operere i området, og for at kablerne kan installeres i stabil havbund, skal det mobile sandlag forventelig fjernes ved hjælp af en backhoe dredger (gravemaskine) og en sandsuger. Havbundsforholdene inden for de første 3 km af kabelkorridoren er vist på Figur 4.5.



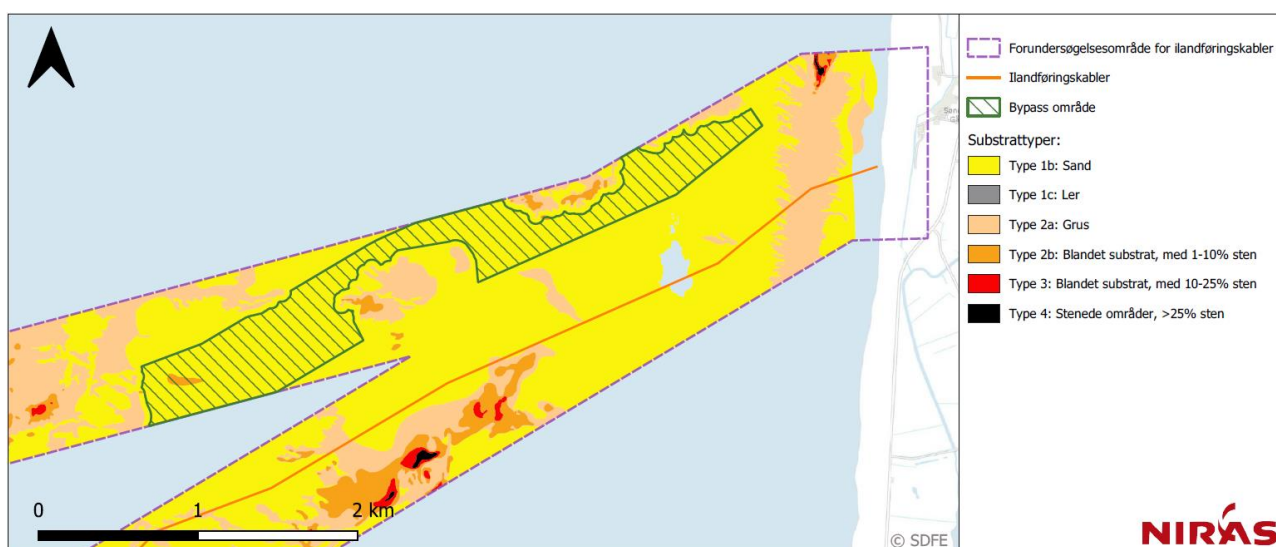
Figur 4.5: Havbundsforholdene inden for det kystnære område af kabelkorridoren. Tværsnittet viser stabil havbund (rød linje) samt toppen af det mobile sand på to forskellige tidspunkter (grøn og lilla linjer), hvilket er baseret på to geofysiske forundersøgelser. Kysten er markeret med den blå linje ved ca. 0,46 km punktet.

Det forventes, at en backhoe dredger skal bruges til afgravningen af mobilt sand fra kabelruten, fra strandkanten (defineret som kystlinjen ved højeste daglige vandstand) og ud til en afstand på ca. 550 m fra kysten. Sandet vil blive placeret ved siden af de respektive kabelføringer, så de udgravede render fyldes op igen på grund af sedimentbevægelser i det mobile sandlag, når kablerne er lagt.

Fra ca. 550–2.850 m fra kysten vil afgravning af det mobile sandlag ske ved brug af en sandsuger, som suger en blanding af sand og vand op igennem et rør, hvorefter vandet sorteres fra. Det opsugede sand vil blive placeret på

havbunden ca. 500–1.000 m nord for kabelruten i et bypass-område med sandbund indenfor forundersøgelsesområdet for ilandføringskablerne (Figur 4.6).

På grund af sedimentbevægelser i det mobile sandlag og den overordnede sydgående strømretning ved kysten vil puljen af mobilt sediment i området ikke ændres ved denne operation. Renderne i det mobile sandlag på kabelruten forventes at blive naturligt udjævnet og tilbagefyldt efter kabelinstallationen. Dette forventes at ske på grund af de store sedimentbevægelser i det mobile sandlag, som er dokumenteret i studier af havbundens mobilitet (MarineSpace Ltd, 2022a; MarineSpace Ltd, 2022b). Kabelkorridoren vil blive undersøgt efter anlægsarbejdets afslutning for at sikre, at den naturlige udjævning er forekommet. Hvis den naturlige udjævning af renderne ved kabelruten ikke er sket, vil det afgravede sediment blive sandsuget og brugt til at reetablere kabelkorridoren over de nedgravede kabler.



Figur 4.6: Det udpegede bypass-område, hvor det afgravede sand planlægges at blive placeret. Bypass-området ligger inden for forundersøgelsesområdet for ilandføringskabler og er præget af sandbund. En mulig rute for ilandføringskabler er vist på figuren.

De mængder af sediment, der forventes at blive fjernet under forberedelse af havbunden, afhænger af bredden af det forskellige nedgravningsudstyr, som varierer fra 6,5-22,5 m. I Tabel 4.8 angives de omtrentlige mængder af sediment, der forventes at blive fjernet under forberedelse af havbunden til ilandføringskabler.

Det samlede areal af forstyrret havbund i forbindelse med forberedelser af havbunden vil være ca. 200.000 m².

Tabel 4.8: Omtrentlige mængder af udgravet sediment under havbundsforberedelse for to ilandføringskabler.

Afstand (m)	Udstyre	Påkrævet bredde (m)	Sedimentmængde (m ³)
Ca. 0–550	Backhoe dredger	22,5	Op til 40.000
Ca. 550–2.850	Sandsuger	Op til 22,5	Op til 300.000

Installation af kabler

Ilandføringskablerne placeres på et kabellægningsfartøj, hvor de udlægges direkte på havbunden fra kabelkarrusellen. Derefter vil kablerne blive installeret i havbunden for at beskytte dem mod eksempelvis fiskegrej og drivende ankre.

Kablerne forventes at blive installeret i en dybde på op til 1,5 m under stabil havbund, afhængig af bundforholdene i havvindmølleparken. Installation vil ske via en kombination af nedspuling, nedgravning og mass flow udgravning, og hvert kabel vil blive nedgravet i separate forløb.

I det kystnære område fra stranden og ud til en afstand på ca. 730 m vil kablerne blive nedspulet. Bredden af havbunden, der påvirkes af nedspuling, afhænger af havbundsforholdene og er ca. 1 m i hårbundssubstrater og ca. 2 m i blødbundssubstrater. På grund af vanddybden i området ca. 730–1.150 m fra kysten forventes mass flow udgravning også at være nødvendig. Mass flow udgravning vil forme en rende omkring 8,5 m bred og 1,5 m dyb, og skal også eventuelt bruges til at installere kablerne fra transformatorplatformen og ud til en afstand på 75 m.

Den resterende længde af ilandføringskablerne ca. 1.150–28.500 m fra kysten installeres afhængig af havbundsforholdene enten via nedspuling eller med et "cutter-head", som løsner sedimentet lige under kablet. Ved begge metoder løsnes sedimentet kun så meget, at kablet kan synke ned gennem sedimentet, hvorefter sedimentet igen fælder ud oven på kablet. Afhængig af den præcise installationsmetode kan der være behov for støttefartøjer til udstyr og personale.

Arealet af forstyrret havbund i forbindelse med installation af ilandføringskablerne vil være ca. 106.000 m². Derfor vil det totale areal af forstyrret havbund i forbindelse med scenarie 1 være ca. 306.000 m².

4.4.5.2. Scenarie 2: Installation uden afgravning af det mobile sediment

Forberedelse af havbunden

Afhængigt af havbundens præcise egenskaber kan det være muligt at installere ilandføringskablerne i det kystnære område af kabelkorridoren uden afgravning af det mobile sandlag, dvs. uden brug af en backhoe dredger (grave-maskine) eller en sandsuger til afgravning af sediment. I så fald vil forberedelse af havbunden i dette scenarie bestå af et "pre-lay grapnel run" (som fjerner affald fra kabelruten) samt flytning af sten. Sten flyttes til et nærliggende område inden for kabelkorridoren med en kran med grab.

Installation af kabler

I dette scenarie vil ilandføringskablerne blive installeret via en kombination af nedspuling, nedgravning og mass flow udgravning i en dybde på 1,5–3,0 m på hele strækningen. I det kystnære område fra stranden og ud til en afstand på ca. 740 m vil kablerne blive nedspulet i en dybde op til 3,0 m. Fra en afstand på ca. 740–1.240 m fra kysten vil kablerne derefter blive installeret via mass flow udgravning i en dybde på op til 3,0 m. Mass flow vil forme en rende omkring 8,5 m bred. Den resterende længde af ilandføringskablerne ca. 1.240–28.500 m fra kysten installeres enten via nedspuling eller nedgravning: fra ca. 1.240–3.040 m fra kysten installeres kablerne i en dybde på op til 2,5 m, når der nedspules, og op til 1,5 m, når der nedgraves, og ca. 3.040–28.500 m fra kysten installeres kablerne i en dybde på op til 1,5 m for begge metoder. Bredden af havbunden, der påvirkes ved nedspuling, afhænger af havbundsforholdene og er ca. 1 m i hårbundssubstrater og ca. 2 m i blødbundssubstrater.

Det samlede areal af forstyrret havbund forbundet med installation af ilandføringskablerne via scenarie 2 er ca. 102.000 m².

4.4.6. Forstyrret havbund og arealinddragelse

Anlæg af Thor Havvindmøllepark vil dels føre til arealer af forstyrret havbund (midlertidig påvirkning under anlægsfasen) og dels til permanent inddragelse af havbund i projektområdet.

Havbundsforstyrrelser vil forekomme ved nedgravning af søkablerne og ved placering af benene fra jack-up fartøjerne, der anvendes til opstilling af vindmøllerne, mens permanent arealinddragelse vil ske ved installation af monopælsfundamenterne og erosionsbeskyttelse samt installation af det firbenede jacket-fundament til transformersplatformen. Da havbunden i området for Thor Havvindmøllepark overvejende består af sandbund vil installationen af fundamenter og erosionsbeskyttelse også medføre permanente habitatændringer, da den bløde sandbund erstattes af hårdt substrat. Flytning af sten vil også føre til en permanent ændring i havbunden, da ca. 300 sten med en diameter på mellem 0,5–3,0 m flyttes til nærliggende områder som en del af forberedelsen til anlægsarbejdet. De omtrentlige arealer for havbundsforstyrrelser og permanent arealinddragelse af havbunden ved anlæg af Thor Havvindmøllepark er vist i Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Omtrentlig arealinddragelse i forbindelse med anlæg af Thor Havvindmøllepark.

Havbundsforstyrrelse	Areal (m ²)
Inter-array kabler	343.200
Ilandføringskabler (både forberedende arbejde og installation)	Op til 306.500
Fodaftrek fra jack-up ben	Op til 161.280
Flytning af sten	Op til 2.100
Permanent arealinddragelse	
Transformerplatform	288
Monopælsfundamenter	5.650
Erosionsbeskyttelse	111.600
Kabelbeskyttelse (maksimal arealinddragelse)	82.000

4.4.7. Materiale- og brændstofforbrug

Materialeforbruget ved produktionen af Thor Havvindmøllepark udgøres af materialeforbruget af havvindmølleparkens enkelte komponenter, dvs. monopæle, vindmøller, transformersplatform, inter-array kabler og ilandføringskabler. Materialeforbruget for hovedkomponenterne gennemgås i det følgende (se den tekniske projektbeskrivelse for en detaljeret beskrivelse af materialetyper og mængder for alle komponenter, **bilag 2**).

Monopæle består primært af stål, og det forventes at hver monopæl vil bestå af op til 1.900 t stål, mens havvindmøller hovedsageligt består af stål, jern og glasfiber, hvor hver mølle forventes at bestå af op til 900 t, 205 t og 65 t af de tre materialer henholdsvis. Grønt stål vil blive brugt til halvdelen af vindmølleletårnene (RWE, 2023).

Transformersplatformens rammekonstruktion forventes at bestå af omtrent 1.250 t stål. Derudover vil der skulle bruges jern, stål, kobber og aluminium til kabler og transformere på platformen. Transformersplatformens jacket-fundament og de tilhørende pæle vil bestå af omtrent 3.800 t stål.

Anlæg af både møller og transformersplatform vil også medføre et forbrug af olie til transformere, generatorer, møllernes hydrauliske systemer mv.

Til produktionen af både inter-array kabler og ilandføringskabler vil der primært skulle benyttes stål men også polyethylen, aluminium, kobber og bly.

Udover materialeforbrug vil anlægsfasen også medføre et forbrug af fossile brændstoffer til diverse fartøjer samt helikoptere. Det omtrentlige brændstofforbrug under anlægsfasen kan ligeledes findes i den tekniske projektbeskrivelse (bilag 2).

4.5. Driftsfasen

Igennem havvindmølleparkens levetid vil der jævnligt blive foretaget service og vedligehold på fundamenterne, møllerne, søkablerne og transformerplatformen. Drift og vedligehold vil kunne foregå 24 timer i døgnet året rundt, dog vil rutinemæssige aktiviteter blive planlagt i dagtimerne mellem kl. 06:00 og 19:00.

Den endelige plan for service og vedligehold af Thor Havvindmøllepark er endnu ikke fastlagt, men det forventes, at serviceintervallerne vil være ca. 6–12 måneder, og at forskellige fartøjer, herunder støttefartøjer til udstyr og personale, ROV undervandsfartøjer og kabelinstallationsfartøjer, vil anvendes.

Tabel 4.10 viser en oversigt over de forventede aktiviteter under service og vedligeholdelse af Thor Havvindmøllepark.

Tabel 4.10: Forventede aktiviteter under service og vedligeholdelse af Thor Havvindmøllepark samt serviceintervaller og varighed.

Aktivitet	Antal service / år	Varighed (dage)	Antal dage per år
Vedligeholdelse af monopæle			
Over havoverfladen	72	1	72
Under havoverfladen	18	5	90
Service af vindmøller			
Generator	72	2,5	180
Transformerplatformen			
Højspændingsudstyr	2	10+3	13
Struktur; sekundære systemer	2	5	10
Servicebesøg via helikopter	12	1	12
ROV kampagne	1	5	5
Undersøgelser af havbunden	1	30	30

4.5.1. Materiale- og brændstofforbrug

I forbindelse med vedligehold af havvindmølleparken kan det blive nødvendigt at udskifte sliddele, smøremidler, kølevæsker mm. Derudover vil drift af Thor Havvindmøllepark også medføre et brændstofforbrug fra forskellige fartøjer samt helikoptere. For detaljeret information om det omtrentlige materiale- og brændstofforbrug for Thor Havvindmøllepark under drift henvises til den tekniske projektbeskrivelse (bilag 2).

4.6. Demonteringsfasen

Havvindmølleparken vil være udtjent efter ca. 30-35 år, og bygherre vil være forpligtet til at genetablere den tidligere tilstand i området herunder foretage den oprensning og oprydning, som er nødvendig på området, samt at afvikle og helt bortskaffe elproduktionsanlægget.

I forhold til demontering af fundamenter kan der være mulighed for, at dele af fundamenterne efterlades i havbunden, men de tilbageblivende dele ikke må blotlægges i forbindelse med naturlige, dynamiske ændringer i sedimentet.

Der vil senest to år før udløb af havvindmølleparkens levetid blive udarbejdet en plan for, hvordan demonteringen skal forløbe. Sammen med demonteringsplanen skal bygherre indsende en detaljeret vurdering af planens eventuelle miljøkonsekvenser i overensstemmelse med de til den tid gældende miljøvurderingsregler. Demonteringen af Thor Havvindmøllepark vil derfor blive miljøvurderet inden parken afvikles.

Demonteringen antages på nuværende tidspunkt at være den samme som anlægsfasen men i modsat rækkefølge. Demontering af fundamenterne kan dog ikke foregå ved ramning, men en sandsynlig metode kunne være at fundamenterne vibreres op, hvilket vil medføre en mindre støjpåvirkning end ramning. Omfanget af demonteringsfasen er for nuværende ikke endeligt kendt, men forventes at inkludere følgende projektelementer:

- Vindmøllerne, herunder vingerne, nacellen og tårnet, fjernes helt.
- Fundamenterne fjernes helt, eller delvist til under stabil havbund.
- Transformerplatformen fjernes helt.
- Søkablerne fjernes helt.
- Erosionsbeskyttelse fjernes helt.
- Genetablering af den tidligere tilstand, herunder foretage den oprensning og oprydning, som er nødvendig på området.

Derudover forventes det, at der vil blive stillet krav om, at der skal anvendes den bedst tilgængelige teknik og den bedste miljømæssige praksis i forbindelse med fjernelse af anlægget, og at der på det konkrete demonteringstidspunkt vil blive udstedt vejledninger til fjernelse og/eller genbrug af Thor Havvindmølleparks strukturer, bestanddele og enheder. Det forventes, at:

- Alt stål, støbejern, kobber og andre metaller skrottes og genanvendes.
- Vindmøllevinger fra 40 ud af 72 havvindmøller genanvendes, mens de resterende vinger skrottes i overensstemmelse med gældende regler.
- Alle tungmetaller og giftige komponenter bortskaffes i overensstemmelse med gældende regler.

For uddybning henvises til den tekniske projektbeskrivelse (bilag 2).

4.7. Affald

Under anlægs-, drifts- og demonteringsfasen vil der forekomme affald. Den konkrete type affald og håndteringen heraf behandles nedenfor i forhold til projektets forskellige faser.

4.7.1. Anlægsfasen

I anlægsfasen vil der forekomme bygge- og anlægsaffald. Det kan f.eks. være metalstumper, brugte, kasserede bolte, tovværk, træpaller, krydsfinerplader, strips og emballage. Erfaringer fra anlægsarbejde i andre havvindmølleparker viser, at der i anlægsfasen også forventes affald fra kabelskrot. Der vil dog være tale om meget små mængder, og en stor del af kabelskrottet vil blive genanvendt.

I anlægsfasen vil der endvidere fra bemandingen af skibe, forekomme husholdningsaffald, brændbart affald og sanitært affald. Herudover vil skibene også producere olie- og kemikalieaffald.

Ifølge bygherres kontrakter med entreprenørerne skal entreprenørerne bortskaffe al ovennævnte affald i henhold til gældende lokale og internationale regler. Det er forventningen, at affaldet vil håndteres inden for EU-havne, herunder danske havne.

Inden for EU har havnene pligt til at modtage affald fra skibe, jf. Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2019/883 af 17. april 2019 om modtagefaciliteter i havne til aflevering af affald fra skibe. Herudover er affald fra skibe også reguleret internationalt i medfør af International Convention for the Prevention of Pollution of Ships (MARPOL). Denne konventionen indeholder forbud mod dumping af affald, ligesom der også er anbefalinger til sortering med henblik på indlevering i havne.

I det danske søterritorie og den danske eksklusive økonomiske zone er forbud mod dumping af affald samt håndtering af affald og spildevand fra skibe indeholdt i bekendtgørelse af lov om beskyttelse af havmiljøet (LBK nr 1032 af 25/06/2023) og bekendtgørelserne udstedt i medfør heraf. Det omfatter navnlig bekendtgørelse om udtømning af affald fra skibe og platforme (BEK nr 537 af 22/05/2017), bekendtgørelse om udtømning af kloakspildevand fra skibe og platforme uden for dansk søterritorium og Østersøområdet (BEK nr 538 af 22/05/2017) og bekendtgørelse om udtømning af olie fra skibe (BEK nr 539 af 22/05/2017). Derudover har Ballastvandkonventionen til formål at forhindre spredning af potentielt skadelige akvatiske organismer og patogener i skibes ballastvand gennem de såkaldte D1- og D2-standarder. D1-standard kræver, at skibe udskifter ballastvand i åbent hav og væk fra kystområder, mens D2-standard sætter grænser for mængden af organismer, der må udledes i ballastvand, og normalt indebærer, at der installeres et system på skibet til håndtering af ballastvand. Fra september 2024 vil D2-standard gælde for alle skibe registreret under de kontraherende parter i Ballastvandkonventionen.

For affald i anlægsfasen indleveret til danske havne vil der i medfør af bekendtgørelse om modtagefaciliteter for affald fra skibe (BEK nr 577 af 06/05/2022) skulle ske sortering på havnen, hvorefter affaldet vil indgå i den kommunale affaldshåndtering med henblik på blandt andet genanvendelse. I praksis gennemføres det ofte ved, at affaldet allerede sorteres på skibene efter de anbefalede kategorier i MARPOL og indleveres på havnen i dertil indrettede containere og beholdere, hvorefter havnen sørger for, at affaldet indgår i den kommunale affaldshåndtering.

For affald i anlægsfasen vil der være tale om affaldstyper eller mængder, som forventes at kunne indgå i den kommunale affaldshåndtering.

4.7.2. Driftsfasen

I driftsfasen kan der komme affald i forbindelse med drift og vedligehold af havvindmølleparken. Det kan omfatte affald fra olieskift (oliefiltre, spildolie mm) (se den tekniske projektbeskrivelse for en detaljeret beskrivelse af materiaforbrug i driftsfasen, **bilag 2**). Herudover vil der fremkomme affald ved udskiftning af reservedele m.m.

Endvidere vil der fra bemandingen af de skibe, som servicerer havvindmølleparken, forekomme husholdningsaffald, brændbart affald og andet sanitært affald. Herudover vil skibene også producere olie- og kemikalieaffald. Da Thor Havvindmøllepark vil blive sat i drift i 2027, vil håndteringen af ballastvand i driftsfasen blive styret af Ballastvandkonventionens D2-standard (se afsnit 4.7.1).

Driften af havvindmølleparken forventes primært at blive varetaget fra Thorsminde Havn. Mængden af affald vurderes som begrænset, og al affald i driftsfasen fra havvindmøllerne vil kunne håndteres under den kommunale affaldshåndtering, herunder også efter bekendtgørelse om modtagefaciliteter for affald fra skibe (BEK nr 577 af 06/05/2022), hvorefter affald fra skibe skal sorteres på havnen og derefter indgår i den kommunale affaldshåndtering, jf. også beskrivelsen i afsnit 4.7.1.

4.7.3. Demonteringsfasen

I demonteringsfasen vil der være affald forbundet med afvikling af selve havvindmølleparken, herunder kabler. Typen af affald og håndtering heraf er nærmere beskrevet i afsnit 4.6 under demontering.

Projektets materialer vil dermed blive skrottet og genanvendt. Det er kendt, at kabelskrot kan genanvendes, ligesom det vurderes, at andre materialer fra vindmøllerne og fundamentene vil kunne genanvendes i takt med den generelle udvikling på området.

4.8. Restriktioner i anvendelsen af området

Af hensyn til sikkerheden vil der i anlægsfasen frem til idriftsættelsen blive søgt om, at der etableres adgangsforbud for uvedkommende med en sikkerhedszone på 500 m til områder, hvor anlægsarbejde eller test af fundamenter/vindmøller er i gang.

I driftsfasen vil der som minimum gælde de begrænsninger, der følger af Søfartsstyrelsens bekendtgørelse om beskyttelse af søkabler og undersøiske rørledninger (kabelbekendtgørelsen) (BEK nr 939 af 27/11/1992), herunder krav om etablering af en sikkerhedszone på 200 m på hver side af søkablerne. Som udgangspunkt indebærer sikkerhedszonen bl.a. forbud mod opankring og anvendelse af bundslæbende fiskeredskaber.

Herudover vil der ikke være restriktioner på anvendelsen af området i forhold til sejlene, lystfiskere og sportsdykkere.

4.8.1. Afmærkning

4.8.1.1. Søafmærkning

Inden og under anlægsfasen vil havvindmølleparken blive afmærket med gule sikkerhedsbøjer. Den midlertidige afmærkning vil fra anlægsarbejdets opstart omfatte det aktuelle projektområde for havvindmølleparken samt den 500 m sikkerhedszone, beskrevet i overstående afsnit. Midlertidige sikkerhedsbøjer skal kunne ses i en afstand på mindst 2 sømil (10 candela), og afstanden mellem bøjerne må som udgangspunkt ikke overstige 2 sømil.

Vindmøllerne skal afmærkes permanent af hensyn til sejladsikkerhed. Den nederste del af tårnet males gult fra havoverfladen og op til 15 m, og vindmøllefundamenter i parkens periferi afmærkes med blinkende gule lanterner. Afstanden mellem lanterne må ikke overstige 2 sømil og alle lanterne skal blinke synkront med en effektiv lysevne på 5 sømil. Lanterne skal kunne ses fra enhver retning (360 grader).

4.8.1.2. Luftfartsafmærkning

Da møllerne bliver højere end 100 m, skal de afmærkes af hensyn til luftfarten. Lysafmærkning af vindmøller i forhold til flytrafik skal ske i henhold til regler fra Trafikstyrelsen, der fremgår af Bestemmelser om luftfartsafmærkning af vindmøller, BL 3-11 (Trafikstyrelsen, 2014a), og den tilhørende vejledning (Trafikstyrelsen, 2021).

Idet afstanden mellem vindmøllerne i perimeteren vil stå med en afstand på mellem ca. 1.500–3.000 m skal Thor Havvindmøllepark opfattes som 72 enkeltstående møller. Afmærkningen vil derfor bestå af toppunktafmærkning og tårnlys på samtlige vindmøller:

- Toppunktafmærkningen placeres på nacellens overdelt og består af to mellemintensive blinkende lys med hvide lys på 20.000 candela i dagtimerne, og røde lys på 2.000 candela i natteperioden. De to lys på nacellens overdelt placeres således, at der er uhindret synlighed fra enhver retning (360 grader) i vandret plan uanset møllevingernes position.

- Desuden afmærkes alle mølletårnene med minimum tre, faste lavintensive røde lys på 32 candela. Lysene placeres i samme niveau og fordeles jævnt på mølletårnets omkreds, så synlighed fra alle retninger sikres. Lysene placeres så tæt som muligt midt mellem toppunktsafmærkningen og havoverfladen.

Det fremgår af Bestemmelser om luftfartsafmærkning af vindmøller, BL 3-11 (Trafikstyrelsen, 2014a), at lysintensiteten for hindringslys med en lysstyrke på 2000 candela eller derover kan reguleres i forhold til den aktuelle meteorologiske sigtbarhed for at undgå unødige lysgener for naboer til havvindmølleparken. I driftsfasen vil lysintensiteten derfor blive reguleret ved brug af sigtbarhedsmålere, således at intensiteten (dag og nat) af toppunktsafmærkningen med mellemintensive lys:

- er 100 %, hvis den målte sigtbarhed er 5 km eller derunder;
- reduceres til 30 % af lysstyrken ved sigtbarhed mellem 5-10 km;
- reduceres til 10 % af lysstyrken ved sigtbarhed på mere end 10 km.

Det er den laveste sigtbarhed, som måles i projektområdet for havvindmølleparken, der benyttes som reference for hele parken. Denne regulering af lysintensitet på det mellemintensive lys er beskrevet som en mulighed i vejledningen til BL 3-11 (Trafikstyrelsen, 2021).

5. Alternativer

I dette kapitel beskrives alternativer til projektet for Thor Havvindmøllepark, der er undersøgt i forhold til design og layout af havvindmølleparken. Derudover beskrives referencescenariet på baggrund af beskrivelser af de relevante aspekter af den aktuelle miljøstatus og dennes sandsynlige udvikling, hvis projektet ikke gennemføres.

5.1. Alternativer for Thor Havvindmøllepark

I det følgende beskrives de alternativer, som bygherren (Thor Wind Farm I/S) har undersøgt i forhold til layout, opstillingsmønster, design mv. af Thor Havvindmøllepark inden for koncessionsområdet (bruttoprojektområdet på 286 km²). Eftersom Thor Wind Farm I/S er underlagt koncessionsaftalen indgået med Energistyrelsen, udgør alternative placeringer af bruttoprojektområdet ikke rimelige alternativer, og bliver derfor ikke behandlet i det følgende (se Energistyrelsens afgrænsningsudtalelse, bilag 1).

5.1.1. Fundamenter

I forbindelse med udviklingen af projektet blev forskellige typer af fundamenter undersøgt. Både jacket-fundamenter og gravitationsfundamenter blev overvejet som alternativ til de valgte monopælfundamenter. Monopæle er det optimale valg for Thor Havvindmøllepark baseret på optimering af materialeforbrug samt optimering af tidsforbrug til fabrikation og installation. Jacket-fundamenter er typisk optimale på større vanddybder, mens gravitationsfundamenter typisk bruges på projekter med lavere vanddybder. I projektet for Thor Havvindmøllepark monteres mølle-tårnet direkte på monopælene, så der anvendes ikke noget 'overgangsstykke' (transition piece), og interne platforme og den eksterne platform monteres i stedet direkte på monopælene. Dette valg er igen for at optimere materialeforbrug (stål) og minimere installationstid.

Med hensyn til installation af fundamenterne blev det undersøgt, om det ville være muligt at anvende en installationsmetode, hvor fundamenterne 'vibreres' ned i havbunden. Denne metode blev dog vurderet til at være forbundet med betydelige risici for projektet, som bl.a. omfatter risiko for, at det ikke ville være muligt at opnå den fornødne installationsdybde. En mere traditionel installationsmetode med anvendelse af en tung hammer (nedramning) blev derfor valgt. Der er samtidigt valgt et set-up til installationen af fundamenterne, hvor der anvendes et boblegardin for at minimere støjpåvirkningen af havpattedyr.

5.1.2. Transformerplatform og søkabler

I forbindelse med design af projektets elektriske infrastruktur blev det undersøgt, om der skulle anvendes en eller to transformerplatforme placeret på havet. Der ville i alle tilfælde skulle føres to højspændingskabler fra land og ud til havvindmølleparken. Anvendelse af to platforme ville betyde, at der på en del af strækningen skulle etableres to kabel ruter, at installationstiden ville forøges samt at anlægsarbejde og vedligehold vil blive vanskeligere med bl.a. øget brændstofforbrug. Der er derfor valgt et koncept, hvor der kun etableres én transformerplatform på havet. Placeringen af platformen er valgt ud fra en analyse af havbundsforholdene (god bæreevne og lav vanddybde) samt en optimering af længden og placeringen af inter-array kabel til det valgte mølletlayout.

5.1.3. Vindmøller

Under udviklingen af projektet er der udarbejdet en række forskellige scenarier, som alle er blevet analyseret med det formål at finde den optimale mølletype.

I starten af udviklingsprocessen er flere mølletyper typisk under overvejelse. Dette kan være forskellige møllefabrikanter, forskellige møllestørrelser (MW) samt forskellige konfigurationer af den samme møllestørrelse. F.eks. kan den samme mølle blive analyseret med forskellige vingelængder. I projektet for Thor Havvindmøllepark er der som

udgangspunkt analyseret møller i størrelsesorden 14-15 MW. Sent i forløbet har en af de potentielle leverandører introduceret en mølle på 22 MW. Risici kontra fordele ved denne store mølle er blevet analyseret, og da møllen stadig er i designfasen, blev det vurderet, at risiciene ved at anvende denne mølle ville være for store, da der var en betydelig risiko for, at alle møller ikke kunne færdiginstalleres inden udgangen af 2027, som er et krav i koncession-saftalen.

Hovedfokus har derfor været på 14-15 MW møller, hvor tre fabrikater blev analyseret: Vestas, Siemens Gamesa og General Electric. For to af møllerne blev der lavet analyser af forskellige rotor diametre: En konfiguration med en rotordiameter på 222 m og en konfiguration med en rotor diameter på 236 m blev undersøgt. Da møllerne havde samme størrelse, blev der ikke udarbejdet forskellige layouts for de forskellige møllefabrikater. Der blev udarbejdet et såkaldt *unified* layout, som kunne anvendes uanset hvilken mølle, der blev valgt. Det havde også den praktiske fordel, at det var muligt at foretage lokationsspecifikke havbundsundersøgelser før det endelige valg af mølle.

5.1.4. Layout

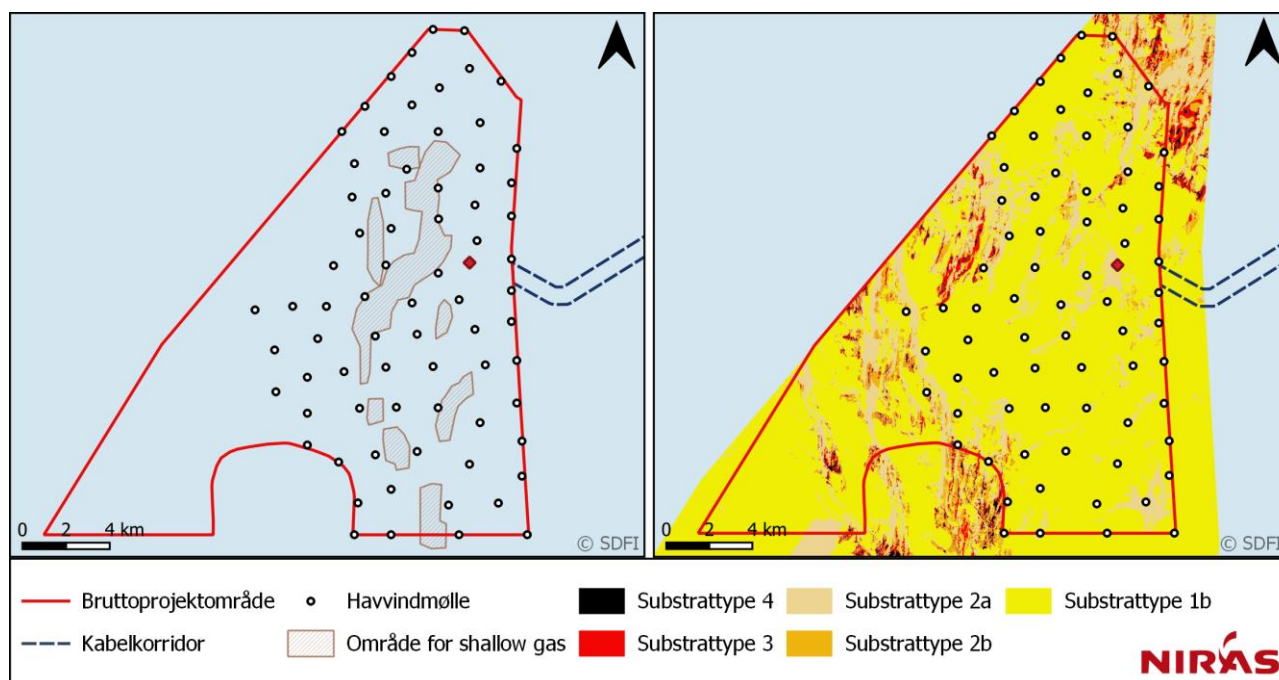
Det overordnede formål med at udvikle et layout er at optimere den årlige energi produktion inden for det brutto-projektområde, der er allokeret til havvindmølleparken, i forhold til det antal møller, som det er muligt at opstille (som for Thor Havvindmøllepark er bestemt af den maksimale kapacitet defineret i udbuddet). Denne optimering kræver, at man har en viden om den vindressource, der er til rådighed (her vindmålinger foretaget af Energistyrelsen før tilbudsafgivelse), den givne mølles produktion ved forskellige vindhastigheder (*power-curve*) og en model for hvordan skygge effekterne påvirker møllernes produktion (*wake-model*). Herudover skal man også kende de områder i parken, hvor der ikke kan placeres møller (se nedenstående). Når disse faktorer er kendt, kan man via en iterativ proces, hvor mange layout analyseres, konkludere et optimalt layout. Denne proces er typisk computerunderstøttet, og vil i nogle tilfælde omfatte analyse af mere end 1000 forskellige layouts.

Som nævnt vil der være en række forhold, som gør, at det ikke er muligt at opstille møller i alle dele af bruttoprojektområdet. Derudover kan der være områder, hvor møller godt kan opstilles, men hvor vanddybden og/eller havbundsforholdene vil kræve uforholdsmæssige store og dyre fundamenter. Derfor er der udarbejdet et kort over de ikke-tilgængelige områder – et såkaldt 'constraint map'. Dette kort blev anvendt i den ovenfor nævnte proces for udarbejdelse af layoutet.

I bruttoprojektområdet har følgende forhold fra start udelukket dele af området for mølle placeringer:

- Kendte eller formodede arkæologiske interesser og skibsvrag
- Kendte eller formodede uexploderede bomber eller miner (UXO'er)
- Områder med store forekomster af sten på havbunden (se Figur 5.1)
- Områder hvor der er mistanke om forekomst af 'shallow gas' (se Figur 5.1)

For alle disse objekter er der defineret bufferzoner, hvor der ikke vil blive installeret møller og kabler. Disse zoner er udarbejdet ud fra de forundersøgelser, som Energinet foretog inden udbuddet af Thor Havvindmøllepark. Inden anlægsarbejdet påbegyndes vil der blive foretaget yderligere havbundsundersøgelser. Formålet med disse er hovedsageligt at identificere store sten og UXO'er, som eventuelt skal fjernes inden anlægsarbejdet påbegyndes. Layoutet for vindmøllerne vil ikke blive ændret som følge af disse havbundsundersøgelser.



Figur 5.1: Venstre: Kortlagte forekomster af shallow gas i havbunden inden for bruttoprojektområdet for havvindmølleparken (oplysninger om forekomsterne er leveret af Thor Wind Farm I/S). Højre: Kortlagte substrattyper inden for forundersøgsområdet for Thor Havvindmøllepark (Rambøll & WSP, 2021), hvoraf det fremgår at møllepositionerne fortrinsvis ligger i områder med blød havbund.

Optimeringsprocessen har resulteret i en meget homogen fordeling af møllepositioner i den østlige del af bruttoprojektområdet. Det har ikke været optimalt at placere møllepositioner i den vestlige del med større vanddybder.

I nogle projekter kan det give en optimering at lave et layout, hvor hovedparten af møllerne er placeret langs kanten af det tilgængelige område. Et såkaldt 'border dense' layout, som f.eks. er anvendt til Anholdt Havmøllepark. Dette kan være optimalt i projekter hvor megawatt-intensiteten (MW/km^2) er større end det, der gælder for Thor Havvindmøllepark. Et sådant layout er derfor ikke optimalt for Thor Havvindmøllepark.

5.2. Referencescenariet

I medfør af lov om miljøvurdering af planer og programmer (LBK nr 4 af 03/01/2023) og dennes bilag skal miljøkonsekvensvurderingen også indeholde en beskrivelse af de relevante aspekter af den aktuelle miljøstatus (referencescenarie) og en kort beskrivelse af dens sandsynlige udvikling, hvis projektet ikke gennemføres, for så vidt naturlige ændringer i forhold til referencescenariet kan vurderes ved hjælp af en rimelig indsats på grundlag af tilgængeligheden af miljøoplysninger og videnskabelig viden, jf. bilag 7, pkt. 3, jf. § 20, stk. 2, nr. 6.

5.2.1. Den aktuelle miljøstatus

De relevante aspekter af den aktuelle miljøstatus (referencescenariet) er beskrevet for hvert enkelt miljøemne i de afsnit, der betegnes "Eksisterende forhold" i kapitel 6 til 27. For de fleste miljøemner er det en beskrivelse af status eller den basistilstand, der gælder for det pågældende miljøemne i dag.

For enkelte miljøemner vil miljøstatus (eksisterende forhold) dog være ændret med udgangen af 2023 og begyndelsen af 2024. Det skyldes, at Thor Havvindmøllepark skal opføres i et havområde, hvor der i løbet af 2023 og starten af 2024 vil blive opført to kystnære havvindmølleparker (Vesterhav Nord og Vesterhav Syd). Placeringen af

de to parker er vist på Figur 3.2. Udvikleren af de to kystnære parker har meddelt, at Vesterhav Syd er i fuld drift fra januar 2024, mens Vesterhav Nord bliver sat i drift i løbet af første kvartal af 2024 (Vattenfall, 2024). De to parker vil derfor enten være i drift eller under opførelse, mens miljøvurderingerne for Thor Havvindmøllepark afsluttes (primo 2024). Tilstedeværelsen af Vesterhav Nord og Vesterhav Syd er derfor at betragte som en sikker udvikling af de eksisterende forhold.

De to havvindmølleparker har især betydning for vurdering af visuelle påvirkninger, fordi der vil være udsigt til både Thor Havvindmøllepark og enten Vesterhav Syd eller Vesterhav Nord fra nogle områder på land. Derfor er Vesterhav Nord og Vesterhav Syd beskrevet som del af de eksisterende forhold i kapitel 6 Landskab og kulturmiljø. I visualiseringsrapporten (**Bilag 3**) er de to havvindmølleparker både vist på fotos af eksisterende forhold og på visualiseringerne af Thor Havvindmøllepark, hvis de vil være synlige indenfor synsvinklen i billedet.

Havvindmølleparkerne har også betydning for vurdering af sejladsrisiko, fordi nogle nuværende sejlruiter vil ændres med opførelse af de to kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd. Derfor er de eksisterende forhold modelleret med Vesterhav Nord og Vesterhav Syd og derefter er ændringer efter etablering af Thor Havvindmøllepark modelleret, se kapitel 18 om sejlads.

I Forsvarets vurdering af påvirkninger fra Thor Havvindmøllepark på deres radaranlæg indgår to planlagte nye radaranlæg, hvoraf den ene er gap-filler radaren installeret ved Vesterhav Nord. Der er således taget højde for disse nye anlæg i Forsvarets vurdering af påvirkninger fra Thor Havvindmøllepark og de to planlagte nye radaranlæg indgår i beskrivelsen af de eksisterende forhold i kapitel 20 om radar og radiokæder.

For de øvrige miljøemner vil opførelsen af Vesterhav Nord og Vesterhav Syd ikke ændre miljøstatus (eksisterende forhold) i en grad, som kræver, at ændringer fra de to havvindmølleparker indarbejdes i beskrivelsen af eksisterende forhold for at kunne vurdere påvirkninger fra Thor Havvindmøllepark.

5.2.2. Udvikling hvis projektet ikke gennemføres

I det følgende indgår en kortfattet beskrivelse af den sandsynlige udvikling, hvis projektet ikke gennemføres (tidligere kaldt 0-alternativet). Beskrivelsen omfatter en situation i foråret 2028, hvis projektet ikke realiseres. Dette tidspunkt er valgt, da Thor Havvindmøllepark forventes at være etableret og i fuld drift på dette tidspunkt.

Thor Havvindmøllepark vil bidrage til en klimavenlig elproduktion og en væsentlig positiv virkning i forhold til at reducere klimapåvirkninger. Realisering af Thor Havvindmøllepark vil derved bidrage til den danske klimalovs målsætning om 70 % reduktion af CO₂-udledning i 2030 ift. 1990. Selvom den enkelte havvindmøllepark ikke er afgørende for om det lykkes at reducere drivhusgasudledningen tilstrækkeligt til at de værste klimaforandringer undgås, så er den enkelte havvindmøllepark nødvendig, hvis Danmark skal kunne nå de nødvendige drivhusgasreduktioner i tide. Med de scenarier som den seneste rapport fra FN's Klimapanel viser for klimaforandringerne (IPCC, 2021), vurderes det, at der er stor risiko for væsentlige negative påvirkninger af klimaet i nær fremtid.

Hvis projektet ikke gennemføres, vil såvel positive som negative påvirkninger på mennesker og miljø fra Thor Havvindmøllepark udeblive. Det er vurderet, at den visuelle påvirkning på landskab og kulturmiljø og deraf afledte visuelle gener for befolkningen er væsentlig fra kysten og nærliggende områder med udsigt over havet. Hvis Thor Havvindmøllepark ikke opføres, vil visuelle gener for befolkningen og den visuelle påvirkning på landskab og kulturmiljø undgås.

Desuden undgås aktiviteter i anlægsfasen, hvis projektet ikke gennemføres, og anvendelsen af projektområdet på havet vil forblive som i dag. Påvirkninger af det fysiske og biologiske havmiljø vil dermed generelt set forblive

uændret i forhold til i dag. Det bemærkes, at der ikke er vurderet væsentlige miljøpåvirkninger for det fysiske og biologiske marine miljø ved anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark. Påvirkninger fra Thor Havvindmøllepark på andre arealinteresser i havområdet vil også undgås, så de kan forsætte uændret. Der vil således ikke være behov for yderligere afværgelse i forhold til Forsvarets radarsystemer, hvor opførelsen af Thor Havvindmøllepark vurderes at medføre en væsentlig påvirkning og kræve opstilling af op til to nye radaranlæg til udbedring af påvirkningen. Ligeledes vil erhvervsfiskeriet ikke opleve restriktioner i forhold til fiskeri i projektområdet for havvindmølleparken i driftsfasen.

6. Landskab og kulturmiljø

I nærværende kapitel vurderes omfanget af den påvirkning, som Thor Havvindmøllepark vil have på landskaber og kulturmiljøer langs med Vestkysten inden for et afgrænset undersøgelsesområde på land.

6.1. Metode og datagrundlag

En analyse af landskabets karakter, værdi og sårbarhed er afsæt for at vurdere den betydning, som karakteren og synligheden af Thor Havvindmøllepark kan have på landskab og kulturmiljøer. De fire vurderingsparametre er vist i Figur 6.1 og er beskrevet i de følgende afsnit.



Figur 6.1: Vurderingen af påvirkning af landskab og kulturmiljø tager afsæt i de fire parametre, der fremgår af figuren.

6.1.1.1. Undersøgelsesområde

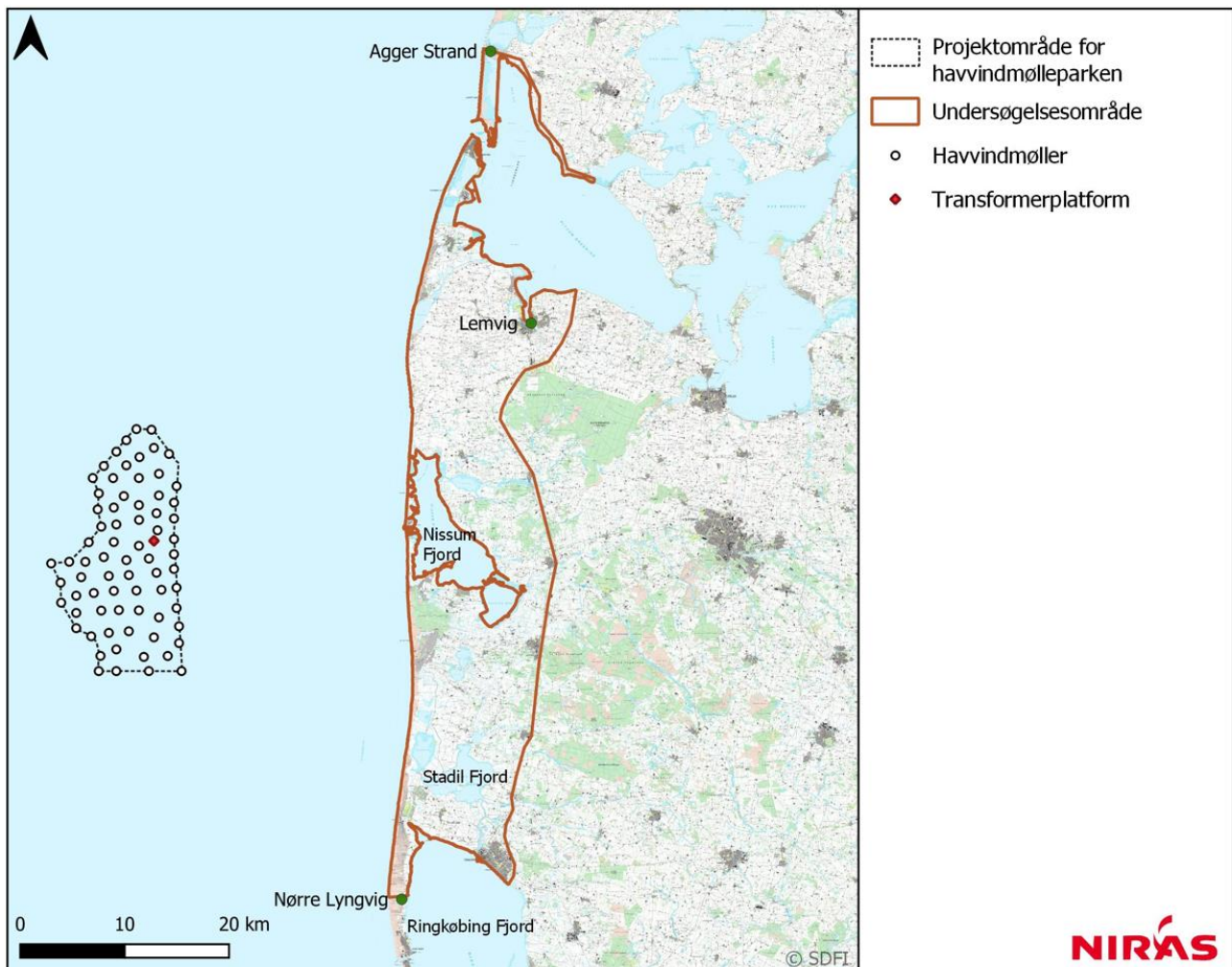
Vurderingen af den påvirkning, som Thor Havvindmøllepark vil have på landskab og kulturmiljøer, er lavet inden for et undersøgelsesområde, der er vist på Figur 6.2. Undersøgelsesområdet omfatter det landskab, hvor landskabets eller kulturmiljøets relation til Vestkysten og Vesterhavet kan blive visuelt påvirket af Thor Havvindmøllepark.

Undersøgelsesområdet omfatter landskabet mellem Nørre Lyngvig ved Lyngvig Fyr mod syd og Agger Strand mod nord. Også særlige udsigtspunkter eller landskabsområder i baglandet, hvorfra der er en særlig relation til Vestkysten indgår i undersøgelsesområdet. Det knytter sig især til bakkelandskabet syd for Lemvig samt fjordlandskabet, der strækker sig omkring bl.a. Nissum Fjord, Stadil Fjord og delvist Ringkøbing Fjord.

6.1.1.2. Kulturmiljøer

Inden for det afgrænsede undersøgelsesområde (Figur 6.2) ligger der mange udpegede kulturmiljøer samt områder med kulturhistorisk bevaringsværdi. Mange af de kulturhistoriske værdier knytter sig til helt lokale fortællinger, hvor relationen til Vesterhavet ikke har betydning for den kulturhistoriske fortælling.

I det lys vurderes en synlighed af Thor Havvindmøllepark ikke relevant for kulturmiljøets fortælling og værdi. Vurderingen af den påvirkning, som Thor Havvindmøllepark vil have på kulturmiljøer og områder med kulturhistoriske værdi er derfor afgrænset til at omfatte de kulturmiljøer inden for undersøgelsesområdet, hvor kulturmiljøerne og oplevelsen af deres kulturhistoriske fortælling har en betydelig relation til Vesterhavet, og hvor den visuelle påvirkning fra Thor Havvindmøllepark kan blive betydelig.



Figur 6.2: Undersøgelsesområdet er afgrænset til området vist på kortet.

Der er neden for i Tabel 6.1 lavet en afgrænsning af de væsentligste kulturmiljøer og områder med kulturhistoriske værdi, der er afgrænset ud af vurderingen. Afgrænsningen omfatter ikke udpegninger af kirkeomgivelser, landsbyer, veje og lignende, hvor relationen til Vesterhavet ikke er relevant.

De kulturmiljøer, der indgår i vurderingen, er miljøerne omkring Nørre Lyngvig Fyr, Bovbjerg Fyr samt Houvig-fæstningen. De er alle placeret i den helt kystnære del af undersøgelsesområdet og repræsenterer kulturhistoriske fortællinger, hvor relationen mellem kysten (kulturmiljøet) og Vesterhavet er helt central.

Disse beskrives og vurderes nærmere i afsnit 6.2.2 og afsnit 6.2.3.

Tabel 6.1: Liste over de kulturmiljøer og enkeltelementer inden for undersøgelsesområdet, der er afgrænset ud af vurderingen, og derfor ikke vurderes nærmere.

Kulturmiljø	Kommune	Begrundelse for udpeging og afgrænsning
Klitgårdene langs Vestkysten	Ringkøbing-Skjern	Langs hele kysten ligger gamle klitgårde i klitterne med en tydelig kulturhistorisk reference til tidligere tiders bosætning langs Vestkystens barske landskab. Klitgårdene ligger fortrinsvis i overgangen mellem klithede og ager på "bagsiden" af de høj klitter, hvor landskabet i højere grad er orienteret omkring fjordene. Klitgårdene udgør et unikt miljø, hvor fortællingen er knyttet til klitlandskabet og ikke den visuelle relation ud over Vesterhavet.
Fjordene	Ringkøbing-Skjern	Fjordene og sundene mellem øerne Holmsland og Stadil-Vedersø har før afvandingen i 1800-tallet være et sammenhængende farvand med direkte forbindelse til Ringkøbing fjord. Områdets fortælling knytter sig derved til fjordlandskabet "bag" klitlandskabet uden visuel relation til Vesterhavet.
Fiskerhusene ved Fjordvejen	Holstebro	"Fiskerhusene" er en samling af huse placeret langs kysten mod Nisum Fjord, de fleste med egen bådplads og rende ud til fjorden. Stedet er opstået efter det mislykkede afvandringsforsøg og anlagt på opdæmmede areal. Fortællingen knytter sig til Nisum Fjord og ikke til Vesterhavet.
Oldtidsvejen	Holstebro og Lemvig	Oldtidsvejen betegner et forløb i landskabet, der med gravhøje og spor efter gamle vejforløb markerer oldtidsbosættelser langs med sidste istids hovedopholdslinje. Inden for undersøgelsesområdet tegnes et forløb på tværs af landskabet syd for Lemvig. Fortællingen knytter sig til sporene i landskabet og ikke den visuelle relation til Vesterhavet.
Hygum Bakker	Lemvig	På Hygum Bakke ligger en stor koncentration af bronzealderhøje, der vidner om områdets historiske betydning som bosted – "bebyggelsen ved højene". Fra Hygum Bakke er der vid udsigt over landskabet ud mod Vesterhavet, Harboøre Tange og Nisum Bredning.
Normark kanaler og dæmning	Lemvig	Nedenfor den gamle kystskrænt og nord for Ferring Sø, er det lave terræn af hævet havbund mellem Ferring Sø og Nisum Bredning præget af en kulturbetinget afvandning af landskabet med kanaler og dæmning. Fortællingen knytter sig til landvinding inden for området og ikke den visuelle relation til Vesterhavet.

6.1.2. Landskabets karakter

Som udgangspunkt for at vurdere påvirkningen af landskabets og kulturmiljøers visuelle forhold er landskabets og kulturmiljøernes karakter analyseret og beskrevet med en detaljering og et fokus, der er relevant i forhold til at vurdere påvirkningen fra Thor Havvindmøllepark. Da der ikke sker fysiske ændringer af hverken landskab eller kulturmiljøer, er der lagt vægt på at beskrive de forhold, der har betydning for landskabernes og kulturmiljøernes visuelle karakter og sårbarhed. Bemærk, at de kystnære havvindmølleparker, Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, indgår i beskrivelsen af eksisterende forhold jf. beskrivelsen af referencescenariet i afsnit 5.2, da de bliver etableret i løbet af 2023 og starten af 2024. Dermed vil de på tidspunktet for etablering af Thor Havvindmøllepark være en del af de eksisterende forhold. Beskrivelserne af eksisterende forhold er ledsaget af fotos som illustration af de beskrevne forhold.

Analysen og beskrivelsen er lavet med afsæt i kortanalyser, øvrigt tilgængeligt materiale samt en besigtigelse af landskabet. Analysen og beskrivelsen af landskab og kulturmiljøer repræsenterer punkt 1 i Figur 6.1.

6.1.3. Landskabets og kulturmiljøets værdi og sårbarhed

Vurderingsmetodens punkt 2 handler om at vurdere værdien af de landskaber og kulturmiljøer, der kan blive visuelt påvirket af havvindmølleparken, samt deres sårbarhed over for projektet. Værdien bestemmes af landskabets eller kulturmiljøets kvalitet¹ og betydning² som illustreret på Figur 6.3.

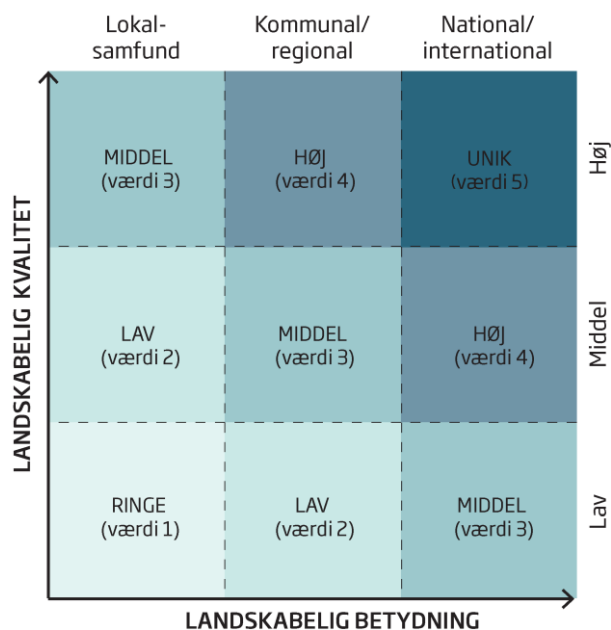
Vurderingen af Thor Havvindmøllepark knytter sig til påvirkningen fra anlæg på vandfladen, og derfor vil påvirkningen af landskabet eller kulturmiljøer være af visuel karakter. Sårbarheden over for Thor Havvindmøllepark knytter sig til det forhold, at den visuelle påvirkning fra møllerne kan have betydning for landskabets eller kulturmiljøets visuelle karakter eller oplevelsesværdi.

Sårbarheden knytter sig især til landskaber og kulturmiljøer med en høj eller unik værdi. Her kan sårbarheden for både landskaber og kulturmiljøer knytte sig til et afgrænset område, et udsigtspunkt eller et element i landskabet eller kulturmiljøet, hvor relationen til kysten og Vesterhavet har afgørende betydning for oplevelsen af landskabets karakter og kvaliteter, eller oplevelsen af kulturmiljøets kulturhistoriske fortælling.

6.1.4. Havvindmølleparkens visuelle udtryk

Kendskabet til havvindmølleparkens visuelle udtryk er afgørende for at kunne vurdere, hvordan den visuelt vil påvirke landskaber og kulturmiljøer. Beskrivelsen af havvindmølleparkens visuelle udtryk repræsenterer punkt 3 i Figur 6.1.

I anlægsfasen vil det være anlægsarbejdets omfang og karakter, der har betydning for projektets visuelle udtryk og dermed den visuelle påvirkning. Disse forhold er der redegjort for i anlægsbeskrivelsen i kapitel 4.



Figur 6.3: Vurdering af landskabets eller kulturmiljøets værdi er bestemt af vurderingen af landskabets eller kulturmiljøets kvalitet og betydning.

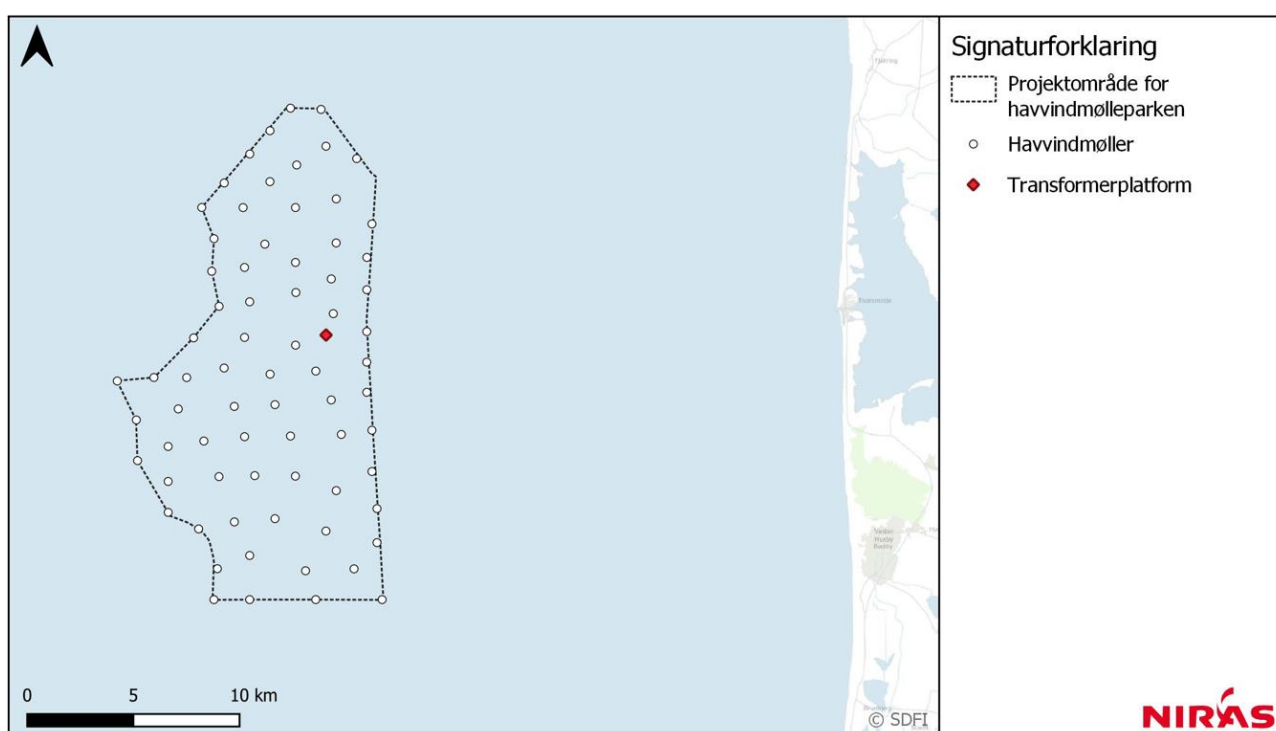
¹ Kvaliteten bestemmes af, om landskabet eller kulturmiljøet vurderes særligt karakteristisk, karakteristisk eller karaktersvag, og om det vurderes at have en særlig oplevelsesværdi.

² Betydningen bestemmes af om landskabet eller kulturmiljøet alene har betydning for et lokalområde, om det har kommunal/regional betydning som følge af udpegning i kommuneplan eller anden planlægning, eller om området har national/international betydning som følge af f.eks. landsplanlægning eller fredning.

I driftsfasen har især havvindmøllernes opstillingsmønster, indbyrdes afstand og størrelse betydning for, hvordan havvindmølleparken optræder på vandfladen og dermed vil præge landskaber og kulturmiljøer langs Vestkysten. Det er kort beskrevet i det følgende.

6.1.4.1. Møllernes opstilling

Projektområdet for Thor Havvindmøllepark omfatter et areal på ca. 200 km², hvor der vil blive opstillet 72 havvindmøller. Vurderingen af den visuelle påvirkning omfatter opstilling af havvindmøller på de 72 positioner, som fremgår af Figur 6.4. Figuren viser, at projektområdet til opstilling af møller ikke har en enkel geometrisk form, hvilket i samspil med andre faktorer medvirker til, at opstillingsmønsteret for Thor Havvindmøllepark består af et uens antal rækker af møller set fra kysten, og at den indbyrdes afstand mellem møllepositionerne varierer. Det har betydning for havvindmølleparkens udtryk på vandfladen, som det er illustreret og beskrevet i afsnit 6.4.1 om vurdering af havvindmølleparkens synlighed.



Figur 6.4: Det vurderede opstillingsmønster, som også illustreres på de udarbejdede visualiseringer.

Da opstillingsmønsteret indeholder flere rækker bag ved hinanden set fra kysten, betyder det at den nærmeste mølle står ca. 22 km fra kysten i korteste linje, mens den fjerneste mølle står ca. 34 km fra kysten i korteste linje. Dermed vil der være forskel på, hvor meget af møllerne der er skjult bag horisonten af jordens krumning, se afsnit 6.1.5.1. og dermed vil opstillingsmønsteret med mange rækker medføre, at møllerne vil optræde med forskellig størrelse i forhold til hinanden.

6.1.4.2. Møllernes dimensioner

Tabel 6.2 viser en oversigt over dimensionerne på den møllestørrelse, som indgår i vurderingen. Den visualiserede møllestørrelse har en totalhøjde på 266 m og svarer til, at på 20 km afstand vil ca. 235 m af møllen være synlig over horisonten.

Tabel 6.2: Oversigt over dimensionerne på den møllestørrelse, der indgår i vurderingen.

Dimensioner	14 MW
Rotor diameter (m)	236
Totalhøjde (m)	266
Navhøjde over alm. vandstand (m)	148
Nacelle (længde x bredde x højde) (m)	22 x 11 x 12 – 29 x 12 x 12

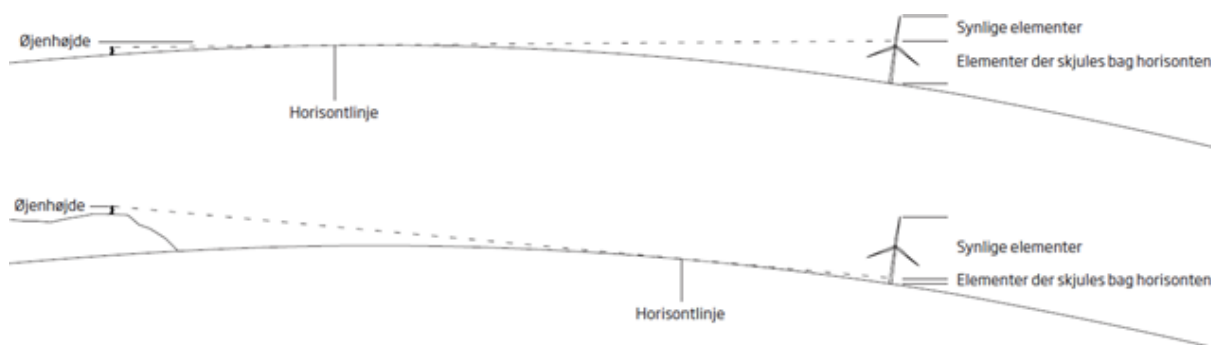
6.1.5. Havvindmølleparkens synlighed

Punkt 4 i vurderingsmodellen på Figur 6.1 skal synliggøre, i hvilket omfang og med hvilken betydning Thor Havvindmøllepark vil blive synlig fra landskabet inden for undersøgelsesområdet og de afgrænsede kulturmiljøer i anlægsfasen og driftsfasen. Betydende for synligheden er en række faktorer, som er angivet nedenfor og som indgår i vurderingen af havvindmølleparkens synlighed.

6.1.5.1. Jordens krumning

Når havvindmøller bliver betragtet over stor afstand, vil jordens krumning have betydning for møllernes synlighed, da en del af mølletårnet forsvinder bag horisonten afhængig af den højde, man betragter møllerne fra, se Figur 6.5.

Står man på stranden og kigger på tværs af vandfladen, vil ca. 30 meter af møllerne være skjult bag horisonten på 20 km afstand. På 30 km afstand vil ca. 70 meter af møllen være skjult bag horisonten. Står man der imod højt i terræn, eksempelvis oven for Bovbjerg Klint ca. 40 m.o.h. vil kun 0,5 meter være skjult på 20 km afstand, mens ca. 4 meter vil være skjult på 30 km afstand. Dermed har det stor betydning for synligheden af Thor Havvindmøllepark, hvorfra i landskabet, man se ud på den.



Figur 6.5: Illustration af, hvordan jordens krumning skjuler dele af møllerne, når man betragter dem på stor afstand (NIRAS A/S).

6.1.5.2. Konsekvenszoner

Konsekvenszoner angiver havvindmøllernes forventede synlighed inden for en nærzone, mellemzone og fjernzone, der beregnes ud fra møllernes totalhøjde (BIRK NIELSEN landskabsarkitekter, 2007). Konsekvenszonerne for Thor Havvindmøllepark er beregnet ud fra en totalhøjde på 266 meter, se Tabel 6.3 og Figur 6.6.

Langt det meste af det afgrænsede undersøgelsesområde ligger inden for mellemzonen, der starter i en afstand fra ca. 19 km fra afgrænsningen af Thor Havvindmøllepark. Da omfanget af den visuelle betydning varierer inden for mellemzonen i et omfang, der har betydning for vurderingen af den visuelle påvirkning fra Thor Havvindmøllepark, er mellemzonen delt i en nær og en fjern mellemzone.

Kun en mindre del af undersøgelsesområdet ligger i fjernzonen, der er landskabet, der ligger mere end 38 km fra afgrænsningen af Thor Havvindmøllepark, herunder også landskabet omkring Nissum Bredning.

Undersøgelsesområdet på land ligger uden for nærzonen,³ da afstanden til Thor Havvindmøllepark fra kysten er mere end 19 km, der er grænsen fra nærzonen til mellemzonen.

Table 6.3: Definitionen af konsekvenszoner angiver en forventet synlighed (BIRK NIELSEN landskabsarkitekter, 2007).

Zone	Afstand fra hav- vindmølleparken	Definition af visuel betydning
Mellemzone	Nære mellemzone Fra ca. 19 km	I mellemzonen vil møllerne fremstå tydelige og man vil kunne erkende enkeltmøller og sammenfaldende rækker, lige som vinger og rotation kan opfattes tydeligt.
	Fjerne mellemzone Fra ca. 28 km	Med større afstand udviskes opstillingen gradvist i en sammenfald at tårne og vinger. Jordens krumning har betydning for møllernes synlighed, og særligt møller i de bagerste rækker opfattes små i forhold til de nærmeste møller.
Fjernzone	Fra ca. 38 km	I fjernzonen vil møllerne gradvist blive svære at opfatte som enkeltmøller, ligesom vinger og rotation bliver svære at erkende på de store afstande. Store dele af møllen vil være skjult bag horisonten af jordens krumning. Mølleopstillingen vil ofte optræde som et bånd langs horisonten, der i tæthed varierer afhængig af opstillingen.

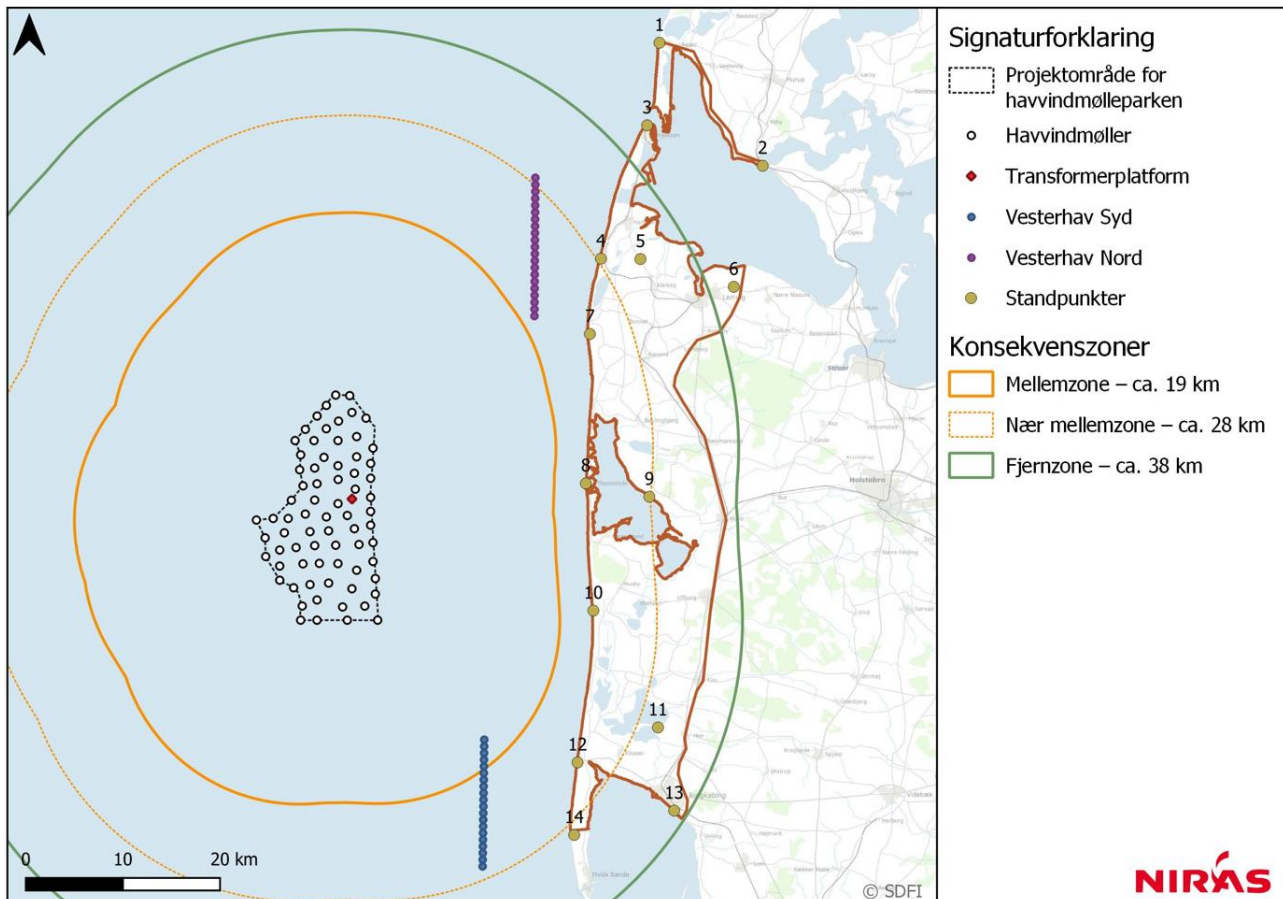
6.1.5.3. Visualiseringer

Til at vurdere synligheden i driftsfasen er der udarbejdet visualiseringer fra de 14 punkter, der er vist på Figur 6.6. Visualiseringerne er udarbejdet som fotomatch for at give et realistisk bud på, hvordan Thor Havvindmøllepark vil optræde fra forskellige landskabskulisser og kulturmiljøer. Fotos til visualiseringer er optaget på stativ svarende til en øjenhøjde på ca. 1,7 meter og med et 35 mm objektiv full-frame, der så vidt muligt gengiver det menneskelige, fokuserede synsfelt. En teknisk beskrivelse af metoden bag visualiseringerne findes i **bilag 3**.

Bemærk, at de kystnære havvindmølleparker, Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, er visualiseret under eksisterende forhold. Det er begrundet i at havvindmølleparkerne etableres i 2023 og starten af 2024 og dermed vil være eksisterende forhold på tidspunktet for realisering af Thor Havvindmøllepark jf. beskrivelsen af referencescenariet i afsnit 5.2.

Bemærk også, at visualiseringerne skal ses i helsidesformat i **bilag 3** for at give det reelle indtryk af havvindmøllernes synlighed. I dette kapitel er visualiseringerne indsat som illustrationer til at understøtte teksten, men møllerne vil i dette format ikke optræde med samme synlighed, som må forventes i virkeligheden.

³ Nærzonen til Thor Havvindmøllepark omfatter den omgivende vandflade i en afstand på ca. 19 km fra havvindmølleparkens afgrænsning.



Figur 6.6: Angivelse af de 14 fotostandpunkter til visualisering samt markering af konsekvenszonerne. Mellemzonen er området mellem den orange og grønne markering. Den stiplede linje markerer grænsen mellem den nære og fjerne del af mellemzonen.

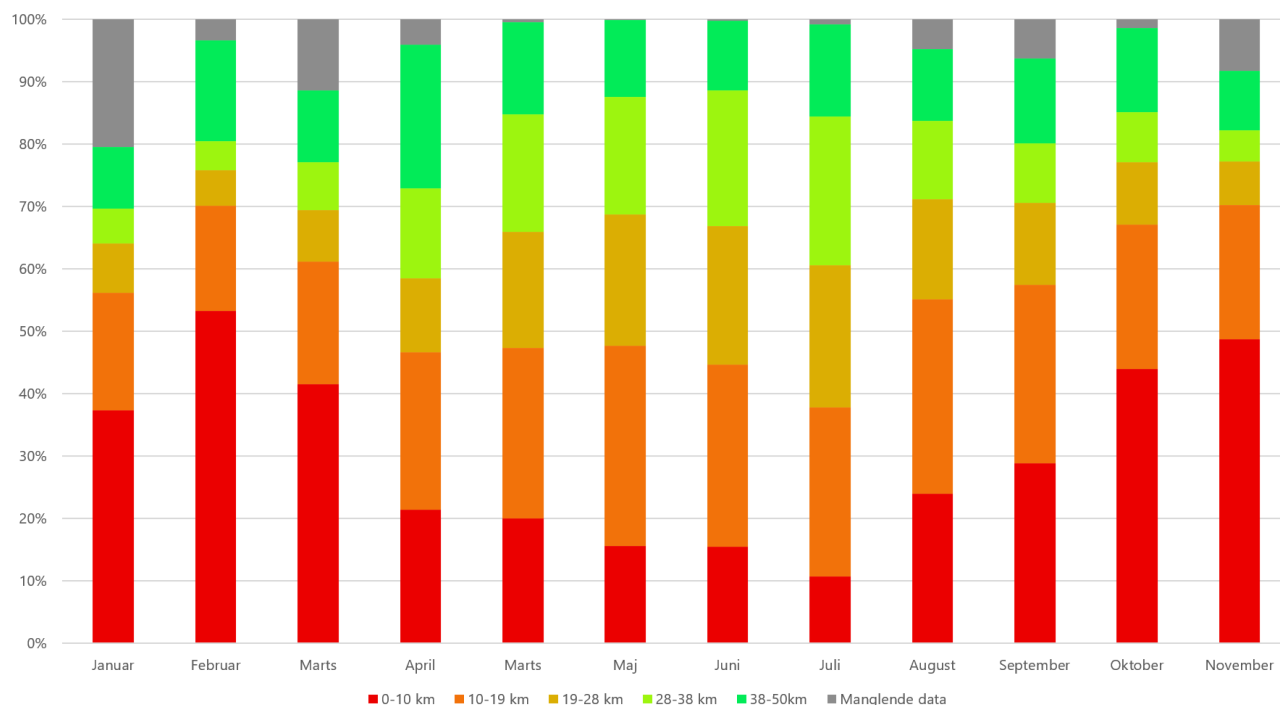
6.1.5.4. Sigtbarhed

Til at vurdere sandsynligheden for, at Thor Havvindmøllepark vil blive synlig fra landskabet og kulturmiljøerne langs Vestkysten, er der lavet en statistik af sigtbarheden baseret på omfattende målingsdata fra to vejstationer, Thyborøn og Thorsminde, i perioden 2017-21, se Figur 6.7. Data er præsenteret i intervaller svarende til konsekvenszonerne på Figur 6.6.

Den østligste række af møller i Thor Havvindmøllepark står ca. 22 km fra kysten og ca. halvdelen af havvindmølleparken står inden for en afstand af 28 km fra kysten. Dermed må møllerne forventes synlige, når sigtbarheden er inden for intervallet 19-28 km svarende til ca. halvdelen af tiden i sommerhalvåret og ca. en tredjedel af tiden i vinterhalvåret jf. Figur 6.7. Figuren viser også, at møllerne i den vestlige del af området generelt kun vil være synlige fra kysten i ca. en tredjedel af tiden.

Fra det øvrige landskab inden for undersøgelsesområdet er afstanden til Thor Havvindmøllepark større, men afstanden til de mest kystnære møller er generelt inden for afgrænsningen af mellemzonen svarende til mindre end 38 km. Dermed må den østligste del af Thor Havvindmøllepark generelt forventes synlig i mindst en tredjedel af tiden.

Det må også forventes, at den østlige del af havvindmølleparken kan være synlig på tidspunkter, hvor der ikke er tilstrækkelig sigtbarhed til at erkende møllerne i den vestligste del af havvindmølleparken, mens der vil være andre tidspunkter, hvor hele Thor Havvindmøllepark vil være synlig.



Figur 6.7: Sigbarhedsstatistik, der viser den gennemsnitlige sigtbarhed pr. måned baseret på vejr målinger fra vejrstationerne i Thyborøn og Thorsminde i perioden 2017-21. Bemærk, at det er målinger over hele døgnet og således omfatter både dag og nat.

6.1.5.5. Sol og skyer

Farven på alle synlige mølledele vil være lysegrå (RAL 7035), dog vil de nederste 15 meter af mølletårnet være malet gul af hensyn til søfartssikkerheden. Selv om farven er den samme, vil sol og skydække have stor betydning for, hvilken farve møllernes optræder med, og i hvor høj grad de står i kontrast til baggrunden.

Særligt har varierende skydække og solens intensitet stor betydning for om vindmøllerne optræder lysende hvide, lysegrå eller mørkegrå på den store vandflade. Et varieret skydække kan også medføre, at nogle af vindmøllerne i vindmølleparken optræder lysende hvide, mens andre vindmøller optræder grå. Det er illustreret på Figur 6.8, der viser Anholt Havvindmøllepark i klart vejr med let skydække.

Høj kontrast kan eksempelvis optræde, når møllerne står lysende hvide mod en blå baggrund eller mørkegrå mod en lys baggrund, og det betyder at møllerne vil være mere synlige og synlige fra større afstand, mens møllerne ved lav kontrast nærmest kan "forsvinde" mod baggrunden.

Betragtningen omkring møllernes farve indgår i vurderingen og er illustreret på visualiseringerne ved at møllerne er vist i forskellige nuancer af RAL 7035. Det betyder samtidig, at Thor Havvindmøllepark under særlige vejrforhold kan være mere eller mindre synlige, end illustreret på visualiseringerne, om end der er lagt vægt på, at visualiseringerne viser den største synlighed i et realistisk scenarie med de vejrforhold, som referencebilledet repræsenterer.



Figur 6.8: Foto af Anholt Havvindmøllepark i klart vejr med et mindre skydække. Under disse vejrforhold optræder møllerne med en meget varieret kontrast til baggrunden og dermed varieret synlighed. (Foto: NIRAS A/S)

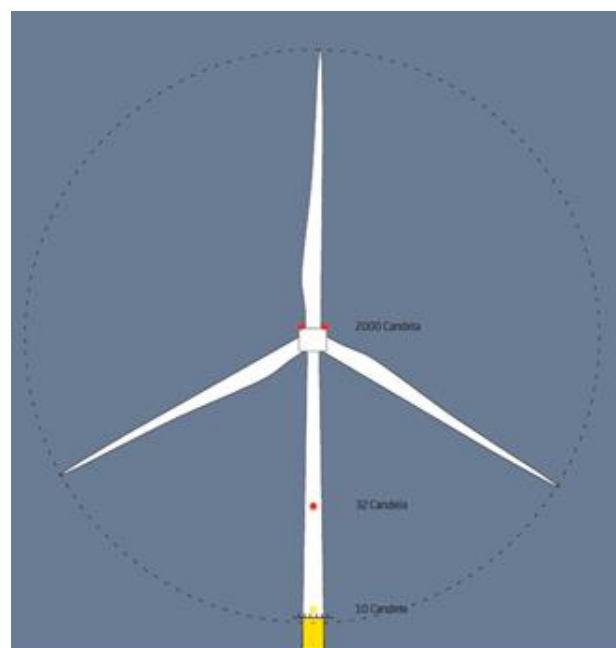
6.1.5.6. Lysmarkering

Lysafmærkning har til formål at sikre, at havvindmølleparkens møller er synlige under alle vejrforhold af hensyn til luft- og søfart. Den konkrete luftfartsafmærkning bestemmes af Trafikstyrelsen, og den konkrete søfartsafmærkning bestemmes af Søfartsstyrelsen, se afsnit 4.8.1 om afmærkning af havvindmølleparken.

I dagtimerne skal møllerne markeres af hensyn til luftfarten med to kraftige hvide lys på nacellen, der har en lysstyrke på 20.000 candela. Erfaringen fra andre havvindmølleparker er, at de hvide lys i dagtimerne ikke eller kun i ubetydeligt omfang er synlige, da dagslyset og himlen tilsammen væsentligt nedtoner den visuelle betydning. Luftfartsafmærkning i dagtimerne er med denne begrundelse vurderet at være uden betydning for vurderingen af påvirkningen af landskabet i dagtimerne.

I mørke skal markeringen af møllerne som udgangspunkt være som illustreret på Figur 6.9. De to røde lys på nacellen skal have en lysstyrke på 2.000 candela, mens markeringen på mølletårnet er betydeligt lavere med en lysstyrke på 32 candela.

Det indgår i vurderingen, at der opsættes sigtbarhedsmålere, som regulerer lysstyrken på toppunktmarkeringen i forhold til sigtbarheden. Dvs. at lysstyrken reduceres til 30 % ved en sigtbarhed på 5-10 km og til 10 % ved en sigtbarhed over 10 km. Da den nærmeste mølle står 22 km fra kysten, vil reguleringen i forhold til sigtbarheden væsentligt reducere sandsynligheder for, at luftfartsafmærkningerne vil være synlige i mørke set fra kystlandskabet og kulturmiljøerne.



Figur 6.9: Illustration af de generelle krav til lysmarkering af havvindmøller i mørke. Røde lys er markering i forhold til flytrafik, og gule markeringer er i forhold til skibstrafik.

I forhold til søfartssikkerheden skal den nederste del af mølletårnet være gult, ligesom der skal være et gult lys på mølletårnet ca. 15 meter over vandfladen. Afstanden til havvindmølleparken betyder, at søafmærkningerne ikke vil være synlige fra kysten, da de set herfra dels vil være skjult bag horisonten, og dels har en begrænset lysstyrke⁴ på kun 10 candela. Fra højere positioner i landskabet, eksempelvis fra de høje klitter eller oven for Bovbjerg Klint, vil den gule markering på mølletårnet have en position svarende til horisontlinjen, men selve lyset vil ikke kunne opfattes på denne afstand. Ved nedsat sigtbarhed⁵ er afstanden til Thor Havvindmøllepark så stor, at hverken møller eller lysmarkeringer vurderes at blive synlige fra kysten, se tekstboks i afsnit 6.4.1 og Figur 6.7.

6.1.6. Projektets påvirkningsgrad

Vurderingen af projektets påvirkningsgrad er en faglig vurdering med afsæt i de fire parametre, som fremgår af Figur 6.1 og er beskrevet ovenfor. Landskabets eller kulturmiljøets karakter (parameter 1), værdi og sårbarhed (parameter 2), samt omfanget af projektets synlighed (parameter 3 og 4), bruges til at vurdere projektets betydning for landskabets eller kulturmiljøets visuelle forhold. Med denne vurdering bestemmes projektets påvirkningsgrad med udgangspunkt i Figur 6.10.

6.2. Eksisterende forhold

I beskrivelsen af eksisterende forhold beskrives landskabets karakter i afsnit 6.2.1, mens relevante kulturmiljøer beskrives i afsnit 6.2.2. Landskabets og kulturmiljøernes værdi og sårbarhed er beskrevet i afsnit 6.2.3.

6.2.1. Landskabets karakter

Beskrivelsen af landskabets eksisterende forhold, samt den følgende vurdering af påvirkning, er lavet med afsæt i fire landskabsområder, der repræsenterer forskellige overordnede landskabstyper inden for undersøgelsesområdet. Især terrænet er styrende for denne overordnede områdeinddeling, da især terrænet har betydning for landskabets visuelle relation til Vesterhavet og projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

	Ubetydelig	Lille	Middel	Stor	
LANDSKABELIG VÆRDI	LILLE / INGEN	MODERAT / LILLE	VÆSENTLIG / MODERAT	VÆSENTLIG	Unik
	LILLE / INGEN	MODERAT / LILLE	MODERAT	VÆSENTLIG	Høj
	INGEN	LILLE	MODERAT / LILLE	MODERAT	Middel
	INGEN	LILLE / INGEN	LILLE	MODERAT / LILLE	Lav
	INGEN	INGEN	LILLE / INGEN	LILLE	Ringet
	VISUEL OG KARAKTERMÆSSIG BETYDNING				

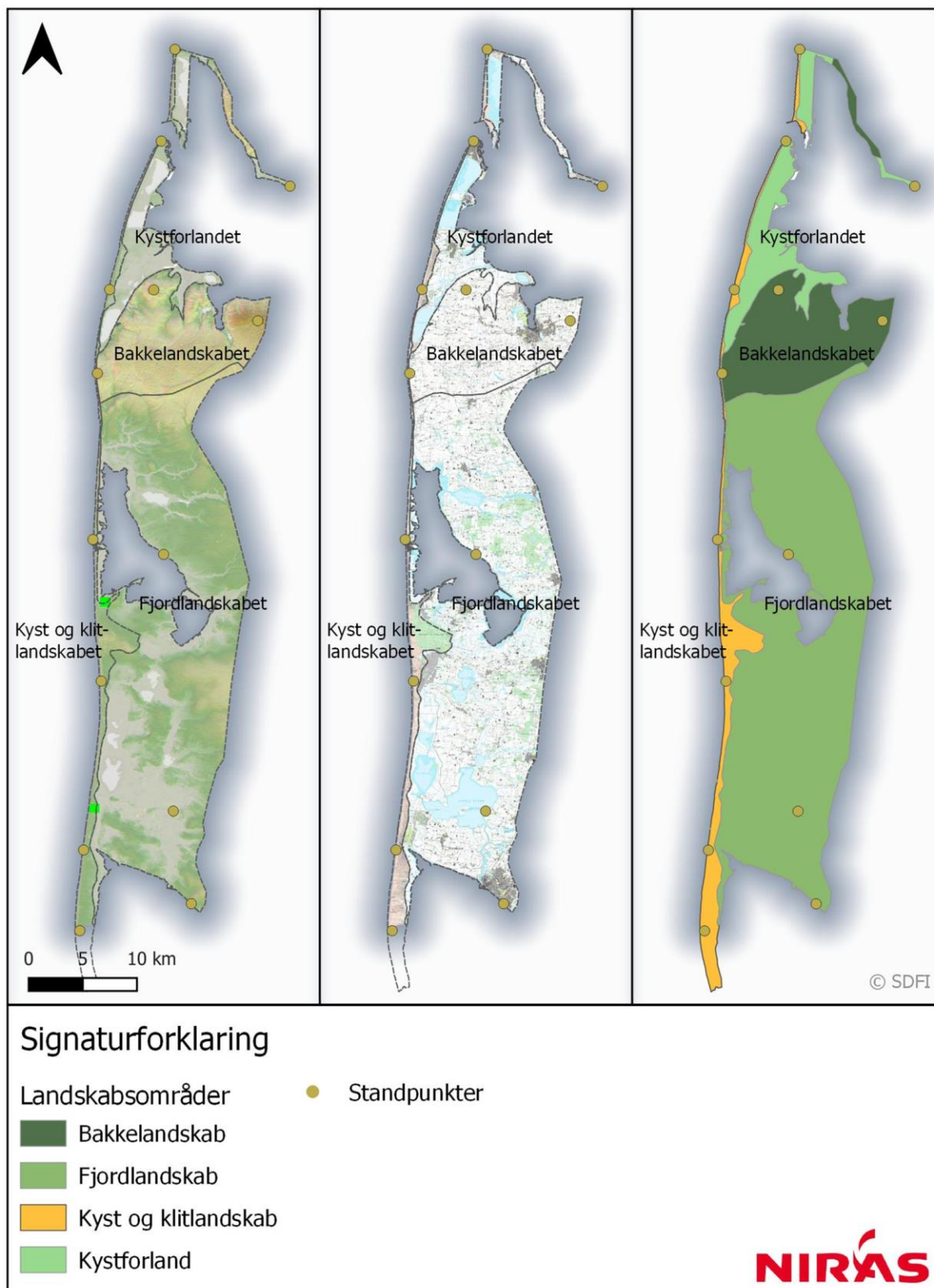
Figur 6.10: Påvirkningsgraden bestemmes ud fra landskabets eller kulturmiljøets værdi samt projektets visuelle og karaktermæssige betydning i landskabet eller kulturmiljøet.

De fire områder er vist på Figur 6.11 og omfatter *Kyst og klitlandskabet*, der strækker sig langs hele kyststrækningen inden for undersøgelsesområdet, *Kystforlandet*, der omfatter landskabet bag klitterne i den nordlige del af undersøgelsesområdet, *Bakkelandskabet*, der omfatter landskabet omkring Lemvig og klintkysten ved Bovbjerg Fyr, samt *Fjordlandskabet*, der omfatter landskabet bag ved klitterne i den centrale og sydlige del af undersøgelsesområdet.

Kortene på Figur 6.11 viser inddelingen af de fire landskabsområder (kortet til højre), landskabsområderne og topografiske strukturer (kortet i midten), samt landskabsområderne og landskabets terræn (kortet til venstre).

⁴ Kravet til det gule lys er, at det skal lyse mindst 5 sømil (ca. 10 km.) (Søfartsstyrelsen, 2023c)

⁵ "God sigt" er sigtbarhed over 10 km, dvs. ringe eller moderat sigt vil være under 10 km. Dermed vil sigtbarheden fra Vestkysten kun række halvejs ud til Thor Havvindmøllepark eller mindre når sigtbarheden ikke er god.



Figur 6.11: Skitsering af fire overordnede landskabsområder inden for det afgrænsede undersøgelsesområde. Landskabets terræn er især styrende for inddelingen, da det har afgørende betydning for landskabets visuelle relation til Vesterhavet og dermed projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

6.2.1.1. Kyst og klitlandskabet

Klitlandskabet strækker sig langs Vestkysten i hele undersøgelsesområdet mellem Agger i nord og Nørre Lyngvig ved Lyngvig Fyr i syd. Lokalt ved Bovbjerg Fyr er klitlandskabet afbrudt af bakkelandskabet, der her strækker sig ud til Vestkysten.

Et bærende karaktertræk i det helt kystnære landskab er den lange, lige kystlinje med den meget brede sandstrand, de høje klitter og den bagvedliggende klithede, der afbrydes af små og store sommerhusområder. Lokalt omkring Bovbjerg Fyr er kysten præget af det bagvedliggende bakkelandskab, der mod kysten afgrænses af den høje og markante Bovbjerg Klint, der rejser sig ca. 40 meter fra kysten.



Figur 6.12: Fotos fra kysten ved Bovbjerg Fyr, Bovbjerg Klint samt klitlandskabet på Holmsland Klit. (Foto: NIRAS A/S)

Klitlandskabet har en meget åben karakter. Langs kysten rejser klitterne sig fra den brede sandstrand og afgrænser med sin højde og særpræget natur selve kysten. Derfor er der vide udsigter på langs af kysten og ud over vandet, der delvist indrammes af klitterne. Klitterne fungerer også som udsigtspunkter, hvorfra der ofte er udsigter i alle retninger. Udsigten ud over Vesterhavet og særligt langs med kysten vil fra udgangen af 2023 stedvist være præget af de to nye kystnære havvindmølleparker, Vesterhav Nord og Vesterhav Syd. I landskabet bag klitterne defineres området af klithede med klitter i mindre skala i et småkuperet terræn. Ofte er relationen til Vesterhavet begrænset af de høje klitter. Stedvist optræder de to nye kystnære havvindmølleparker synlige over klitterne.

Området omkring Bovbjerg Fyr adskiller sig fra den resterende del af landskabsområdet, idet det kystnære areal er uden klitter men præget af et mere højtliggende terræn, der er en del af bakkelandskabet. Den markante kystklint præger i høj grad områdets karakter, ligesom det kystnære landskab er kendetegnet ved meget uforstyrret karakter. Den uforstyrrede karakter bemærkes særligt, da landskabet sydøst for Bovbjerg Klint og Bovbjerg Fyr indeholder mange store tekniske anlæg, der præger landskabets udtryk.

6.2.1.1.1. Værdi & Sårbarhed

De bærende karaktertræk er særligt tilstede i de dele af klitlandskabet, som ikke er bebygget med sommerhuse, og her vurderes klitlandskabet særlig karakteristisk og i god stand. I de mere bebyggede sommerhusområder er de bærende karaktertræk i mindre grad tilstede, og tilstanden er svækket af den visuelle afvigelse, som sommerhuse tilføjer landskabet.

Klitlandskabet rummer særlige oplevelsesværdier, der især knytter sig til kysten og klitterne, skiftet mellem lavtliggende, lukkede områder og højtliggende områder med breder vidder. Disse kontraster giver landskabet et oplevelsesmæssigt særpræg, der både knytter sig til oplevelsen af landskabets elementer og visuelle karakter, men også i høj grad knytter sig til udsigterne over havet.

Langs kysten findes også oplevelsespunkter, hvoraf flere er turistattraktioner, f.eks. Lyngvig Fyr og Bovbjerg Fyr, der i landskabet fungerer som orienterings- og samlingspunkter samt betydelige udsigtspunkter med relation til havet.

Bovbjerg Fyr står lige oven for Bovbjerg Klint, der i kystlandskabet udgør et særligt oplevelsesrigt element. Ud over oplevelsen af klinten har den betydning for relationen ud over Vesterhavet. Fra kysten indrammer den udsigten over havet og fra toppen er den udsigtspunkt.

Samlet set tillægges kysten og klitlandskabet en høj landskabsværdi med en betydelig visuel relation til Vestkysten og Vesterhavet. Da udsigterne på langs af kysten og stedvist fra kysten og ud over vandet fra 2023 vil være præget af de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, tillægges de udsigter, der fortsat er uden teknisk påvirkning, særlig stor visuel værdi. Det gælder kystlandskabet mellem Ferring og Søndervig.

Med den høje landskabsværdi vurderes landskabet at have en høj sårbarhed over for en visuel påvirkning fra Thor Havvindmøllepark.

6.2.1.2. *Kystforlandet*

Kystforlandet er afgrænset som det lavtliggende landskab mellem Agger og Ferring, der mod vest og Vesterhavet er afgrænset af klitlandskabet og mod øst er afgrænset mod bakkelandskabet af den gamle kystskrænt, der tydeligt rejser sig fra det flade terræn.

Kystforlandet er hævet havbund og kendetegnet ved sit flade, lavtliggende terræn, store søer samt afgræssede enge og dyrkede marker, der afgrænses af et netværk af små afvandingskanaler. Sommerhusområder strækker sig langs med og på bagsiden af klitterne syd for Harbøre, mens den øvrige bebyggelse, foruden enkelte spredtliggende gårde, overvejende er samlet i byerne Agger, Thyborøn og Harbøre.

Kystforlandet har en enkel og åben karakter inden for den overordnede ramme, som tydeligt tegnes af den tidligere kystskrænt mod øst og de høje klitter mod vest. Selv om nærheden til Vesterhavet tydeligt opleves i landskabets karakter, er den visuelle relation til kysten begrænset af klitterne. Fra 2023 vil den kystnære havvindmøllepark Vesterhav Nord dog være meget synlig over klitterne, da den vil stå lige ud for dette landskab parallelt med kysten.



Figur 6.13: Fotos fra kystforlandet af den gamle kystskrænt, landbrugslandskabet samt vindmøllerne, der står i den nordlige del af området og ved Cheminova. (Foto: NIRAS A/S).

6.2.1.2.1. Værdi & Sårbarhed

Kystforlandet fremstår særligt karakteristisk i store dele af området, hvor de bærende karaktertræk i form af det lave, flade terræn og de store vandflader og lavbundsområder opleves særligt tydeligt. Omkring Harbøre og i området nord for ved Harbøre Tange og Thyborøn er landskabskarakteren præget af tekniske anlæg, hvilket i nogen grad svækker landskabets karakter og tilstand.

Landskabets oplevelsesværdier knytter sig især til områdets naturområder samt landskabets geologiske fortællinger, herunder særligt oplevelsen af den tidligere kystskrænt.

Samlet set tillægges kystforlandet en høj landskabsværdi i store dele af området, særligt i landskabet syd for Harbøre, men da den visuelle relation til Vestkysten og Vesterhavet i høj grad er begrænset, og da oplevelsesværdierne især er orienteret inden for landskabsområdet, vurderes sårbarheden over for en visuel påvirkning fra Thor Havvindmøllepark middel til lav.

6.2.1.3. *Bakkelandskab*

Bakkelandskabet udgør den nordøstlige del af undersøgelsesområdet og omfatter bl.a. landskabet omkring Lemvig og Bovbjerg Fyr, ligesom det omfatter kystlandskabet nord for Nissum Bredning.

Landskabet er et kuperede bakkelandskab, der adskiller sig fra det øvrige undersøgelsesområde ved et mere højtliggende terræn. Inden for undersøgelsesområdet er terrænet særligt orienteret mod Vesterhavet og Nissum Bredning.

Dyrkede marker, der afgrænses af et ustruktureret net af hegn og bevoksede diger, samt en spredt bebyggelse af især små og middelstore gårde, giver landskabet en let sammensat og ofte åben karakter. Dermed er landskabet



Figur 6.14: Fotos af dels det kystnære bakkelandskab (øverst t.v.) og dels udsigterne fra Hygum Bakke mod nordvest og syd. (Foto: NIRAS A/S).

mange steder præget af vide udsigter, hvilket især er udbredt i det kystnære landskab omkring og øst for Bovbjerg Fyr, fra det kuperede terræn omkring Hygum Bakke samt fra randmorænen øst for Lemvig.

Udsigterne på tværs af landskabet er flere steder præget af tekniske anlæg. Da udsigterne er så vidtrækkende, indgår tekniske anlæg i udsigterne, selv om de står på meget stor afstand. Særligt er udsigterne mod nordvest og syd-øst præget af vindmøller. Mod vest vil Vesterhav Nord optræde i udsigterne over Vesterhavet fra 2023, hvor den vil stå som en række møller parallelt med kysten.

6.2.1.3.1. Værdi & Sårbarhed

Landskabet fremstår særligt karakteristisk i det kystnære landskab langs Vestkysten, langs den tidligere kystskrænt og omkring Nissum Bredning. Det gælder også landskabet i det kuperede terræn, der kendetegner landskabet omkring Lemvig, herunder landskabet omkring Hygum Bakke. Det er også disse landskaber, der især har landskabelig oplevelsesværdi betinget af de geologiske fortællinger og de særlige udsigter, der generelt er orienteret mod Vesterhavet. Landskabets tilstand er overvejende god, men lokalt er den svækket af stor teknisk påvirkning.

Samlet set tillægges landskabet en høj landskabsværdi i de kystnære og bakkede landskaber, hvor der er stærke geologiske fortællinger, og hvor den visuelle relation til Vesterhavet er stor. Særligt den betydelige relation til Vesterhavet betyder, at landskabets sårbarhed over for en visuel påvirkning fra Thor Havvindmøllepark vurderes høj.

I den øvrige del af bakkelandskabet, hvor landskabets værdi er middel, og hvor relationen til Vesterhavet er begrænset, vurderes sårbarheden over for en visuel påvirkning fra Thor Havvindmøllepark lav.

6.2.1.4. Fjordlandskabet

Det flade terræn omkring de store vandflader, som fjordene udgør, sammen med den lysåbne natur og de dyrkede marker med sparsom bevoksning af læhegn, udgør de bærende karaktertræk i fjordlandskabet.

I landskabet opleves tekniske anlæg i form af vindmøller på land, højspændingsledninger og mindre luftledninger, men der er også mange udsigtsretninger uden eller med begrænset teknisk påvirkning, særligt fra øst mod vest.

Mod vest er den visuelle relation til Vesterhavet begrænset af de høje klitter, men i den sydlige del af fjordlandskabet vil Vesterhav Syd være synlig bag ved klitterne i udsigterne mod vest/sydvest fra 2023, hvor den vil stå som en række møller parallelt med kysten.



Figur 6.15: Fotos af fjordlandskabet omkring Nissum Fjord og Stadil Fjord. (Foto: NIRAS A/S)

6.2.1.4.1. Værdi & Sårbarhed

Fjordlandskabet fremstår særligt karakteristisk og i god tilstand omkring fjordene, hvor landskabet ofte også har en naturpræget karakter og store visuelle kvaliteter. Det omgivende landbrugslandskab er generelt karakteristisk.

Landskabets særlige oplevelsesværdier knytter sig især til fjordene og de fjordnære arealer, herunder landskabets naturværdier og særlige udsigter på tværs af fjordene. Området rummer rastepladser og udsigtspunkter, der bekræfter landskabets oplevelsesværdi.

Samlet set har store dele af fjordlandskabet en høj landskabsværdi, der især knytter sig til fjordene og de særlige udsigter, der opleves i særligt den vestlige del af området på tværs af fjordene. Denne værdi er i høj grad sårbar over for en visuel påvirkning fra Thor Havvindmøllepark. Selv om der ikke er direkte relation til Vesterhavet, kan Thor Havvindmøllepark blive synlig over klitterne og derved påvirke udsigterne i fjordlandskabet.

Der er dele af fjordlandskabet, særligt i den østlige del af undersøgelsesområdet, hvor landskabets værdi er middel, og hvor sårbarheden over for en visuel påvirkning fra Thor Havvindmøllepark er lav.

6.2.2. Kulturmiljøernes karakter

Tabel 6.4 viser en liste over de tre kulturmiljøer, der indgår i konsekvensvurderingen af en visuel påvirkning fra Thor Havvindmøllepark, se i øvrigt afgrænsningen i afsnit 6.1.1.2.

Tabel 6.4: Liste over de kulturmiljøer og enkeltelementer inden for undersøgelsesområdet, der indgår i vurderingen.

Kulturmiljø / enkeltelement	Kommune	Begrundelse for udpegning og afgrænsning
Nørre Lyngvig Fyr	Ringkøbing-Skjern	Fyret er 38 m højt og opført i 1906 i de høje klitter ved Nørre Lyngvig, så flammehøjden i fyret er 53 m.o.h. Fint og intakt miljø med fyrmesterbolig. Fra tårnet er der vid udsigt over Vesterhavet (fungerer som udsigtspunkt), ligesom fyrets fortælling knytter sig til relationen til havet.
Houvig-fæstningen	Ringkøbing-Skjern	Ét af de vigtigste, tyske fæstningsanlæg i Danmark fra 2. verdenskrig er Kryle-Ringelnatterstillingen, der består af 50 bunkere og ca. 50 andre betonanlæg. De yderste anlæg ligger nu på forstranden og kan bl.a. ses på stranden ca. 3,5 km nord for Søndervig, mens andre er dækket af klitter. Fortællingen knytter sig til Vesterhavet som forsvarsværk mod vandvejen.
Bovbjerg Fyr	Lemvig	Fyret er 26 m høj og opført i 1877 ovenfor den 40 m høje Bovbjerg Klint. Fint og intakt miljø med fyrmesterbolig, ligesom samspillet med det unikke, omgivende landskab styrker områdets kulturhistoriske fortælling. Fra tårnet er vid udsigt over Vesterhavet (fungerer som udsigtspunkt og kulturhistorisk orienteringspunkt), ligesom fyrets fortælling knytter sig til relationen til havet.

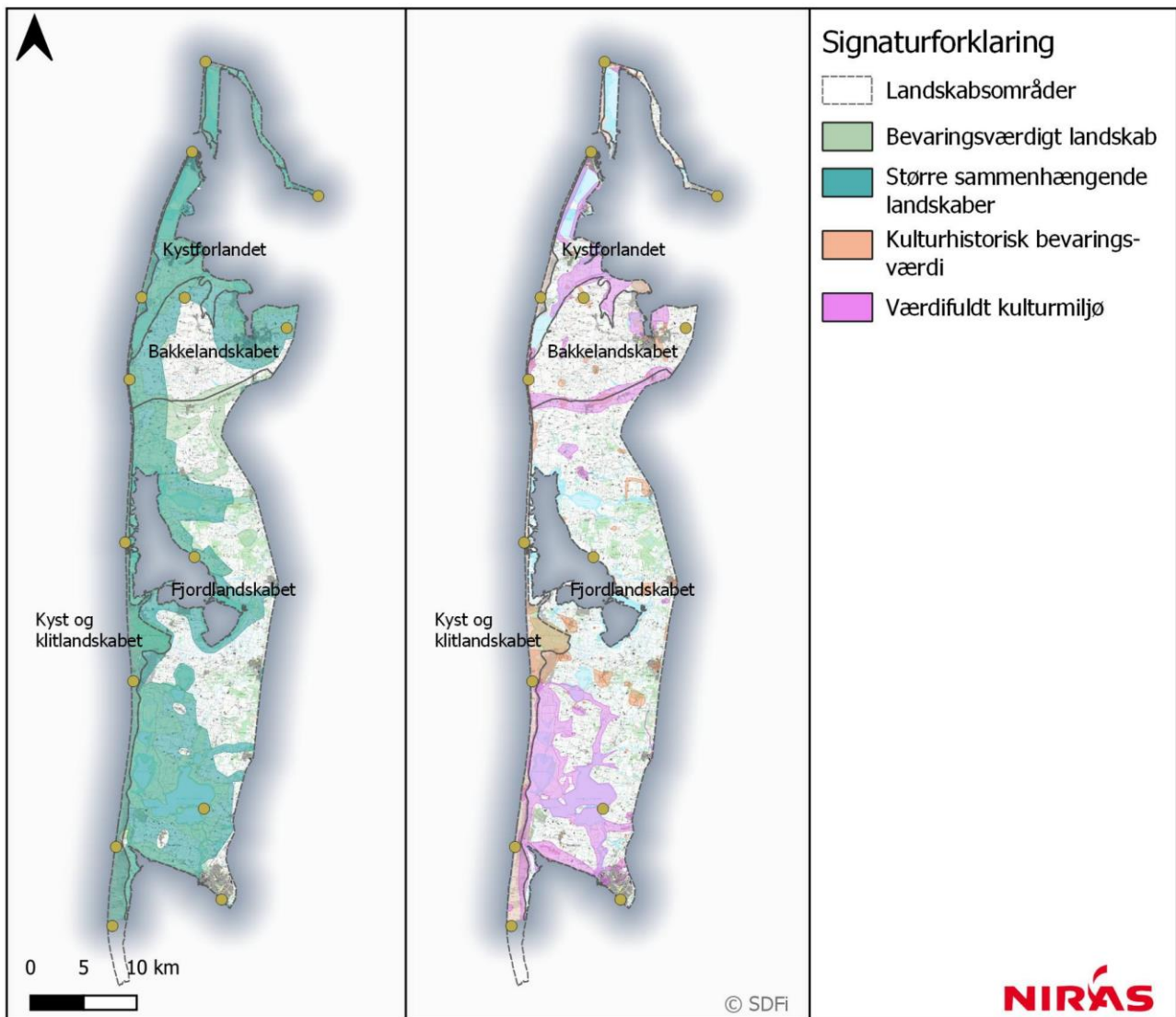
6.2.2.1. Værdi og sårbarhed

Alle tre kulturmiljøer fremstår særligt karakteristiske og med en særlig kulturhistorisk oplevelsesværdi, ligesom alle tre kulturmiljøer har attraktionsværdi. Derved tillægges alle tre kulturmiljøer en høj værdi.

Da alle tre kulturmiljøer har en fortælling, hvor relationen mellem kulturmiljøet og Vesterhavet er væsentlig, vurderes oplevelsen af kulturmiljøet og kulturmiljøets fortælling i høj grad sårbar over for en visuel påvirkning fra Thor Havvindmøllepark.

6.2.3. Udpegede landskabsinteresser og kulturmiljøer

Kortet til venstre på Figur 6.16 viser udpegede landskabsinteresser og kortet til højre viser udpegede kulturmiljøinteresser, som fremgår af plandata.dk. Udpegningerne tillægger landskabet og kulturmiljøer en værdi, der kan være sårbar over ændringer, herunder visuel påvirkning.



Figur 6.16: Kortet til venstre viser udpegede landskabsinteresser, mens kortet til højre viser udpegede kulturhistoriske interesser.

6.2.3.1. Bevaringsværdige landskaber og større sammenhængende landskaber

Ofte er de udpegede bevaringsværdige landskaber særligt karakteristiske landskaber, og ofte har de en særlige landskabelig oplevelsesværdi. Det betyder, at landskaberne ofte har høj landskabsværdi og høj sårbarhed, særligt over for en teknisk, visuel påvirkning.

Begrundelsen for udpegning af større sammenhængende landskaber varierer, men ofte er udpegningen en prioritering af uforstyrrede landskaber eller landskabelige sammenhænge med særlige visuelle kvaliteter. Det er udpegningsgrundlag, der i høj grad gør landskaberne sårbare over for en visuel, teknisk påvirkning.

Udpegningerne omkring de kystnære landskaber langs Vestkysten samt omkring Stadil Fjord, Vest Stadil Fjord, Ringkøbing Fjord, Nissum Bredning og Nissum Fjord danner en sammenhængende udpegning på tværs af kommunegrænser og dermed et stort, sammenhængende landskab med udpeget landskabsinteresser. Udpegningen betragtes som et udtryk for en regional interesse med et skærpet landskabshensyn.

6.2.3.2. Kulturmiljøer og områder med kulturhistorisk bevaringsværdig

Udpegningerne tillægger kulturmiljøerne en værdi, der kan være sårbar over ændringer, herunder visuel påvirkning, når det forstyrrer oplevelsen eller formidlingen af områdets fortælling.⁶



Figur 6.17: Fotos af de kulturmiljøer, der indgår i vurderingen – Bovbjerg Fyr, Nørre Lyngvig Fyr og bunkeranlæggene langs kysten. (Foto: NIRAS A/S)

6.3. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

6.3.1. Anlægsarbejdets synlighed i landskabet og fra kulturmiljøer

Den samlede anlægsperiode for anlæg af Thor Havvindmøllepark vil være ca. tre år. I en stor del af perioden vil anlægsarbejdet bestå i at etablere fundamenter og nedlægge kabler, mens vindmøllerne først rejses i den sidste del af anlægsfasen.

Da det primære anlægsområde ligger ca. 20 km eller mere fra kysten, vil jordens krumning skjule dele af anlægsaktiviteten op til en højde på ca. 30 m. Dvs. at det kun er fartøjer eller anlægsdele inden for projektområdet for Thor Havvindmøllepark, der er højere end 30 meter over vandfladen, der vil være synlige fra kysten i anlægsfasen. Aktiviteter tættere på kysten, herunder kabellægning og øvrig trafik på vandet, vil i en stor del af anlægsfasen stedvis præge udsigterne fra landskabet. Enkelte fartøjer vil være store, særligt Jack up fartøjer, mens de fleste øvrige fartøjer vil være langt mindre støttefartøjer. Da farvandet i forvejen er præget af skibstrafik, vurderes den øgede trafik i forbindelse med anlægsarbejdet kun at være mindre betydende for landskabets visuelle karakter, om end det vil medføre en øget visuel påvirkning.

Anlægsarbejdet vil blive synligt fra de dele af klitlandskabet og bakkelandskabet, hvor der er en direkte udsigt over Vesterhavet, og særligt vil det blive synligt fra højdepunkter i landskabet, herunder fra særlige udsigtspunkter. Fra eksempelvis Bovbjerg Fyr må det meste af anlægsarbejdet inden for projektområdet forventes at blive synligt, da

⁶ Baggrunden for kulturmiljøets udpegning kan være mangelfuldt beskrevet og dermed kan omfanget af sårbarhed være svær at fastslå.

det høje udsigtspunkt bevirker, at kun en lille del af anlægsarbejdet længst væk fra kysten vil blive skjult bag horisonten.

6.3.2. Påvirkning af landskab og kulturmiljø

Den visuelle påvirkning af landskabet og kulturmiljøer fra Thor Havvindmøllepark vurderes generelt *ubetydelig* i store dele af anlægsfasen, indtil synligheden af havvindmølleparken får samme omfang som i driftsfasen. Vurderingen er begrundet i, at påvirkningen vil optræde periodevis og være kortvarig, og at synligheden generelt vil have et begrænset omfang på grund af jordens krumning.

I dele af klitlandskabet og bakkelandskabet, hvor der er særlige udsigtsmuligheder og relationen til Vesterhavet er betydelig, vurderes påvirkningen at blive større. Herfra vil anlægsarbejdet blive mere synligt, og den visuelle forstyrrelse, som det medfører, vil påvirke landskabsinteresser og kulturmiljøer med høj værdi og med høj sårbarhed over for en teknisk, visuel påvirkning. Da påvirkningen vil være periodevis og kortvarig, vurderes det dog fortsat at være en *lille* påvirkning. I den sidste del af anlægsfasen vil påvirkningen svare til driftsfasen.

Fra fjordlandskabet og kystforlandet, hvor udsigten til anlægsarbejdet begrænses af klitlandskabet, vurderes anlægsarbejdet ikke at blive synligt før havvindmøllerne rejses og påvirkningen får en omfang svarende til driftsfasen. Dermed vil der *ingen* påvirkning være i store dele af anlægsfasen.

6.4. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

Vurderingen af påvirkningen i driftsfasen forholder sig til havvindmølleparkens visuelle udtryk og synlighed i landskabet, samt karakteren af det landskab eller kulturmiljø, som havvindmølleparken opleves fra og i sammenhæng med. Mens karakteren af landskab og kulturmiljøer er beskrevet under eksisterende forhold i afsnit 6.2, er den forventede synlighed af Thor Havvindmøllepark vurderet i det følgende som afsæt for at vurdere påvirkningen af landskab og kulturmiljø.

6.4.1. Havvindmølleparkens udtryk og synlighed fra landskabet og kulturmiljøer

Omfanget samt betydningen af havvindmølleparkens synlighed er i det følgende vurderet og illustreret med udvalgte visualiseringer fra de landskabsområder, der tilsammen udgør undersøgelsesområdet for landskab og kulturmiljø. Afsnittet har alene til formål at vurdere, i hvilket omfang havvindmølleparken vil blive synlig fra de vurderede landskaber og kulturmiljøer under optimale sigtbarhedsforhold. Den varierede sigtbarhed, der kan forventes hen over året, indgår først i vurderingen af påvirkningsgraden, der vurderes efterfølgende i afsnit 6.4.2.

Der henvises til at se alle visualiseringerne **bilag 3**, hvor de bør ses i fuld skærmstørrelse og gerne svarende til A3 for at illustrere møllernes forventede synlighed. Da visualiseringerne i dette kapitel er reduceret betydeligt i størrelse, vil møllernes synlighed her være mindre end de må forventes at blive ved realisering af projektet. De indsatte visualiseringer er således alene illustrationer til at underbygge teksten, ligesom det bemærkes, at der kun er indsat udvalgte visualiseringer, hvor Thor Havvindmøllepark har en vis synlighed.

Synlighed i diset vejr?

Bilag 3 indeholder visualiseringer af Thor Havvindmøllepark i klart vejr i dagslys og mørke.

Der er ikke lavet visualiseringer i diset vejr, da Thor Havvindmøllepark ikke vil være synlig fra kysten i diset vejr.

Diset vejr optræder ved sigtbarhed på op til 4 km, mens sigtbarheden er god fra 10 km og meget god fra 19 km.

Da afstanden til de nærmeste møller set fra kysten er mere end 19 km, vil møllerne kun være synlige i dagslys ved meget god sigtbarhed.

I mørke vil lysmarkeringerne ikke være synlige fra kysten i diset vejr med kun 4 km sigtbarhed.

6.4.1.1.1. Kyst og klitlandskabet

Langs med Vestkysten vil synligheden af Thor Havvindmøllepark fra kysten og klitlandskabet i høj grad afhænge af, hvorfra der betragtes, da der er forskel på om man står på kysten og ser ud over havet, om man står i de høje klitter, i klithederne bag de høje klitter eller i særlige udsigtspunkter som eksempelvis Bovbjerg Fyr. Jo højere man står i terrænet, jo mindre skjuler jordens krumning møllerne bag horisonten. Der er også stor forskel på, hvor lang afstand der er fra betragtningspunktet til de nærmeste møller i havmølleparken, og der er forskel på den retning og vinkel, som man ser ud på opstillingsmønsteret. Dermed er der forskel på, hvordan møllerne optræder i forhold til hinanden, og hvor meget havvindmølleparken fylder på vandfladen og i horisonten.

Synligheden fra kysten og klitlandskabet er illustreret med visualiseringer fra standpunkt 1, 3, 4, 7, 8, 10, 12 og 14, der alle kan ses i **bilag 3**.

Set fra nord vil Thor Havvindmøllepark stå i baggrunden til Vesterhav Nord, der står kystnært parallelt med kysten, se standpunkt 1, 3 og 4. Der vil være forskel på, hvor tydelig Thor Havvindmøllepark vil være, idet store dele af møllerne vil være skjult bag horisonten fra eksempelvis Thy (standpunkt 1) mens møllerne vil blive gradvist mere synlige med kortere afstand. Allerede ved Thyborøn vil Thor Havvindmøllepark stå tydeligt i baggrunden til Vesterhav Nord, men mens Vesterhav Nord vil optræde med fuld møllehøjde, vil Thor Havvindmøllepark være delvist skjult bag horisonten og dermed stå lavere i horisonten (standpunkt 3).

Set fra syd, vil Thor Havvindmøllepark tilsvarende blive synlig i sammenhæng med Vesterhav Syd fra kysten på Holmsland Klit mellem Hvide Sande og Søndervig, svarende til visualisering fra standpunkt 14, der illustrerer Thor Havvindmøllepark set fra Nørre Lyngvig Fyr med Vesterhav Syd i forgrunden.

Fra kysten mellem Søndervig og Ferring vil Thor Havvindmøllepark opleves uden sammenhæng med andre havvindmølleparker. Det er bl.a. illustreret med visualiseringen fra standpunkt 10. Figur 6.18 viser udsigten fra stranden ved Vedersø Klit, der i dag er uden visuel påvirkning i retning ud over vandfladen, mens udsigten på langs af kysten mod nord og syd er præget af de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, der står som enkelte rækker langs kysten.

Visualiseringen af Thor Havvindmøllepark fra kysten ved Vedersø Klit, illustrerer, at havvindmølleparken vil udfylde hele horisonten inden for det almindelige fokuserede synsfelt, som visualiseringen repræsenterer, se Figur 6.18. Visualiseringen illustrerer også, at de enkelte møller vil optræde meget synlige, idet store dele af rotoren vil være synlig på de forreste møller, mens en større del af de bagerste møller vil være skjult bag horisonten. Fra denne afstand vil man tydeligt kunne opfatte de roterende vinger, der skaber bevægelse i billedet. Det er også tydeligt, at havvindmølleparkens opstillingsmønster bevirker, at møllerne vil optræde med en uens indbyrdes afstand, hvor møllerne nogle steder optræder med meget kort indbyrdes afstand, mens de andre steder optræder med stor afstand.

De steder, hvor møllerne optræder i mange rækker bag ved hinanden, vil møllerne optræder med kort indbyrdes afstand, mens møllerne, der står i opstillingens yderpunkter eller med få rækker bag ved, vil optræde med større indbyrdes afstand. Derved har udformningen af projektområdet for Thor Havvindmøllepark samt opstillingsmønsteret inden for dette område betydning for havvindmølleparkens visuelle udtryk på vandfladen. Det uens udtryk bidrager til en visuel kompleksitet i udsigten.



Figur 6.18: Standpunkt 10, Vedersø Klit, øverst eksisterende forhold, nederst visualisering (Foto og visualisering: NIRAS A/S).

Fra det mere højtliggende terræn, eksempelvis fra klitterne eller ovenfor Bovbjerg Klint, eller fra høje udsigtspunkter som Lyngvig Fyr eller Bovbjerg Fyr, vil Thor Havvindmøllepark være mere synlig end set fra kysten, da en mindre del af møllerne vil være skjult bag horisonten. Det er illustreret med visualiseringer fra standpunkt 7a, 7b og 14, se **bilag 3**.

Figur 6.19 viser ændringen i udsigten fra Bovbjerg Klint (standpunkt 7b), hvor udsigten ud over havet i dag er uden visuel påvirkning. Ligesom ved Vedersø Klit gælder også her, at udsigterne på langs af kysten mod nord er påvirket af den kystnære havvindmøllepark Vesterhav Nord, der står ud for kysten lige nord for klinten men ikke i samme udsigtsretning som Thor Havvindmøllepark. Dermed vil Thor Havvindmøllepark bidrage til, at alle udsigtsretninger ud over havet vil indeholde havvindmølleparker.

Figur 6.20 viser ændringen i udsigten fra Nørre Lyngvig Fyr (standpunkt 14), hvor udsigten ud over havet er præget af den kystnære havvindmøllepark Vesterhav Syd, der står med en række møller parallelt med kysten. Visualiseringen illustrerer, at Thor Havvindmøllepark vil stå i baggrunden til Vesterhav Syd, og at afstanden mellem de to havvindmølleparker betyder, at de vil optræde med forskellig skala på vandfladen. Visualiseringen illustrerer også, at Thor Havvindmøllepark set fra denne vinkel vil have en meget stor udbredelse i horisonten, fordi man ser på langs af opstillingen. Havvindmølleparken vil fremstå uden en tydelig struktur, hvor møllerne står med en uens indbyrdes afstand. Det skaber en visuel kompleksitet i udsigten.

Samlet set illustrerer visualiseringerne, at Thor Havvindmøllepark vil blive meget synlig fra kysten og klitlandskabet langs med Vestkysten. De illustrerer også, at synligheden vil have stor visuel betydning, da udsigterne ud over Vesterhavet fra en stor del af kysten og klitlandskabet i dag er uden visuel påvirkning fra andre havvindmøller eller tekniske anlæg. Dermed vil etableringen af Thor Havvindmøllepark medføre, at alle udsigtsretninger ud over Vesterhavet vil være præget af havvindmøller.

Udsigterne på langs af kysten mod nord og syd er i referencescenariet visuelt præget af de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, og i disse udsigter vil Thor Havvindmøllepark i forskellig udstrækning optræde i sammenhæng med disse. Nogle steder vil samspillet betyde, at Thor Havvindmøllepark får en lille visuel betydning, fordi de kystnære havvindmølleparker optræder visuelt mere markante i forgrunden. Det er de steder, hvor Thor Havvindmøllepark vil stå i baggrunden til de kystnære havvindmølleparker. Andre steder vil Thor Havvindmøllepark bidrage til, at en langt større del af horisonten vil være præget af havvindmøller. Det er de steder, hvor Thor Havvindmøllepark vil optræde i horisonten "ved siden af" de kystnære havvindmølleparker, om end de vil stå længere ude på vandfladen.

Når man færdes bag de høje klitter i klitlandskabet, vil klitterne danne en visuel barriere mod Vesterhavet. Herfra vurderes Thor Havvindmøllepark ikke at blive synlig, da havvindmølleparken står for langt ude på vandfladen til at møllerne vil være synlige over klitterne.



Figur 6.19: Standpunkt 7b, Bovbjerg Klint, øverst eksisterende forhold, nederst visualisering (Foto og visualisering: NIRAS A/S).



Figur 6.20: Standpunkt 14, Nørre Lyngvig Fyr, øverst eksisterende forhold, nederst visualisering. Bemærk at Vesterhav Syd er illustreret som eksisterende forhold (Foto og visualisering: NIRAS A/S).

6.4.1.1.2. Kystforlandet

Det er ikke lavet visualisering af Thor Havvindmøllepark set fra det, der her er afgrænset som kystforlandet, men synligheden vurderes at få samme omfang, som beskrevet for fjordlandskabet i afsnit 6.4.1.1.4 og illustreret på visualiseringen fra standpunkt 9, se **bilag 3** samt Figur 6.22. Det betyder, at Thor Havvindmøllepark generelt må forventes at blive synlig hen over klitterne, der afgrænser landskabet mod Vesterhavet. Undtagelsen vil være fra landskabet lige bag ved klitterne, hvor klitterne vil være en visuel barriere.

6.4.1.1.3. Bakkelandskabet

Fra bakkelandskabets karakteristiske, højtliggende terræn må Thor Havvindmøllepark forventes at blive synlig de steder, hvor der er visuel relation til Vesterhavet. Særligt udtalt vil det være fra de mest kystnære dele af landskabet, hvor afstanden til Thor Havvindmøllepark er mindst, men der må også forventes en stor synlighed fra landskabet oven for den tidligere kystskrænt samt højdepunkter i det bagvedliggende landskab. Synligheden fra bakkelandskabet er illustreret med visualiseringer fra standpunkt 2, 5 og 6 (standpunkt 7a og 7b er beskrevet som en del af kystlandskabet).

Standpunkt 2 repræsenterer landskabet nordøst for Nissum Bredning, hvorfra den nordøstligste del af Thor Havvindmøllepark i nogen grad kan forventes at blive synlig på dage, hvor sigtbarheden er mere end 50 km, se Figur 6.7. Den store afstand betyder dog, at store dele af møllen vil være skjult bag horisonten og klitterne langs Vestkysten, hvorved det kun vil være dele af møllevingerne, der vil være synlige. I forgrunden vil den kystnære havvindmøllepark Vesterhav Nord stå langt mere tydelig og dominere billedet i forhold til møllerne fra Thor Havvindmøllepark. Se visualisering fra standpunkt 2 i **bilag 3**.

Figur 6.21 viser øverst udsigten fra Hygum Bakke mod sydvest (standpunkt 5), hvorfra Bovbjerg Fyr står som et orienteringspunkt på kysten mod syd (længst til venstre i billedet). Herfra er udsigten delvist præget af Vesterhav Nord, der står lige vest for Hygum Bakke, mens havfladen i øvrigt optræder uden tekniske anlæg. Figuren illustrerer nederst, hvordan Thor Havvindmøllepark herfra vil optræde tydeligt i baggrunden af udsigterne, og at den vil have en stor udbredelse på vandfladen, der mod syd visuelt afgrænses ved Bovbjerg Klint. Afstanden mellem Vesterhav Nord og Thor Havvindmøllepark betyder, at møllerne i de to havvindmølleparker vil optræde med forskellig skala. Mens Vesterhav Nord står som en enkelt række møller langs med kysten, vil Thor Havvindmøllepark optræde med en højere kompleksitet, der især kommer til udtryk i at møllerne optræder med uens indbyrdes afstand.

Fra en stor del af bakkelandskabet er der ikke direkte relation til Vesterhavet, men der er steder, hvor Thor Havvindmøllepark alligevel må forventes at blive synlig, idet møllerne vil være synlige fra det mest højtliggende terræn. Et eksempel på det er randmorænen øst for Lemvig, hvorfra der er vid udsigt over landskabet. De særlige udsigter er herfra især orienteret mod Nissum Bredning mod nord, men der er også imponerende og vidtrækkende udsigter i øvrige udsigtsretninger, herunder mod Vesterhavet mod sydvest. Visualiseringen fra standpunkt 6 repræsenterer dette landskab, se **bilag 3**.

Afstanden til de nærmeste møller i Thor Havvindmøllepark fra randmorænen er herfra ca. 40 km, og møllerne vil være synlige når der er rigtig god sigtbarhed, som forekommer i ca. 10 – 20 % af tiden, se Figur 6.7. Visualiseringen illustrerer, at når sigtbarheden er tilstrækkelig vil Thor Havvindmøllepark blive synlig over horisonten, hvor møllernes rotor vil tegne et bånd over den bevoksning, der ellers danner baggrund i udsigten. Det bemærkes, at udsigten allerede i dag er præget af forskellige anlæg, herunder vindmøller på land, skorstene, master, højspændingsanlæg mv.



Figur 6.21: Standpunkt 5, Hygum Bakke, øverst eksisterende forhold, nederst visualisering. Bemærk at Vesterhav Nord er illustreret som eksisterende forhold. (Foto og visualisering: NIRAS A/S).

6.4.1.1.4. Fjordlandskabet

Fra Fjordlandskabet vil Thor Havvindmøllepark generelt være synlig bag høje klitter, der afgrænser fjordlandskabet mod Vestkysten, men synligheden vil have forskelligt omfang afhængig af afstanden. Det er illustreret med visualiseringer fra standpunkt 9, 11 og 13, som kan ses i **bilag 3**.

Den største synlighed vil være ud for projektområdet fra landskabet omkring Nissum Fjord, hvor afstanden til Thor Havvindmøllepark vil være kortest. Figur 6.22 viser standpunkt 9, Harpøt Havn, hvor figuren øverst viser udsigten på tværs af fjorden mod vest, der foruden enkelte anlæg i Thorsminde er uden teknisk påvirkning. De høje klitter indrammer fjordlandskabet og fokuserer landskabsoplevelsen omkring Nissum Fjord. Nederst på figuren illustrerer visualiseringen, at Thor Havvindmøllepark vil blive meget synlig over klitterne og have en stor udbredelse i horisonten. Det må forventes, at møllevingernes rotation vil blive meget synlige og tilføre bevægelse i landskabsbilledet.

Fra større afstand, eksempelvis fra standpunkt 11, vil Thor Havvindmøllepark fortsat blive synlig over klitterne, men den større afstand betyder, at det kun vil være spidsen af vingerne, der vil være synlige. Punktet repræsenterer landskabet øst for Stadil Fjord, hvor landskabet i nogen grad er præget af tekniske anlæg, særligt i udsigterne mod nord og syd, mens udsigterne mod vest generelt har en mere uforstyrret karakter, se visualiseringen i **bilag 3**.

Det må også forventes, at Thor Havvindmøllepark vil blive synlig fra dele af kysten omkring Ringkøbing Fjord i udsigten mod nordvest (se standpunkt 13 i **bilag 3**), hvor møllernes vingspidser vil blive synlige over klitrækken. Herfra vil møllerne dog indgå i sammenhæng med bygninger og anlæg i Ringkøbing, og derved vil den visuelle betydning af synligheden være mindre end fra mere naturprægede og uforstyrrede landskaber.

6.4.1.1.5. Mørke

Det vurderes, at reguleringen af lysstyrken af luftfartsafmærkningen i forhold til sigtbarhed i høj grad vil medvirke til, at Thor Havvindmøllepark ikke vil være synlig fra kystlandskabet i mørke (Figur 6.23), herunder fra de kulturmiljøer, der indgår i landskabet.

Ved god sigt eller meget god sigtbarhed, dvs. en sigtbarhed over 10 km, vil lysstyrken af luftfartsafmærkningerne blive reduceret fra 2.000 candela til 200 candela. Det svarer til, at lysene vil være synlige på op til ca. 14 km afstand. Da nærmeste mølle står 22 km fra kysten, vil markeringslysene ikke være synlige fra kysten eller det bagvedliggende landskab. Synlighed på denne afstand vil forudsætte en lysstyrke over 1.300 candela. I meget klart vejr kan de nærmeste mølle stå svagt som silhuetter i horisonten, men det vil være uden visuel betydning for oplevelsen af kystlandskabet eller udsigterne ud over den mørke vandflade. Ved moderat eller dårlig sigtbarhed, hvor sigtbarheden er under 10 km, vil markeringslysene heller ikke være synlige fra 22 km afstand, selv om lysstyrken vil være højere end i klart vejr med god sigtbarhed. Det er begrundet i den begrænsende visuelle effekt, som den ringere sigtbarhed medfører.

De gule lysmarkeringer af møllerne til søfarten i Thor Havvindmøllepark vil heller ikke være synlige fra kysten, da deres lysstyrke er begrænset til 10 candela svarende til en synlighed på ca. 5 km afstand. Da afstanden til de nærmeste mølle er ca. 22 km, vil søafmærkningen ikke være synlig fra kysten.

På de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, er de røde luftfartsafmærkninger radarstyret og vil kun være synlige, når der er fly i relevant nærhed (estimeret op til 5 % af tiden (Pedersen M. B., 2023)). De gule søafmærkninger vil lyse konstant og være synlig på op til ca. 10 km afstand. Synligheden af disse mølle i mørke vurderes dermed at have et lille omfang i mindst 95 % af tiden, mens synligheden vil være markant, når luftfartsafmærkningen er tændt. Synlige lys på vandfladen vil i mørke dermed komme fra de kystnære havvindmølle, der er beskrevet som eksisterede forhold. Se natvisualiseringer fra standpunkt 1, 3, 8, 10 og 12 i **bilag 3**.



Figur 6.22: Standpunkt 9, Harpøt Havn, øverst eksisterende forhold, nederst visualisering (Foto og visualisering: NIRAS A/S).



Figur 6.23: Standpunkt 7b, Bovbjerg Klint, øverst eksisterende forhold, nederst natvisualisering (Foto og visualisering: NIRAS A/S).

6.4.2. Projektets påvirkningsgrad i driftsfasen

6.4.2.1. Påvirkning af landskab

6.4.2.1.1. Kyst og klitlandskab

Påvirkningen af landskabet vil være størst langs kysten og fra klitlandskabet, hvor der er helt uhindret udsigt over Vesterhavet og hvor ændringerne som følge af Thor Havvindmøllepark vil være meget synlige. Herfra vurderes påvirkningen generelt at blive *væsentlig* inden for den afgrænsede mellemzone og særligt inden for den nære mellemzone, se Figur 6.6.

Vurderingen er begrundet i at klitlandskabet generelt har høj værdi og høj sårbarhed over for den karakter af visuel påvirkning, som Thor Havvindmøllepark vil medføre. Desuden vurderes synligheden af Thor Havvindmøllepark at få et stort omfang og medføre en høj grad af forstyrrelse i landskabets karakter og udtryk. Det gælder både de steder, hvor Thor Havvindmøllepark optræder alene på vandfladen og de steder, hvor den ses i sammenhæng med en af de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord eller Vesterhav Syd, der etableres i 2023 og starten af 2024. Det har betydning for vurderingen, at Thor Havvindmøllepark vil udfylde den udsigtsretning, der med etablering af de kystnære havvindmølleparker er uden visuel påvirkning. Dermed vil etableringen af Thor Havvindmøllepark medføre, at alle udsigtsretninger ud over Vesterhavet være præget af havvindmøller i forskelligt omfang. Det indgår også i vurderingen, at påvirkningen vil være hyppigt forekommende, idet den vil optræde når der er god sigtbarhed. I sommerhalvåret kan det forventes ca. 55-65 % af tiden, mens det i vinterhalvåret kan forventes 30-45 % af tiden, se Figur 6.7.

Uden for mellemzonen vil den visuelle betydning af Thor Havvindmøllepark gradvist aftage og generelt medføre en *lille* visuel påvirkning, der med større afstand bliver *ubetydelig*.

6.4.2.1.2. Kystforlandet

Påvirkningen af landskabet inden for det område, der her er afgrænset som kystforlandet, varierer fra *moderat* til *ingen* påvirkning.

Påvirkningen vurderes *moderat* inden for den nære del af mellemzonen, hvor Thor Havvindmøllepark vil blive meget synlig over klitterne mod sydvest. Da afstanden til Thor Havvindmøllepark er ca. 28 km, vil den være synlig fra dette landskab ca. 30-40 % af tiden i sommerhalvåret og ca. 25-35 % af tiden i vinterhalvåret. Den visuelle betydning vurderes i nogen grad nedtonet af klitterne, der rumligt skaber en tydelig indramning af fjordlandskabet men vil fortsat have et stort omfang.

Fra den øvrige del af kystforlandet vurderes synligheden af Thor Havvindmøllepark lille, om end møllerne stadig vil være synlige over klitterne mod sydvest. Forstyrrelsen vil dog gradvist aftage med større afstand, og det vurderes at medføre en *lille* påvirkning af landskabet syd for Harboøre, hvor landskabsværdien flere steder er høj, mens synligheden vurderes at være en *ubetydelig* påvirkning af landskabets karakter omkring og nord for Harboøre. Det er dels begrundet i en aftagende synlighed og dels i at landskabet her i forvejen har en teknisk påvirkning, hvormed påvirkningen fra Thor Havvindmøllepark virker *ubetydelig* i sammenhængen.

6.4.2.1.3. Bakkelandskabet

Inden for bakkelandskabet vil påvirkningen variere fra *ingen* påvirkning til *væsentlig* påvirkning.

Påvirkningen vurderes *væsentlig* inden for den nære del af mellemzonen, eksempelvis fra området omkring Bovbjerg Klint, hvor den visuelle relation til Vesterhavet er stor, og hvor landskabet har høj værdi og sårbarhed over for en visuel påvirkning. Der ligger til grund for vurderingen, at Thor Havvindmøllepark vil udfylde hele synsfeltet i

udsigten ud over Vesterhavet, og at denne udsigtsretning i referencescenariet er uden forstyrrelse til forskel for udsigterne på langs af kysten mod nord og syd. Dermed vil alle udsigtsretninger ud over Vesterhavet have en visuel påvirkning af et stort omfang. I vurderingen indgår også, at påvirkningen vil være hyppigt forekommende, idet Thor Havvindmøllepark kan forventes synlig i ca. 55-65 % af tiden i sommerhalvåret og i ca. 30-45 % af tiden i vinterhalvåret, se Figur 6.7.

Påvirkningen vurderes også *væsentlig* fra øvrige udsigtspunkter i bakkelandskabet, hvor relationen til Vesterhavet ligeledes er stor og hvor udsigterne har en særlig visuel kvalitet, eksempelvis oven for den tidligere kystskrænt samt fra Hygum Bakke. Det indgår i vurderingen, at Thor Havvindmøllepark også set fra disse steder vil udfylde en meget stor del af synsfeltet, og at den i sammenhæng med den kystnære havvindmøllepark Vesterhav Nord vil udfylde en meget stor del af horisonten med havvindmøller. Dermed vil påvirkningen have et stort omfang. Det indgår også i vurderingen, at afstanden fra disse udsigtspunkter til nærmeste mølle er ca. 25-35 km, hvorved Thor Havvindmøllepark kan forventes at være synlig ca. 30-40 % af tiden i sommerhalvåret og ca. 25-35 % af tiden i vinterhalvåret, se Figur 6.7. Da det især vil være dage med meget god sigtbarhed, at udsigtspunkterne bliver besøgt som attraktion, tillægges perioder med begrænset sigtbarhed mindre betydning i vurderingen.

Andre steder i bakkelandskabet hvor der ikke er relation til Vesterhavet, eller hvor synligheden af Thor Havvindmøllepark er mindre betydende i sammenhæng med det øvrige landskab, vurderes påvirkningen *lille* eller *ubetydelig*. Det gælder eksempelvis landskabet syd og øst for Lemvig, hvor landskabets visuelle kvaliteter især er orienteret mod Nissum Bredning.

6.4.2.1.4. Fjordlandskabet

Påvirkningen af fjordlandskabet varierer fra *ingen* påvirkning til *moderat* påvirkning.

Påvirkningen vurderes *moderat* inden for den nære del af mellemzonen, hvor Thor Havvindmøllepark vil blive meget synlig over klitterne mod vest. Den visuelle betydning vurderes i nogen grad nedtonet af klitterne, der rumligt skaber en tydelig indramning af fjordlandskabet. Da afstanden til Thor Havvindmøllepark er ca. 28 km, kan den forventes at være synlig ca. 30-40 % af tiden i sommerhalvåret og ca. 25-35 % af tiden i vinterhalvåret, se Figur 6.7.

Fra den øvrige del af fjordlandskabet vurderes synligheden af Thor Havvindmøllepark *lille*, om end møllerne stadig vil være synlige over klitterne mod vest. Forstyrrelsen vil dog gradvist aftage med større afstand, og det vurderes generelt at medføre en *lille* påvirkning, eksempelvis omkring Stadil Fjord, mens synligheden andre steder vurderes *ubetydelig*, eksempelvis omkring Ringkøbing eller det øvrige landbrudslandskab, hvor landskabet i forvejen er præget af byggeri og anlæg.

6.4.2.1.5. Mørke

Der vurderes *ingen* eller *ubetydelig* visuel påvirkning af kystlandskab eller kulturmiljøer i mørke. Det er begrundet i, at luftfartsafmærkningen nedreguleres i overensstemmelse med sigtbarheden, og at de derved ikke eller kun i helt ubetydelig grad vil være synlige på de 22 km afstand, som der er fra kysten til nærmeste mølle. Selv i de særlige og helt begrænsede tilfælde, hvor møllerne i sig selv vil være synlige som silhuetter i horisonten, vurderes omfanget af synlighed så begrænset, at det ikke eller kun i helt ubetydelig grad vil have visuel betydning for landskabets karakter eller oplevelsen af det, herunder udsigterne ud over havet.

6.4.2.2. Påvirkning af kulturmiljø

De tre vurderede kulturmiljøer, miljøet omkring Nørre Lyngvig Fyr, Houvig-fæstningen og Bovbjerg Fyr, ligger alle inden for det afgrænsede kyst og klitlandskab, hvorfra Thor Havvindmøllepark i dagtimerne vil blive meget synlig i udsigterne over Vesterhavet og vil udfylde en betydelig del af horisonten.

Særligt fra miljøet omkring Nørre Lyngvig Fyr og Bovbjerg Fyr er netop relationen til Vesterhavet en væsentlig del af kulturmiljøernes fortælling, og her vurderes betydningen af den visuelle påvirkning fra Thor Havvindmøllepark så stor at det medfører en *moderat* påvirkning. Den kulturhistoriske fortælling, der knytter sig til Houvig-fæstningen er også relateret til Vesterhavet, men fortællingen vurderes mindre sårbar over for en visuel påvirkning. Selv om Thor Havvindmøllepark også fra Houvig-fæstningen vil blive meget synlig, vurderes påvirkningen af den kulturhistoriske fortælling *lille*.

I mørke vurderes *ingen eller ubetydelig* påvirkning af kulturmiljøerne med samme begrundelse i synlighed som angivet under landskab i afsnit 6.4.2.1.5.

6.5. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

I demonteringsfasen vurderes påvirkningen af landskab og kulturmiljøer i høj grad svarende til anlægsfasen. Dermed vurderes der ikke eller kun at være en *lille* påvirkning når møllerne er taget ned, da øvrig aktivitet vedrørende demontering vurderes at være skjult bag horisonten af jordens krumning.

6.6. Sammenfattende vurdering

Store dele af landskabet langs med Vestkysten, der her er afgrænset som undersøgelsesområde for landskab og kulturmiljø, har høj landskabsværdi, som generel er sårbar over for en visuel påvirkning fra Thor Havvindmøllepark. Tilsvarende findes mange kulturmiljøer med høj kulturmiljøværdi. Undersøgelsesområdet er inddelt i fire overordnede landskabsområder, som vurderingen tager afsæt i: Kyst og klitlandskabet, kystforlandet, bakkelandskabet og fjordlandskabet. Desuden er der afgrænset tre kulturmiljøer inden for undersøgelsesområdet, hvor en påvirkning fra Thor Havvindmøllepark kan påvirke formidlingen af den kulturhistoriske fortælling: Bovbjerg Fyr, Houvig-fæstningen og Nørre Lyngvig Fyr.

Påvirkningen som følge af etableringen af Thor Havvindmøllepark på landskab og kulturmiljø er opsummeret nedenfor i Tabel 6.5. Påvirkningen vil være størst i driftsfasen, hvor der vurderes at være en *væsentlig* påvirkning i kyst og klitlandskabets nære mellemzone, og bakkelandskabets nære mellemzone og udsigtspunkter. I de øvrige områder vurderes påvirkningen ikke at være væsentlig, men som *moderat*, *lille* eller *ubetydelig*. I dagtimerne vil påvirkningen komme fra synligheden af møllerne i Thor Havvindmøllepark, mens der ikke vurderes at være en påvirkning i mørke, da luftfartsafmærkningen af Thor Havvindmøllepark vil blive reguleret i forhold til sigtbarhed og dermed ikke vil være synlig fra kysten.

Tabel 6.5: Samlet vurdering for påvirkningerne på landskab og kulturmiljø som følge af etableringen af Thor Havvindmøllepark.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Kyst og klitlandskab - Nære mellemzone	Anlæg	Lille
	Drift	Væsentlig
	Demontering	Lille
Kyst og klitlandskab - Fjerne mellemzone	Anlæg	Ubetydelig
	Drift	Moderat
	Demontering	Ubetydelig
Kyst og klitlandskab - Fjernzone	Anlæg	Ingen
	Drift	Lille
	Demontering	Ingen
Kystforland	Anlæg	Ingen

- Nære mellemzone	Drift	Moderat
	Demontering	Ingen
Kystforland	Anlæg	Ingen
- Fjerne mellemzone syd for Harbøre	Drift	Lille
	Demontering	Ingen
Kystforland	Anlæg	Ingen
- Fjerne mellemzone og fjernzone	Drift	Ubetydelig
	Demontering	Ingen
Bakkelandskab	Anlæg	Lille
- Nære mellemzone og udsigtspunkter	Drift	Væsentlig
	Demontering	Lille
Bakkelandskab	Anlæg	Ubetydelig / ingen
- Fjerne mellemzone og fjernzone	Drift	Lille / ubetydelig
	Demontering	Ubetydelig / ingen
Fjordlandskab	Anlæg	Ingen
- Nære mellemzone	Drift	Moderat
	Demontering	Ingen
Fjordlandskab	Anlæg	Ingen
- Fjerne mellemzone	Drift	Lille
	Demontering	Ingen
Fjordlandskab	Anlæg	Ingen
- Fjernzone	Drift	Ubetydelig
	Demontering	Ingen
Mørke: Kyst og klitlandskabet	Anlæg	Ubetydelig
- Nære mellemzone <i>(uden sammenhæng med Vesterhav Syd eller Vesterhav Nord)</i>	Drift	Ingen / ubetydelig
	Demontering	Ubetydelig
Mørke: Hele undersøgelsesområdet	Anlæg	Ingen
	Drift	Ingen / ubetydelig
	Demontering	Ingen
Kulturmiljø	Anlæg	Lille
- Nørre Lyngvig Fyr	Drift	Moderat
- Bovbjerg Fyr	Demontering	Lille
Kulturmiljø	Anlæg	Ubetydelig
- Houvig-fæstningen	Drift	Lille
	Demontering	Ubetydelig

6.7. Kumulative effekter

I vurderingen af påvirkning i driftsfasen i afsnit 6.4 indgår såvel eksisterende vindmøller på land samt de to kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd i referencescenariet. De vurderede påvirkninger (afsnit 6.6) inkluderer således den kumulative effekt fra andre synlige vindmøller. Påvirkningen fra Thor Havvindmøllepark vil have en væsentlig kumulativ effekt i samspil med de kystnære havvindmølleparker fra kysten og de kystnære landskaber inden for den nære mellemzone, hvor der er uhindret udsigt over Vesterhavet. Vurderingen af omfanget af den kumulative effekt er især begrundet i det forhold, at Thor Havvindmøllepark vil udfylde den udsigtsretning, der efter etablering af de kystnære havvindmølleparker stadig er uden visuel påvirkning. Dermed vil effekten af Thor Havvindmøllepark være, at alle udsigtsretninger fra kysten og det kystnære landskab ud over Vesterhavet mellem Nørre Lyngvig Fyr i syd til Agger i nord vil være præget af havvindmøller i såvel dagtimer som i mørke. Det har betydning for vurderingen, at kystlandskabet har høj landskabsværdi, og at bl.a. udsigter mod en ubrudt horisont tillægges høj værdi i såvel dagtimer som i mørke.

Danmarks Havplan udlægger bl.a. udviklingszoner for vedvarende energi (Ev), som Thor Havvindmøllepark er en del af. Såfremt den planlagte udviklingszone udnyttes til etablering af yderligere havvindmølleparker, må disse i sammenhæng forventes at danne et mere eller mindre sammenhængende bånd af havvindmølleparker langs Vestkysten med Thor Havvindmøllepark mod nord og Horns Rev 1, 2 og 3 mod syd. I den sammenhæng vurderes Thor Havvindmøllepark kun at udgøre en mindre del af den samlede visuelle påvirkning af landskabet langs Vestkysten.

Danmarks Havplan udlægger også udviklingszoner for vedvarende energi og energiøer (Ei), der ligger længere ude på vandfladen end ovennævnte. Udnyttes de østligste dele af disse udviklingszoner til etablering af havvindmølleparker, kan de blive synlige fra kysten med en kumulativ effekt til Thor Havvindmøllepark. Det vurderes dog mindre betydende, da Thor Havvindmøllepark vil stå i forgrunden og evt. i sammenhæng med andre havvindmølleparker inden for samme udviklingszone parallelt med kysten, der i langt højere grad vil være synlig fra kysten.

Miljøkonsekvensrapporten for landanlæg til Thor Havvindmøllepark indeholder højspændingsstationer ved Volder Mark og ved Idomlund (COWI, 2022a). Fra Idomlund vil der ikke være udsyn til Vesterhavet, men fra Volder Mark vil Havvindmøllerne på Thor Havvindmøllepark være synlige. Det er i miljøkonsekvensrapporten vurderet, at det nye højspændingsstationsområde ved Volder Mark samlet set vil have en lille påvirkning på landskabets karakter, at højspændingsstationsområdet er velplaceret i et stort og rummeligt landskabsrum og at landskabet grundet dets store skala er forholdsvis robust overfor tekniske anlæg (COWI, 2022a). Det vurderes på den baggrund at den landskabelige påvirkning i nærområdet ved Volder Mark overvejende vil stamme fra anlæggene på havet og kun i mindre grad fra stationsanlægget på land.

6.8. Afværgeforanstaltninger

Det vurderes ikke muligt at afværge den vurderede *væsentlige* påvirkning af landskabet fra Thor Havvindmøllepark i dagtimerne, da det især er havvindmølleparkens omfang og udbredelse i horisonten, der udløser en *væsentlig* påvirkning, herunder at alle udsigtsretninger fremadrettet vil være præget af havvindmøller. Dertil kommer, at projektområdet til opstilling af Thor Havvindmøllepark har en udformning og afgrænsning, der gør det vanskeligt at udnytte med et opstillingsmønster med et mere ensartet udtryk set fra landskabet.

6.9. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Grundlaget for at miljøvurdere Thor Havvindmøllepark i forhold til påvirkning af landskab og kulturmiljø vurderes tilstrækkeligt og uden mangler.

Det datagrundlag, der ligger til grund for at beskrive eksisterende forhold samt at vurdere påvirkning af dels landskab, kulturmiljø og visuelle forhold, er solidt. Det består dels af en landskabsfaglig besigtigelse af landskabet, fotooptagelser, GIS-baserede analyser med anvendelse af et bredt datasæt (bl.a. terrænmodel, geologisk dannelse, høje og lave målebordsblade og div. plandata), samt visualiseringer fra 14 punkter, der repræsenterer forskellige landskabstyper og kulturmiljøer, og som illustrerer projektet i både mellem og fjernzone. Visualiseringerne udføres med høj præcision med anvendelse af anerkendte metoder. Projektet er visualiseret i klart vejr⁷ fra alle punkter, og fra udvalgte punkter er det også visualiseret i mørke.

Datagrundlaget er dermed omfattende og bygger i høj grad på valide data. Det vurderes, at data er tilstrækkeligt fyldestgørende til at vurdere potentielle påvirkninger på landskab og kulturmiljø.

⁷ Der er ikke lavet visualiseringer ved reduceret sigtbarhed, da møllerne står mere end 10 km fra kysten, og 10 km er den øvre grænse for moderat sigt.

7. Befolkning og menneskers sundhed

Etablering af store infrastrukturprojekter kan betyde, at befolkningen og i nogle tilfælde menneskers sundhed og mulighed for rekreative udfoldelser påvirkes.

Havvindmølleparken kan potentielt medføre påvirkninger af befolkningen på grund af støj og visuelle gener, herunder lys, og have betydning for oplevelsen af kyst- og kulturlandskabet, naturværdien og herlighedsværdien i området og den rekreative anvendelse af områderne. Disse indvirkninger kan potentielt have afledte effekter på turismen.

7.1. Metode og datagrundlag

Den berørte del af befolkningen er kortlagt ved brug af data om indbyggertal fra Danmarks Statistik, samt oplysninger fra BBR registeret om sommerhuse. Desuden er berørte landområder beskrevet i forhold til om anvendelsen er til helårsbeboelse, sommerhusområder eller anden anvendelse.

I nedenstående afsnit er anvendte metoder og datagrundlag beskrevet for behandling af støj, rekreative områder og interesser, oplevelse af landskab og kulturmiljø samt afledte effekter for turisme.

7.1.1. Støj

Etablering af Thor Havvindmøllepark vil give anledning til støj, som potentielt kan påvirke befolkningen og menneskers sundhed. Der kan optræde støj i forbindelse med anlæg af havvindmølleparken og under drift.

Der er udarbejdet en teknisk rapport (NIRAS, 2023a), hvor der er foretaget detaljerede beregninger af ekstern støj i relation til Thor Havvindmøllepark. I dette kapitel er forudsætninger og resultater gengivet.

Støjens styrke angives som et antal decibel (forkortet: dB). Den svageste lyd et menneske kan høre er 0 dB og ved 120 dB er støj så kraftig, at det kan gøre ondt i ørene. Ofte skrives "dB(A)", hvor "(A)" betyder, at angivelsen af støjniveauet er tilpasset den måde et menneske oplever støjen.

Skalaen for støj er logaritmisk. Det betyder, at man ikke uden videre kan lægge støjniveauer sammen. Hvis man f.eks. lægger støjen fra to lige kraftige støjkluder sammen, bliver støjniveauet altid 3 dB højere, dvs. at f.eks. $30 + 30 \text{ dB(A)} = 33 \text{ dB(A)}$. En ændring på 3 dB svarer altså til en fordobling eller halvering af støjen (f.eks. ved en fordobling eller halvering af antallet af vindmøller), men lyder kun som en lille ændring af det hørbare støjniveau. En ændring på 10 dB lyder som en halvering eller fordobling, men svarer til 10 gange så mange støjkluder (eller en reduktion til en tiendedel). Som en tommefingerregel kan ændringer i støjniveauer opleves på følgende måde:

- 1 dB er den mindste ændring et menneske er i stand til at opfatte
- 3 dB opleves som en lille ændring
- 6 dB opleves som en væsentlig ændring
- 10 dB opleves som en stor ændring og lyder som en fordobling eller halvering af støjen.

De danske grænseværdier for støjbidrag fra vindmøller er fastsat i vindmøllebekendtgørelsen (Tabel 7.1) (BEK nr 135 af 07/02/2019). De skal sikre mennesker mod uacceptable gener fra støjen og forebygge negativ påvirkning af menneskers sundhed. Grænseværdierne gælder for den samlede støj fra vindmøller ved en bolig eller et andet område med støjfølsom arealanvendelse og kan ikke fraviges. Ved vurdering af støjbidrag fra nye vindmøller skal der derfor indgå støj fra eventuelle eksisterende vindmøller i området, så det sikres, at den samlede støj fra

vindmøller ikke overstiger grænseværdierne. Der er fastsat grænseværdier for støjen ved to vindhastigheder, 6 m/s og 8 m/s. Grænseværdierne ved begge vindhastigheder skal være overholdt.

Tabel 7.1: Bindende grænseværdier for støjbidrag fra vindmøller, jævnfør vindmøllebekendtgørelsen. Støjfølsom arealanvendelse omfatter områder, der anvendes til, eller i lokalplan eller byplanvedtægt er udlagt til, bolig-, institutions-, sommerhus- camping- eller kolonihaveformål, eller områder som er udlagt i lokalplan eller byplanvedtægt til støjfølsom rekreativ aktivitet (BEK nr 135 af 07/02/2019).

Vindhastighed	Totalstøj (bredspektret støj) L _r i dB(A)		Lavfrekvent støj L _{pA,LF} i dB(A)
	Beboelse i det åbne land	Det mest støjbelastede punkt i områder til støjfølsom arealanvendelse	Indendørs i beboelse
6 m/s	42	37	20
8 m/s	44	39	20

For sommerhusområder skal man være opmærksom på, at grænseværdien for lavfrekvent støj i realiteten er skærpet i forhold til anden beboelse. Det skyldes en særlig korrektion for sommerhuses lydisolations overfor lavfrekvent støj, som medfører højere beregnede niveauer indendørs end indendørs i anden beboelse. Enkeltliggende sommerhuse, der ikke ligger i et sommerhusområde, betragtes som beboelse.

Ved vurdering af støj fra Thor Havvindmøllepark skal derfor også indgå støjbidrag fra eksisterende vindmøller og betydende støjbidrag fra andre havvindmølleparker i området. Der er således et antal eksisterende vindmøller på land, som lokalt i områder på land kan have betydning samt havvindmølleparkerne Vesterhav Nord og Vesterhav Syd.

Til beregningerne af støj fra havvindmøllerne er støjregningsprogrammet WINDPRO anvendt. Der er foretaget beregning af såvel lavfrekvent støj som alm. støj (bredspektret støj). I henhold til de danske retningslinjer (BEK nr 135 af 07/02/2019), (Miljøstyrelsen, 2021) er der foretaget beregning af støjbidraget fra Thor Havvindmøllepark i områder, hvor støjbidraget ligger 15 dB eller højere i forhold til støjgrænserne. Såfremt støjbidrag ligger mere end 15 dB under støjgrænserne kan der ses bort fra mølleparkens støjbidrag.

7.1.2. Rekreative områder og interesser

Der er gennemført en kortlægning af eksisterende rekreative områder og interesser i nærområdet af Thor Havvindmøllepark. Kortlægningen tager udgangspunkt i kystnære områder og strande, samt aktiviteter som lystsejls, rekreativt fiskeri og dykning nær projektområdet. Kortlægningen fokuserer på turisme og beskriver væsentlige seværdigheder, attraktioner mv., der er relevante ift. den visuelle påvirkning.

Beskrivelsen af rekreative forhold fokuserer primært på arealer og aktiviteter, der ligger eller gennemføres så tæt på projektområdet, at de kan påvirkes visuelt. Andre gener fra anlæg og drift af havvindmølleparken beskrives alene på et overordnet niveau. Fjernere udflygtsmål og udsigtspunkter, hvor der alene kan forekomme en visuel påvirkning, behandles under emnet: Oplevelse af landskab og kulturmiljø (se afsnit 7.1.3).

Kortlægningen og beskrivelser af de rekreative forhold baseres til dels på relevante informationer og data fra bl.a. relevante hjemmesider om friluftaktiviteter, fiskeri mm., hvor opdaterede data er indhentet i forbindelse med denne miljøkonsekvensrapport. Desuden har havnechefen for Thorsminde Havn oplyst om lystsejls og lystfiskeri i nærområdet for kabelkorridoren til ilandføringskablerne.

På baggrund af kortlægningen er der foretaget en kvalitativ vurdering af potentielle påvirkninger på rekreative områder og interesser som følge af etablering, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark. Til vurderingerne anvendes blandt andet oplysninger fra anlægsbeskrivelsen (kapitel 4) og relevante oplysninger og konklusioner fra andre emner, herunder sejlads samt landskab og kulturmiljø.

7.1.3. Oplevelse af landskab og kulturmiljø

De nuværende visuelle forhold samt havvindmølleparkens visuelle påvirkning af landskab og kulturmiljø er beskrevet og vurderet i kapitel 6. Der henvises således generelt til kapitel 6 for en beskrivelse og vurdering af den visuelle påvirkning af vigtige landskaber og kulturmiljøer.

Påvirkning af befolkningens oplevelse af kyst- og kulturlandskabet, naturværdier og herlighedsværdier i området samt den rekreative anvendelse på land er vurderet på baggrund af den i kapitel 6 vurderede påvirkning.

7.2. Eksisterende forhold

I det følgende kortlægges relevante forhold vedrørende den berørte del af befolkningen, samt støj, rekreative områder og interesser.

7.2.1. Befolkningen

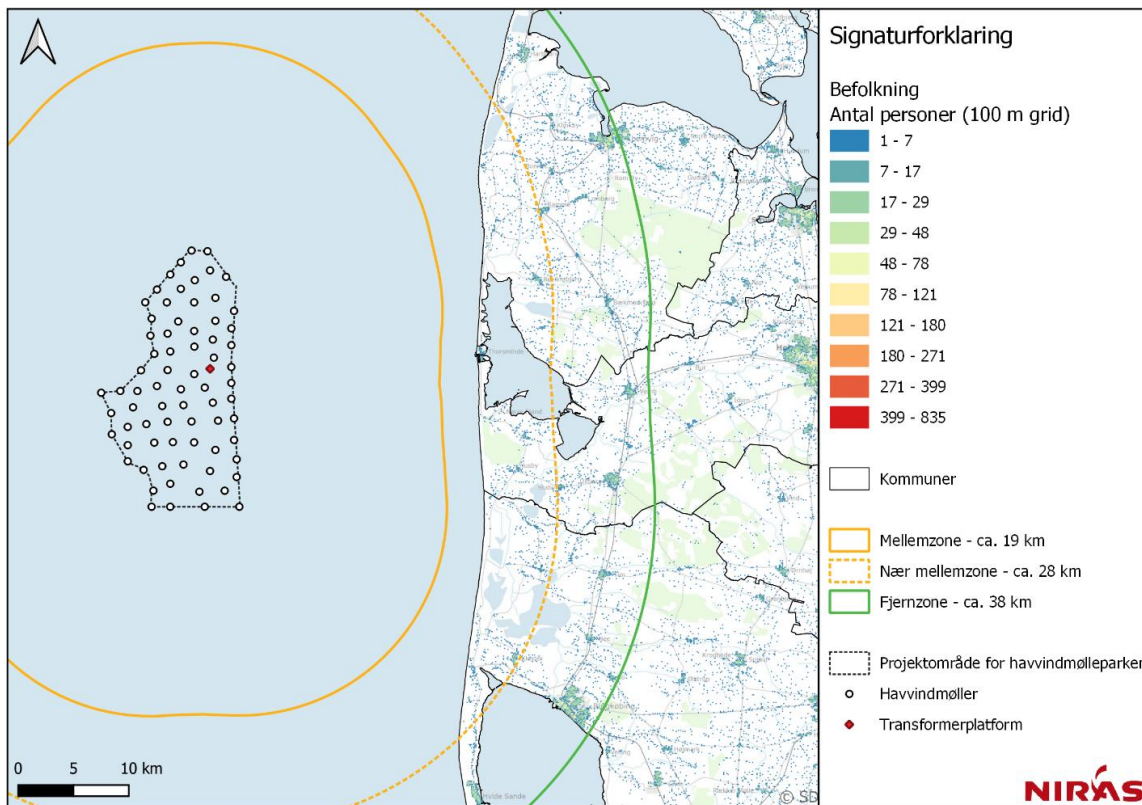
Der er gennemført en kortlægning af befolkningen i landområdet, der grænser op til kysten ud for Thor Havvindmøllepark. Kortlægningen tager udgangspunkt i landområdet, der ligger ud til ca. 28 km fra havvindmølleparken, hvor synligheden af Thor Havvindmøllepark vil være størst. Det svarer til arealet indenfor den nære del af mellemzonen, se Figur 7.1 og afsnit 6.1.5.2. Antal husstande, sommerhuse og mennesker, der bor, besøger eller er turister i området, er opgjort i nedenstående.

Tabel 7.2 viser antal indbyggere, antal husstande og antal sommerhuse indenfor den nære mellemzone til Thor Havvindmøllepark. Oplysninger om indbyggerantal og husstande stammer fra Danmarks Statistik (Danmarks Statistik, 2021), hvor indbyggerantallet er vist som natbefolkningen i området. Antal sommerhuse er registreret ved udtræk fra BBR.

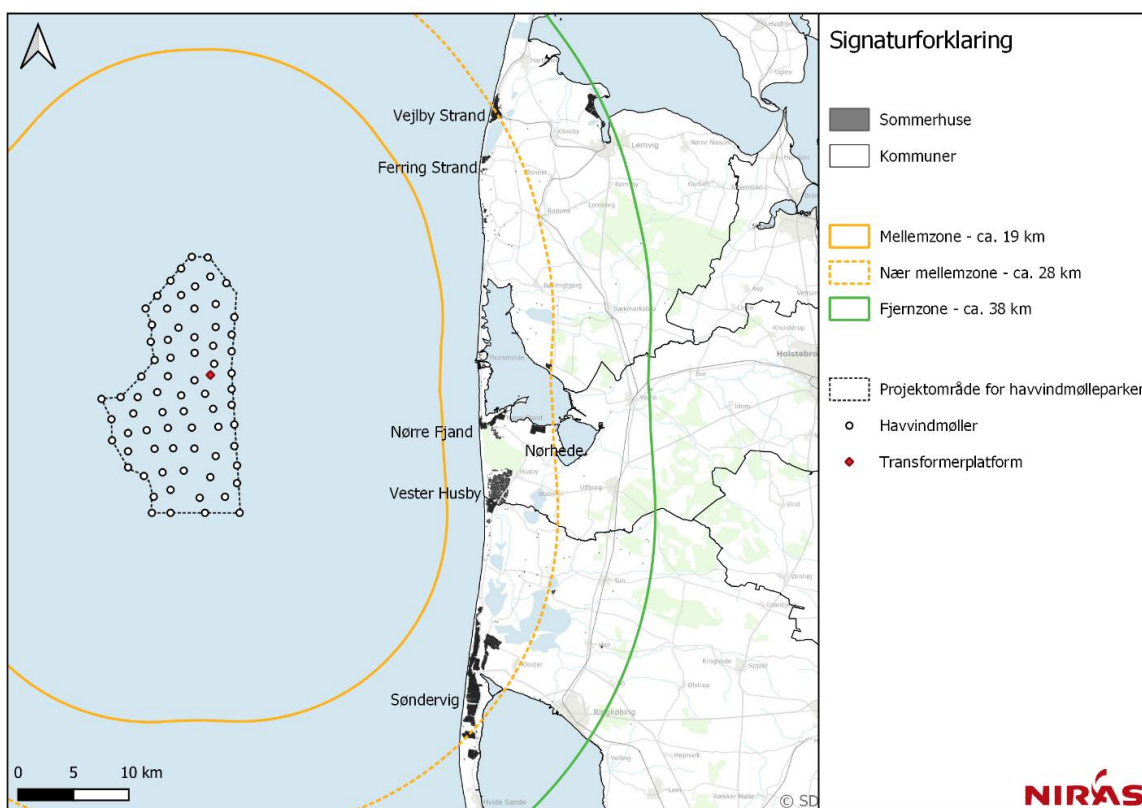
Tabel 7.2: Indbyggere, husstande og sommerhuse indenfor den nære mellemzone til Thor Havvindmøllepark fordelt pr. kommune.

Kommuner	Indbyggere	Antal husstande	Antal sommerhuse
Lemvig	1.558	771	696
Holstebro	1.091	561	1.854
Ringkøbing-Skjern	1.781	840	4.185
Total	4.430	2.172	6.735

Den nære mellemzone kan beskrives som et landområde med spredte bebyggelser i det åbne land, mindre byer, sommerhusområder og rekreative områder. Befolkningstætheden (fastboende) er illustreret på Figur 7.1 og tætheden af sommerhuse er vist på Figur 7.2. Det fremgår, at der er tale om spredt bebyggelse for den fastboende del af befolkningen, mens der er områder med stor koncentration af sommerhuse nær Søndervig, Vester Husby, Nørre Fjand, Nørhede, og Ferring Strand og Vejlbj Klit. Antallet af sommerhuse viser områdets betydning for turister, hvad enten det er sommerhusejere eller lejere. Turismen kan også beskrives ved at opgøre det samlede antal overnatninger i de tre kommuner. Det samlede antal overnatninger var i 2022 på ca. 800.000 i Lemvig Kommune, 900.000 i Holstebro Kommune og 4.500.000 i Ringkøbing-Skjern Kommune. Oplysningerne stammer fra Visit Danmarks kommunale overnatningsstatistik, som opgør turisme overnatninger indenfor de enkelte kommuner (Visit Denmark, 2022).



Figur 7.1: Illustration af befolkningstæthed indenfor den nære og fjerne mellemzone til Thor Havvindmøllepark



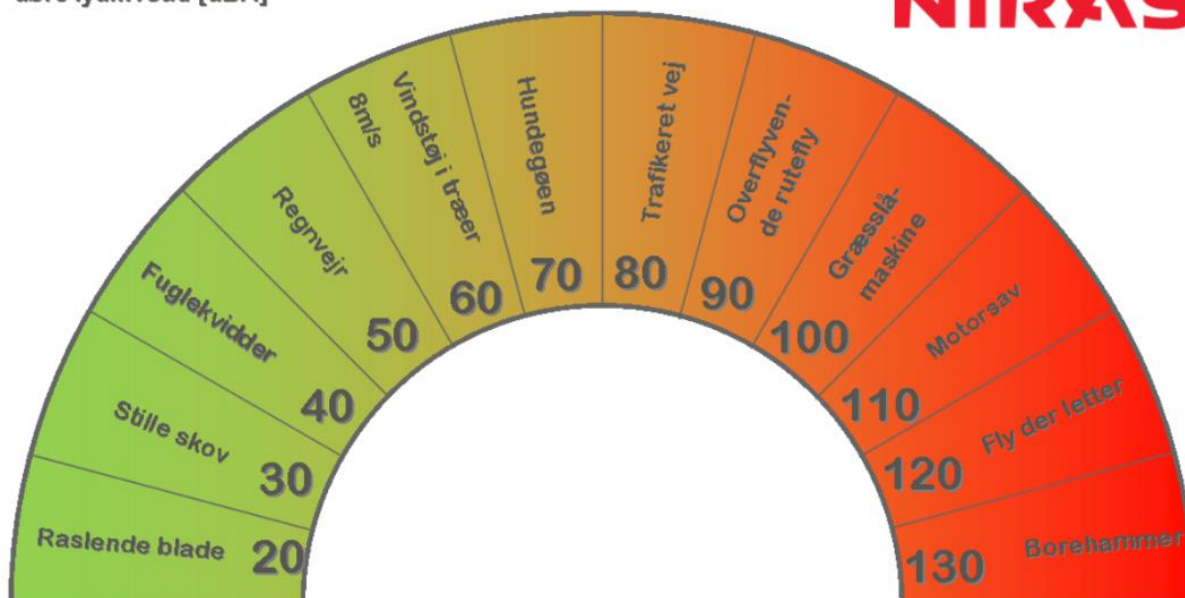
Figur 7.2: Beliggenhed af sommerhuse indenfor den nære og fjerne mellemzone til Thor Havvindmøllepark

7.2.2. Støj

I området langs den jyske vestkyst er der etableret en lang række vindmøller på land, der lokalt bidrager til støj samt de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd. Disse giver dog et beskedent bidrag til det samlede støjbidrag på land. Da støjgrænserne for vindmøller gælder for det kumulative støjbidrag fra alle vindmøller i et område, sikres det således, at gældende grænseværdier vil blive overholdt.

Herudover vil støj fra virksomheder og trafik give et bidrag til det generelle støjbillede i området. Der gælder forskellige grænseværdier afhængig af typen af støj, herunder støj fra vindmøller, jernbane, vejtrafik, industrivirksomheder, skydebaner og lufthavne. Den støjpåvirkning, som befolkningen bliver udsat for, vil således være en akkumuleret støjpåvirkning fra disse kilder, og kan som sådan ikke sammenholdes med én specifik grænseværdi. Ofte er støjen fra trafik den, der giver den største gene for befolkningen, men helt lokalt kan andre forhold gøre sig gældende. Figur 7.3 viser typiske støjniveauer i miljøet fra forskellige kilder.

Omtrentligt uden-
dørs lydniveau [dBA]

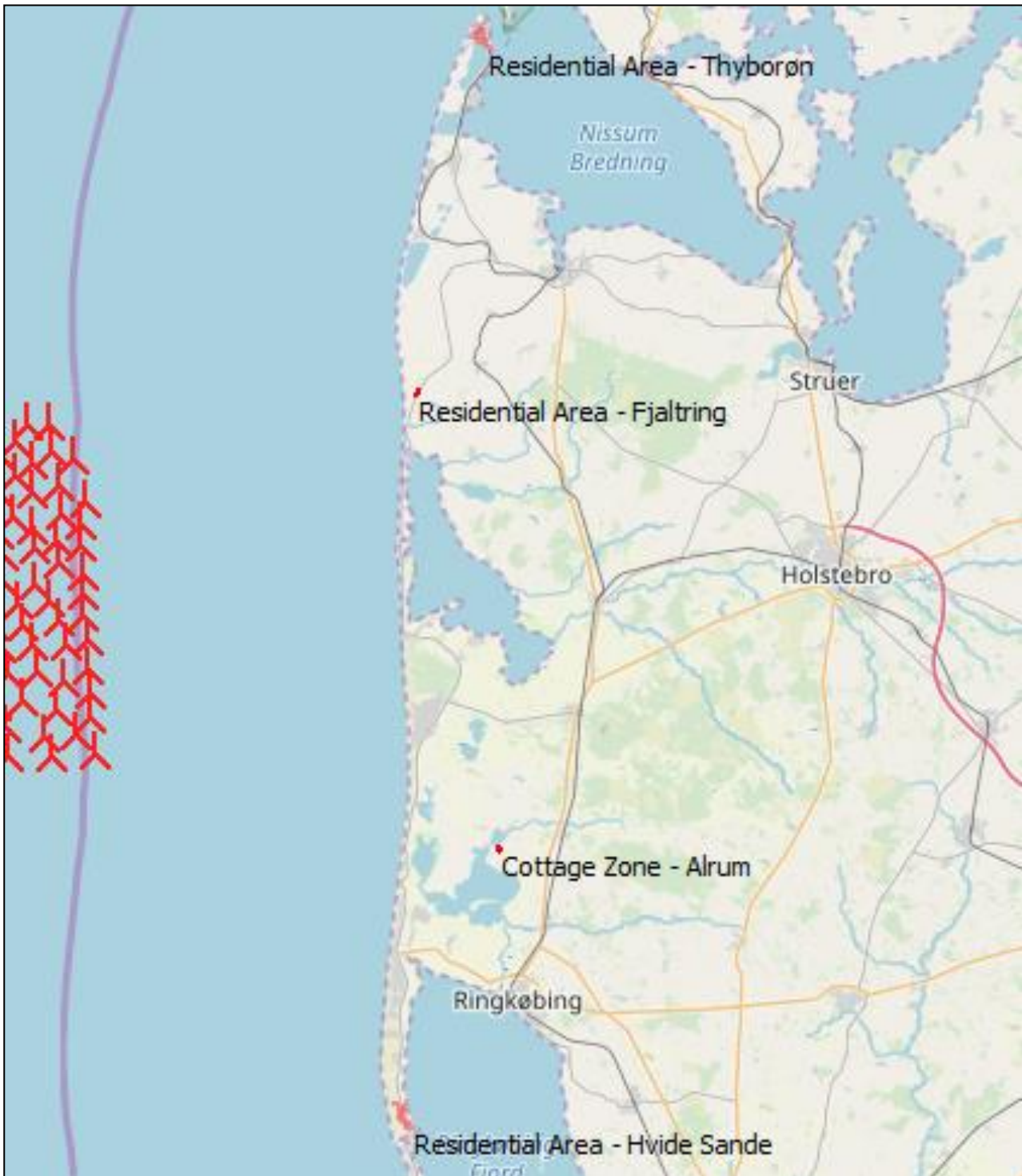


Figur 7.3: Typiske støjniveauer for forskellige aktiviteter

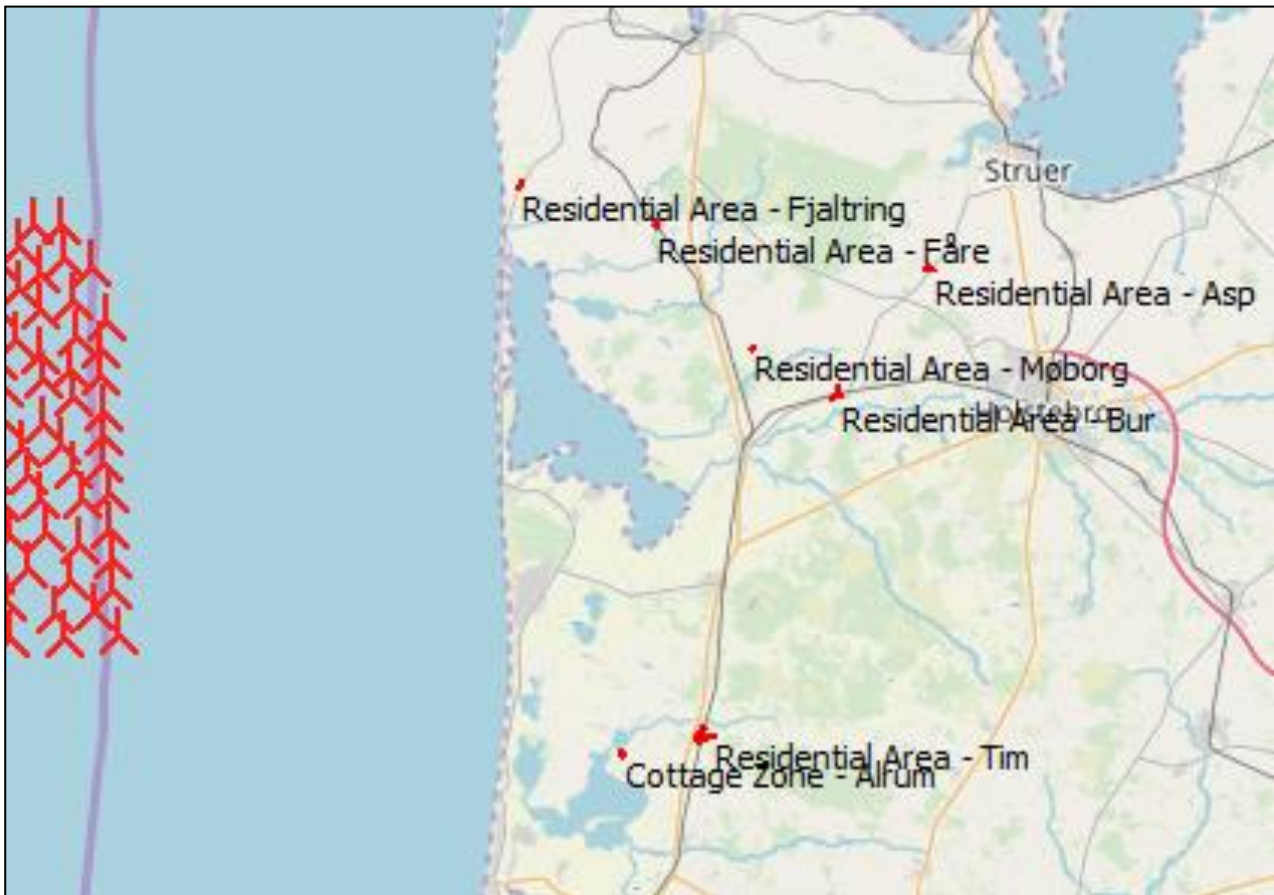
7.2.2.1. Eksisterende møller

Der findes en lang række vindmøller på land i Vestjylland, der sammen med Thor Havvindmøllepark kan give et kumuleret støjbidrag. Der er lokaliseret 284 vindmøller, der kan give et kumuleret støjbidrag, herunder også de to havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd.

Ved at analysere de beregnede akkumulerede støjniveauer og sammenligne disse resultater med oplysninger om den planlægningsmæssige ramme vist på Figur 7.4 og Figur 7.5, er der udvalgt en række støjfølsomme områder (4 områder i forhold til bredspektret støj og 7 områder i forhold til lavfrekvent støj). Disse områder vurderes at være de mest støjbelastede områder i forhold til grænseværdierne.



Figur 7.4: Støjfølsomme områder, der indgår i beregningerne for den akkumulerede bredspektrede støj.



Figur 7.5: Støjfølsomme områder, der indgår i beregningerne for den akkumulerede lavfrekvente støj.

For sommerhusområder er der særligt fokus på lavfrekvent støj, da lydisoleringen (dæmpning af støjen) er mindre end for helårsboliger. Beregningsresultater i de udvalgte områder for de eksisterende møller fremgår af Tabel 7.3 og Tabel 7.4.

Tabel 7.3: Beregnet akkumuleret bredspektret støjbidrag fra eksisterende møller, eksklusiv de planlagte møller til Thor Havvindmøllepark, L_r i dB(A).

Støjfølsomt område	Bredbåndsstøjniveau, L_r dB(A)		Støjgrænse dB(A)	
	6 m/s	8 m/s	6 m/s	8 m/s
Sommerhuszone – Alrum	30,3	31,0	37	39
Boligområde – Fjaltring	34,7	35,5		
Boligområde – Hvide Sande	36,7	38,1		
Boligområde – Thyborøn	31,2	33,9		

Tabel 7.4: Beregnet akkumuleret lavfrekvent støjbidrag fra eksisterende møller, eksklusiv de planlagte møller til Thor Havvindmøllepark, L_r i dB(A).

Støjfølsomt område	Lavfrekvent støjniveau, L_r dB(A)		Støjgrænse dB(A)	
	6 m/s	8 m/s	6 m/s	8 m/s
Sommerhuszone – Alrum	14,5	15,6	20	20
Boligområde – Asp	13,2	16,0		
Boligområde – Bur	14,6	16,7		
Boligområde – Fjaltring	15,1	16,7		
Boligområde – Fåre	15,2	17,4		
Boligområde – Møberg	14,6	16,1		
Boligområde – Tim	10,9	11,8		

Det ses af Tabel 7.3 og Tabel 7.4 at støjgrænserne for bredspektret støj og støjgrænserne for lavfrekvent støj er overholdt for de eksisterende møller. Som det fremgår, så ligger det bredspektrede støjbidrag et enkelt sted mindre end 1 dB under støjgrænsen (Hvide Sande). Det lavfrekvente støjbidrag (Tabel 7.4) ligger flere steder også relativt tæt på grænseværdierne. Der er således flere steder kun et begrænset råderum til mere støj.

7.2.3. Rekreative områder og interesser

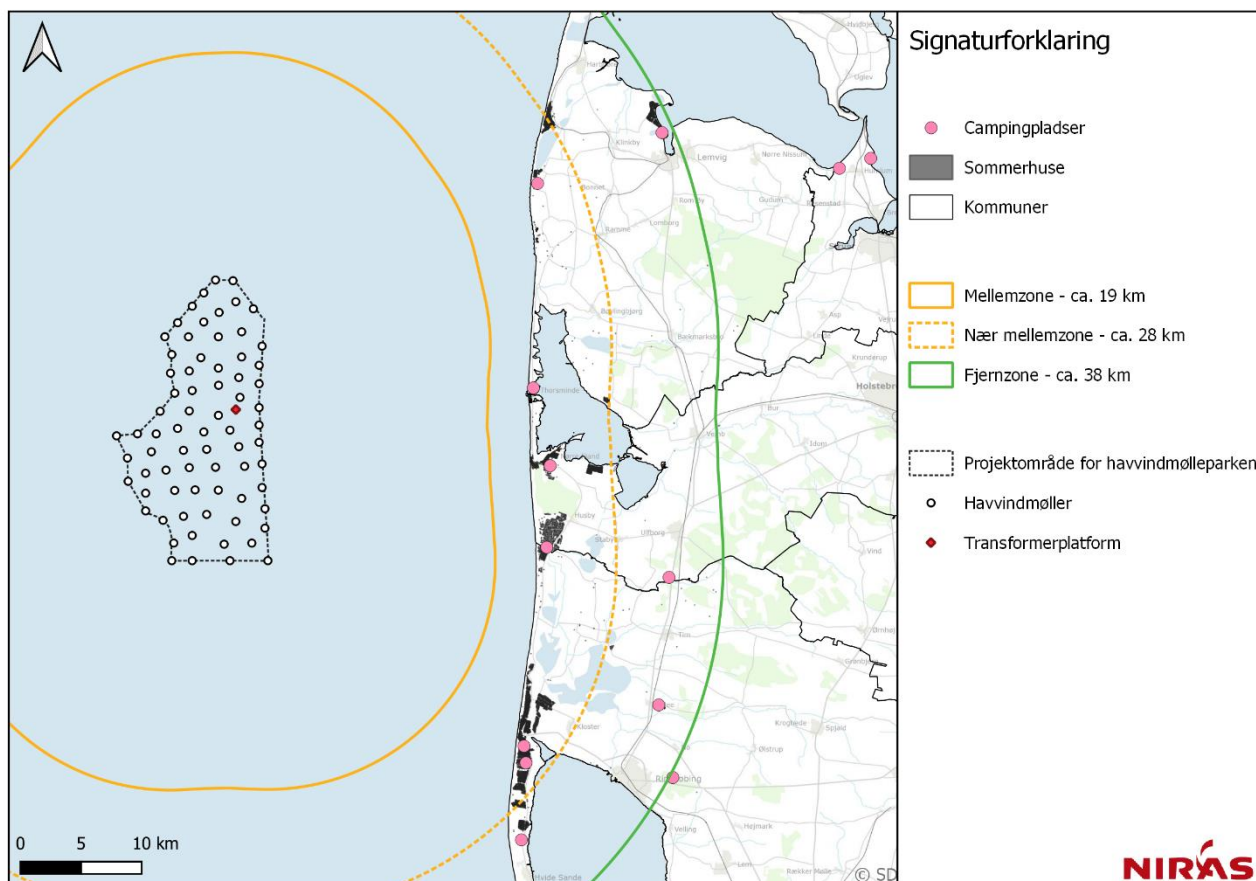
De områder på land, hvor den rekreative anvendelse kan påvirkes af Thor Havvindmøllepark, svarer til det helt kystnære landskab langs vestkysten, klitlandskabet og i bagvedliggende landskab med udsyn til Vesterhavet indenfor den nære mellemzone, se Figur 7.1.

Landskabets karakter og værdi er udførligt beskrevet i kapitel 6. Der er tale om landskab, som i store områder vurderes at have en høj værdi. Det betyder, at værdien i forhold til rekreativ anvendelse af landskabet også vil være høj.

Den rekreative anvendelse består af diverse fritids- og friluftslivsaktiviteter, som det kystnære landskab indbyder til, så som camping, vandring, løb, cykling og bilture. Desuden er der friluftslivsaktiviteter, der er knyttet til strande langs kysten og selve kystlinjen, så som strandliv, badning, fritidssejls, surf- og subboard aktiviteter mv.

På Figur 7.6 ses sommerhusområder og campingpladser i og nær undersøgelsesområdet. Der er en række blå flag strande indenfor undersøgelsesområdet langs Vestkysten, men derudover bades der på de fleste steder langs Vestkysten.

De nærmeste strande med blå flag er Fjaltring Strand/Høfde Q cirka 1 km nord for projektområdet for kabelkorridoren og Thorsminde strand cirka 9 km syd for kabelkorridoren (Friluftsrådet, 2022).



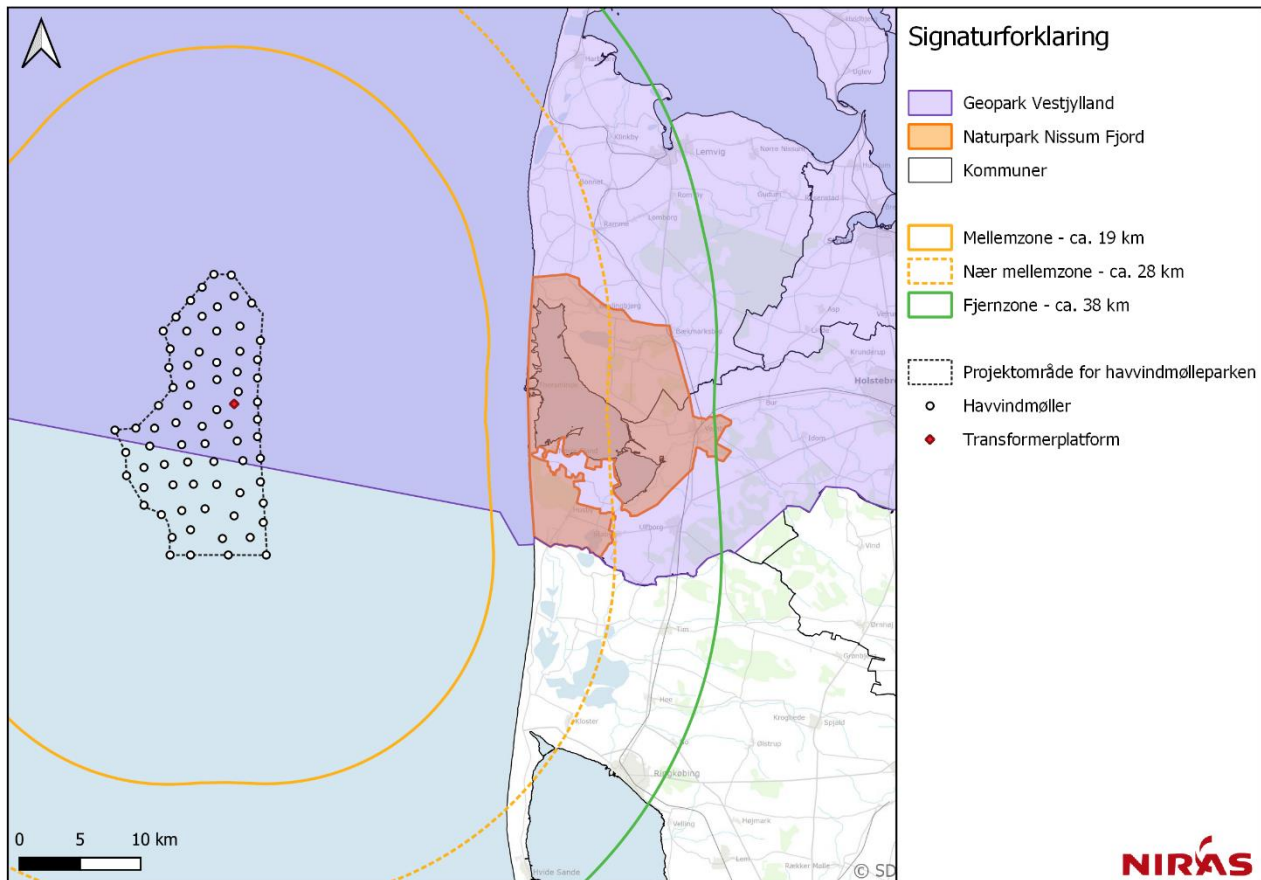
Figur 7.6: Overblik over campingpladser og sommerhuse inden for den nære og fjerne mellemzone.

Langs vestkysten findes en lang række vandre-, cykel- og rideruter, ligesom Margueritrutten også forløber inden for en stor del af området, der kan blive påvirket visuelt af Thor Havvindmøllepark. Desuden benyttes Vestkystens strande i vid udstrækning til kortere eller længere vandreture, samt stedvist til cykling og ridning.

Margueritrutten udgøres af 4.218 km dansk landevej, der forbinder de fleste af Danmarks smukkeste landskaber, vildeste naturområder og mest interessante historiske, arkitektoniske og kulturelle seværdigheder. Det er en national turistrute, skabt til at vise Danmarks frem fra sin bedste side. Ruten er tænkt til bilister, men den egner sig også til cyklister (Naturstyrelsen, 2022).

I den nordlige del af området, hvor synligheden af Thor Havvindmøllepark i de kystnære dele vil blive betydelig, ligger Geopark Vestjylland (se Figur 7.7). Geoparken blev i 2021 godkendt som UNESCO Global Geopark (Geopark Vestjylland, 2022). Geoparker har til formål at formidle historien om jordens dannelse og den natur og kulturhistorie, der er en følge af geologiske processer. Samtidig er en geopark en lokal initiativtager og medvirker til at skabe lokal udvikling og identitet gennem formidling, udvikling af partnerskaber med lokale virksomheder, undervisning og gennemførelse af projekter, der understøtter bæredygtig turisme. På en lang række punkter kan geoparker således sammenlignes med nationalparker (Geopark Vestjylland, 2022). I Geopark Vestjylland kan der blandt andet opleves 48 geosites, som hver især har en unik geologi. Et af disse steder er Bovbjerg Profilet. Dette er en kystklint, som strækker sig langs 6 km af Jyllands vestkyst fra Ferring i nord til Fjaltring i syd. Bovbjerg profilet er en enestående kystklint, der indeholder et profilsnit gennem Weichsel istidens hovedopholdslinje, og profilet omfatter hele

den glacielle landskabsserie fra inderlavning til randmoræne, smeltevandsslette og bakkeø (Geopark Vestjylland, 2022). Bovbjerg Profilet er også et geologisk besøgssted i Geopark Vestjylland, og Bovbjerg Fyr fungerer i dag som et kulturhus, hvor der både kan opleves billedkunst, musik, dans, teater, events og foredrag (Bovbjerg Fyr, 2023).



Figur 7.7: Geopark Vestjylland og Naturpark Nissum Fjord vist i forhold til projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

Naturpark Nissum Fjord ligger cirka midt i området, hvor synligheden af Thor Havvindmøllepark i de kystnære dele vil blive betydelig (se Figur 7.7). En naturpark er en mærkningsordning under Friluftsrådet. En dansk naturpark er et sammenhængende, og velafgrænset naturområde, der også rummer kulturelt indhold, og det skal have en særlig regional betydning. En naturpark indeholder naturrigdomme og en kulturhistorie samt rekreative muligheder. Naturpark Nissum Fjord blev godkendt af Friluftsrådet som naturpark i 2018. Bag naturpark Nissum Fjord står Holstebro Kommune og Lemvig Kommune samt de lokale kræfter i Nissum Fjord Netværket. Naturparken er etableret, så den harmonerer med de lokale kommuneplaner for området. Visionen for Naturpark Nissum Fjord er, at den skal være et forbillede for forvaltningen af det danske landskab (Naturpark Nissum Fjord, 2022). Udover en lang række naturoplevelser rummer naturen en række vandreture, cykelruter, badesteder og udsigtspunkter.

Vesterhavet er ikke et farvand med megen fritidssejlad, og dem, der benytter sig af Vesterhavet til rekreativ sejlad, vil oftest holde sig tæt på kysten, som det også fremgår af den tekniske rapport for sejladssikkerhed (Rambøll, 2022) og er nærmere beskrevet i kapitel 18 om sejlad. Generelt må det derfor forventes, at der ikke er mange lystbåde i området sammenlignet med de indre farvande i Danmark. Thorsminde Havn er en erhvervshavn, hvor

lystsejlere kun undtagelsesvist lægger til kaj, men der er mindre lystbådehavne på fjordsiden i Thorsminde (Foreningen af Lystbådehavne i Danmark, 2022) (Thorsminde Havn, 2023).

Dykning sker ofte ved vrag, eller hvor der er rev eller lignende med et rigt dyreliv (Vragguiden, 2022). Generelt er området langs vestkysten rigt på skibsvrag. Udover skibsvrag er der kun få lokaliteter af interesse for dykkere langs vestkysten. De forekomster af skibsvrag, der findes inden for projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren, er beskrevet i kapitel 8 om marinarkæologi. Der er ikke fundet oplysninger om, hvorvidt vrage i projektområdet anvendes til dykkeraktiviteter, men hvis det er tilfældet, så vil det med stor sandsynlighed kun ske relativt sjældent. Sct. Georg vraget nævnes som en interessant dykkerlokalitet, men vraget ligger syd for Thorsminde i god afstand fra projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Thorsminde Havn, 2023)

Undervandsjagt er en sport, der i de senere år har været på fremmarch i Danmark, men aktiviteten er ikke så udbredt i området langs Vestkysten som i de indre danske farvande, hvilket primært skyldes, at der generelt er dårligere sigtbarhed i Nordsøen, sammenlignet med mange andre steder i Danmark.

Lystfiskeri på åbent hav sker som regel ved vrag, stenrev eller andre strukturer på havbunden, som tiltrækker mange fisk. Der er ca. fire ældre fiskekuttere i Thorsminde Havn, som nu anvendes til lystfiskeri på havet, både med garn og stang. Der er ikke kendskab til, at projektområdet for havvindmølleparken eller kabelkorridoren indeholder specielle lokaliteter for lystfiskeri (Thorsminde Havn, 2023).

Der kan fiskes fra stranden, men der er ikke fundet oplysninger om, at projektområdet for kabelkorridoren er en særlig egnet lokalitet for lystfiskeri fra kysten. Ved Fjaltring er der cirka 1 km nord for projektområdet for kabelkorridoren registreret en lystfiskerplads, hvor der er gode muligheder for især fladfisk og makrel, og hvor der kan fiskes fra stranden eller ude på stenhøfderne (Lystfisker Danmark, 2022). Der fanges også multe, havbars, havørred og andre sæsonfisk fra denne fiskeplads. Molerne på havnekajerne i Thorsminde Havn ca. 9 km syd for kabelkorridoren anvendes også til lystfiskeri (Thorsminde Havn, 2023)

7.3. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

I det følgende vurderes påvirkninger af støjforhold, rekreative områder og interesser samt oplevelse af landskab og kulturmiljø i anlægsfasen af Thor Havvindmøllepark.

7.3.1. Støj

I anlægsfasen vil der være luftbåren støj, som typisk vil være fra støjkluder som forskellige former for skibe og nedramning af fundamenter.

Den mest markante støjkilde vil være nedramning af monopæle. Arbejdet vil imidlertid ske mindst 20 km fra land, og det vurderes derfor, at støjen fra rammearbejdet kun vil kunne høres svagt i vejsituationer med svag eller let medvind fra rammelokaliteten til lokaliteter på land, og i givet fald kun helt ude ved kysten. Hen over en havoverflade vil støj udbredes uden stor dæmpning, fordi vandoverfladen virker som en hård overflade der reflekterer lydbølger, men inde over landjorden vil støjen dæmpes fordi landjorden virker som en "ru overflade" der forstyrrer lydbølgernes udbredelse. Derfor reduceres støjen kraftigt når den når ind til kysten og videre ind over land.. Dette understøttes af beregninger udført i forbindelse med miljøvurdering af blandt andet kystnære vindmølleparker, f.eks. Vesterhav Nord og Vesterhav Syd. Det vurderes derfor også, at støjen vil være lavere end et almindeligt anvendt kriterium for generende støj fra anlægsarbejder, der er 70 dB(A) i dagperioden og 40 dB(A) i natperioden. Der er derfor ikke foretaget konkrete beregninger i forbindelse med dette projekt.

Støj fra skibe og anlægsfartøjer vil ligge væsentligt lavere end støj fra nedramning af møllefundamenter og vil således heller ikke være hørbart.

Det vurderes derfor samlet, at støj fra anlægsarbejdet vil medføre en *ubetydelig* støjpåvirkning af befolkningen. Der vurderes ikke at være risiko for at påvirke menneskers sundhed.

7.3.2. Rekreative områder og interesser

I anlægsfasen vil der i en kortere periode være øget skibstrafik til og fra projektområdet, og der vil blive etableret midlertidige sikkerhedszoner rundt om anlægsarbejdet. Desuden vil der i perioder lokalt forekomme forhøjede sedimentkoncentrationer i vandfasen på grund af en vis sedimentspredning fra anlæg af kabler på havet og vindmøllefundamenterne. Den rent visuelle påvirkning af rekreative områder er vurderet i afsnit 7.3.3.

Eventuelle lystsejlere, der sejler gennem projektområdet, vil skulle finde alternative sejlruiter i anlægsfasen, hvilket vil kunne medføre øget sejlængde. Det må dog forventes, at lystsejlads fortsat primært vil forekomme tæt på og langs kysten og dermed passere den del af projektområdet, hvor der skal foretages kabellægning. Her forventes sikkerhedszonen at være dynamisk og flytte sig med kabelinstallationsfartøjet, og derfor vil en eventuel påvirkning af lystsejlads være meget kortvarig. På baggrund heraf og da projektområdet for havvindmølleparken ikke er særligt egnet til lystsejlads vurderes det, at der vil være tale om en *lille* eller *ubetydelig* påvirkning.

Eventuelt lystfiskeri i projektområdet samt eventuelle aktiviteter med dykning, undervandsjagt og svømning vil blive påvirket i anlægsfasen som følge af restriktioner i adgangen til området samt i ubetydeligt omfang som følge af forøget sediment i vandfasen. Påvirkningen vil dog kun være kortvarig/midlertidig og forekomme lokalt indenfor projektområdet og eventuelt helt tæt på.

Samlet set vurderes det, at påvirkningen af rekreative områder og interesser i anlægsfasen vil være *ubetydelig-lille*. Der vurderes ikke at være risiko for at påvirke menneskers sundhed.

7.3.3. Oplevelse af landskab og kulturmiljø

Påvirkning af befolkningen som færdes i de kystnære arealer indenfor den nære mellemzone (Figur 7.1) vil i anlægsfasen være knyttet til selve anlægsarbejdet og vil bestå i visuel påvirkning fra arbejdsfartøjer.

Befolkningens oplevelse af kyst- og kulturlandskabet, naturværdier og herlighedsværdier i området samt de rekreative værdier i landskabet kan påvirkes af den ændrede visuelle påvirkning som Thor Havvindmøllepark medfører. I anlægsfasen vurderes en stor del af anlægsarbejdet ikke at være synligt fra landskabet eller kulturmiljøer, da arbejdet hovedsageligt vil foregå så langt ude på vandet, at det vil være skjult bag horisonten af jordens krumning. Undtagelsen vil være fra højtliggende terræn eller særlige udsigtpunkter, hvorfra store dele af projektområdet må forventes synligt. Her kan anlægsarbejdet få stor synlighed og påvirke udsigterne visuelt. Synlig aktivitet nærmere kysten vil i høj grad have samme karakter som øvrig trafik på vandet, hvormed den visuelle påvirkning vurderes *lille*. Der vurderes ikke at være risiko for at påvirke menneskers sundhed. I takt med at møllerne rejses, vil påvirkningen få samme omfang som i driftsfasen.

7.4. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

I det følgende vurderes påvirkninger af støj, rekreative områder og interesser samt oplevelse af landskab og kulturmiljø i driftsfasen af Thor Havvindmøllepark.

7.4.1. Støj

Først præsenteres støjbidraget fra Thor Havvindmøllepark og derefter det kumulative støjbidrag fra Thor Havvindmøllepark og andre eksisterende vindmøller.

7.4.1.1. Støj fra Thor Havvindmøllepark

Støjbidraget fra Thor Havvindmøllepark er beregnet med data fra Siemens Gamesa for havvindmøllen Siemens SG DD-236+. Tabel 7.5 viser de anvendte kildestyrker for møllerne. Der vil blive installeret 72 vindmøller.

Tabel 7.5: Data for havvindmøller i Thor Havvindmøllepark

Fabrikat	Lydeffekt L_{WA} v. 6/8 m/s	Lydeffekt lavfrekvent støj L_{WA} v, 6/8 m/s
Siemens SG DD-236+	114,6 / 118,8	104,8 / 108,0

Da støjbidraget fra møllerne giver et bidrag, der ligger mindre end 15 dB under støjgrænserne ved boliger på land, skal der i beregningerne indregnes støjbidrag fra eksisterende møller, således at det kumulerede støjbidrag beregnes. Dette er i overensstemmelse med gældende retningslinjer (Miljøstyrelsen, 2021). Udover møller på land er støjbidraget fra havvindmølleparkerne Vesterhav Nord og Vesterhav Syd ligeledes indregnet i vurderingerne af det kumulative støjbidrag.

Der er udarbejdet en teknisk rapport, hvor detaljerede forudsætninger, beregningsmetoder samt detaljerede beregningsresultater er vist (NIRAS, 2023a). I dette afsnit er hovedresultater og konklusioner omtalt.

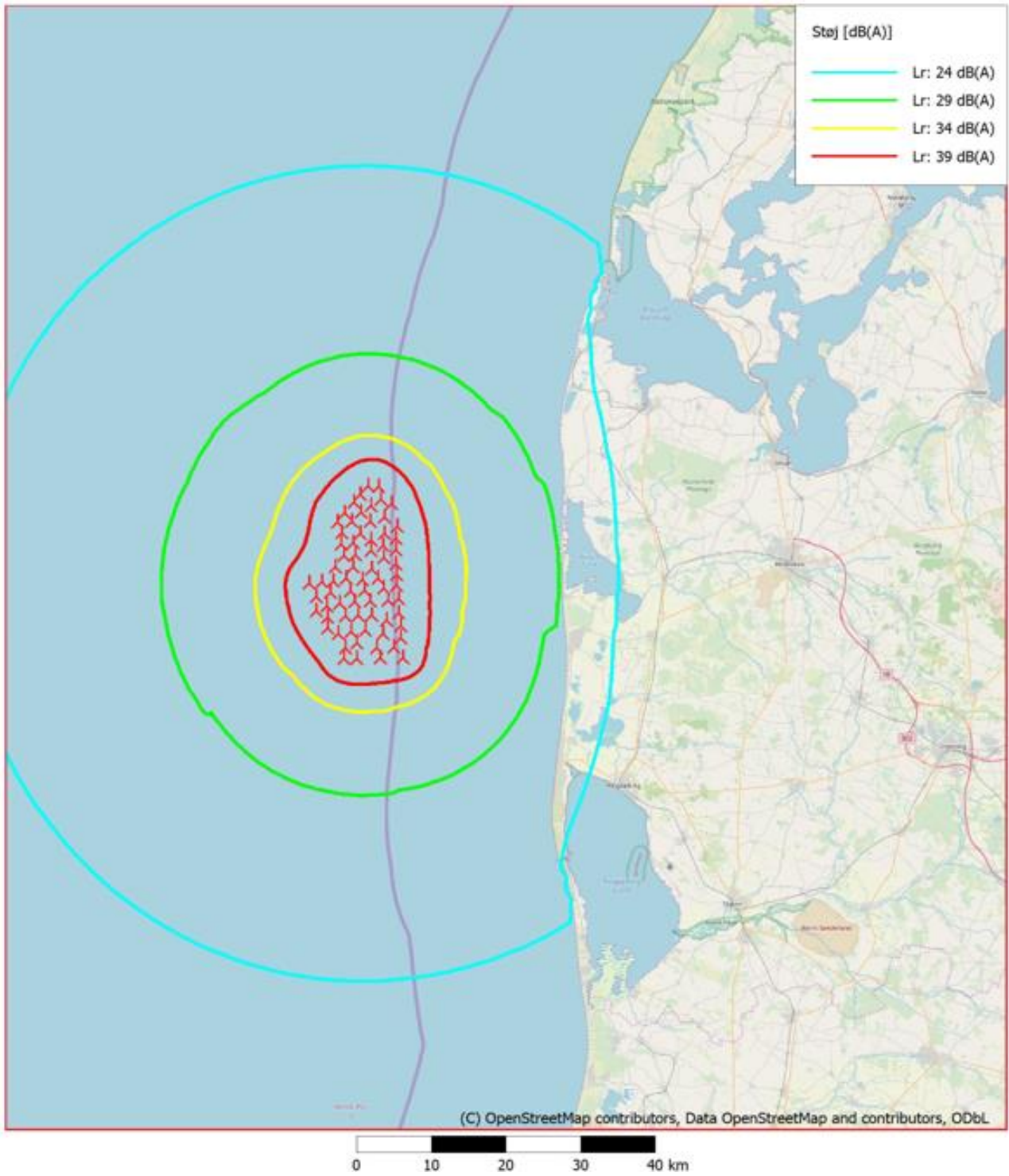
Når lyd formerer sig over vand, kan der forekomme såkaldte multiple refleksioner over relativt store afstande, hvilket øger lydudbredelsen på en måde, der ikke ses på samme måde, når lyden formerer sig over land. Derfor er der med vindmøllebekendtgørelsen 2019 (BEK nr 135 af 07/02/2019) indført en ændring af beregningsmetoden til beregning af støj fra havvindmøller, som omfatter en korrektion for flere refleksioner. Korrektionen er frekvensafhængig og afhænger også af turbinernes højde og afstanden over vandet. For havvindmølleparker vil opstillingsmønstre og vindmøllernes individuelle afstand til kysten være afgørende for korrektionens betydning for den samlede støj fra havvindmølleparken.

Til beregning af den forventede støjpåvirkning blev WindPRO (V. 3.5.587) anvendt.

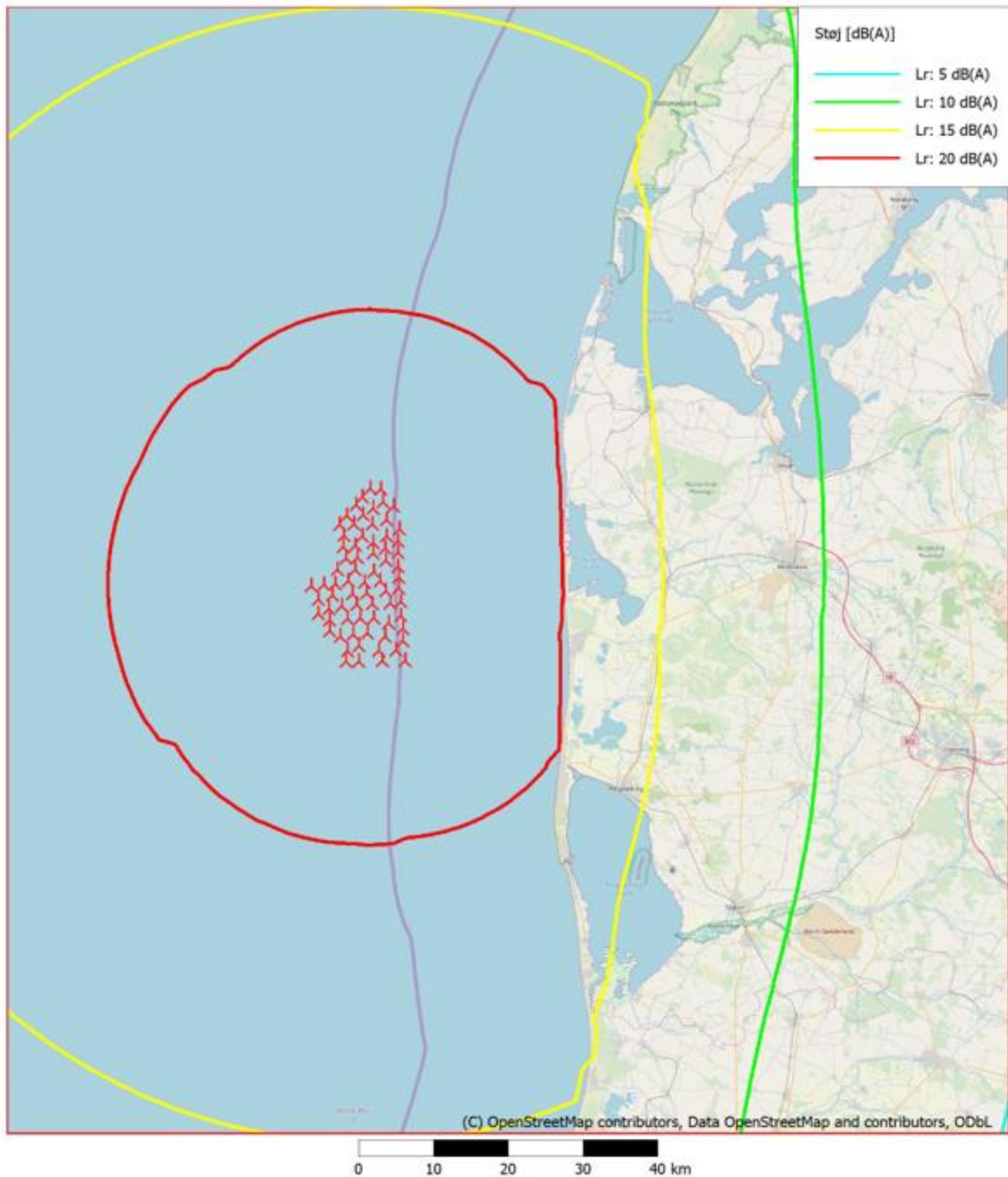
Figur 7.8 og Figur 7.9 viser støjbidraget for Thor Havvindmøllepark alene ved vindhastighed på 8 m/s og for hhv. bredspektret støj og for lavfrekvent støj i sommerhusområder.

Som det fremgår af beregningsresultaterne for Thor Havvindmøllepark, så ligger støjbidraget ikke 15 dB under støjgrænsen ved land (Figur 7.8). Der er derfor foretaget yderligere beregninger af det kumulerede bredspektrede støjbidrag sammen med øvrige eksisterende møller i området.

Den lavfrekvente støj (Figur 7.9) breder sig langt ind i Jylland, og der er derfor behov for beregninger af det akkumulerede støjbidrag i Vestjylland for at afklare, om det kumulerede støjbidrag kan overholde støjgrænserne.



Figur 7.8: Bredspekret støjbidrag 8 m/s.



Figur 7.9: Lavfrekvent støjbidrag sommerhusområder, 8 m/s.

7.4.1.2. Kumuleret støjbidrag fra Thor Havvindmøllepark og andre eksisterende møller

Nedenfor er projektets støjbidrag og det kumulerede støjbidrag angivet i de samme beregningspunkter, som der er foretaget beregning af det eksisterende støjbidrag for. Det eksisterende støjbidrag stammer som nævnt i afsnit 7.2.2.1 fra 284 eksisterende vindmøller, der kan give et kumuleret støjbidrag, herunder også de to havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd. Der regnes både for bredspektret støj og for lavfrekvent støj.

7.4.1.2.1. Bredspektret støj

Tabel 7.6: Beregnet bredspektret støjbidrag alene fra Thor Havvindmøllepark, L_r i dB(A).

Støjfølsomt område	Støjniveau for bredbånd, L_r dB(A)	
	6 m/s	8 m/s
Sommerhuszone – Alrum	19,3	23,7
Boligområde – Fjaltring	21,9	26,4
Boligområde – Hvide Sande	20,2	24,5
Boligområde – Thyborøn	19,0	23,2

Tabel 7.7: Beregnet akkumuleret bredspektret støjbidrag fra Thor Havvindmøllepark og andre eksisterende vindmøller, L_r i dB(A).

Støjfølsomt område	Støjniveau for bredbånd, L_r dB(A)		Støjgrænse dB(A)	
	6 m/s	8 m/s	6 m/s	8 m/s
Sommerhuszone – Alrum	30,6	31,5	37	39
Boligområde – Fjaltring	34,8	35,8		
Boligområde – Hvide Sande	36,7	38,1		
Boligområde – Thyborøn	31,2	34,0		

Ved at sammenligne støjbidraget fra eksisterende møller (Tabel 7.3) med det akkumulerede støjbidrag, hvor Thor Havvindmøllepark er tilføjet (Tabel 7.7) ses, at det samlede støjbidrag ikke øges nævneværdigt som følge af projektet, idet ændringerne ligger fra 0,0–0,5 dB. Dette skyldes, at støjbidraget fra Thor Havvindmøllepark ligger næsten 15 dB(A) under støjgrænserne i alle beregningspunkter.

7.4.1.2.2. Lavfrekvent støj

Tabel 7.8: Beregnet lavfrekvent støjbidrag alene fra Thor Havvindmøllepark, L_r i dB(A).

Støjfølsomt område	Lavfrekvent støjniveau, L_r dB(A)	
	6 m/s	8 m/s
Sommerhuszone – Alrum	12,3	16,7
Boligområde – Asp	3,4	7,8
Boligområde – Bur	4,7	9,1
Boligområde Fjaltring	9,8	14,4
Boligområde – Fåre	7,3	11,8
Boligområde Møberg	5,9	10,3
Boligområde – Tim	6,6	11,0

Tabel 7.9: Beregnet akkumuleret lavfrekvent støjbidrag fra Thor Havvindmøllepark og andre eksisterende vindmøller, L_r i dB(A).

Støjfølsomt område	Lavfrekvent støjniveau, L_r dB(A)		Støjgrænse dB(A)	
	6 m/s	8 m/s	6 m/s	8 m/s
Sommerhuszone – Alrum	16,1	18,5	20	20
Boligområde – Asp	13,5	16,4		
Boligområde – Bur	14,9	17,3		
Boligområde Fjaltring	15,7	17,7		
Boligområde – Fåre	15,7	18,1		
Boligområde Møberg	15,0	16,9		
Boligområde – Tim	12,1	14,0		

Ved at sammenligne støjbidraget for lavfrekvent støj fra eksisterende møller (Tabel 7.4) med det akkumulerede støjbidrag, hvor Thor Havvindmøllepark er tilføjet (Tabel 7.9) ses, at ændringerne i det samlede støjbidrag ligger fra 0,3 – 2,9 dB. Der er ingen områder hvor det akkumulerede støjniveau overskrider støjgrænsen for lavfrekvent støj på 20 dB (Tabel 7.8 og Tabel 7.9).

7.4.1.3. Samlet støjvurdering

Støj fra drift af Thor Havvindmøllepark må sammen med øvrige eksisterende vindmøller på land og de to havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, ikke overskride de fastsatte grænseværdier jf. Tabel 8.1. Miljøvurderingen af støj fra driftsfasen vurderes derfor ikke i forhold til den beskrevne metode i afsnit 3.2.4, men som en konstatering af om grænseværdierne for det kumulative støjbidrag kan overholdes eller ej.

Beregningerne af det bredspektrede støjbidrag for Thor Havvindmøllepark viser, at dette forventes at ligge mindre end 15 dB under støjgrænserne ved 6 og 8 m/s, i afstande på ca. 8 km inde over land. Yderligere beregninger af et udvalgt antal støjfølsomme områder viser dog ingen overskridelser af grænseværdierne i nogen af de valgte boligområder eller sommerhusområder.

For den lavfrekvente støj konkluderes det, at Thor Havvindmøllepark giver et støjbidrag på 5 dB(A) ved 6 og 8 m/s, både for boligområder og sommerhusområder, op til 25 km inde på land. Yderligere beregninger af et udvalgt antal støjfølsomme områder viser dog ingen overskridelser af lavfrekvente grænseværdier i nogen af de valgte boligområder eller sommerhusområder, se afsnit 7.4.1.2.2.

7.4.2. Rekreative områder og interesser

I driftsfasen vil Thor Havvindmøllepark være åben for færdsel, men tilstedeværelsen af selve vindmøllerne kan potentielt skabe nogle begrænsninger for sejladsen, herunder eventuelt lystsejlad i området. Det er dog vurderet i kapitel 18 om sejlads, at der alene vil være en lille påvirkning af skibstrafikken i området for Thor Havvindmøllepark, når parken er i drift. Det vurderes derfor også, at påvirkninger af eventuel lystsejlad i driftsfasen vil være *lille*.

Da lystfiskeri ikke udføres med bundslæbende redskaber, vil der ikke være restriktioner mod at fiske hen over interarray- og ilandføringskabler (jf. kabelbekendtgørelsen (BEK nr 939 af 27/11/1992)), og derfor vil lystfiskeri fortsat kunne forekomme i projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren under parkens drift. På denne baggrund vurderes det, at påvirkningen på lystfiskeri i driftsfasen vil være *ubetydelig*.

Den rent visuelle påvirkning af rekreative områder er vurderet i afsnit 7.4.3.

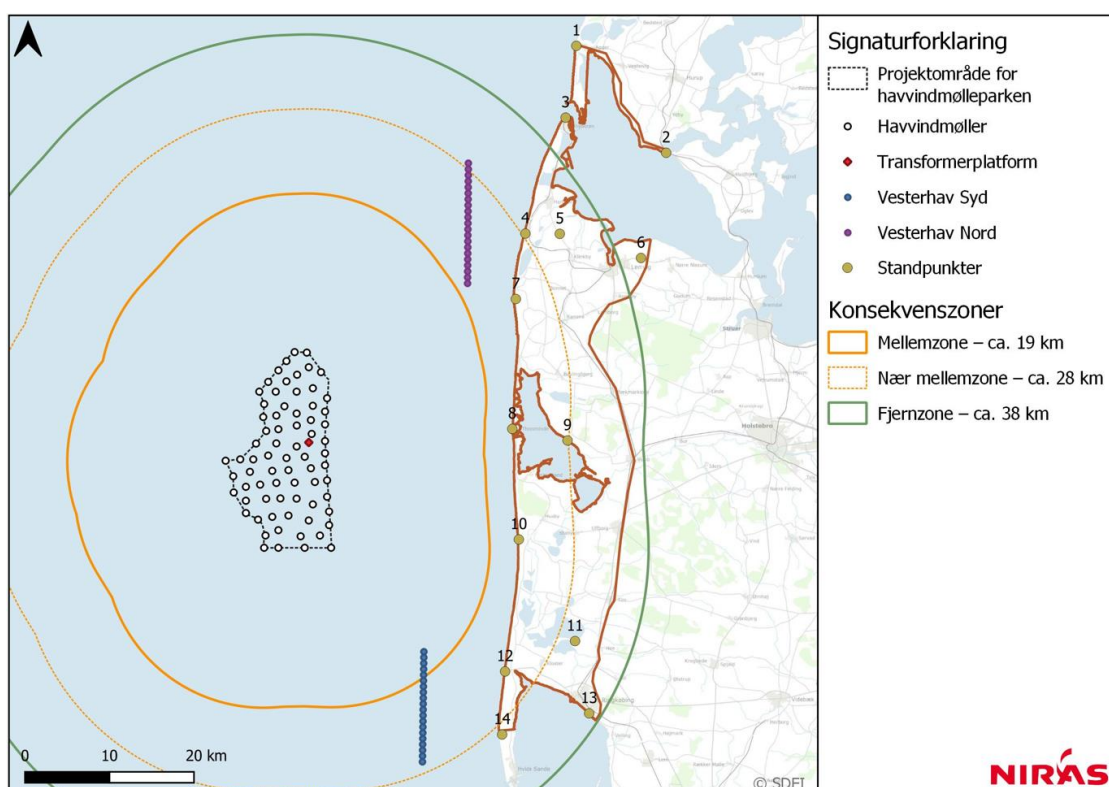
Samlet set vurderes det, at påvirkningen af rekreative interesser i driftsfasen vil være *ubetydelig/lille*. Der vurderes, at der vil være *ingen* påvirkning af menneskers sundhed.

7.4.3. Oplevelse af landskab og kulturmiljø

Beboere, turister og andre, som bebor, færdes eller rekreativt anvender det kystnære område, hvorfra Thor Havvindmøllepark vil være synlig, vil potentielt blive påvirket visuelt af vindmølleparken og lysafmærkningerne. Denne gruppe omtales samlet som befolkningen i nedenstående.

Synligheden af havvindmølleparken er i kapitel 6 undersøgt indenfor et undersøgelsesområde, mellem Nørre Lyngvig ved Lyngvig Fyr mod syd og Agger Strand mod nord. Også særlige udsigtspunkter eller landskabsområder i baglandet, hvorfra der er en særlig relation til Vestkysten, indgår i undersøgelsesområdet. Det knytter sig især til bakkelandskabet syd for Lemvig samt fjordlandskabet, der strækker sig omkring bl.a. Nissum Fjord, Stadil Fjord og delvist Ringkøbing Fjord. Undersøgelsesområdet er vist på Figur 7.10 sammen med placeringen af fotostandpunkter til visualiseringer. Visualiseringerne er vedlagt i **bilag 3**. Der henvises til Figur 6.11 for visning af de fire forskellige landskabstyper som undersøgelsesområdet overordnet består af; Kyst- og klitlandskab, kystforland, bakkelandskab og fjordlandskab.

Afstanden til havvindmøllerne har stor betydning for hvor synlige havvindmøllerne vil være. Den nærmeste mølle i Thor Havvindmøllepark står ca. 22 km fra kysten i korteste linje, mens den fjerneste mølle står ca. 34 km fra kysten i korteste linje. Den forventede synlighed er i kapitel 6 beskrevet indenfor følgende tre zoner: den nære mellemzone fra 19 – 28 km fra havmølleparken, den fjerne mellemzone fra 28 – 38 km fra havvindmølleparken og fjernzonen på afstande over 38 km fra parken, nærmere beskrivelser ses i Tabel 6.3. Grænserne mellem de tre zoner er vist på Figur 7.10.



Figur 7.10: Angivelse af de 14 fotostandpunkter til visualisering samt markering af konsekvenszonerne. Mellemzonen er området mellem den orange og grønne markering. Den stiplede linje markerer grænsen mellem den nære og fjerne del af mellemzonen.

Oplysninger om befolkningen er i Tabel 7.2 opgjort indenfor den nære mellemzone fordi Thor Havvindmøllepark vurderes at medføre en *væsentlig* påvirkning af landskabet i de mest kystnære dele af den nære mellemzone (langs strandene og fra klitlandskabet langs kysten), og en *moderat* påvirkning af landskabet fra øvrige dele af den nære mellemzone, på steder hvor der er udsyn over Vesterhavet, se afsnit 6.6. Der er desuden vurderet en *moderat* påvirkning af de tre kulturmiljøer, Bovbjerg Fyr, Houvig-fæstningen og Nørre Lyngvig Fyr, som også ligger indenfor den nære mellemzone. Det er derfor i disse områder, at befolkningen vil kunne opleve gener fra Thor Havvindmøllepark i form af en ændret udsigt.

Landområdet indenfor den nære mellemzone er et tyndt befolket område med ca. 4.400 fastboende og med et stort antal sommerhuse (ca. 6.700). Det samlede antal turistovernatninger i de tre kommuner (Lemvig, Holstebro og Ringkjøbing-Skjern) var i 2022 på ca. 6.200.000, hvor en stor del formodes tilknyttet de kystnære områder, se afsnit 7.2.1. Det vurderes, at der vil være stor forskel på, hvordan mennesker opfatter den ændrede visuelle påvirkning, som Thor Havvindmøllepark medfører. De ovennævnte påvirkninger af landskab og kulturmiljø vurderes at svare til de påvirkninger, som vil opleves af mennesker, der føler sig meget generet af havvindmølleparken. De mennesker, der føler sig mindre generet, vil opleve en mindre påvirkning, end den vurderede for landskab og kulturmiljø.

Det skal bemærkes, at vurderingen i kapitel 6 gælder for den del af tiden hvor sigtbarheden ud over Vesterhavet er så høj, at man kan se Thor Havvindmøllepark. Det vurderes i afsnit 6.1.5.4 at dele af havvindmølleparken vil være synlig ca. halvdelen af tiden i sommerhalvåret og ca. en tredjedel af tiden i vinterhalvåret.

Driften af Thor Havvindmøllepark vil ikke ændre på tilgængeligheden af de arealer, som befolkningen kan anvende til rekreative formål. Dette gælder både for camping og sommerhusområder samt strandene langs Vestkysten og for områderne, der er udlagt til henholdsvis Naturpark Nissum Fjord og Geopark Vestjylland samt de mange rekreative ruter til vandreture, sejlads, ridning m.m. Men spørgsmålet er, om de visuelle effekter fra havvindmølleparken kan betyde, at dele af befolkningen vil bruge de rekreative områder mindre, end de ellers ville have gjort, og deres livskvalitet derved påvirkes. Det vil afhænge meget af den enkelte persons opfattelse af en havvindmøllepark. En person, som er vant til at se på vindmøller, har en tendens til at være mere tolerante overfor den visuelle påvirkning fra andre vindmøller end personer, der ikke er vant til vindmøller jf. miljøkonsekvensvurderingen for Vesterhav Nord vindmøllepark fra maj 2020 (WSP, 2020a) og referencer heri, ligesom modstandere af vindmøller ofte vil blive mere generet end tilhængere.

Der vurderes ikke at være en direkte sundhedsmæssig påvirkning som følge af de visuelle effekter. Hvis der skal optræde en sundhedsmæssig effekt, vil der være tale om en indirekte påvirkning, for eksempel som følge af nedsat livskvalitet eller som følge af effekter på befolkningens brug af området.

Der er flere undersøgelser, som tyder på, at friluftsliv/ophold i det grønne kan have en gavnlig effekt for den enkelte persons helbred. Det kan dog være svært at undersøge, om det alene er opholdet i det grønne rum, der har en effekt, eller om det er den øgede bevægelse eller friske luft, som ofte følger med. Virkeligheden er nok, at det er en kombination af flere faktorer (Bischoff, Marcussen, & Reiten, 2007).

Nyere forskning sandsynliggør, at det grønne rum fremfor byområder kan være med til at nedsætte stress både forebyggende og helbredende. Dette varierer dog fra person til person, men sandsynligheden for stress bliver mindre, hvis en person besøger grønne områder jævnligt jf. miljøkonsekvensvurderingen for Vesterhav Nord vindmøllepark fra maj 2020 (WSP, 2020a) og referencer heri.

En undersøgelse fra 2011 viser, at befolkningens brug af de grønne områder i første omgang sker for at nyde vejret og få frisk luft. I undersøgelsen er respondenterne ligeledes blevet vurderet på deres stressniveau, og af de

personer, som vurderes at være stressede, er det over 60 %, som benytter de grønne områder til at stresses af og slappe af, samt ca. 40 %, som bruger de grønne områder til at være i fred og ro, fri for støj jf. miljøkonsekvensvurderingen for Vesterhav Nord vindmøllepark fra maj 2020 (WSP, 2020a) og referencer heri.

Der er forskellige opfattelser af den visuelle påvirkning. Undersøgelser sandsynliggør, at befolkningens brug af de rekreative områder har en gavnlig effekt på sundheden, men der er ingen kendte undersøgelser som påviser, at et ændret landskabsbillede vil ændre på den rekreative værdi og derved sundhedseffekten (Crichton & Petrie, 2015).

Selvom dele af befolkningen i området vil kunne føle sig generet af de ændrede visuelle forhold, vurderes der på baggrund af ovenstående, at der er *ingen* risiko for en påvirkning af menneskers sundhed, idet der alene er tale om en visuel påvirkning fra havvindmølleparken.

7.5. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

Det er ikke endeligt fastlagt, hvordan demonteringsfasen kommer til at forløbe, men processen vil i vid udstrækning indeholde de samme aktiviteter som under anlægsfasen. De mulige påvirkninger i demonteringsfasen forventes at svare til påvirkningerne i anlægsfasen eller være mindre, idet der for eksempel ikke skal nedrammes vindmøllefundamenter. For aktiviteterne i demonteringsfasen vurderes det derfor, at der ikke er risiko for påvirkning af befolkning eller menneskers sundhed.

7.6. Sammenfattende vurdering

Støj fra havvindmølleparken i driftsfasen beregnes kumulativt, derfor henvises der til næste afsnit for den samlede vurdering. Det kan dog konkluderes at Thor Havvindmøllepark kun giver et beskedent bidrag til støj på land som næppe vil være hørbart. Da støjgrænserne gælder for det kumulative støjbidrag fra alle møller skal vurderingerne og konklusionen således foretages med afsæt i det kumulative støjbillede (se afsnit 7.7).

Påvirkninger for befolkningen som følge af etableringen af Thor Havvindmøllepark er opsummeret i Tabel 7.10. Havvindmølleparken vil ikke forringe befolkningens levevilkår, og der er ingen påvirkning af menneskers sundhed. Udsynet til havvindmølleparken kan dog for nogle personer forringe oplevelsen af landskabet og kulturmiljøer, mens andre vil være mere upåvirkede af ændringen. For de personer som generes mest af den visuelle ændring vurderes påvirkningen at svare til den vurderede påvirkning på landskabet (se Tabel 6.5). Påvirkningen vurderes dermed at afhænge af den enkelte person og varierende fra *væsentlig* til *ubetydelig* og dermed ikke væsentlig.

Tabel 7.10: Samlet vurdering for påvirkningerne på befolkning og menneskers sundhed som følge af etableringen af Thor Havvindmøllepark.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad for befolkning	Påvirkningsgrad for menneskers sundhed
Støj	Anlæg	Ubetydelig	Ingen
	Drift	Ubetydelig	Ingen
	Demontering	Ubetydelig	Ingen
Rekreative områder og interesser	Anlæg	Ubetydelig/lille	Ingen
	Drift	Ubetydelig/lille	Ingen
	Demontering	Ubetydelig/lille	Ingen
Oplevelse af landskab og kulturmiljø	Anlæg	Lille	Ingen
	Drift	Ubetydelig - væsentlig	Ingen
	Demontering	Lille	Ingen

7.7. Kumulative effekter

I vurderingerne i kapitel 6 om landskab og kulturmiljø indgår kumulative virkninger. Der er således taget højde for kumulative virkninger i vurderingen af befolkningens oplevelse af ændringer i kyst- og kulturlandskabet, naturværdier og herlighedsværdier i området samt de rekreative værdier i landskabet. Såvel eksisterende vindmøller på land samt de to kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd indgår i referencescenariet. Kumulativ virkning fra disse anlæg er således vurderet. Der henvises til afsnit 6.7 for vurdering af visuelle kumulative effekter ved en realisering Danmarks Havplan med etablering af yderligere havvindmølleparker i Nordsøen.

Støj fra anlægsarbejder på havet vil være meget begrænset og vurderes at medføre en *ubetydelig* støjpåvirkning af befolkningen. Tilsvarende er vurderet for etablering af landanlæggene til Thor Havvindmøllepark (COWI, 2022a), hvor støjpåvirkningen i anlægsfasen forventes at have en ubetydelig påvirkning på naboer fra anlæg af kabler og etablering af stationsanlæggene. Hvis der opstår tidligt sammenfald mellem aktiviteter på havet og anlægsarbejde kystnært på landanlægget vurderes den kumulative påvirkning fra støj i anlægsfaserne at være *ubetydelig*.

For støj i driftsfasen gælder, at Thor Havvindmøllepark vil give et mindre bidrag til det samlede støjbidrag på land, og derfor er der regnet på kumuleret støj med øvrige eksisterende møller. Beregninger af de akkumulerede støjbidrag i et udvalgt antal punkter viser ingen overskridelser af støjgrænserne.

Der arbejdes p.t. på en ny miljøkonsekvensrapport for Høvsøre testcenter, hvor der ønskes mulighed for etablering af højere møller (Bolig- og Planstyrelsen, 2022). Der er tale om en omplacering og reduktion fra syv til fem standpladser, hvor det er antaget, at den nordligste og sydligste standplads fortsat er placeret samme sted som i dag, mens tre standpladser flyttes til nye placeringer og to nedlægges. Der skal samtidig ses på muligheden for, at møllerne på de fremtidige fem standpladser kan blive op til 275 m høje. En foreløbig vurdering af konsekvensen af en tilpasning af testcentret til fire standpladser med 275 meter høje vindmøller og den nordligste standplads på maksimalt ca. 250 meter, i forhold til reglerne om afstand til nabobeboelse og støj viser beregninger, at to boliger forventeligt skal nedlægges ved frivilligt opkøb eller ekspropriation.

Da Thor Havvindmøllepark giver et bidrag der er ca. 15 dB under støjgrænserne vil Thor Havvindmøllepark således heller ikke kunne give begrænsninger i forhold til den miljøkonsekvensrapport, der er under udarbejdelse.

7.8. Afværgeforanstaltninger

Det vurderes ikke muligt at afværge den potentielle gene for befolkningen fra ændrede visuelle forhold i dagslys i de landskaber hvorfra der vil være udsyn til Thor Havvindmøllepark. I mørke er den potentielle påvirkning fjernet, da luftfartsafmærkningen af Thor Havvindmøllepark vil blive reguleret i forhold til sigtbarhed og dermed ikke vil være synlig fra kysten.

7.9. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Det skal bemærkes, at fremskaffelse af data for de eksisterende møller, der indgår i beregningerne er behæftet med en del usikkerhed. Der findes kun sjældent måledata for de konkrete møller, og der er derfor anvendt data fra VVM-redegørelser (forudsætninger), erfaringsdata (med afsæt i en række målinger på tilsvarende møller), datablade fra producenter m.v.

Derfor er beregningerne af støjbidraget fra eksisterende møller behæftet med nogen usikkerhed. Det gælder specielt ved beregning af støj i områder, hvor få eksisterende møller bidrager med det meste af støjen.

8. Marinarkæologi

Etableringen af en havvindmøllepark kan påvirke marinarkæologiske fund som for eksempel vrage og bopladser. Det skal derfor sikres, at eventuelle arkæologiske fortidsminder på havet ikke går tabt. Den potentielle påvirkning af marinarkæologi er først og fremmest forbundet med anlægsfasen, da gravearbejder og anden forstyrrelse af havbunden kan skade arkæologiske fortidsminder. Arkæologiske fund og fortidsminder vil ofte være meget stedspecifikke, og påvirkningen herpå afhænger derfor af projektets konkrete udformning i forhold til positioner af møller, transformerplatformen og kabler samt installationsmetoder.

Alle arkæologiske fortidsminder på havet, såvel kendte som hidtil ukendte, er beskyttet af museumsloven (LBK nr 358 af 08/04/2014), hvis de er ældre end 100 år regnet fra tidspunktet for forlis eller funktionsophør. Derfor må der som udgangspunkt ikke graves i havbunden eller etableres nye anlæg i områder med begrundet formodning om forekomst af arkæologiske fund.

Begrundet formodning afklares indledningsvist gennem arkivalisk kontrol samt analyse og kortlægning af landskabets arkæologiske potentiale. Herefter kan Slots- og Kulturstyrelsen stille vilkår om en marinarkæologisk forundersøgelse til afklaring af, om der findes fortidsminder i området samt deres karakter og udstrækning. Endvidere bestemmer museumsloven, at hvis der under et anlægsarbejde eller en aktivitet på havbunden findes spor af fortidsminder eller vrage, skal fundet anmeldes til kulturministeren og arbejdet skal standses. Strandingsmuseum St. George, som er en del af De Kulturhistoriske Museer i Holstebro, er det arkæologisk ansvarlige museum for den marine del af projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

8.1. Metode og datagrundlag

Kortlægning og beskrivelse af de marinarkæologiske beskyttelsesinteresser og potentielle arkæologiske fund indenfor projektområdet for Thor Havvindmøllepark er beskrevet på baggrund af følgende:

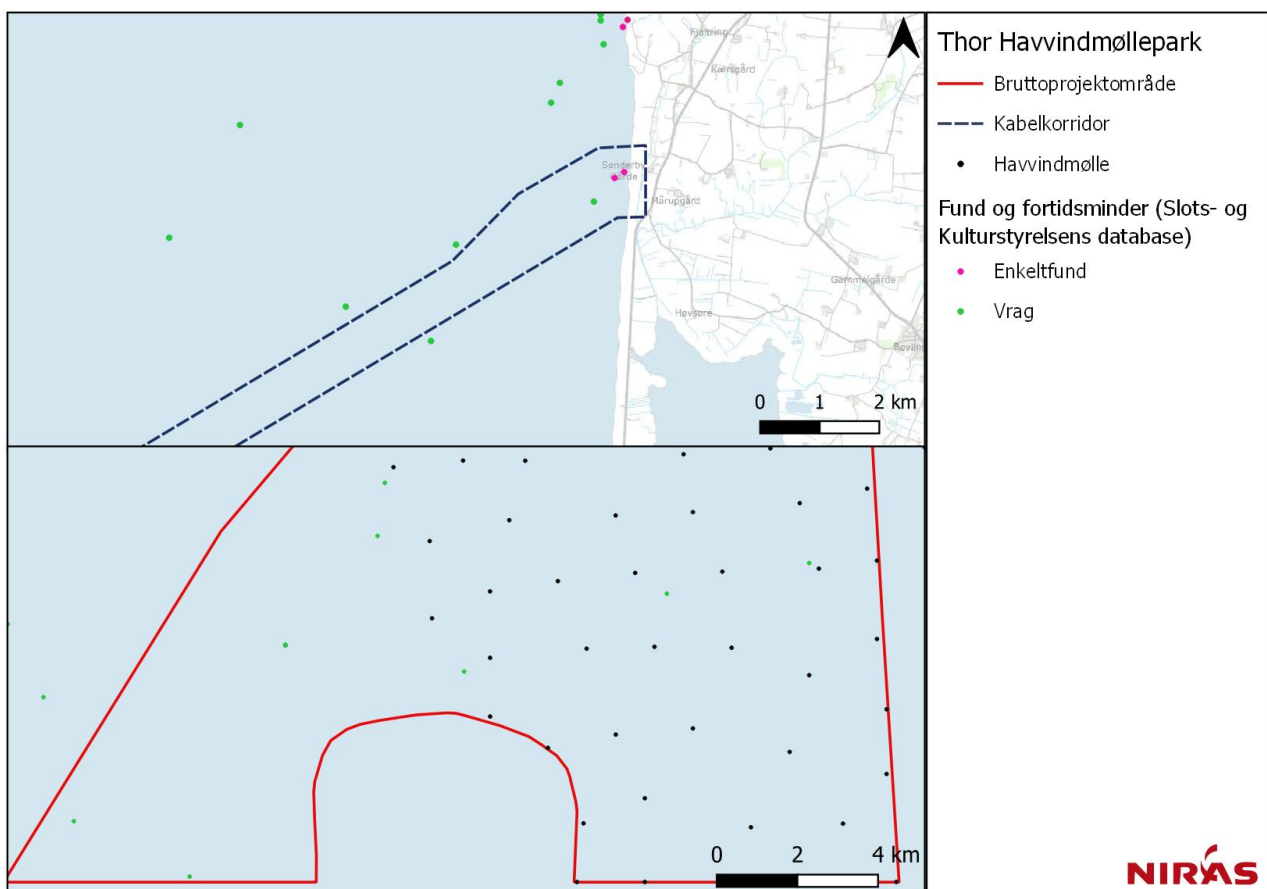
- Oplysninger om eksisterende fund og fortidsminder indhentet fra Slots- og Kulturstyrelsens database ved en kortsøgning efter fredede og ikke-fredede fortidsminder indenfor projektområdet for Thor Havvindmøllepark.
- Arkæologisk analyse af forundersøgelsesområdet til Thor Havvindmøllepark (Jonsson, Astrup, & Skriver, 2019). Analysen beskriver potentielle kulturhistoriske genstande, vrage og kulturspor i form af stenalderbopladser i området og er baseret på viden fra databaser og tidligere skrivebordsundersøgelser.
- Geoarkæologisk analyse af forundersøgelsesområdet til Thor Havvindmøllepark (Jonsson & Astrup, 2020). Analysen er baseret på geofysiske data indsamlet i forbindelse med forundersøgelserne til Thor Havvindmøllepark, herunder data fra sidescan sonar og borekerner, og beskriver potentielle kulturhistoriske genstande og potentielle stenalderbopladser.

8.2. Eksisterende viden i projektområdet

8.2.1. Arkivalisk kontrol

Indenfor projektområdet for Thor Havvindmøllepark er der registeret 11 fortidsminder, som alle er ikke-fredede, hvoraf tre er fundet indenfor kabelkorridoren (mindre end én kilometer fra land) og otte er fundet indenfor bruttoprojektområdet (Figur 8.1).

Af de tre fortidsminder fundet i kabelkorridoren er ét registeret som vrage og to registeret som enkeltfund. Alle otte fortidsminder indenfor bruttoprojektområdet er registreret som vrage. Ingen af de 72 møllepositioner overlapper med placeringen af de registrerede fortidsminder.



Figur 8.1: Placeringen af fund og fortidsminder fra Slots- og Kulturstyrelsens database i området for Thor Havvindmøllepark. Øverst: I kabelkorridoren. Nederst: I bruttoprojektområdet for havvindmølleparken. Både møller og fund er vist med en bufferzone på 100 m i diameter.

8.2.2. Kulturhistoriske genstande baseret på sidescan sonar data

Ved gennemgang af de geofysiske data indhentet ved sidescan sonar er der fundet 430 anomalier, der potentielt kan være fortidsminder, i forundersøgelserområdet for Thor Havvindmøllepark. Heraf er 182 anomalier fundet inden for bruttoprojektområdet for havvindmølleparken og heraf 116 inden for projektområdet for havvindmølleparken. Der er fundet 70 anomalier inden for kabelkorridoren.

Under gennemgangen af data er anomalierne blevet klassificeret i grupper, der indikerer sandsynligheden for at objekterne er af kulturhistorisk interesse (se Tabel 8.1 for oversigt over kategorier). Objekter i kategori CONF1 og CONF2 er af arkæologisk interesse og skal undersøges, hvis de forstyrres af anlægsarbejdet, mens CONF3 objekter bør undersøges, men kan udelades, hvis det er nødvendigt at prioritere tilgængelige ressourcer. Objekter i CONF5 kan være interessante, hvis de findes i et område med højt potentiale for stenalderboplads. Objekterne i CONF4 kategorien er medtaget, da nogle af disse objekter kan nå en alder på 100 år i den nærmeste fremtid, og derfor vil være beskyttet af museumsloven.

Tabel 8.1: Klassifikation og forekomst af anomalier i bruttoprojektområdet og kabelkorridoren.

Klassifikation	Beskrivelse	Antal i brutto-projektområde	Antal i kabel-korridor
CONF1	Anomalier med højest sandsynlighed for at være af potentiel arkæologisk interesse. Skal undersøges og/eller tildeles en friholdelseszone for at undgå påvirkninger fra projektet.	14	6
CONF2	Anomalier, der er mere usikre end CONF1, men som inkluderer de mest interessante lineære objekter. Skal undersøges eller undgås.	62	23
CONF3	Lineære objekter. Baseret på erfaring vil en del af disse være beskyttet af museumsloven.	50	20
CONF4	Objekter, der sandsynligvis er menneskeskabte, men som synes at være af nyere oprindelse.	26	8
CONF5	Geologiske eller biologiske objekter, som indikerer genstande eller områder, der potentielt kan indeholde stenalderbopladsler.	30	13
I alt		182	70

Der er i den geoarkæologiske undersøgelse af forundersøgelingsområdet for Thor Havvindmøllepark anbefalet følgende friholdelseszoner for objekter i kategorierne CONF1-3:

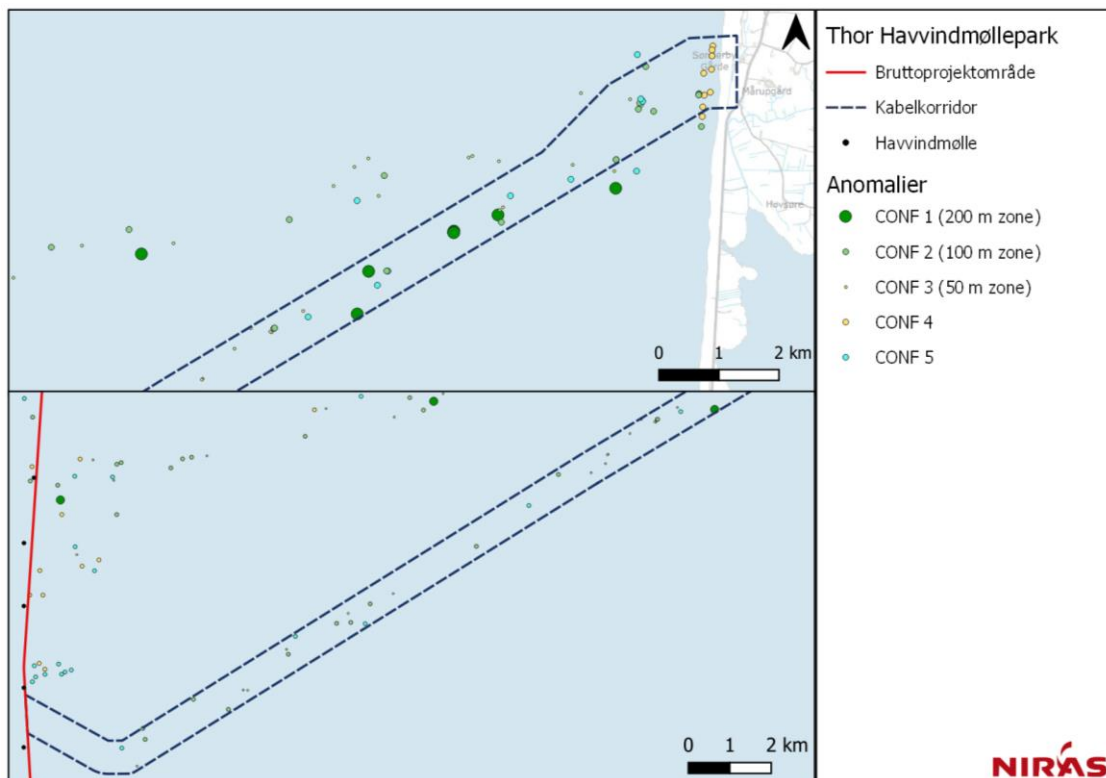
- CONF1: 200 m i diameter
- CONF2: 100 m i diameter
- CONF3: 50 m i diameter

Der er ikke anbefalet friholdelseszoner for objekter i CONF4-5 kategorierne. Størrelsen af friholdelseszonerne er foreløbig og er baseret på anomaliens kategori og fortolkning. Undersøgelser udført efter aftale med museet kan medføre en revidering af friholdelseszoner, hvilket potentielt kan reducere zonernes størrelse eller fjerne dem helt, hvis objekterne ikke er af kulturhistorisk interesse.

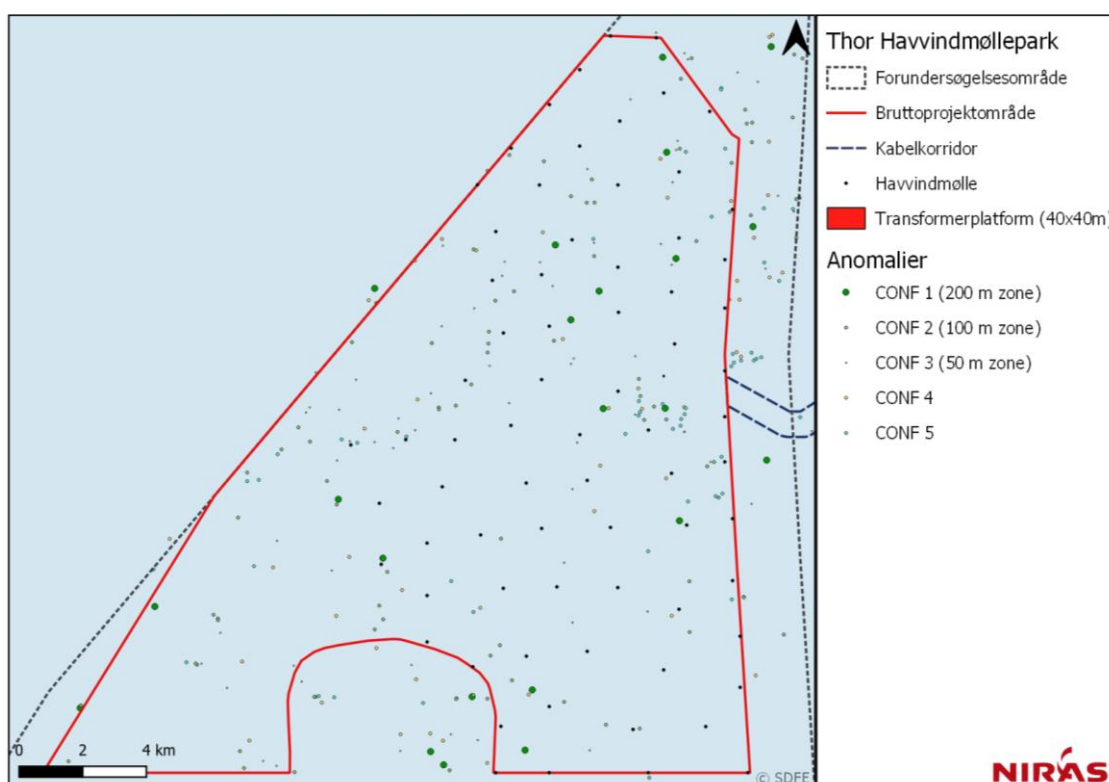
Den endelige vurdering af friholdelseszonernes størrelse udføres af museet i samarbejde med Slots- og Kulturstyrelsen.

Figur 8.2 viser placeringen af anomalierne i projektområdet for kabelkorridoren. CONF1-3 anomalierne er vist med de anbefalede friholdelseszoner, mens CONF4-5 for demonstrations skyld også er vist med en indikativ bufferzone på 100 m i diameter. Der er seks CONF1 anomalier inden for projektområdet for kabelkorridoren, hvoraf tre af disse overlapper hinanden.

Figur 8.3 viser kortlægningen af anomalier indenfor bruttoprojektområdet for havvindmølleparken. Ingen af anomalierne i CONF1-3 kategorierne overlapper med møllepositionerne, der på kortet er vist med en indikativ bufferzone på 100 m i diameter.



Figur 8.2: Kortlægning af anomalier, som kan være af potentiel marinarkæologisk interesse, inden for kabelkorridoren. Øverst: Registrerede anomalier nær kysten. Nederst: Registrerede anomalier i den øvrige del af kabelkorridoren.

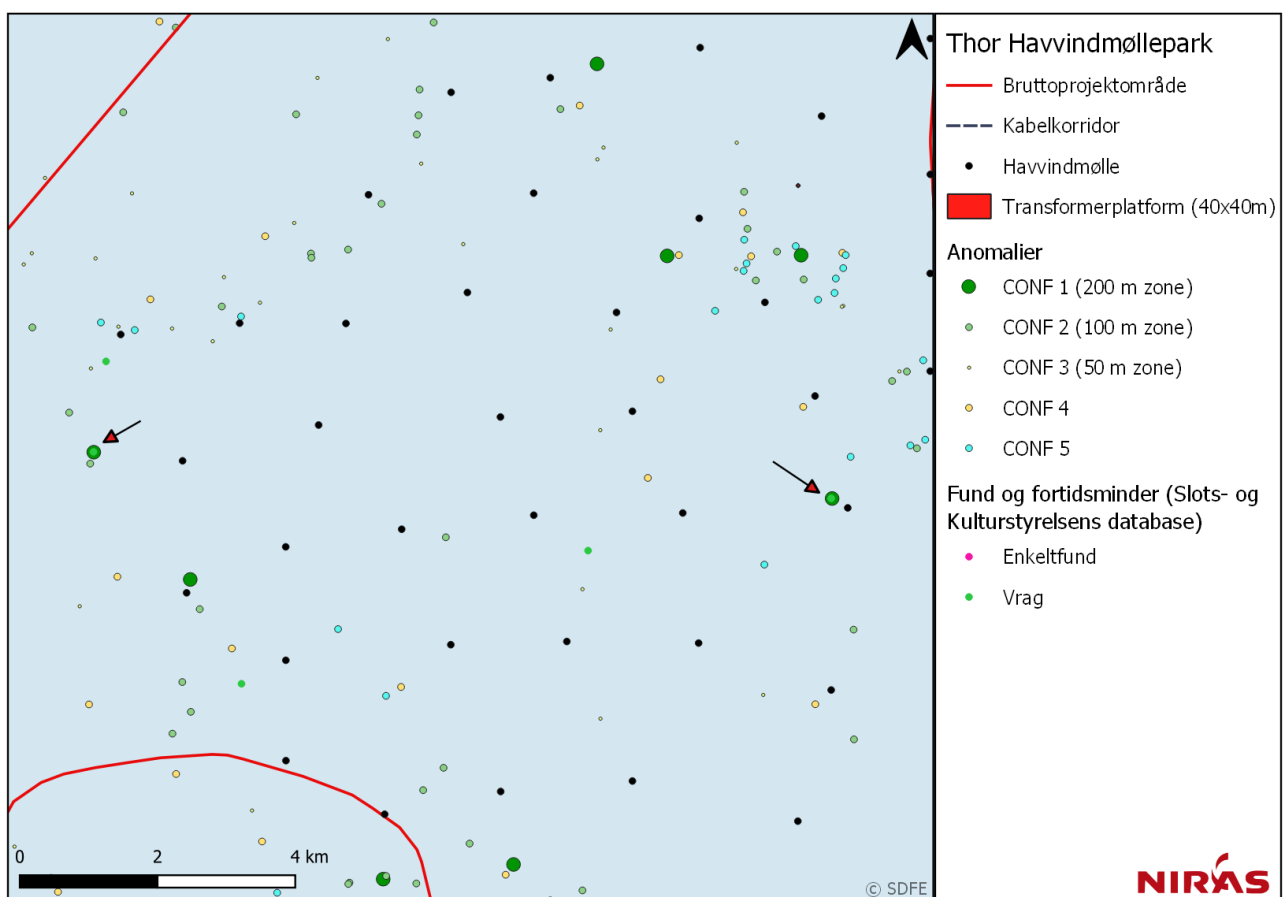


Figur 8.3: Kortlægning af anomalier, som kan være af potentiel marinarkæologisk interesse, inden for bruttoprojektområdet for havvindmølleparken. Møllernes placering er illustreret med en bufferzone på 100 m i diameter.

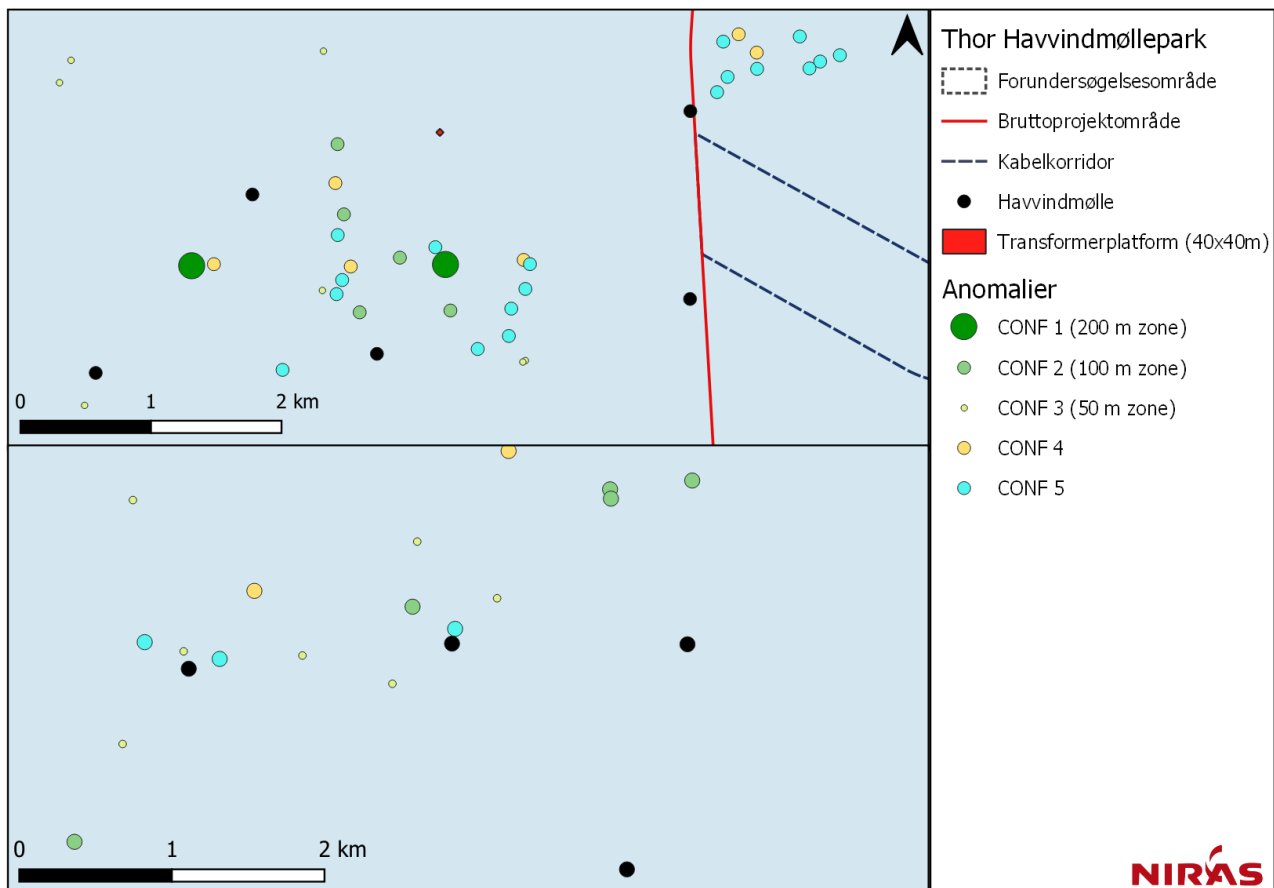
Det ses af Figur 8.4 at to af de kortlagte CONF1 anomalier er vrag, der også er registreret i Slots- og Kulturstyrelsens database. Det drejer sig om hhv. Søndre Nissum (FF 400110c-132), der sank i 1994, og Conja (FF 400100c-134), der sank i 1997.

Figur 8.5 viser udsnit af to områder inden for bruttoprojektområdet for havvindmølleparken. Det øverste udsnit viser placeringen af anomalier nær placeringen af transformerplatformen. Her ses det, at der er en høj densitet af anomalier syd for transformerplatformen, hvoraf størstedelen af disse kategoriseret som CONF5, der er geologiske eller biologiske objekter, som indikerer genstande eller områder, der potentielt kan indeholde stenalderbopladser. Der er ikke angivet anbefalede friholdelseszoner for CONF5 anomalier, og derfor er de vist med bufferzoner på 100 m i diameter.

Det nederste udsnit på Figur 8.5 viser placeringen af møller i den vestlige del af havvindmølleparken, og her ses et perifert overlap mellem bufferzonen på en af møllerne og bufferzonen på en CONF5 anomali. Men da bufferzonerne på 100 m i diameter udelukkende er for illustrations skyld, vil det være muligt at anlægge parken uden at berøre anomalien.



Figur 8.4: Kortlægningen af anomalier centralt i bruttoprojektområdet. Kortet viser overlap mellem vrag registreret i Slots- og Kulturstyrelsens database og registrerede CONF1 anomalier (indikeret med pile).



Figur 8.5: Udsnit af kortlægningen af anomalier inden for bruttoprojektområdet for havvindmølleparken. Øverst: Udsnit nær transformerplatformen, der viser en høj densitet af anomalier syd for transformerplatformens planlagte placering. Nederst: Placeringen af møller i den vestlige del af havvindmølleparken viser et perifert overlap mellem bufferzone én af møllerne og bufferzonen for en CONF 5 anomali. Anomalien er dog klassificeret som en genstand/et område, hvor der potentielt kan findes tegn på stenalderbopladser. Bufferzonerne for møllepositionerne og CONF5 anomalierne er 100 m i diameter.

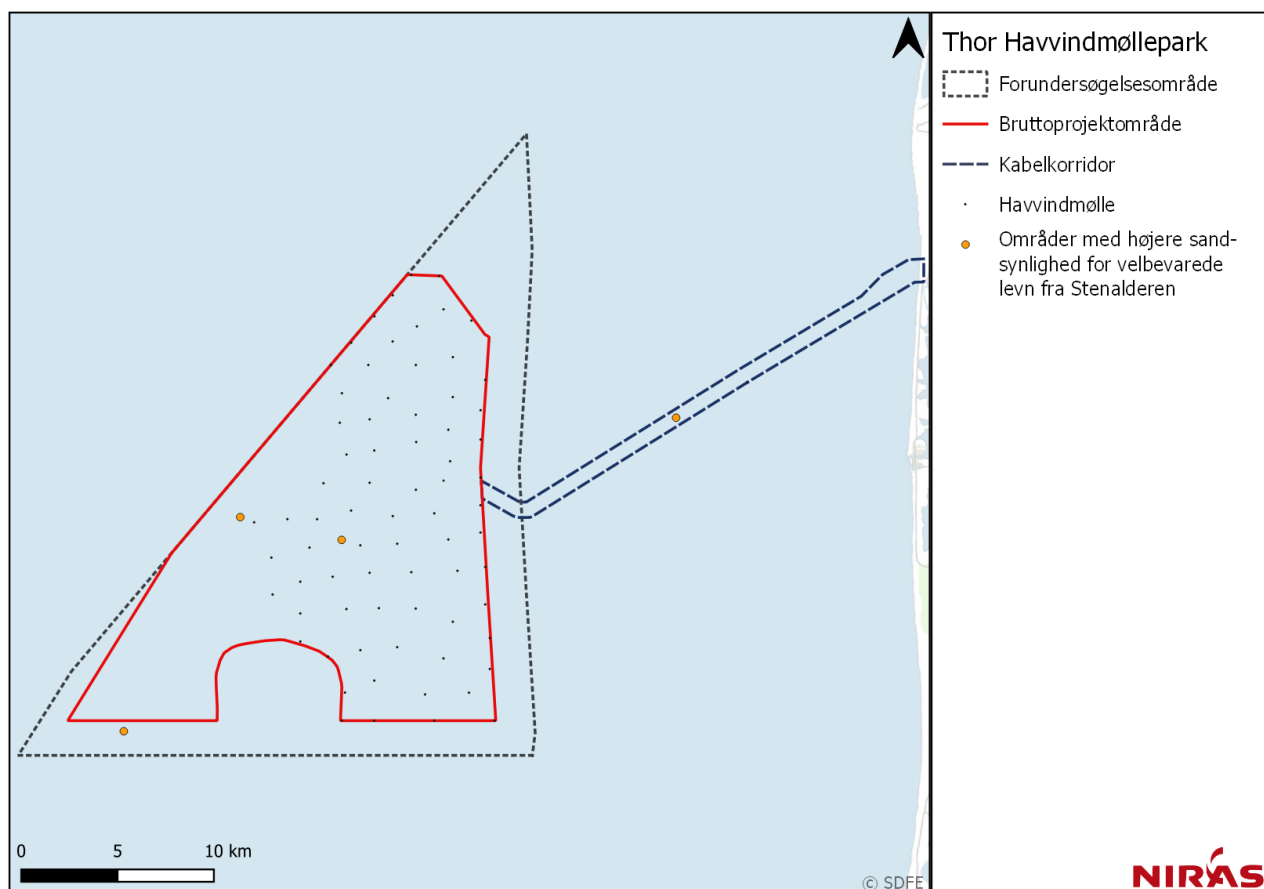
8.2.3. Stenalderbopladser

Den geoarkæologiske analyse viser, at kystlinjen langs den jyske vestkyst gennemgik en markant horisontal forskydning i en kort periode af Maglemosekulturen (9500-6400 f.Kr.), hvilket gør det svært at lokalisere potentielle kystbopladser.

Derudover vil spor af Kongemose- eller Ertebølle-kulturerne (der defineres som kystkulturer) kun forekomme i en meget lille del af området, da det meste af området allerede var oversvømmet på dette tidspunkt i historien.

Eftersom vidensgrundlaget for områdets betydning for Maglemosekulturen er sparsomt, er der stor usikkerhed i forbindelse med identifikation af områder med større arkæologisk potentiale inden for projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Der er dog i den geoarkæologiske analyse identificeret fire områder, hvor sandsynligheden for at finde velbevarede spor fra Stenalderen vurderes at være lidt højere. Placeringen af disse fire områder er vist på Figur 8.6. Afstanden mellem centrum af de to borekerner inden for bruttoprojektområdet og centrum af de nærmeste møllepositioner er ca. 750 m og 1.000 m for henholdsvis den vestlige og centrale borekerne.

Museerne vil, når det endelige layout for havvindmølleparken er fastlagt, anmode Slots- og Kulturstyrelsen om at tage stilling til, om der skal stilles betingelser for marinarkæologiske undersøgelser af stenalderbopladser i disse områder.



Figur 8.6: Placeringen af borekerner, hvori der er fundet tørvelag, hvilket indikerer en teoretisk mulighed for at finde levn fra stenalderbopladser. Placeringen af borekerne er her vist med en bufferzone på 400 m i diameter mens møllerne er vist med en bufferzone på 100 m i diameter. (Et enkelt punkt afviger fra kortet præsenteret i den geoarkæologiske rapport, da markeringen på kortet (rapportens figur 23) har en forkert placering).

8.3. Mulige påvirkninger og afværger

Risikoen for at påvirke marinarkæologiske fortidsminder vil være størst under anlægsfasen, hvor der kan forekomme en direkte fysisk påvirkning fra anlægsarbejdet, såsom under etablering af havvindmøllefundamenter, installation af kabler, opankring af fartøjer og eventuel placering af ben fra jack-up platforme.

Anlægsaktiviteterne vil dog udelukkende have en effekt, hvis arkæologiske fortidsminder er til stede netop dér, hvor den fysiske aktivitet finder sted. I driftsfasen vil påvirkninger på marinarkæologiske fortidsminder primært relateres sig til indirekte påvirkning forbundet med eventuel erosion omkring installationerne og deraf mulig eksposering af eventuelle fortidsminder. Det er dog i kapitel 10 om bundtopografi og sediment vurderet, at erosionen omkring monopæle med erosionsbeskyttelse vil have en udstrækning på 1,5-3 m, og vil derfor ikke have en udstrækning, der kan påvirke potentielle marinarkæologiske interesser. Det vurderes derfor, at der ikke er risiko for at påvirke beskyttede fortidsminder i driftsfasen.

Et af principperne i dansk museumslovgivning er, at fortidsminder bør bevares 'in situ' og ikke udgraves. Enhver form for udgravning/undersøgelse/dokumentation forud for etablering af havvindmølleparken vil til en vis grad være at betragte som en negativ påvirkning, selvom man i udgravningen tilstræber at uddrage mest mulig arkæologisk viden af 'forstyrrelsen' af fortidsmindet.

De fastlagte møllepositioner for Thor Havvindmøllepark overlapper ikke med potentielle marinarkæologiske interesser i området. Dog er en af de vestlige møller i parken placeret nær en anomali, der er kategoriseret som et "geologisk eller biologisk objekt, som indikerer genstande eller områder, der potentielt kan indeholde stenalderbo-pladser" (Figur 8.5, nederst). Der er dog ikke angivet en friholdelseszone for anomalier i denne kategori, og da der er ca. 100 m mellem centrum af møllens placering og anomalien vil det være muligt at undgå en påvirkning i forbindelse med anlæg af fundament og mølle. Det endelige layout for ilandføringskabler og inter-array kabler er endnu ikke fastlagt, men det vil være muligt at placere kabelruterne inden for projektområdet således, at marinarkæologiske interesser ikke forstyrres.

8.4. Videre proces

På baggrund af den eksisterende viden i projektområdet skal bygherre sammen med Slots- og Kulturstyrelsen afklare hvorvidt udpegningerne er i konflikt med anlægsarbejdet. For Thor Havvindmøllepark gælder, at når layoutet for alle elementer af havanlægget for Thor Havvindmøllepark er fastlagt, vil bygherre inddrage myndigheden i detailplanlægningen, således at friholdelseszoner for de potentielle kulturhistoriske objekter kan overholdes.

Hvis der mod forventning er overlap mellem det endelige layout af inter-array og ilandføringskabler og friholdelseszonerne for potentielle kulturhistoriske objekter, vil Slots- og Kulturstyrelsen afgøre, om der skal foretages yderligere undersøgelser af den/de pågældende objekter, der er i konflikt med layoutet. I tilfælde af at yderligere marinarkæologiske undersøgelser er nødvendige for at afklare, om der er tale om beskyttede fortidsminder efter museumslovens regler (LBK nr 358 af 08/04/2014), vil anlægget kræve en dispensation fra museumsloven, som udstedes af Slots- og Kulturstyrelsen. Derefter skal fortidsmindet registreres og undersøges/udgraves.

Når de marinarkæologiske interesser i projektområdet er tilfredsstillende afklaret med myndighederne, vil området blive frigivet til anlægsarbejde. Under anlægsarbejdet er det dog stadig bygherrens pligt at kontakte Slots- og Kulturstyrelsen og standse arbejdet, hvis der mod forventning dukker fund af spor af kulturarv eller vrag op (LBK nr 358 af 08/04/2014).

9. Hydrografi

Placering af en havvindmøllepark i det marine miljø kan have indflydelse på de lokale strømningsmønstre, herunder strøm og salinitet. Desuden kan bølger påvirkes af møllefundamenterne, der virker som en ekstra modstand til den frie vandbevægelse, samt reduktionen af vindhastigheden nedstrøms vindmølleparken. Det enkelte møllefundament medfører desuden lokal turbulens, som igen medfører en opblanding af vandmasserne.

9.1. Metode og datagrundlag

Beskrivelserne og vurderingerne af hydrografiske forhold efter etableringen af Thor Havvindmøllepark er baseret på den tekniske rapport om hydrodynamik og sediment (NIRAS, 2024).

I rapporten opstilles to numeriske modeller til at beskrive effekterne af etablering af Thor Havvindmøllepark på de eksisterende bølge- og strømforhold. De anvendte numeriske modeller er:

- 1) MIKE21 HD: En hydrodynamisk model til at simulere vandstand og strømforhold
- 2) MIKE21 SW: En spektral bølgemodel til at simulere bølgeklimate

I begge modelopsætninger er kørt en baseline model, som beskriver de nuværende forhold, samt en konsekvens model, hvor havvindmølleparken er inkluderet i modellen. Baseline modellerne er kalibreret imod data indsamlet af Energinet i perioden fra 2020 til 2021 samt offentligt tilgængeligt vandstandsdata fra Danmark og UK.

Strøm og bølger er målt af Energinet i perioden 2020 til 2021, i et punkt svarende til den vestlige del af området med vindmøller (breddegrad 56.3489N og længdegrad 7.60647Ø). Modellen er kalibreret imod vandstande fra Hvide Sande og Thorsminde i Danmark samt Aberdeen, Whitby og Dover i UK.

Langs modellens åbne rande, er der påført tidevand fra MIKE tidevandsværktøj leveret af DHI (DHI MIKE21 Models, u.d.). Internt er modellen drevet af vind og lufttryk som er udtrukket i 10 mMSL fra ECMWF (ECMWF, 2019). Vinden og lufttrykket har en horisontal opløsning på 0,25 grader og en temporal opløsning på 1 time.

Dybdeforholdene i de numeriske modeller er baseret på forskellige datakilder: I projektområdet er der foretaget en MBES undersøgelse. I området tæt på ilandføring har kystdirektoratet lavet kystprofiler siden 1938. I det øvrige modeldomæne er dybdeforholdene baseret på C-MAP (en database af digitaliserede søkort) samt EMODnet (EMODnet, 2021).

9.2. Eksisterende forhold

9.2.1. Strøm

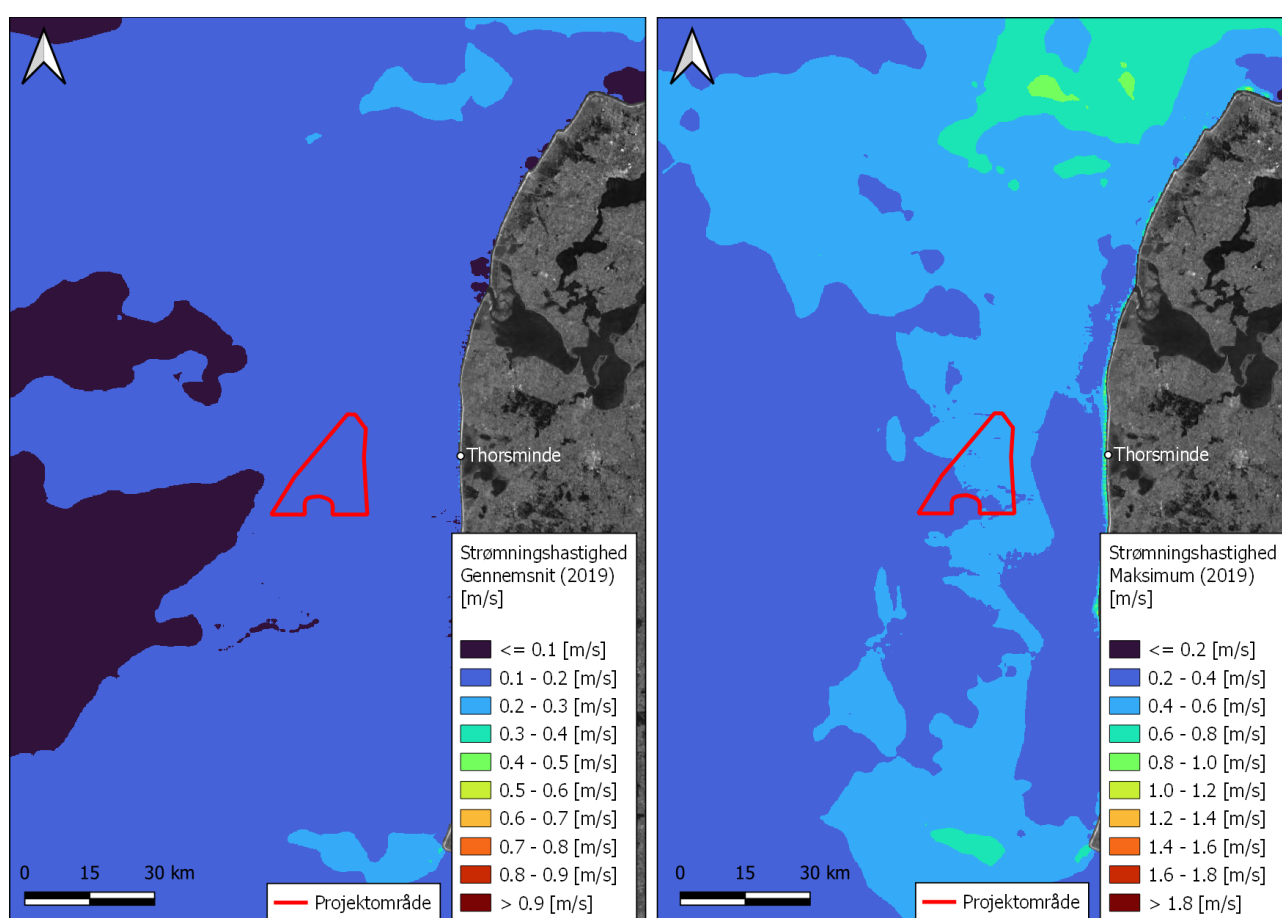
Ved stille vejrforhold, bestemmes strømforholdene i Nordsøen af trykforskelle mellem Kattegat og Nordsøen samt trykforskelle mellem Nordsøen og Atlanterhavet. Dog er det den alt overvejende mekanisme tidevandet, der særligt bidrager med høje strømningshastigheder igennem den Engelske Kanal og en tidevandsbølge i Nordsøen samt lokale vindforhold, der påvirker de lokale havstrømninger.

I den nordlige del af Nordsøen omkring Skagerrak er strømningerne drevet af densitetsforskelle imellem det salt-holdige vand fra nord, og det mere ferske vand fra Kattegat og Østersøen. Denne lagdeling bevirker, at der ofte er en relativt fersk nordgående overfladestrøm og en saltholdig sydgående bundstrøm i Skagerrak. Nettostrømmen er dog nordgående, på grund af vandtilførslen fra floder, der munder ud i Østersøen. I stille perioder er der ofte

rolige strømforhold i Nordsøen som i middel er sydgående langs den engelske kyst og nordgående langs den jyske vestkyst.

I perioder med urolige vejrforhold, har de regionale vind og lufttryksforhold omkring Nordsøen, Atlanterhavet og Kattegat indvirkning på vandudvekslingen imellem Nordsøen og Atlanterhavet mod vest samt Nordsøen og Kattegat mod øst. Kraftige vinde fra vest til nord giver anledning til høje vandstande i Kattegat, hvilket betyder, at vandet opstuves i Østersøen eller Kattegat. Det giver anledning til større strømningshastigheder igennem Skagerrak og langs med kysterne i den nordlige del af Nordsøen. Ligeledes kan kraftige regionale vinde øge vandudvekslingen imellem Nordsøen og Atlanterhavet, hvilket i særlig grad kan øge havstrømningerne i den Engelske Kanal, hvor vandet skal passere i et snævert stræde.

De gennemsnitlige og maksimale dybdemidlede havstrømninger i 2019 er illustreret i Figur 9.1. Figuren viser, at strømningerne i området for Thor Havvindmøllepark i gennemsnitligt ligger på omkring 0,1-0,2 m/s i 2019. De maksimale havstrømninger i samme område ligger på omkring 0,4-0,6 m/s.

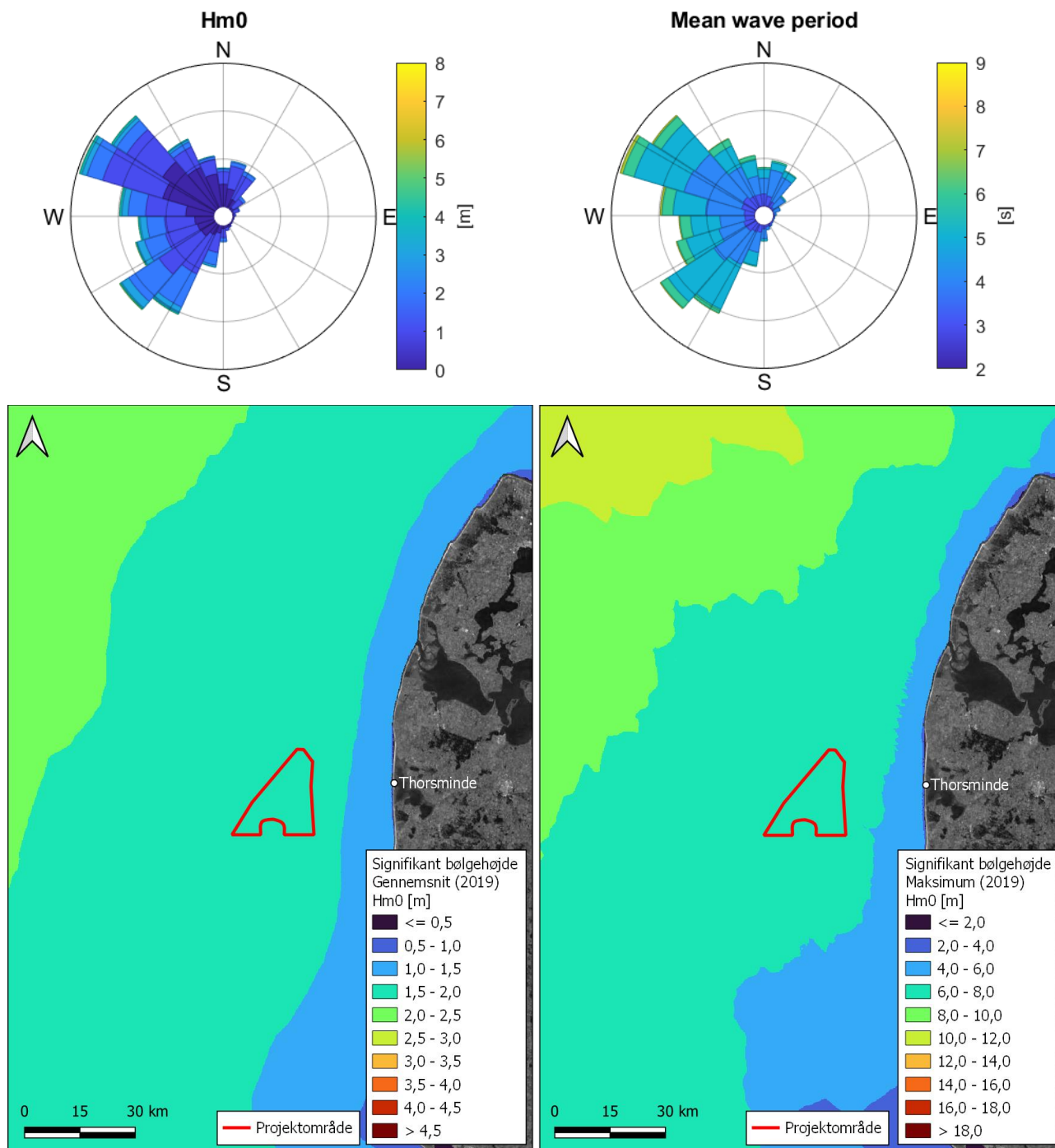


Figur 9.1: Dybdemidlet strømhastighed. Venstre: Gennemsnitlig strømhastighed i 2019. Højre: Maksimal strømhastighed 2019.

9.2.2. Bølger

Bølgeklimate i Nordsøen er drevet af lokale vindforhold samt dønninger fra Atlanterhavet og Norskehavet, der kan trænge ind i Nordsøen gennem passagen mellem Skotland og Norge. Nordsøen er også stor nok geografisk til, at lokale vindgenererede bølger fra en del af Nordsøen kan udbredes og udvikle sig til dønninger i en anden del af

Nordsøen. I gennemsnit er den signifikante bølgehøjde i Thor Havvindmøllepark ca. 1,7 m, og den dominerende bølgeretning er nordvestlig med bølgeperioder omkring 6 s (se Figur 9.2).



Figur 9.2: Signifikant bølgehøjde (Hm0). Venstre: Gennemsnitlig signifikant bølgehøjde i 2019. Højre: Maksimal signifikant bølgehøjde i 2019.

9.3. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

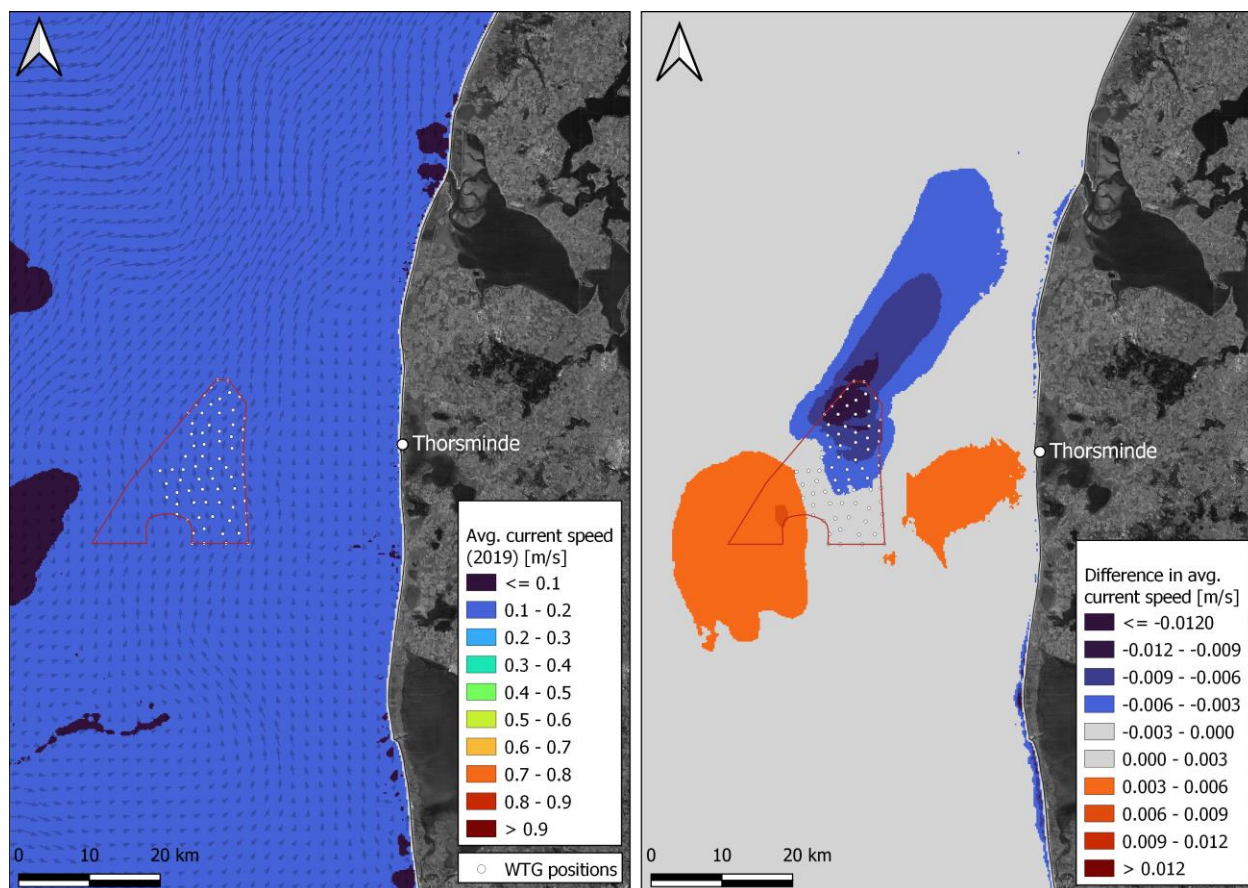
Fundamenterne vil afhængig af deres udformning give anledning til en vis modstand mod strøm og bølger, som kommer til udtryk ved en forøgelse af strømmen lige omkring fundamenterne og en nedstrøms reduktion i både strøm og bølger med mulighed for en potentiel ændring i opblandingen over dybden og vandskiftet i nærområdet. Projektet vil eventuelt kunne indvirke på følgende:

- Blokering/ændringer i strømmen resulterende i øget opblanding
- Blokering/ændringer i strømmen resulterende i ændret vandskifte
- Lokal og regional påvirkning i bølgeklimate

Påvirkninger af hydrografien i Nordsøen og langs den danske vestkyst er vurderet ud fra en hydraulisk modellering af både strøm og bølgeklimate.

9.3.1. Strøm

Beregningerne viser, at strømforholdene kan påvirkes med op til ca. 0,6 m/s i et område ud til ca. 5 km nord for mølleparken og 2-3 km i østlig og vestlig retning. I området med strømændringer, er den gennemsnitlige ændring dog mindre end 1 cm/s nord for vindmølleparken og 0,6 til 0,3 cm/s øst og vest fra vindmølleparken. Dette er en faktor 10 til 30 mindre end den naturlige daglige variation. Den samlede vurdering for Thor Havvindmøllepark er, at påvirkningen vil være *lille* i de påvirkede områder. Ændringerne i de dybdemidlet gennemsnitlige strømninger som følge af Thor Havvindmøllepark er illustreret på Figur 9.3.



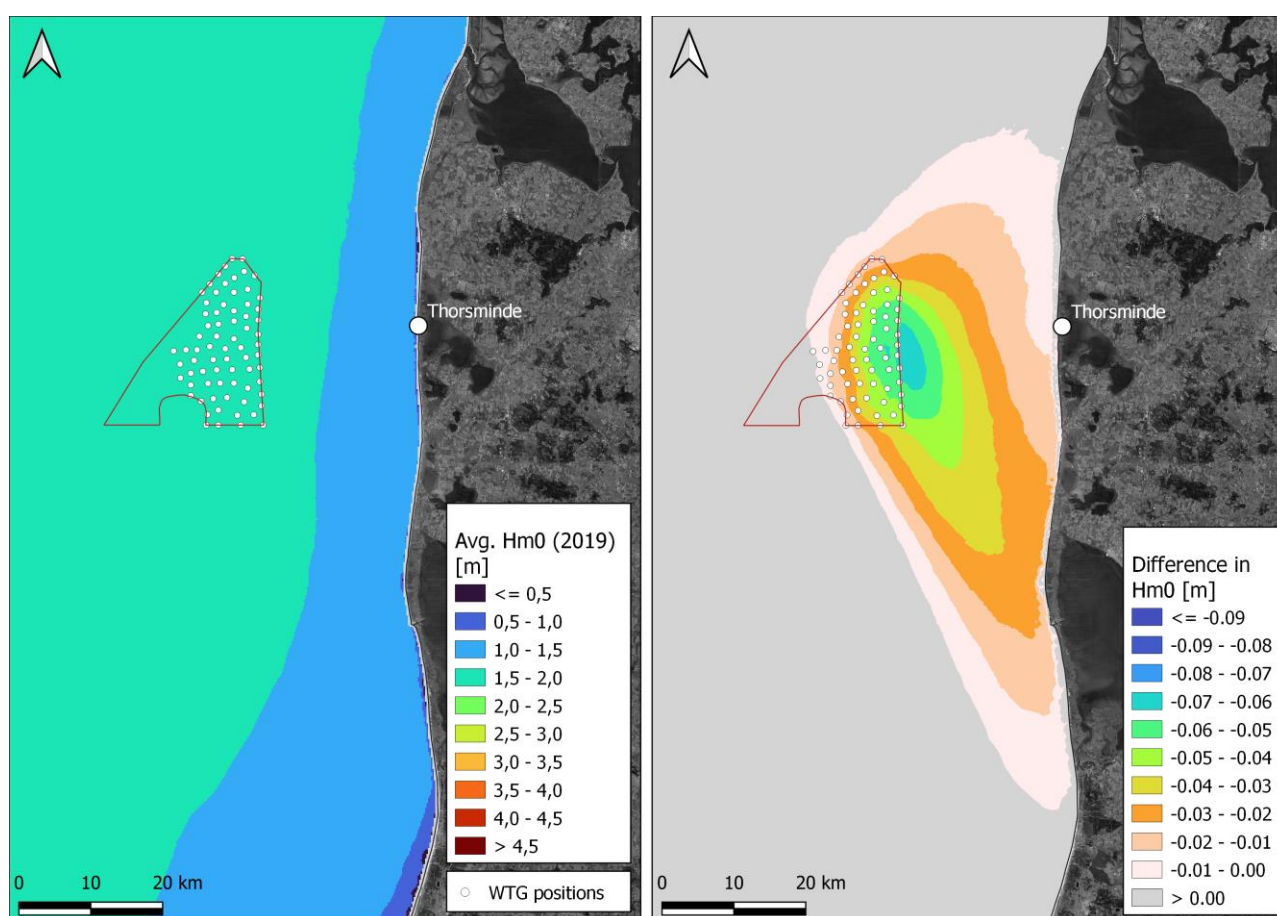
Figur 9.3: Venstre: Baseline dybdemidlet strømshastighed. Pile indikerer gennemsnitlig strømretning. Højre: Ændring i dybdemidlet gennemsnitlig strømshastighed som følge af Thor Havvindmøllepark.

9.3.2. Bølger

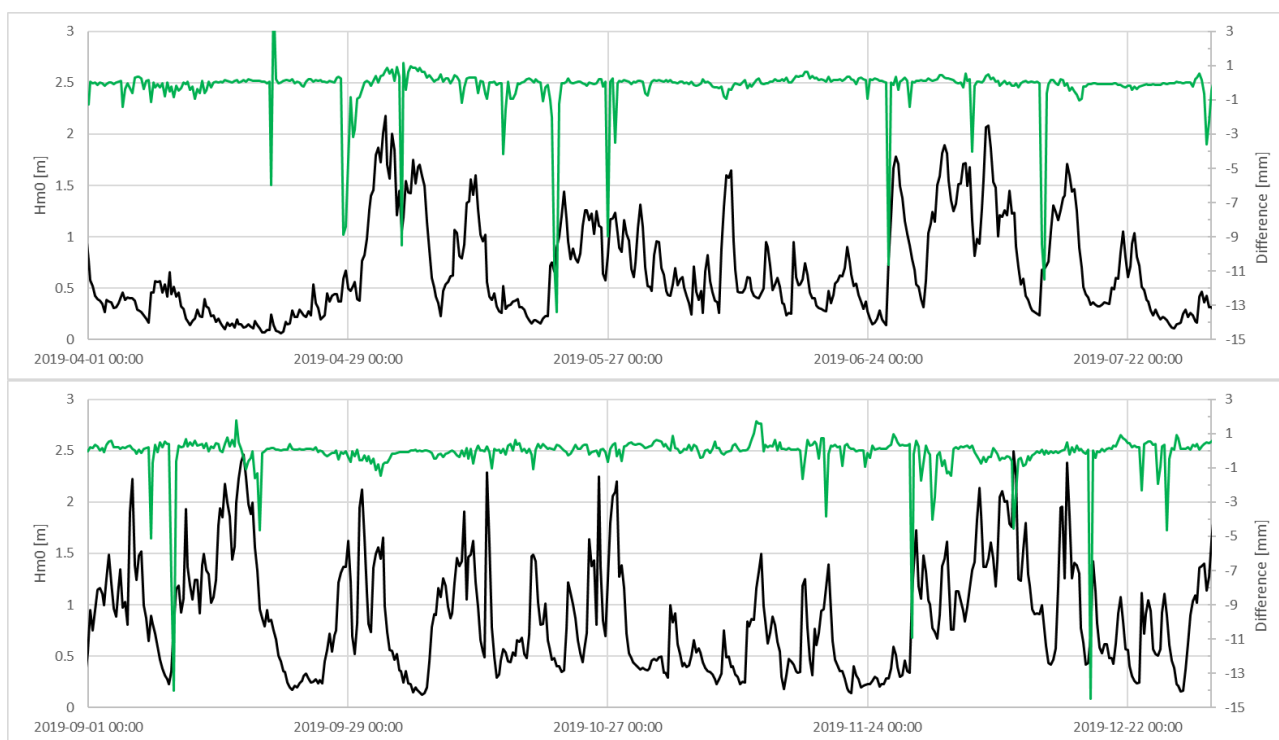
Påvirkningen på bølgeklimate i kystzonen som følge af Thor Havvindmøllepark er beregnet til at være størst i området ca. 12 km nord for Hvide Sande. Her ses en reduktion i den gennemsnitlige signifikante bølgehøjde (H_{m0}) på ca. 2 til 3 cm. Ændringen i den gennemsnitlige signifikante bølgehøjde som følge af Thor Havvindmøllepark er illustreret i Figur 9.4.

I kystzonen nord for Hvide Sande findes den største forskel i bølgeklimate. Her er den gennemsnitlige signifikante bølgehøjde ca. 0,8 m og ændringen er en reduktion på ca. 0,2 mm. De største ændringer er ikke nødvendigvis relateret til de største bølger, men ændringerne er generelt mange størrelsesordner mindre end den aktuelle bølgehøjde, se Figur 9.5.

Det vurderes, at påvirkningen på bølgeklimate i kystzonen som følge af Thor Havvindmøllepark vil være *lille*.



Figur 9.4: Venstre: Baseline gennemsnitlig signifikant bølgehøjde. Højre: Ændring i gennemsnitlig signifikant bølgehøjde som følge af Thor Havvindmøllepark.

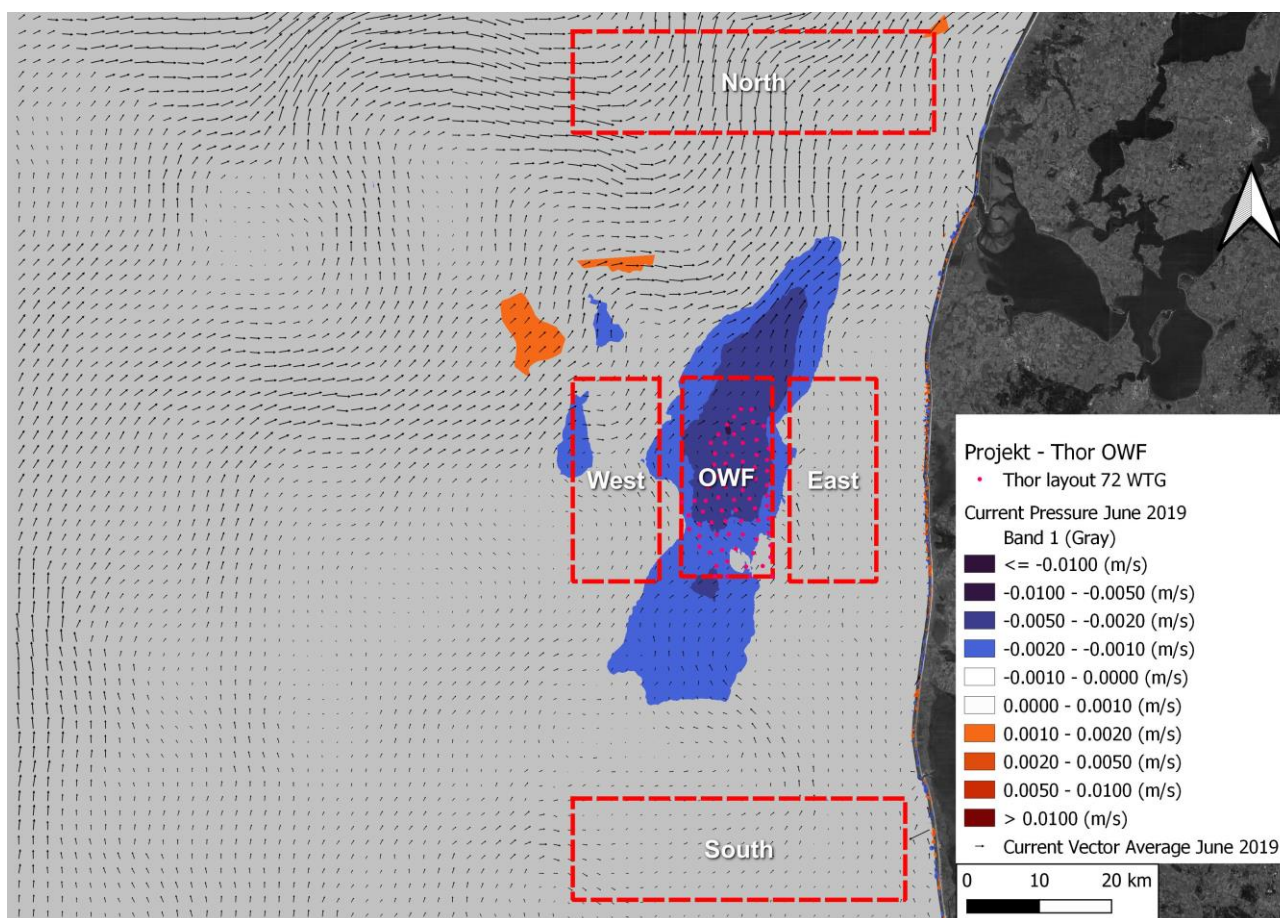


Figur 9.5: Bølgeklimaet ca. 1 km offshore nord for Hvide Sande. Sort: Signifikant bølge højde, målt i m (Baseline) og Grøn: Ændring i signifikant bølgehøjde, målt i mm.

9.3.3. Vandskifte og lagdeling

Vandgennemstrømningen styres af den modstand som det gennemstrømmende vand føler (den hydrauliske modstand) samt de kræfter som driver systemet. I Nordsøen er de drivende kræfter tidevand, trykforskellen imellem Nordsøen, Kattegat og Atlanterhavet, samt densitetsforskellene i den nordlige og sydøstlige del af Nordsøen.

Fundamenterne som understøtter Thor Havvindmøllepark vil øge den lokale hydrauliske modstand, og der kan således forventes en lokal blokering af vand. Omfanget af vandblokeringen er analyseret ved i modellen at frigive en mængde partikler i 5 forskellige områder: 4 områder hhv. nord, syd, øst og vest samt et område centreret omkring Thor Havvindmøllepark som illustreret på Figur 9.6. Udvekslingen af vandpartikler mellem de afgrænsede områder og de øvrige vandmasser måles over tid for baseline modellen samt modellen med Thor Havvindmøllepark.



Figur 9.6: Vandskifteområder illustreret ovenpå ændringerne i den gennemsnitlige dybdemidlede strømhastighed for juni måned.

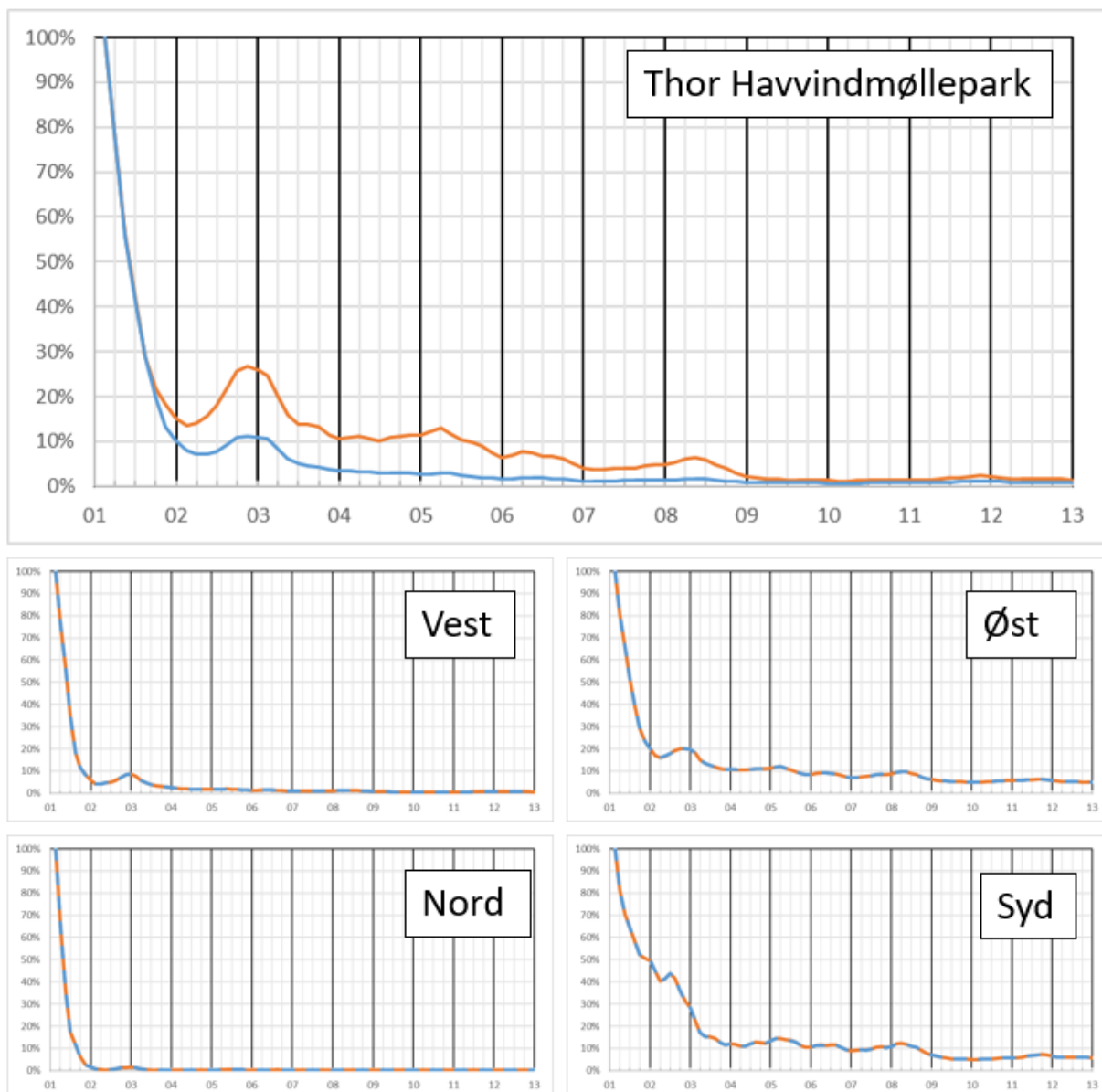
Analysen for vandskifte viste klart, at det kun er området centreret omkring Thor Havvindmøllepark, der påvirkes af en lille blokerings-effekt. Her er der inden for den første ca. 1,75 dag (80 % vandskifte) ingen forskel mellem baseline og projekt. De næste 7 dage er der en forskel på ca. 10 % hvorefter forskellen reduceres for at forsvinde efter 10 dage. I de andre områder er der ingen forskel mellem baseline og projekt.

Andelen af partikler i de forskellige områder for baseline modellen samt modellen med Thor Havvindmøllepark er illustreret i Figur 9.7.

Overordnet set, vurderes blokering at have *ingen* eller kun en *lille* effekt på det omkringliggende havmiljø.

En forøgelse af opblandingen vil forekomme tæt på vindmøllernes fundamenter, men vil, hvis vandsøjlen er homogen, ikke have nogen yderligere påvirkning på omgivelserne. Data fra Overfladevanddatabase (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2022) viser, at lagdeling er et sjældent fænomen i området omkring Thor Havvindmøllepark.

Det vurderes derfor, at påvirkningen på lagdeling vil være *ingen* eller *lille*.



Figur 9.7: Andelen af partikler, som bliver i de 5 områder over en periode på 12 dage. Blå: baseline. Orange: Model med Thor Havvindmøllepark.

9.4. Sammenfattende vurdering

Vurderingerne af den overordnede påvirkning på hydrografien som følge af etablering, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark er opsummeret i Tabel 9.1.

Vurderingerne gennemføres alene for driftsfasen, idet de potentielle påvirkninger først opstår, når havvindmølleparken er etableret. Det er ikke relevant at vurdere på påvirkninger af hydrografi fra anlægs- eller demonteringsfasen. Det vurderes, at påvirkningen på hydrografien som følge af drift af Thor Havvindmøllepark vil være *ingen eller lille* og dermed *ikke væsentlig*.

Tabel 9.1: Den samlede vurdering af havvindmølleparkens påvirkning af hydrografi. Ingen af de vurderede påvirkninger er væsentlige.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Bølger	Anlæg	Ingen
	Drift	Lille
	Demontering	Ingen
Strøm	Anlæg	Ingen
	Drift	Ingen/lille
	Demontering	Ingen
Lagdeling	Anlæg	Ingen
	Drift	Ingen/lille
	Demontering	Ingen
Vandskifte	Anlæg	Ingen
	Drift	Ingen/lille
	Demontering	Ingen

9.5. Kumulative effekter

Følgende projekter, der er beskrevet i afsnit 3.2.5 om kumulative effekter, kan sammen med Thor Havvindmøllepark potentielt medføre kumulative effekter i forhold til hydrografi:

- De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Syd og Vesterhav Nord
- Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan

Påvirkninger fra Vesterhav Nord og Vesterhav Syd er modelleret for opstilling af op til 66 møller i hver parkområde i 2015 (Energinet & NIRAS, 2015a; Energinet & NIRAS, 2015b). Efter projekt ændringer, hvor mølleantallet reduceres til 21 møller i Vesterhav Nord og 20 møller i Vesterhav Syd, er de endelige miljøvurderinger udført i 2020. Her konkluderes, at de to projekter ikke vil medføre påvirkninger af de hydrografiske forhold (WSP, 2020a; WSP, 2020b).

Potentielle kumulative effekter på strøm, bølger og vandskifte givet af Thor Havvindmøllepark i kombination med Vesterhav Syd og Vesterhav Nord vurderes på den baggrund som *ingen* eller *lille* påvirkning på hhv. strøm- og bølgeforhold.

Lagdeling er en relativ sjælden hændelse i området hvorfor en eventuel kumulativ påvirkning vurderes at være *ingen* eller *lille*.

Yderligere i miljøvurderingen af Danmarks Havplan (COWI, 2021) er der ikke vurderet på effekter for hydrografi fra udbygning af udviklingszoner for vedvarende energi og energigør. Det kan dog ikke uden undersøgelser afvises, at kumulative effekter kan opstå ved udbygning i udviklingszonerne fra havplanen. Emnet vil indgå i den screening og miljøvurdering af storskala udbygning af havvind i Danmark som Energistyrelsen har igangsat ultimo 2022 (Energistyrelsen, 2022b).

9.6. Afværgeforanstaltninger

Det vurderes, at der ikke er behov for afværgeforanstaltninger.

9.7. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Grundlaget for vurderingerne vurderes at være tilstrækkeligt.

10. Bundtopografi og sediment

Projektet kan potentielt medføre ændringer i sedimentforhold og bundtopografi i anlægs-, drift- og demonteringsfasen. Ændringerne vil være knyttet til størrelse af mølle, valg af fundamenttype, installationsmetode for fundamenter og kabler, som giver anledning til sedimentspild i anlægs- og demonteringsfasen. Dertil vil den fysiske konstruktion have indflydelse på de hydrografiske forhold i driftsfasen, der kan medføre ændrede bølgeforskeligheder både lokalt og nedstrøms som følge af reduceret vind nedstrøms møllen, øget strøm omkring fundamenter, øget/reduceret strøm omkring havvindmølleparken og dermed eventuel ændringer i erosion/deposition forholdene.

10.1. Metode og datagrundlag

Baseret på de to numeriske modeller, som er beskrevet i afsnit 9.1, er miljøpåvirkningen fra sedimentspild og bundtopografiske ændringer som følge af anlægsarbejdet vurderet. Analysen er blevet lavet med modulet "Particle Tracking" fra DHI, se den tekniske rapport (NIRAS, 2024). For en detaljeret beskrivelse af anlægsarbejdet henvises til den tekniske projektbeskrivelse for Thor Havvindmøllepark (bilag 2).

Kornkurver, der indgår i modelarbejdet, er baseret på middelkornkurver fra 94 sedimentprøver taget i området for havvindmølleparken (82 prøver) og langs kabelkorridoren (12 prøver). Fra sedimentprøverne er kornstørrelsesfordelingen for de forskellige havbundstyper bestemt. Modelteknisk opdateres kornstørrelsesfordelingen afhængig af hvilken havbundstype installationen pågår i (sand, gruset sand til sandet grus eller grus). Der skelnes imellem prøverne taget i havvindmølleparken og prøverne taget langs kabelkorridoren. Eftersom de grove sedimentfraktioner ikke spredes, men blot sedimenteres, der hvor de bliver frigivet, er der kun taget højde for de fine fraktioner i spredningsberegningerne. Fordelingen af de fine sedimentfraktioner for de forskellige havbundstyper er gengivet i Tabel 10.1.

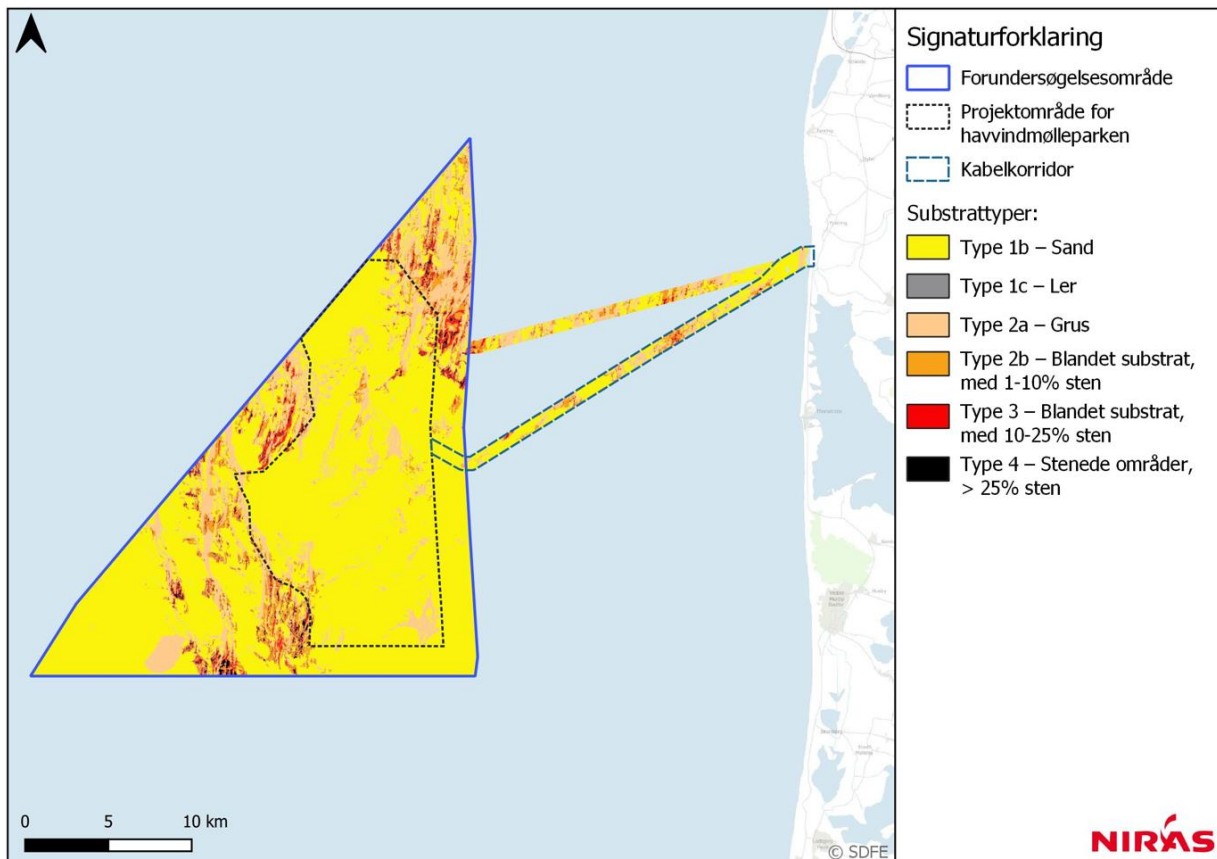
Tabel 10.1: Procentvis fordeling af de fine sedimentfraktioner for forskellige havbundstyper. Opdelt på havvindmøllepark (OWF) og kabelkorridoren (ECC) (MMT, 2020c; MMT, 2020d).

Area	Sediment classification	Very fine				
		Sand [%]	sand/coarse silt [%]	Medium silt [%]	Fine silt [%]	Very fine silt/Clay [%]
OWF	Sand	21.6	2.4	1.4	0.0	0.9
	Sandy gravel	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Gravel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ECC	Sand	22.3	1.2	0.5	0.0	0.2
	Sandy gravel	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Gravel	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0

10.2. Eksisterende forhold

I samarbejde med DHI, har MarineSpace lavet et studie af bundmorfologien ved Thor OWF af bruttoprojektområdet og kabelkorridoren (MarineSpace Ltd, 2022a). Studiet er baseret på opmåling af havbunden (MBES) fra undersøgelser udført i hhv. 2019 og 2020 (MMT, 2020c; MMT, 2020d). Konklusionen af MarineSpace's studie er, at størstedelen af bruttoprojektområdet og kabelkorridoren ligger i områder med en havbund bestående af stabile højde-rygge og dale med en primær orientering fra nordøst til sydvest. Studiet konkluderer endvidere, at der er

migrerende sandbølger som flytter sig i nord-nordøstlig retning med en hastighed på mindre end 10 til 15,5 m/år. De migrerende sandbølger kan resultere i havbundsændringer på 1,2 til 1,75 m over en relativt kort periode. På baggrund af dybdemålinger, sidescan sonar survey og sedimentprøver er de overfladiske havbundstyper bestemt. Havbundstyperne er illustreret på Figur 10.1. Det er altså varierende forekomst af mobile sandlag i projektområdet og kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark.



Figur 10.1: Overflade havbundstyper i forundersøgelingsområdet for Thor Havvindmøllepark og langs kabelkorridoren. Substrattyper fremgår af Tabel 13.1 (Rambøll & WSP, 2021).

10.3. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

Til modellering af sedimentspredningen er der antaget et muligt installationsprogram, som tager højde for installationernes tidsforløb samt geografiske placering. Installationsprogrammet tager ikke højde for vejrlig. Sedimentspredningen er modelleret for de installationsprocesser, hvor der graves, spules eller bores ned i havbunden. Det vurderes, at sedimentspildet i forbindelse med ramning af monopæle og udlægning af erosionsbeskyttelse, som alene giver anledning til forstyrrelse af sedimentoverfladen, vil være uden betydning (*ingen* påvirkning), og disse metoder er derfor ikke medtaget i modelleringen. Installationsprocesserne er nærmere beskrevet i afsnit 4.4.1–4.4.5.

Som beskrevet i afsnit 4.4.5 er der to mulige scenarier for installation af ilandføringskablerne, og derfor er der modelleret sedimentspild fra begge scenarier:

- Scenarie 1: Installation efter afgravning af det mobile sandlag eller;
- Scenarie 2: Installation uden afgravning af det mobile sandlag.

Følgende installationsprocesser er modelleret:

Ilandføringskabler, Scenarie 1: Installation efter afgravning af det mobile sandlag:

- Forberedelse af havbund. Fra kilometerpunkt (KP) 0.46 (strand) til KP 3.3, fjernes det mobile sand:
 - Fra KP 0,46 til ca. KP 1,0 benyttes en gravemaskine (Backhoe Dredger). Det estimerede sandvolumen er 40.000 m³ (total set for de 2 ilandføringskabler).
 - Fra KP 0,5 til KP 3,3 benyttes en sandsuger (Trailing Suction Hopper Dredger). Det estimerede sandvolumen er 300.000 m³ (totalt set for de 2 ilandføringskabler). Sedimentet vil blive midlertidigt opbevaret i et område med sandbund ca. 800 meter nord for kablerne. Efter kablerne er nedspule bliver sedimentet flyttet tilbage, og brugt til at reetablere kabelkorridoren. Dette udføres i praksis kun såfremt renden ikke er tilbagefyldt naturligt.
- Installation af kabler.
 - Fra KP 0,46 til KP 1,19 nedspules kablerne til 2 m under havbunden.
 - Fra ca. KP 1,1 til KP 1,6 benyttes CFE (mass flow udgravning) i overgangen mellem offshore og nearshore nedspuling. Bredde x dybde er 8,5 m x 1,5 m
 - Fra KP 1,50 til KP 28,4 nedspules kablerne til 2 m under havbunden.
 - CFE benyttes de sidste 75 m ind til transformerplatformen.

Ilandføringskabler, Scenarie 2: Installation uden afgravning af det mobile sandlag:

- Installation af kabler:
 - Fra KP 0,46 til KP 3,3 nedspules kablerne til 3 m under havbunden ved jetting og CFE i overgangen mellem offshore og nearshore nedspuling.
 - Fra KP 3,3 til KP 28,4 nedspules kablerne til 2 m under havbunden.
 - CFE benyttes de sidste 75 m ind til transformerplatformen.

Inter-array kabler og møllefundament:

- Inter-array kabler i selve havvindmølleparken nedspules til 2 meters dybde.
- Udboring af monopæl: Endeligt udbores en tilfældig monopæl for at se dennes påvirkning på sedimentspredningen.

Det endelige valg af scenarie 1 eller 2 for installation af ilandføringskablerne vil afhænge af karakteren af det mobile sandlag inden for kabelkorridoren på installationstidspunktet. Dog er scenarie 2 den foretrukne metode.

I afsnit 10.3.1 gennemgås beregningsresultaterne for spredning af sediment i vandfasen og for sedimentation på havbunden. Det er scenarie 1 for installation af ilandføringskablerne, der er anvendt i beregningen. Derefter sammenlignes i afsnit 10.3.2 beregningsresultaterne for spredning af sediment og sedimentation for de to mulige scenarier for installation af ilandføringskablerne (scenarie 1 og scenarie 2).

I nedenstående gennemgang er udvalgte modelresultater vist. Der henvises til den tekniske rapport (NIRAS, 2024), hvor samtlige resultater fremgår.

10.3.1. Scenarie 1: installation af ilandføringskabler efter afgravning af det mobile sediment inklusive nedspuling af inter-array kabler og boring af monopæl

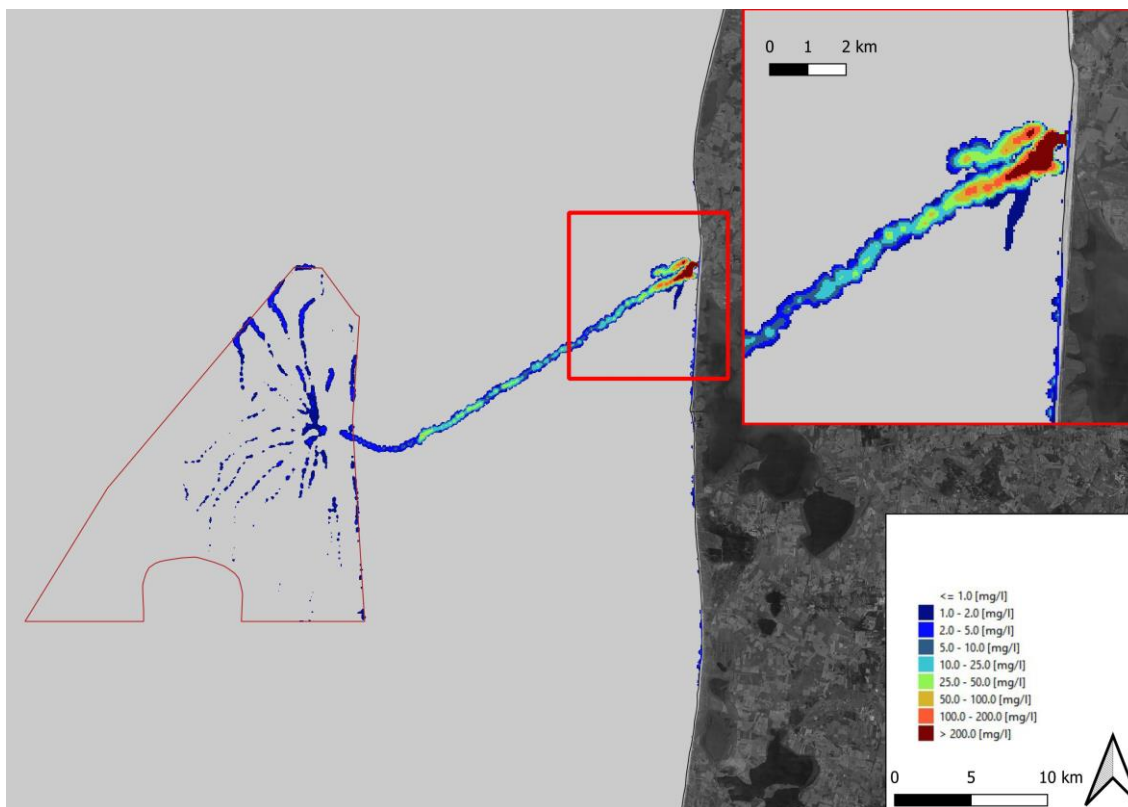
I afsnit 10.3.1.1 gennemgås beregningsresultater for spredning af sediment i vandfasen, (målt som sedimentkoncentrationer eller varighed af sedimentkoncentrationer på eller over 10 mg/l) og i afsnit 10.3.1.2 gennemgås beregningsresultaterne for sedimentation på havbunden, som sker når sedimentet synker ud af vandfasen og bundfælder på havbunden (målt som tykkelsen af sedimentlaget i mm). For installation af ilandføringskablerne er det scenarie 1, der er anvendt i beregningen.

10.3.1.1. Spredning af sediment i vandfasen

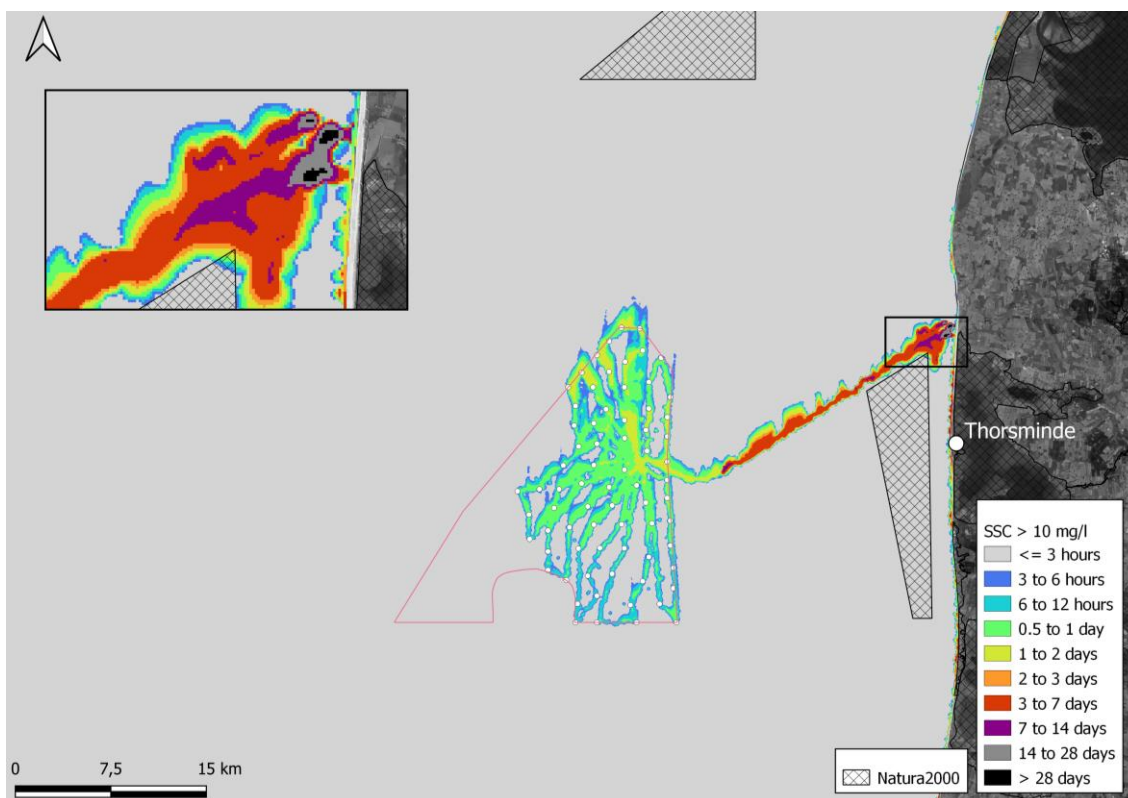
Figur 10.2 viser den gennemsnitlige dybdemidlet suspenderet sedimentkoncentration for alle installationsaktiviteter med sedimentspild i anlægsfasen.

På Figur 10.3 ses varigheden af dybdemidlet suspenderet sedimentkoncentration med en forøgelse på mere end 10 mg/l. Af figuren fremgår det, at varigheden af dybdemidlet suspenderet sedimentkoncentrationer på mere en 10 mg/l er længst langs ilandføringskablerne og helt inde ved stranden. Det ses også, at der vil være transport af det opgravede materiale helt inde langs kysten, hvor de brydende bølger bringer det opgravede materiale i suspension.

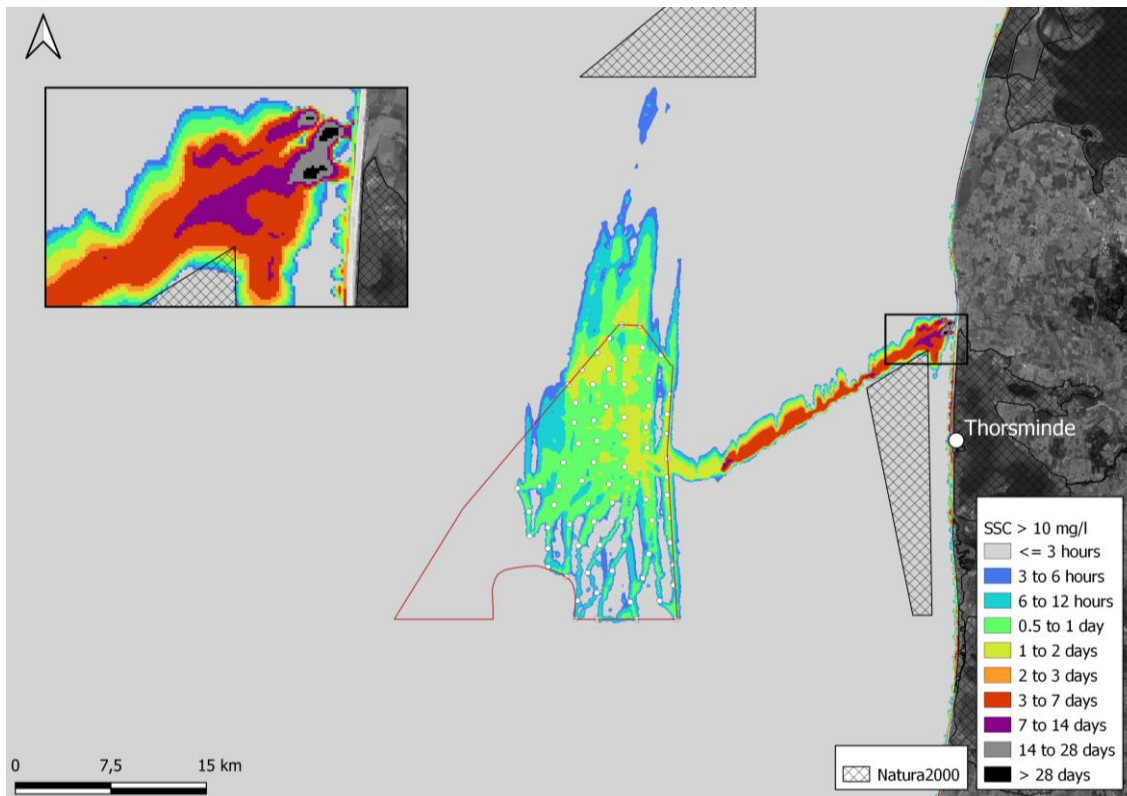
De ovenfor nævnte dybdemidlet suspenderet sedimentkoncentrationer betyder, at sedimentkoncentrationerne i et geografisk punkt er midlet over hele vanddybden, som varierer fra lave vanddybder kystnært til 20,5-32 m ude i projektområdet, hvor havvindmøllerne opstilles. De anvendte installationsmetoder medfører primært et sediment-spild i den nederste del af vandfasen nær havbunden, derfor er der også set på suspenderet sedimentkoncentrationer i de nederste 10 meter af vandsøjlen. På Figur 10.4 ses varigheden af dybdemidlet suspenderet sedimentkoncentrationer på mere end 10 mg/l i de nederste 10 meter af vandsøjlen. Det fremgår (ved sammenligning med Figur 10.3), at der som forventet er lidt længere varighed af sedimentkoncentrationer på mere end 10 mg/l i de nederste 10 meter af vandsøjlen, end når der dybdemidles over hele vandsøjlen. Varigheder på mere end 7 dage ses dog kun helt inde med kysten.



Figur 10.2: Gennemsnitlige suspenderet sedimentkoncentration i anlægsfasen midlet over hele vanddybden.



Figur 10.3: Varighed af suspenderet sediment koncentrationer over 10 mg/l midlet over hele vanddybden.



Figur 10.4: Varighed af suspenderet sediment koncentrationer over 10 mg/l midlet over de nederste 10 meter af vandsøjlen.

Betragtes Tabel 10.2 og Tabel 10.3, som viser udbredelsesareal og varighed for 10 mg/l og højere koncentrationer som hhv. middel over hele dybden og middel for de nederste 10 m af vandsøjlen, fremgår det tydeligt, at der for de kortere varigheder er en del højere koncentrationsniveauer ved bunden, mens forskellen reduceres for stigende varighed. Tabellerne viser, at relativt små arealer påvirkes af forøgede sedimentkoncentrationer i mere end en uge. F.eks. er arealet, som påvirkes med 10 mg/l i mere end 1 dag 4665 ha, når hele dybden betragtes, mens arealet er 7837 ha for de nederste 10 m af vandsøjlen. Til sammenligning påvirkes hhv. 296 og 328 ha med 10 mg/l i mere end en uge. Det samlede areal af projektområdet med vindmøller er ca. 20.000 ha (200 km²).

Tabel 10.2: Udbredelsesareal [ha] og varighed for udvalgte dybde midlet suspenderet sediment koncentrationer. Området med vindmøller udgør ca. 20000 ha.

Concentration (from seabed to sea surface)		Duration										
		6 [hour]	12 [hour]	1 [day]	2 [day]	1 [week]	2 [week]	3 [week]	4 [week]	8 [week]	12 [week]	16 [week]
10 mg/l	Area [ha]	16280	11588	4665	2215	296	64	39	14	0	0	0
50 mg/l	Area [ha]	8537	5436	2166	1193	209	62	38	13	0	0	0
100 mg/l	Area [ha]	6871	4413	1828	1059	198	60	37	13	0	0	0
300 mg/l	Area [ha]	4448	2643	1280	808	157	58	34	11	0	0	0
500 mg/l	Area [ha]	2592	1548	922	630	132	54	32	11	0	0	0
1000 mg/l	Area [ha]	849	685	529	366	93	42	24	7	0	0	0

Tabel 10.3: Udbredelsesareal [ha] og varighed for udvalgte suspenderet sediment koncentrationer midlet over de 10 nederste meter af vandsøjlen. Området med vindmøller udgør ca. 20000 ha.

Concentration (from sea bed to 10 meters above seabed)	Area [ha]	Duration										
		6 [hour]	12 [hour]	1 [day]	2 [day]	1 [week]	2 [week]	3 [week]	4 [week]	8 [week]	12 [week]	16 [week]
10 mg/l	Area [ha]	27011	19737	7837	2669	328	64	39	14	0	0	0
50 mg/l	Area [ha]	11202	7196	2572	1239	213	62	38	13	0	0	0
100 mg/l	Area [ha]	8760	5574	2097	1140	204	60	37	13	0	0	0
300 mg/l	Area [ha]	6405	4064	1654	968	167	58	34	11	0	0	0
500 mg/l	Area [ha]	5310	3282	1442	857	148	54	32	11	0	0	0
1000 mg/l	Area [ha]	3469	1953	974	606	111	42	24	7	0	0	0

Overordnet set viser resultatet af modelberegningerne, at der alene vil forekomme forøgede koncentrationer af suspenderet sediment i bundvandet (nederste 10 m) på op til >1.000 mg/l, i umiddelbar nærhed af inter-array kabler og ilandføringskablerne. Der henvises til kapitel 13.3.1.2 for en detaljeret gennemgang i forhold til bundflora og fauna.

Det vurderes samlet set, at spildet af sediment fra anlægsarbejdet har *ingen/lille* påvirkningsgrad på sedimentforholdene i og nær området for Thor Havvindmøllepark. Det skyldes, at spildet hovedsagelig sker nær havbunden og dermed sedimenterer relativt hurtigt, at der er tale om sedimenttyper, der relativt hurtigt sedimenterer samt at anlægsarbejdet foregår i et havmiljø, hvor den naturlige baggrundskoncentration er høj. Den naturlige baggrundskoncentration af suspenderet materiale langs vestkysten af Danmark er estimeret til 0-7 mg/l, men der er målt op til 185 mg/l (Rambøll, 2020). På NOVANA stationer syd for Thor Havvindmøllepark er der målt koncentrationer op til ca. 50-60 mg SS/l og med et gennemsnit på 15- 20 mg SS/l (Miljødata.dk, 2022). Disse stationer ligger et stykke fra kysten, og nær kysten vil der være langt højere baggrundskoncentrationer på grund af kraftig bølgebevægelse.

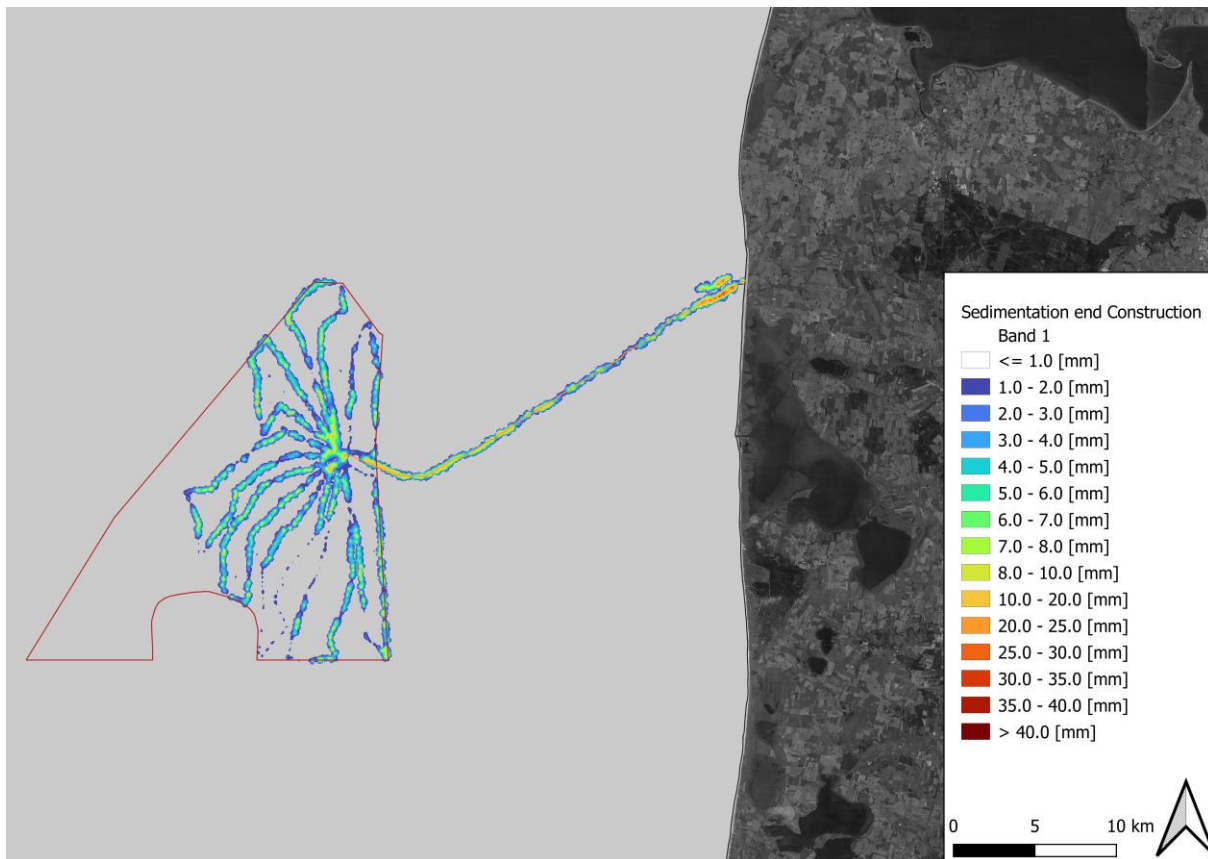
10.3.1.2. Sedimentation på havbunden

Tykkelsen af det sedimenterede spild på havbunden er på få centimeter og dermed af meget begrænset dybde. De største tykkelser findes tæt på kysten, samt direkte over kablerne, hvor der graves, og tæt på transformertplatformen, hvor kablerne begraves med mass flow udgravning (CFE). Den største sedimentationstykkelser er i løbet af anlægsfasen 45 mm, og i beregningsperioden efter anlægsfasen på 43 mm.

Figur 10.5 viser sedimentation efter endt installationsaktivitet. Sedimentationen sker indenfor en smal zone omkring kabelnettet.

Det skal bemærkes, at det sedimenterede sediment ikke er stationært, men vil blive transporteret af strøm og bølger, således at de viste sedimentationstykkelser vil blive reduceret over tid.

Tabel 10.4 viser dynamikken for forskellige sedimentationstykkelser over tid. F.eks. vil et areal på 398 ha være dækket med 20 mm sediment i op til 6 timer, mens dette areal vil være reduceret til 2 ha efter 16 uger.



Figur 10.5: Tykkelse af sedimentation ved afslutning af installationsaktiviteterne.

Langs Danmarks vestkyst er sedimenttransporten naturligt høj på grund af de dynamiske hydrografiske forhold. I forbindelse med kraftige storme kan op til >1 m sediment omlejres (COWI, 2015). Den samlede mængde af sand, som årligt transporteres langs kysten, er beregnet at være ca. 1.4 mio. m³ mod syd fra Thorsminde og op til 1 mio. m³ årligt i nordgående retning mod Thyborøn (Kystdirektoratet, 2001; WSP, 2020a). Det forventes således, at sedimentaflejringer forårsaget af aktiviteter i anlægsfasen bidrager til en meget begrænset forøgelse i forhold til det naturlige niveau for aflejring af sediment i området.

Det vurderes samlet set, at spildet af sediment fra anlægsarbejdet har *ingen/lille* påvirkningsgrad på sedimentforhold og bundtopografi i og omkring området for Thor Havvindmøllepark.

Tabel 10.4: Varighed for udvalgte sedimentationstykkelser med tilhørende areal, 100 ha = 1 km².

Sedimentation		Duration										
		6	12	1	2	1	2	3	4	8	12	16
		[hour]	[hour]	[day]	[day]	[week]	[week]	[week]	[week]	[week]	[week]	[week]
1 mm	[ha]	13021	12854	12606	12246	11122	10101	9279	8564	6069	3904	1799
2 mm	[ha]	10457	10316	10117	9820	8869	7999	7309	6693	4610	2858	1229
5 mm	[ha]	8347	8201	7990	7683	6720	5853	5187	4599	2753	1424	471
10 mm	[ha]	4240	4106	3938	3682	2926	2310	1882	1531	690	264	43
20 mm	[ha]	398	382	361	334	261	205	166	135	52	14	2
50 mm	[ha]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

10.3.2. Sammenligning af scenarie 1 og 2 for installation af ilandføringskabler

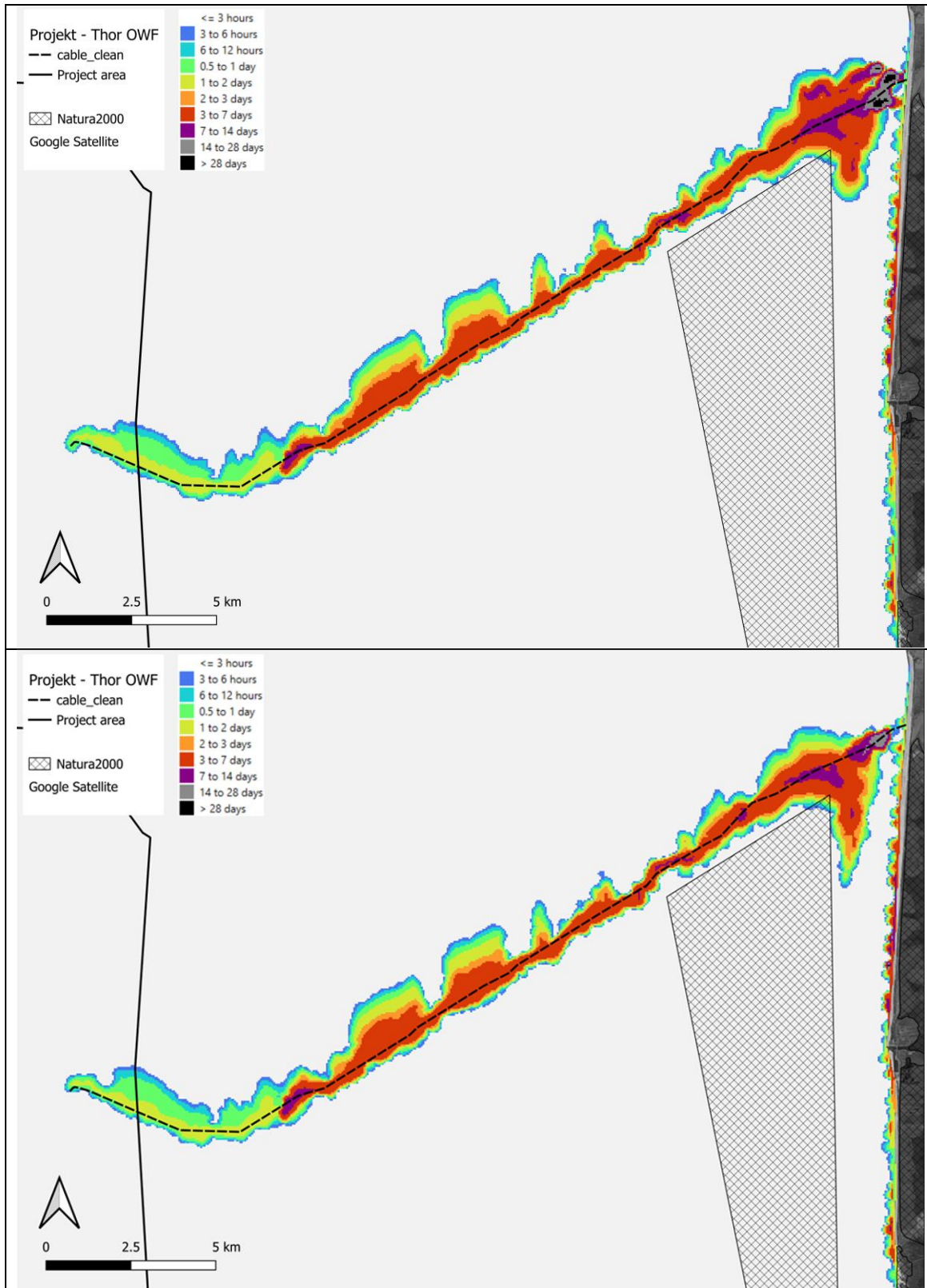
I dette afsnit sammenlignes sedimentspildet for de to mulige scenarier for installation af ilandføringskablerne (scenarie 1 og scenarie 2).

I afsnit 10.3.2.1 gennemgås beregningsresultater for spredning af sediment i vandfasen (målt som sedimentkoncentrationer eller varighed af sedimentkoncentrationer på eller over 10 mg/l), og i afsnit 10.3.2.2 gennemgås beregningsresultaterne for sedimentation på havbunden, som sker, når sedimentet synker ud af vandfasen og bundfælder på havbunden (målt som tykkelsen af sedimentlaget i mm).

10.3.2.1. Spredning af sediment i vandfasen

For at sammenligne sedimentspildet fra de to mulige scenarier for installation af ilandføringskablerne er udbredelsen og varighed af sedimentkoncentrationer på eller over 10 mg/l vist i Figur 10.6 og i Tabel 10.5 og Tabel 10.6.

Figur 10.6 viser et næsten identisk udbredelsesmønster for varigheder af sedimentkoncentrationer over 10 mg/l. Det kan anes, at udbredelsen er marginalt større for scenarie 1 end for scenarie 2 i det kystnære område nord for ilandføringskablerne, hvor det opgravede mobile sandlag genudledes i scenarie 1.



Figur 10.6: Varighed af suspenderet sediment for koncentrationer højere end 10 mg/l midlet over hele vanddybden. Øverst: Scenarie 1. Nederst: Scenarie 2.

Tabel 10.5 og Tabel 10.6 giver mere detaljerede oplysninger om udbredelse og varighed af sedimentkoncentrationer på eller over 10 mg/l. Det fremgår, at arealudbredelse og varighed af sedimentkoncentrationerne konsekvent er større for scenarie 1 vist i Tabel 10.5 end for scenarie 2 vist i Tabel 10.6.

Resultaterne svarer til det forventede, idet afgravningen af det mobile sandlag, som foretages i scenarie 1, ikke foretages i scenarie 2. Dermed er varigheden af installationsprocessen længere i scenarie 1 end i scenarie 2 og den sedimentmængde, som indgår i scenarie 1, er større end i scenarie 2. For eksempel er det maksimale antal dage med sedimentkoncentrationer på eller over 10 mg/l 45 dage i scenarie 1 og 25 dage i scenarie 2.

Tabel 10.5: Scenarie 1: Udbredelsesareal [ha] for ilandføringskablerne og varighed for udvalgte dybdemidlet suspenderet sediment koncentrationer, 100 ha = 1 km².

Concentration (from seabed to surface)		Duration										
		6	12	1	2	1	2	3	4	8	12	16
		[hour]	[hour]	[day]	[day]	[week]	[week]	[week]	[week]	[week]	[week]	[week]
10 mg/l	Area [ha]	4548	3940	3061	2149	292	63	39	14	0	0	0
50 mg/l	Area [ha]	2313	1984	1604	1175	209	62	38	13	0	0	0
100 mg/l	Area [ha]	1949	1721	1415	1056	198	60	37	13	0	0	0
300 mg/l	Area [ha]	1534	1350	1099	808	157	58	34	11	0	0	0
500 mg/l	Area [ha]	1286	1119	880	630	132	54	32	11	0	0	0
1000 mg/l	Area [ha]	808	676	528	365	93	42	24	7	0	0	0

Tabel 10.6: Scenarie 2: Udbredelsesareal [ha] for ilandføringskablerne og varighed for udvalgte dybdemidlet suspenderet sediment koncentrationer, 100 ha = 1 km².

Concentration (from seabed to surface)		Duration										
		6	12	1	2	1	2	3	4	8	12	16
		[hour]	[hour]	[day]	[day]	[week]	[week]	[week]	[week]	[week]	[week]	[week]
10 mg/l	Area [ha]	4419	3819	2897	1949	193	20	6	0	0	0	0
50 mg/l	Area [ha]	2106	1759	1385	977	109	19	6	0	0	0	0
100 mg/l	Area [ha]	1747	1503	1224	874	99	19	5	0	0	0	0
300 mg/l	Area [ha]	1360	1189	929	650	77	17	5	0	0	0	0
500 mg/l	Area [ha]	1154	977	748	519	71	17	5	0	0	0	0
1000 mg/l	Area [ha]	622	496	351	222	33	10	3	0	0	0	0

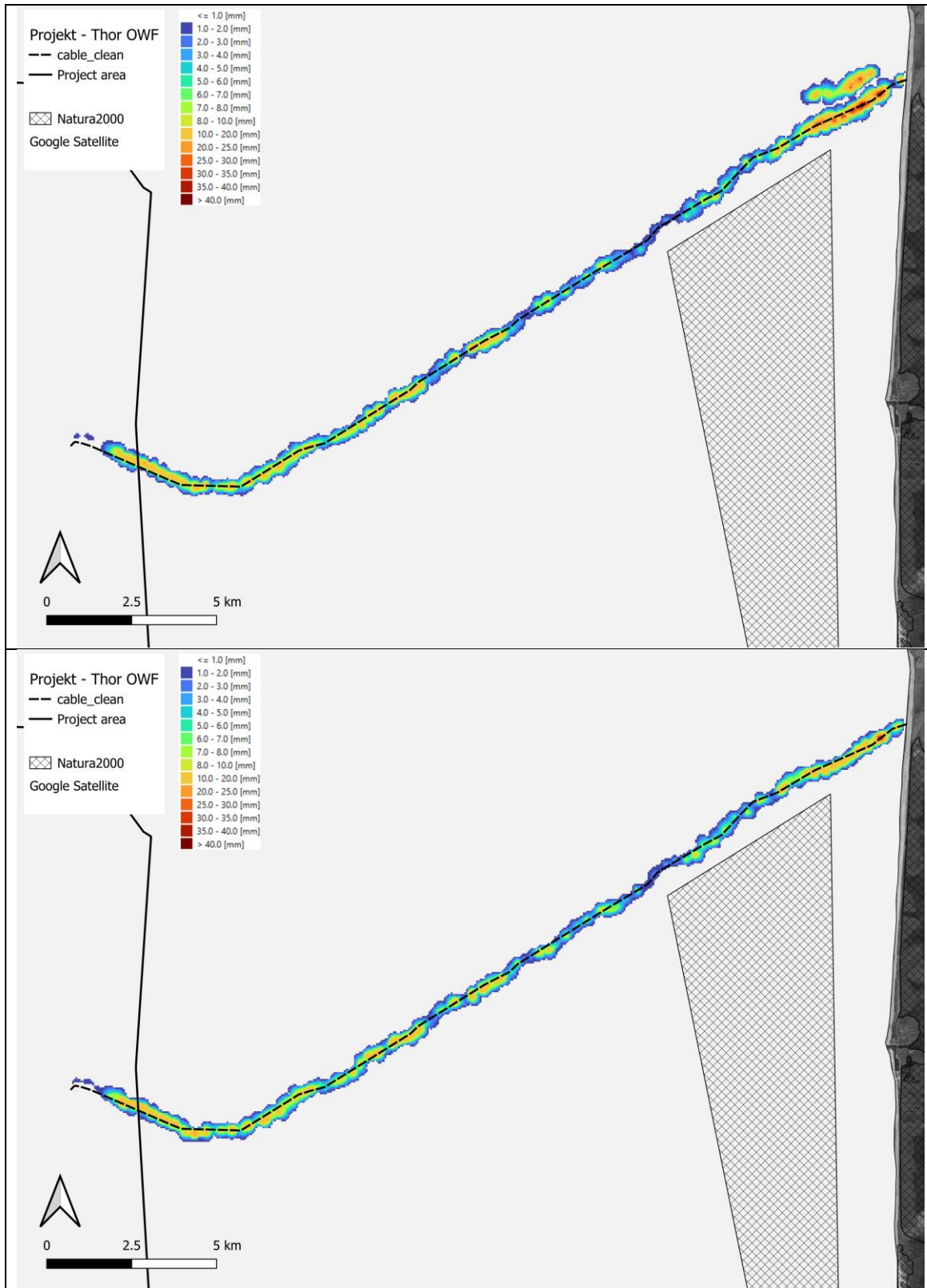
10.3.2.2. Sedimentation på havbunden

For at sammenligne sedimentationen på havbunden fra installationsprocesserne i scenarie 1 og scenarie 2 er tykkelsen af sedimenteret materiale ved afslutning af installationsprocesserne vist i Figur 10.7.

Arealet, hvor sediment bundfælder, er marginalt større for scenarie 1 end for scenarie 2. Det ses specielt kystnært i området nord for ilandføringskablerne, hvor det opgravede mobile sandlag genudledes i scenarie 1. Ved afslutning af installationsperioden er den maksimale sedimentationsdybde 43 mm for scenarie 1 og 40 mm for scenarie 2 og dermed ens for de to installationsscenarier.

10.3.2.3. Sammenfattende vurdering

Sammenligningen af spredning af sediment i vandfasen (afsnit 10.3.2.1) og sedimentation på havbunden (afsnit 10.3.2.2) for scenarie 1 og scenarie 2 viser, at sedimentspredningen og sedimentationen på havbunden er næsten ens, men at scenarie 1 dog giver marginalt større sedimentspredning og sedimentation end scenarie 2. Vurderingerne i afsnit 10.3.1.1 og 10.3.1.2 af at spildet af sediment fra anlægsarbejdet har *ingen/lille* påvirkningsgrad på sedimentforhold og bundtopografi i og omkring området for Thor Havvindmøllepark gælder således uanset om scenarie 1 eller scenarie 2 anvendes for installation af ilandføringskablerne.



Figur 10.7: Tykkelse af sedimentation langs ilandføringskablerne ved endt installationsaktivitet. Øverst: Scenarie 1. Nederst: Scenarie 2.

10.4. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

Omkring de installerede fundamenter og erosionsbeskyttelsen vil der tæt på konstruktionen forekomme en forøgelse af strømningshastighederne, som igen vil kunne forårsage kanterrosion (edge scour) eller erosion omkring konstruktionen.

Projektets påvirkning vil potentielt kunne omfatte følgende:

- Erosion omkring fundamenter og erosionsbeskyttelse.
- Erosion omkring beskyttelse af ilandføringskabler, hvor nedspuling ikke har været muligt.

Erosionen er for monopæle vurdereret til:

- Monopæl på 8,6 m med erosionsbeskyttelse: hul med en dybde på 0,5 til 1,0 m og en horisontal udstrækning på 1,5 m til 3 m.

Det eroderede materiale vil typisk bundfælde inden for en relativt kort afstand til kilden, vurderet til 5–50 m.

Tilsvarende kan forekomme, hvis dele af kabelnettet beskyttes med sten eller madrasser til et niveau over eksisterende havbund. Hvis der bliver behov for beskyttelse af kablerne, så vil der kunne opstå erosionshuller på op til 0,5 m dybde og horisontal udbredelse på et par meter fra ledningsnettet.

Erosionshuller af ovennævnte størrelser vurderes så begrænsede i størrelse at de *ingen* påvirkning vil have på bund- og sedimentforhold i området. Udover de eventuelle erosionshuller forventes der ikke yderligere påvirkninger af bundtopografi og sediment.

Samlet set vurderes øgede sedimentkoncentrationer og sedimentation på havbunden fra erosion at have *ingen* påvirkning på bundforhold og sediment i området.

10.5. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

Nedtagning af havvindmøller og fjernelse af søkabler forventes at medføre den samme eller mindre sedimentspredning, som anlægsaktiviteterne medfører. Der er derfor ikke foretaget yderligere analyser af påvirkningerne i denne fase af projektet.

10.6. Sammenfattende vurdering

Vurderingerne af den overordnede påvirkning på bundtopografi og sedimentforhold som følge af etablering, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark er opsummeret i Tabel 10.7 og vurderes at være *ingen* eller *lille* og dermed *ikke væsentlig*.

Tabel 10.7: Den samlede vurdering af havvindmølleparkens påvirkning af bundtopografi og sediment. Ingen af de vurderede påvirkninger er væsentlige.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Øgede sedimentkoncentrationer i vandsøjlen	Anlæg	Ingen/lille
	Drift	Ingen
	Demontering	Ingen/lille
Sedimentation på havbunden	Anlæg	Ingen/lille
	Drift	Ingen
	Demontering	Ingen/lille

Sedimentspredning til Natura 2000-område nr. 220: *Sandbanker ud for Thorsminde*, som ligger syd for ilandføringskablerne, er behandlet i kapitel 23.

10.7. Kumulative effekter

Følgende projekter, der er beskrevet i afsnit 3.2.5 om kumulative effekter, kan sammen med Thor Havvindmøllepark potentielt medføre kumulative effekter i forhold til hydrografi:

- De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Syd og Vesterhav Nord
- Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan
- Kystdirektoratets kystbeskyttelsesprojekt langs den jyske vestkyst
- Råstofindvinding fra Husby Klit (områdenr. 578-AA), Ferring (områdenr. 562-AD) og Jyske Rev E (områdenr. 562-KD)

Der er ikke overlap i anlægsfasen mellem Thor Havvindmøllepark, Vesterhav Syd og Vesterhav Nord og dermed ikke risiko for en kumulativ påvirkning fra sedimentspild i anlægsfaserne.

I driftsfasen er påvirkningen fra Vesterhav Syd (WSP, 2020b) og Vesterhav Nord (WSP, 2020a) mht. suspenderet sediment, sedimentation, lysdæmpning og havbundsmorfologi og sedimenttransportmønstre vurderet til at være uden påvirkning, hvorfor den potentielle kumulative effekt vurderes at være *ingen*.

I miljøvurderingen af Danmarks Havplan (COWI, 2021) er der ikke vurderet på effekter for den naturlige sedimenttransport fra udbygning af udviklingszoner for vedvarende energi og energiøer. Det kan dog ikke uden undersøgelser afvises, at kumulative effekter kan opstå ved udbygning i udviklingszonerne fra havplanen. Emnet vil indgå i den screening og miljøvurdering af storskala udbygning af havvind i Danmark som Energistyrelsen har igangsat ultimo 2022 (Energistyrelsen, 2022b).

Kystdirektoratets (KDI) program for kystbeskyttelse på strækningen mellem Lodbjerg-Nymindegab kan potentielt operere i nærheden af området, hvor kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark anlægges (Rambøll, 2020). Sandfodring vil i givet fald bidrage med suspenderet materiale og sedimentaflejringer i kystzonen ud over det, som er beskrevet ovenfor. Det er oplyst, at koncessionshaver vil koordinere anlægsarbejdet med KDI, således at der ikke sandfodres samtidig med anlægsaktiviteterne. Der vil derfor ikke være en kumulativ effekt fra Thor Havvindmøllepark og sandfodringsaktiviteter i området.

Inden for 20 km fra Thor Havvindmøllepark er der to råstofindvindingsområder 562-AD (Ferring) og 578-AA (Husby Klit), hvor Kystdirektoratet indvinder sand til sandfodringen, samt et fællesområde Jyske Rev E (områdenr. 562-KD). Det kan ikke afvises, at råstofindvinding vil kunne foregå i anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark, men områderne ligger så langt væk fra opstillingsområdet for havvindmøller og fra kabelkorridoren, at sedimentspredning ikke vil forekomme inden for samme geografiske område, og vil dermed ikke medføre en kumulativ påvirkning.

10.8. Afværgeforanstaltninger

Der er ikke behov for afværgeforanstaltninger.

10.9. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Grundlaget for vurderingerne vurderes at være tilstrækkeligt.

11. Kystmorfologi

Kystmorfologien er drevet af hhv. strøm, bølger, vandstande, sedimentsammensætning og sedimenttransport.

Placering af en havvindmøllepark i det marine miljø kan i driftsfasen influere på det lokale strømnings- og bølge-mønster og vinden nedstrøms møllen. Lokalt vil bølger og strøm opleve en øget modstand som følge af møllefundamenter, mens bølgerne på læsiden af møllerne vil få tilført mindre energi fra vinden. De øvrige forhold, som driver kystmorfologiske ændringer (vandstande, sedimentsammensætning og materialetilførsel), vil være upåvirkede.

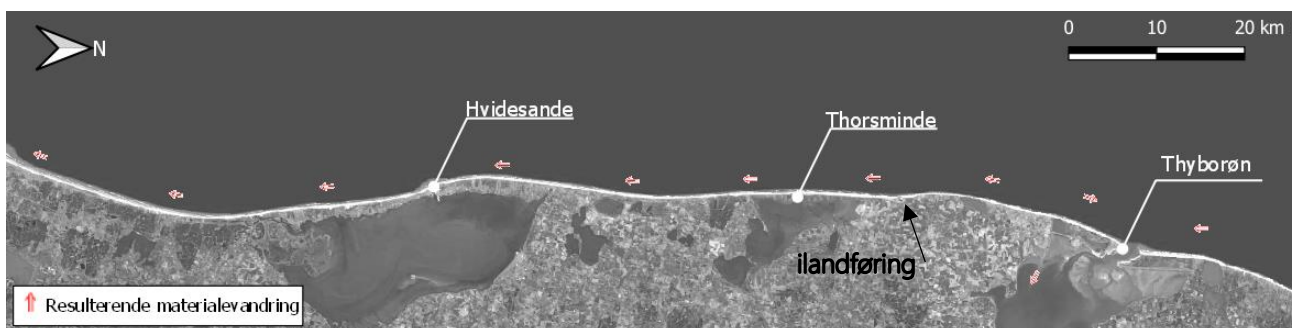
11.1. Metode og datagrundlag

Projektets påvirkning på kystmorfologien vurderes ud fra eksisterende viden og erfaringer i forhold til eventuelle ændringer i bølgeenergi. Vurderingen bygger på resultaterne fra kapitel 9 om hydrografi, hvor ændringer i strøm og bølgeenergi er vurderet. Ændringen i strømmen er dog så lokal, at den ikke vil kunne påvirke kystmorfologien (se afsnit 9.3.1), derfor behandles den ikke yderligere.

11.2. Eksisterende forhold

Der er generelt en sydgående sedimenttransport langs den jyske vestkyst mellem Blåvand og et punkt lige nord for ilandføringen mellem Thorsminde og Thyborøn. Nord herfor er sedimenttransporten generelt nordgående med mindre afvigelser, se Figur 11.1.

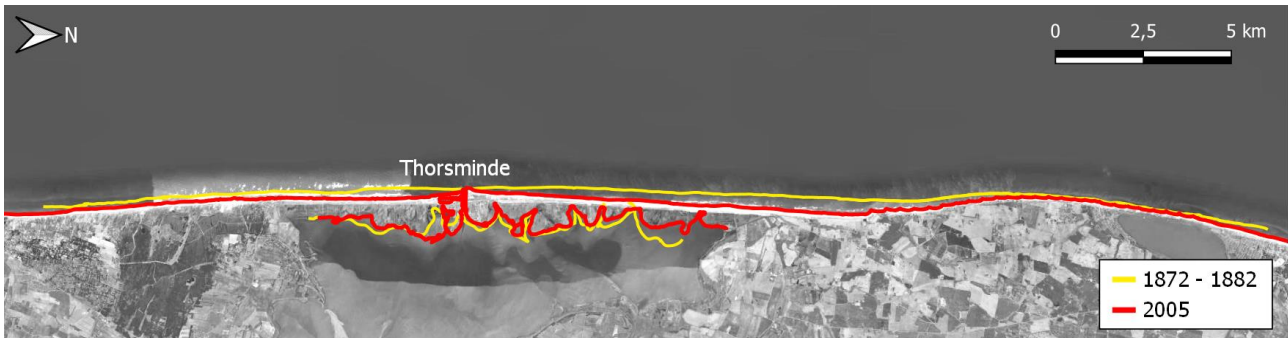
Kyststrækningen hhv. nord og syd for Thorsminde udgør den nærmeste kyst til Thor Havvindmøllepark. Selvom Thor Havvindmøllepark ligger 22 km ude i Nordsøen kan havvindmølleparken give en læ-virkning i forhold til denne del af kysten. Den danske vestkyst består primært af sand, og er i dette område kendetegnet ved en stærk sydgående sedimenttransport (jf. Figur 11.1), som er drevet af bølgerne.



Figur 11.1: Resulterende materiale vandring (Kystdirektoratet, 2022a).

Sedimenttransporten i området giver en meget dynamisk kyststrækning, der er i konstant forandring. Siden 1983 har kystdirektoratet sandfodret i området omkring Thorsminde, for at stoppe kystens tilbagetrækning, og kysten er nu på den baggrund stabil.

Figur 11.2 viser kystens udvikling fra slutningen af 1800-tallet til 2005. Som det fremgår af figuren, har kyststrækningen omkring Thorsminde historisk været præget af erosion og tilbagetrækning. Den gule linje viser placering af kysten i 1872/1882, og den røde viser kysten i 2005. Den største forskel er nord for Thorsminde, hvor tilbagetrækningen i den pågældende periode var ca. 350 m.



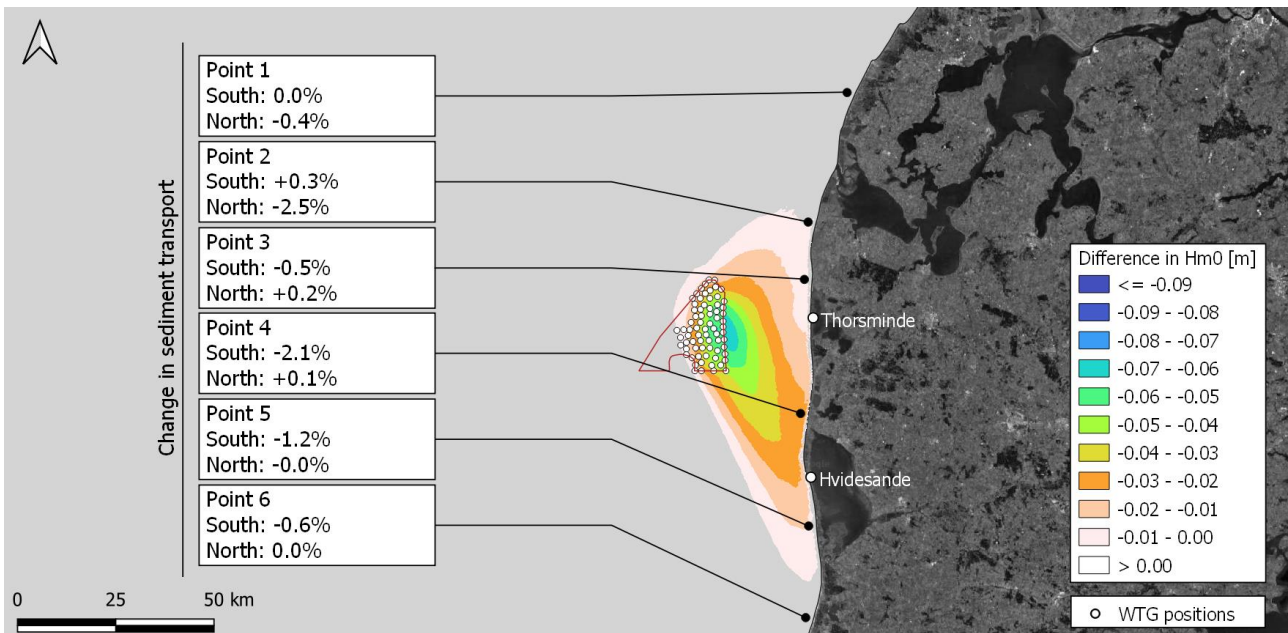
Figur 11.2: Kystudvikling fra slutningen af 1800-tallet til 2005. Kystfodring blev iværksat i 1983 (Kystdirektoratet, 2022a).

11.3. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

Installationen af ilandføringskabler vil kortvarigt give anledning til suspension af finere sedimentfraktioner tæt på kysten. Mængden er dog lille i forhold til den naturlige transport og det vurderes derfor, at påvirkningen vil være *lille*, og at dette ikke vil påvirke de nuværende forhold. Det vurderes således at anlægsfasen ikke kan give anledning til ændringer på kysten af betydning.

11.4. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

Sedimenttransporten i området er drevet af de kystparallelle strømninger, som bølgerne forårsager. Ændringer i bølgeklimate som følge af Thor Havvindmøllepark kan således medføre ændringer i sedimenttransporten. Af afsnit 9.3.2 fremgår det, at Thor Havvindmøllepark har en påvirkning på bølgeklimate i driftsfasen. Ændringerne i sedimenttransporten som følge af det ændrede bølgeklimate er estimeret på baggrund af CERC-metoden (Coastal Engineering Research Center, 1984).



Figur 11.3: Årlig ændring i den kystnære sedimenttransport (6 punkter) i driftsfasen af Thor Havvindmøllepark sammenholdt med ændringen i den signifikante bølgehøjde.

Den årlige indvirkning fra Thor Havvindmøllepark på sedimenttransporten langs den danske vestkyst er illustreret i Figur 11.3. Figuren viser små ændringer i transporten (mindre end 2,5 %), i både nordlig og sydlig retning; reduktion vil nord for ilandføringspunktet være i nordgående retning (Point 1 og 2), mens den syd for (Point 4, 5 og 6) vil være i den sydgående retning.

Ændringerne er dog langt mindre end den naturlige årlige variation i sedimenttransportkapaciteten langs kyststrækningen og påvirkningen vurderes derfor at være *lille*. Den estimerede årlige variation i sedimenttransportkapaciteten ved ilandføringspunktet går fra +236 % til -195 %, hvor middel transporten er sydgående.

11.5. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

Nedtagning af havvindmøller og fjernelse af søkabler forventes at medføre den samme eller mindre sedimentspredning end anlægsaktiviteterne medfører. Der er derfor ikke foretaget yderligere analyser af påvirkningerne i denne fase af projektet. Som for anlægsfasen vil demonteringsfasen ikke give anledning til ændringer på kysten af betydning.

11.6. Sammenfattende vurdering

Vurderingerne af den overordnede påvirkning på kystmorfologi som følge af etablering, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark er opsummeret i Tabel 11.1 og vurderes at være *lille* og dermed *ikke væsentlig*.

Tabel 11.1: Den samlede vurdering af havvindmølleparkens påvirkning på kystmorfologien. Ingen af de vurderede påvirkninger er væsentlige.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Kystmorfologi	Anlæg	Lille
	Drift	Lille
	Demontering	Lille

11.7. Kumulative effekter

Følgende projekter, der er beskrevet i afsnit 3.2.5 om kumulative effekter, kan sammen med Thor Havvindmøllepark potentielt medføre kumulative effekter i forhold til kystmorfologi:

- De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Syd og Vesterhav Nord
- Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan
- Kystdirektoratets kystbeskyttelsesprojekt langs den jyske vestkyst
- Råstofindvinding fra Husby Klit (områdenr. 578-AA), Ferring (områdenr. 562-AD) og Jyske Rev E (områdenr. 562-KD)

Der forventes ingen kumulativ påvirkning i anlægs- og demonteringsfaserne for Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, da anlægs- og demonteringsfaserne for disse to parker ikke har et tidligt overlap med de samme faser for Thor Havvindmøllepark.

I driftsfasen er påvirkningen på kystmorfologien som følge af Vesterhav Syd (WSP, 2020b) og Vesterhav Nord (WSP, 2020a) vurderet at være *ubetydelig*. Den kumulative påvirkning vurderes at være *lille*.

I miljøvurderingen af Danmarks Havplan (COWI, 2021) er der ikke vurderet på effekter for kystmorfologi fra udbygning af udviklingszoner for vedvarende energi og energigjær. Det kan dog ikke uden undersøgelser afvises, at

kumulative effekter kan opstå ved udbygning i udviklingszonerne fra havplanen. Emnet vil indgå i den screening og miljøvurdering af storskala udbygning af havvind i Danmark som Energistyrelsen har igangsat ultimo 2022 (Energistyrelsen, 2022b).

Kystdirektoratets kystbeskyttelsesprojekt langs den jyske vestkyst har til formål at beskytte kysten mod erosion og dermed bevare en uændret kystlinje, og derfor har kystbeskyttelsen en væsentlig og positiv indvirkning på kystmorfologi (Rambøll, 2020). Da påvirkningen fra Thor Havvindmøllepark på kystmorfologi er vurderet værende *lille*, vil etableringen af havvindmølleparken ikke påvirke kystmorfologien væsentligt og herunder ikke modvirke eller forstærke effekterne af Kystdirektoratets kystbeskyttelse.

Inden for 20 km fra Thor Havvindmøllepark er der to råstofvindingsområder 562-AD (Ferring) og 578-AA (Husby Klit), hvor Kystdirektoratet indvinder sand til sandfodringen, samt et fællesområde Jyske Rev E (områdenr. 562-KD). Råstofvindning i disse områder vil kunne foregå i anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark, og vil ligesom installationen af ilandføringskabler til Thor Havvindmøllepark kortvarigt give sedimentspild nær kysten. Sedimentmængderne vil dog være så ubetydelige i forhold til den naturlige sedimenttransport ved kysten, at der ikke vil være en kumulativ påvirkning fra eventuel råstofvindning i anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark.

11.8. Afværgeforanstaltninger

Der er ikke behov for afværgeforanstaltninger.

11.9. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Grundlaget for vurderingerne vurderes at være tilstrækkeligt.

12. Vandkvalitet

Vandkvalitet er af overordnet betydning for havets generelle miljøtilstand, og leveforholdene for havets flora og fauna. Vandkvaliteten bestemmes af de hydrografiske forhold, af stoftilførsler fra omkringliggende farvande og landområder samt af udveksling med havbunden og atmosfæren. Vandkvalitet måles blandt andet ud fra vandets indhold af næringsstofferne kvælstof og fosfor, indholdet af tungmetaller og andre miljøfarlige forurenende stoffer samt koncentrationen af suspenderet sediment og ilt i vandet.

Etablering af en havvindmøllepark kan potentielt medføre ændringer af bølge- og strømforhold i og omkring havvindmølleparken. Vandkvalitet er direkte forbundet til de hydrografiske forhold, og en øget opblanding eller ændrede strømforhold kan medføre bl.a. ændrede iltforhold. Vandkvaliteten kan påvirkes som følge af, at miljøfarlige forurenende stoffer, næringsstoffer og iltforbrugende stoffer frigives fra sedimentet, når dette spredes ved gravearbejdet fra det enkelte møllefundament og fra nedspuling af tilhørende søkabler. Herudover kan der ske frigivelse af miljøfarlige forurenende stoffer fra korrosionsbeskyttelse og overfladebehandling anvendt på møller og andre stålkonstruktioner.

I Danmark er vandkvaliteten i havet omfattet af miljømål i vandrammedirektivet og havstrategidirektivet. Vandrammedirektivet udmøntes via Vandområdeplanerne, mens havstrategidirektivet gennemføres i Danmark via Danmarks Havstrategi.

I kapitel 25 om vandplanlægning beskrives og vurderes påvirkninger af vandmiljøet i forbindelse med Thor Havvindmøllepark i forhold til målsætningerne i de statslige vandområdeplaner. I kapitel 26 beskrives og vurderes havvindmølleparken i forhold til Danmarks Havstrategi og de deri fastsatte miljømål. Projektets potentielle påvirkninger af vandkvaliteten er således behandlet i disse kapitler. Det er vurderet, at projektet ikke vil forringe tilstanden eller forhindre målopfyldelse i de relevante vandområder (se kapitel 25 om vandplanlægning) eller ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet Nordsøen (kapitel 26 om Danmarks Havstrategi). Det vurderes ligeledes i forhold til lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM) (LBK nr 4 af 03/01/2023), at Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre en væsentlig påvirkning på vandkvaliteten. Vurderingen gælder både for etablering, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark.

Alle relevante miljøemner for potentielle påvirkninger af vandkvaliteten er behandlet i ovennævnte kapitler, hvorfor der henvises til kapitel 25 og kapitel 26, for en detaljeret gennemgang.

13. Marin flora og fauna

På havets bund findes forskellige samfund bestående af lang række organismer, som er tilpasset de forskellige livsbetingelser, der forekommer i de områder de lever i. Benthiske planter findes udelukkende på lave dybder, hvor der er tilstrækkeligt lys til fotosyntese. I denne fysiske zone kan de spille en væsentlig rolle som habitat for fisk og invertebrater. De bundlevende dyr findes på alle dybder og er afgørende for stofomsætningen i havbunden, samtidig med at de udgør en væsentlig del af havets samlede artsrigdom. Bunddyr spiller, som fødekilde for både fisk, havpattedyr og fugle, en nøglerolle i havets fødenet.

I dette kapitel beskrives forekomsten af havbundens habitattyper samt flora og fauna i og omkring forundersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark, og projektets potentielle påvirkninger på havbunds flora og fauna i anlægs-, drifts- og demonteringsfasen vurderes.

13.1. Metode og datagrundlag

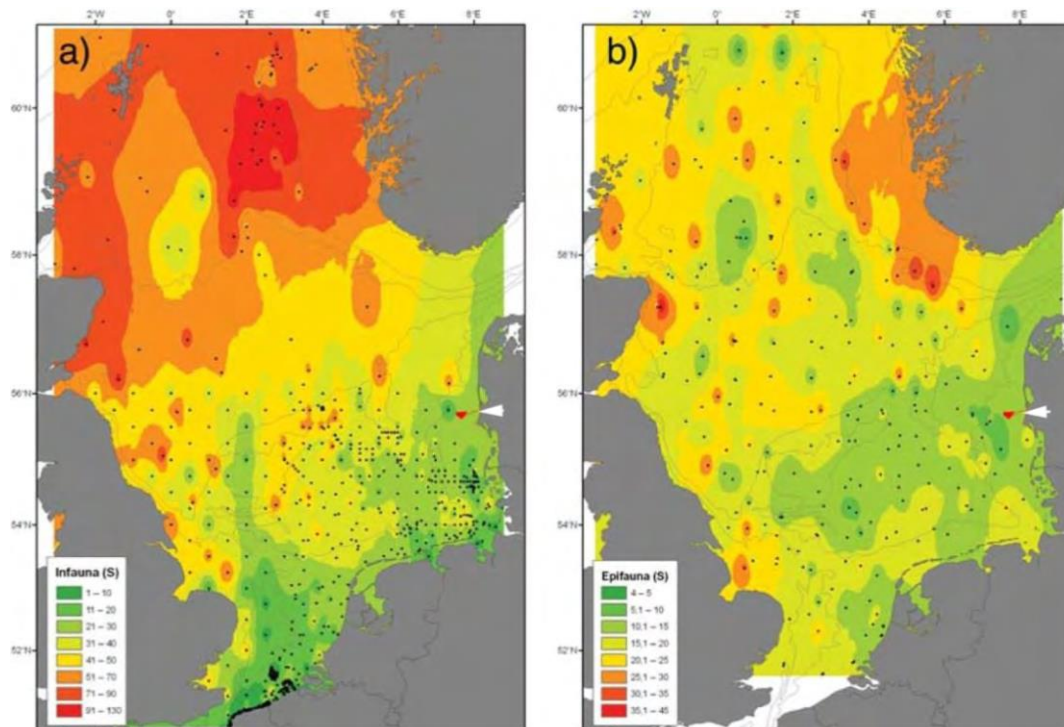
Beskrivelsen af havbundens flora og fauna i og omkring forundersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark er primært baseret på den tekniske rapport om bundflora og fauna (Rambøll & WSP, 2021), som præsenterer resultaterne af de omfattende undersøgelser foretaget i forbindelse med udarbejdelse af miljøvurderingen af Planen for Thor Havvindmøllepark (Rambøll, 2021b). Dette indbefatter også resultaterne af den geofysiske kortlægning, som blev foretaget i samme forbindelse (MMT, 2020a; MMT, 2020b). I disse undersøgelser indgik multibeam ekkolod, sidescan sonar og sub-bottom profiler til kortlægning af dybder (bathymetri) og overfladegeologi (substrattyper), som begge er vigtige drivere af artssammensætningen på havbunden, og bidrager til beskrivelsen af udbredelsesmønstre for de arter, som er fundet under punktundersøgelserne i området. Disse punktundersøgelser på henholdsvis 150 lokaliteter i forundersøgelsesområdet og 20 lokaliteter i to potentielle kabelkorridorer gennemførtes med en kombination af HAPS bundhenter (infauna, kornstørrelsesfordeling, sedimentkemi) og visuelle inspektioner med undervandsvideo, ROV (epifauna, overfladesubstrat).

Vurderinger udført efter habitatbekendtgørelsen for de nærliggende Natura 2000-områder er beskrevet i kapitel 23 om Natura 2000 og behandles ikke yderligere i dette kapitel. I vurderingerne efter habitatbekendtgørelsen fokuseres der på de marine habitatnaturtyper som er på udpegningsgrundlaget for de relevante Natura 2000-områder, mens vurderingerne i dette afsnit fokuserer på havbund, flora og fauna som en helhed. Anlægget af vindmøllefundamenter vil forårsage en permanent beslaglæggelse af havbunden. Permanent arealinddragelse er omfattet af havstrategidirektivet fra 2008, som har til formål at etablere en god miljøtilstand i alle havområder. For en vurdering efter havstrategidirektivet henvises til kapitel 26. Som et led i kortlægningen af eksisterende forhold er der foretaget en gennemgang af hvorvidt de arter, der kan forekomme i området, er listet på den danske rødliste over beskyttede dyr (Moeslund J. N.-C., 2023).

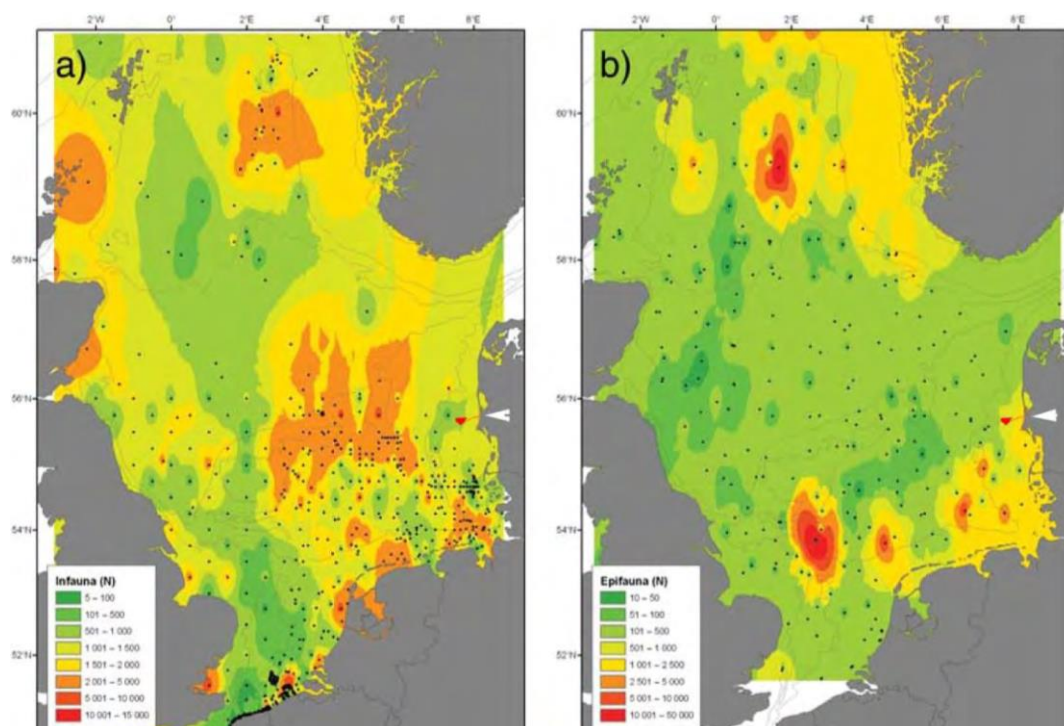
13.1.1. Baggrundsviden om benthiske dyresamfund i Nordsøen

Bunddyrssamfundene i Nordsøen er kendetegnet ved kraftig tidlig og rumlig variation, hvilket er relateret til de dynamiske fysiske forhold i området (Neumann, Reiss, Rakers, Ehrich, & Kröncke, 2009). På trods af denne naturlige omskiftelighed i dyresamfundene indikerer overordnede udbredelsesmønstre dog at hhv. den sydlige (<50 m dybde), centrale (50-100 m) og nordlige (100-200 m) del af Nordsøen repræsenteres af distinkte bunddyrssamfund, hvilket relaterer til områdernes hydrografi (temperatur, salinitet), sedimentkarakteristika og strøm- og bølgepåvirkning. I den sammenhæng er det sydøstlige hjørne af Nordsøen, hvor Thor Havvindmøllepark er placeret, kendetegnet ved relativ lav artsrigdom og diversitet, men relativ høj tæthed af benthiske organismer, særligt epifauna (Reiss, et al., 2010) (Figur 13.1, Figur 13.2). Den dominerende nordgående havstrøm i dette område af Nordsøen bidrager

til effektiv spredning af bentiske larver, hvilket formodes at bidrage positivt til genetableringspotentialt af forstyrrede habitater.



Figur 13.1: Antallet af observerede arter i Nordsøen. Venstre: Infauna. Højre: Epifauna. Sorte punkter viser prøvetagningslokaliteter (Reiss, et al., 2010) i (Orbicon, 2014a).



Figur 13.2: Individttæthed (abundans) af infauna and epifauna i Nordsøen. Højre: Infauna (ind./m²), Venstre: Epifauna (ind./500 m²). Sorte punkter viser prøvetagningslokaliteter (Reiss, et al., 2010) i (Orbicon, 2014a).

13.1.2. Klassificering af substrattyper

Gennem geofysisk kortlægning (MMT, 2020b; MMT, 2020a), og efterfølgende justeringer på baggrund af fysisk og visuel prøvetagning med hhv. HAPS og ROV (Rambøll & WSP, 2021), er der genereret et detaljeret substratkort for forundersøgelsesområdet og to potentielle kabelkorridorer med reference til standardiserede substrattyper (Tabel 13.1).

Tabel 13.1: Oversigt over definitionerne for de anvendte substrattyper (GEUS & WSP, 2021a; GEUS & Orbicon, 2018).

Substrattype	Definition
1a. Blødbund	Homogen siltet sandbund eller dynd, hvor bunden ikke er dynamisk påvirket, og hvor sedimentet består af silt og siltet sand eller dynd.
1b. Sand	Homogen fast sandbund (sand er defineret som kornstørrelser fra 0,06–2,0 mm) præget af en vis form for dynamik med bølgeribber m.m. Denne substrattype kan også have varierende indslag af skaller, grus og silt.
1c. Mønstret sandet bund med ler	Område bestående af ler eller større relikte lerblokke på en siltet til sandet havbund, hvor det høj-reflektive ler giver havbunden et mønstret udseende. Disse lermønstre kan have meget markante strømstriber.
2a. Sand, grus og småsten	Meget varierende substrattype, domineret af sand og groft sand med varierende mængder af grus og småsten. Substratet består af en blanding af sand, groft sand og grus med en kornstørrelse på ca. 0,06-20 mm og småsten med størrelser på ca. 2 til 10 cm.
2b. Sand, grus og småsten samt bestrøning (< 10 %) med sten >10 cm	Meget varierende substrattype, domineret af sand og groft sand med varierende mængder af grus og småsten samt spredte store sten. Substratet består af en blanding af sand, groft sand og grus med en kornstørrelse på ca. 0,06-20 mm og småsten med størrelser ca. 2 til 10 cm. Substrattypen kan også indeholde større sten >10 cm, dog kun op til 10 % dækning.
3. Sand, grus og småsten samt bestrøning (10-25 %) med sten >10 cm	Område bestående af blandede substrater med sand, grus og småsten og med bestrøning af større sten >10 cm. Substrattypen indeholder et større antal sten >10 cm, oftest som bestrøning med en dækning på 10 %-25 %.
4. Sten > 10 cm dækkende >25 %	Område domineret af sten >10 cm, men også med varierende indslag af sand, grus og småsten. Stenene ligger enten spredt på havbunden eller som et tæt lag af sten med en dækning >25 %.

13.1.3. Feltundersøgelser

Feltundersøgelserne for kortlægning af havbundens flora og fauna i forundersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark er udført med en kombination af HAPS sedimentprøvetager og undervandsvideo, ROV (Remotely Operated underwater Vehicle), som er beskrevet i detaljer i Rambøll & WSP (2021). Feltundersøgelserne blev gennemført i marts og maj 2020. Prøvetagninglokaliteterne blev udvalgt på baggrund af de geofysiske undersøgelser af havbunden for at repræsentere de forskellige havbundsnaturtyper, som kendetegner området.

De benthiske undersøgelser suppleredes med målinger af salinitet, temperatur og iltindhold med CTD i bundvandet på i alt 150 stationer i forundersøgelsesområdet og 20 i hver af de to potentielle kabelkorridorer, hvoraf den sydlige korridor er valgt i projektet. Herudover blev der foretaget CTD profilering i hele vandsøjlen på 33 stationer i forundersøgelsesområdet.

13.2. Eksisterende forhold

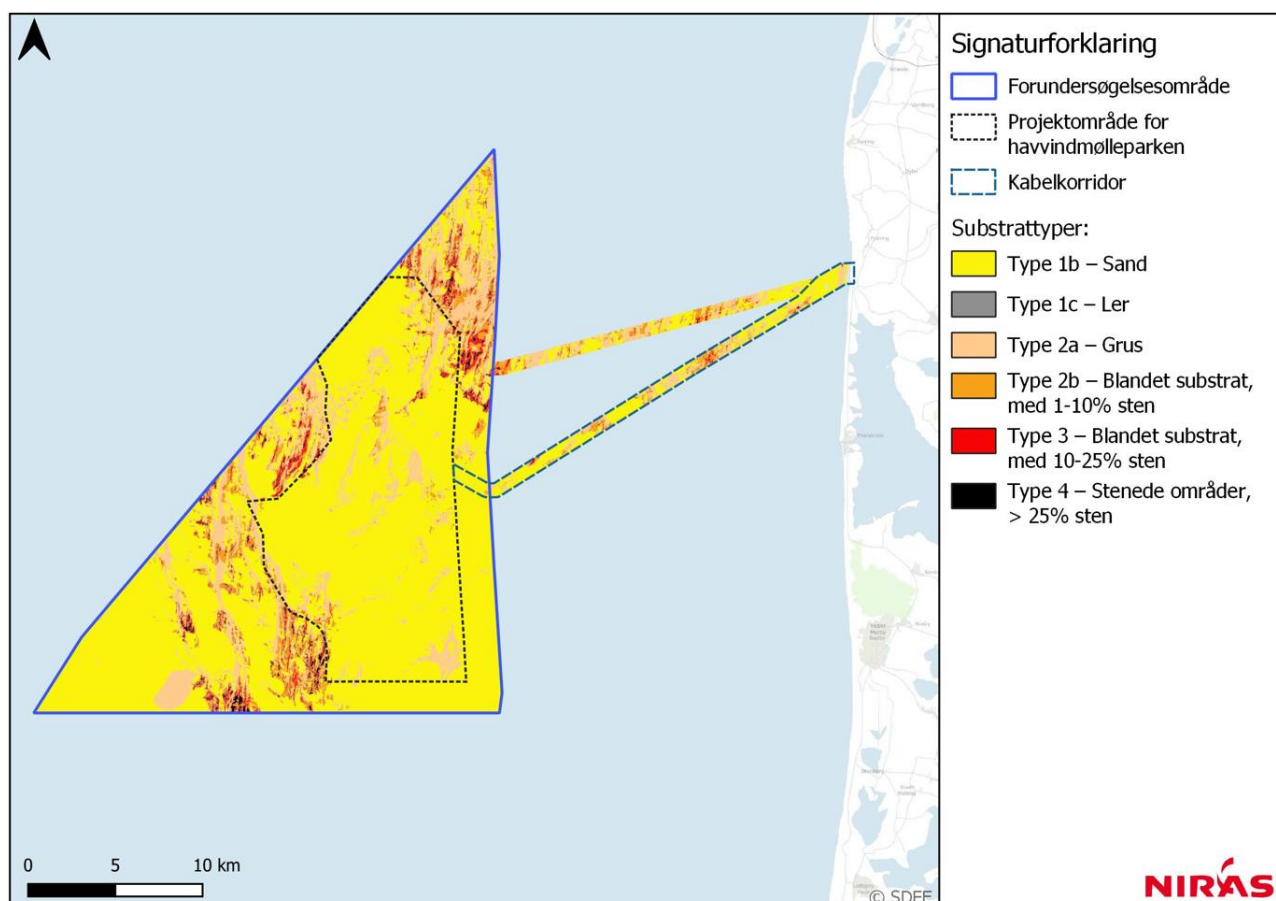
13.2.1. Bathymetri

Dybdekortlægningen af forundersøgelingsområdet og to potentielle kabelkorridorer blev gennemført med multi-beam ekkolod på det geofysiske survey beskrevet ovenfor (MMT, 2020b; MMT, 2020a). Det bathymetriske kort viser, at dybden varierer mellem 21 og 35 meter i forundersøgelingsområdet og mellem 0 og 30 meter i kabelkorridorerne, hvoraf den sydlige udgør kabelkorridoren for projektet for Thor Havvindmøllepark. Den dybeste del af forundersøgelingsområdet findes i det sydvestlige hjørne, mens de laveste områder er i den sydøstlige del. For begge kabelkorridorerne forekommer en jævn stigning af havbunden i retning mod land, indtil ca. 600 meter fra kysten, hvor der er en mere stejl stigning fra ca. 7,5 m dybde til 0 m (se Figur 4.1).

13.2.2. Substrattyper i forundersøgelingsområdet og kabelkorridorer

Sand (substrattype 1b) dækker 75 % af forundersøgelingsområdet for havvindmølleparken. Dernæst er substrattype 2a og 2b mest hyppige. Substrattype 3 repræsenterer 3 % af det samlede undersøgelsesområde, mens substrattype 4 dækker <1 % (Figur 13.3).

Mønstret er det samme for kabelkorridorerne, dog med en større dækningsgrad af substrattype 2a og 2b, og mindre af den dominerende (>50 %) substrattype 1b. Sandet bund med ler (type 1c) er kun fundet i den sydlige kabelkorridor og i lille omfang som pletvise 'outcrops' (<1 %).



Figur 13.3: Substratkort for forundersøgelingsområdet og de to potentielle kabelkorridorer, hvoraf den sydlige er valgt i projektet, med reference til substrattyper i Tabel 13.1 (Rambøll, 2021c).

Den hyppigst forekommende substrattype, 1b, er repræsenteret ved et sandet sediment med skalgrus og et varierende indhold af fine og grove kornstørrelser. Havbunden med denne substrattype er meget dynamisk hvilket tydeliggøres af kraftige strøm- og bølgeribber. Indholdet af organisk kulstof (TOC) er lavt med gennemsnitsværdier på 0,1-0,2 %. Kun i det mere homogene sydvestlige hjørne af forundersøgelingsområdet overstiger TOC 0,5 % af sedimenttør vægten. Sedimenttype 2a består af sand med grus og spredte småsten. Den grovere substrattype, 2b observeres mest som et overgangssubstrat mellem 1b og 3, hovedsageligt i den sydlige, nordlige og vestlige del af forundersøgelingsområdet. Substrattype 3 findes hovedsageligt som en overgang fra 2b til 4. Substrattyperne 3 og 4 optræder sammen og repræsenterer stenrevsstrukturer i en matrix af sand, grus og småsten. I forundersøgelingsområdet findes det i mindre pletter primært i den sydlige, vestlige og nordlige del på mellem 24 og 28 meters dybde. Når substrattype 3 optræder alene, betragtes det ikke som en stenrevsstruktur.

De akustiske undersøgelser af havbunden, kombineret med visuel dokumentation og fysisk prøvetagning, vidner om stor rumlig variation i substratforholdene i forundersøgelingsområderne for både havvindmølleparken og kabelkorridorer. Disse forhold skyldes de dynamiske fysiske betingelser i området (bølge- og strømpåvirkning), som samtidig er ansvarlig for kraftig og episodisk sedimenttransport. Retningen på stenrevsstrukturene i forundersøgelingsområdet afspejler den dominerende retning for denne sedimenttransport. Det må derfor også forventes at udbredelsen af substrattyper vil være foranderlig over tid, som respons på dynamikker i vandsøjlen. Dette er en naturlig præmis for de biologiske samfund i området.

Den dybeste, sydvestlige del af forundersøgelingsområdet adskiller sig fra det omkringliggende, idet substratet her er mere homogent med mere finkornet sediment end de øvrige områder med substrattype 1b. Dette afspejler mere stabile fysiske betingelser.

13.2.2.1. Sedimentkemi

Kemiske analyser af sediment fra 32 lokaliteter i kabelkorridorerne viste generelt et indhold af kemikalier, som var under de nedre aktionsniveauer for dumpning af optaget havbundsmateriale, som beskrevet i Miljøstyrelsens (2005) vejledning. På to stationer i den vestlige del af kabelkorridorerne observeredes dog kobberkoncentrationer (Cu) på 25 og 21 mg/kg tør vægt, hvilket er over den nedre aktionsgrænse (20 mg/kg tør vægt), men under den øvre aktionsgrænse på 90 mg/kg tør vægt.

13.2.2.2. CTD – salinitet, temperatur og iltindhold

Under feltundersøgelserne konstateredes at vandsøjlen i forundersøgelingsområdet var fuld opblandet, dvs. uden lagdeling, og at iltmætningen i bundvandet generelt var høj og uden indikationer på anoksiske forhold (iltmangel).

13.2.3. Flora

Der er ikke observeret bentisk flora i kabelkorridorerne. I hele forundersøgelingsområdet for havvindmølleparken er der observeret et enkelt eksemplar af den skorpeformede rødalge, *Hildenbrandia rubra* og to små eksemplarer af *Phymatolithon laevigatum*, begge på grænsen af arternes formodede maksimale dybdeudbredelse. På denne baggrund betragtes udbredelsen af bentisk flora i forundersøgelingsområdet og derved også projektområdet for Thor Havvindmøllepark som værende minimal, og emnet behandles derfor ikke yderligere.

13.2.4. Fauna

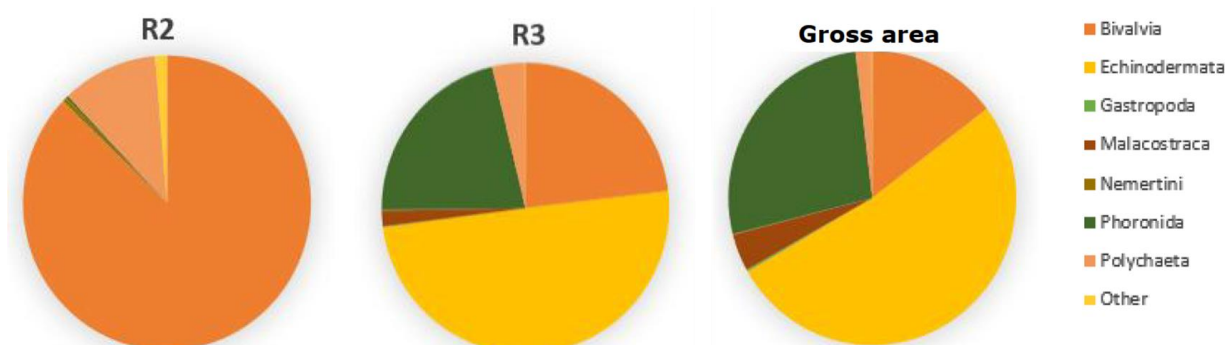
I beskrivelsen skelnes der mellem *infauna*, som lever nedgravet i den bløde bund (sand eller mere finkornet sediment) og indsamlet med HAPS sedimentprøvetager, og *epifauna*, som lever ovenpå på havbunden, både i form af mobile arter (f.eks. søstjerner, krabber), og sessile arter, som er fasthæftet hårdt substrat (f.eks. havsvampe, søanemoner), og undersøgt med ROV.

13.2.4.1. Infauna

Beskrivelsen af infauna baseres på 150 HAPS prøver i forundersøgelingsområdet (Rambøll & WSP, 2021), hvor der i alt identificeredes 81 arter i forundersøgelingsområdet for havvindmølleparken og hhv. 43 og 46 arter i den nordlige og sydlige kabelkorridor. Både forundersøgelingsområdet og den sydlige kabelkorridor domineredes antalsmæssigt af *Phoronis* sp. ('hestesko-orm'). Andre talrige arter var børsteormene, *Spiophanes bombyx*, *Magelona mirabilis* og *Protodorvillea kefersteini*, søpindsvin, *Echinocyamus pusillus*, amphipod, *Urothoe poseidonis* og sribet tallerkenmusling, *Fabulina fabula* (orig. *Tellina fabula*). Almindelig sømus, *Echinocardium cordatum* dominerede biomassen (Figur 13.4). Børsteormene *S. bombyx* og *P. kefersteini* var særligt hyppige i kabelkorridorerne, hvilket også var tilfældet for *F. fabula* og *M. mirabilis*, men dog begrænset til kystzonen i 7-17 meters dybde (Tabel 13.2). Der er ikke fundet epifaunaarter eller -habitater, som er beskyttede eller listet på den danske rødliste (Moeslund J. N.-C., 2023).

Tabel 13.2: De ti mest talrige infaunaarter i forundersøgelingsområdet for Thor Havvindmøllepark og de to kortlagte kabelkorridorer – nordlige korridor (R2) og sydlige korridor (R3), hvoraf den sydlige udgør kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark. Den procentdel, hver art udgør af det samlede antal observerede individer, er angivet i parentes. Arter er opført i rækkefølge, hvor øverste art er den mest dominerende. Arter, der er angivet med sort fed, er dominerende i alle tre områder. Arter markeret med rødt er dominerende i to områder (Rambøll & WSP, 2021).

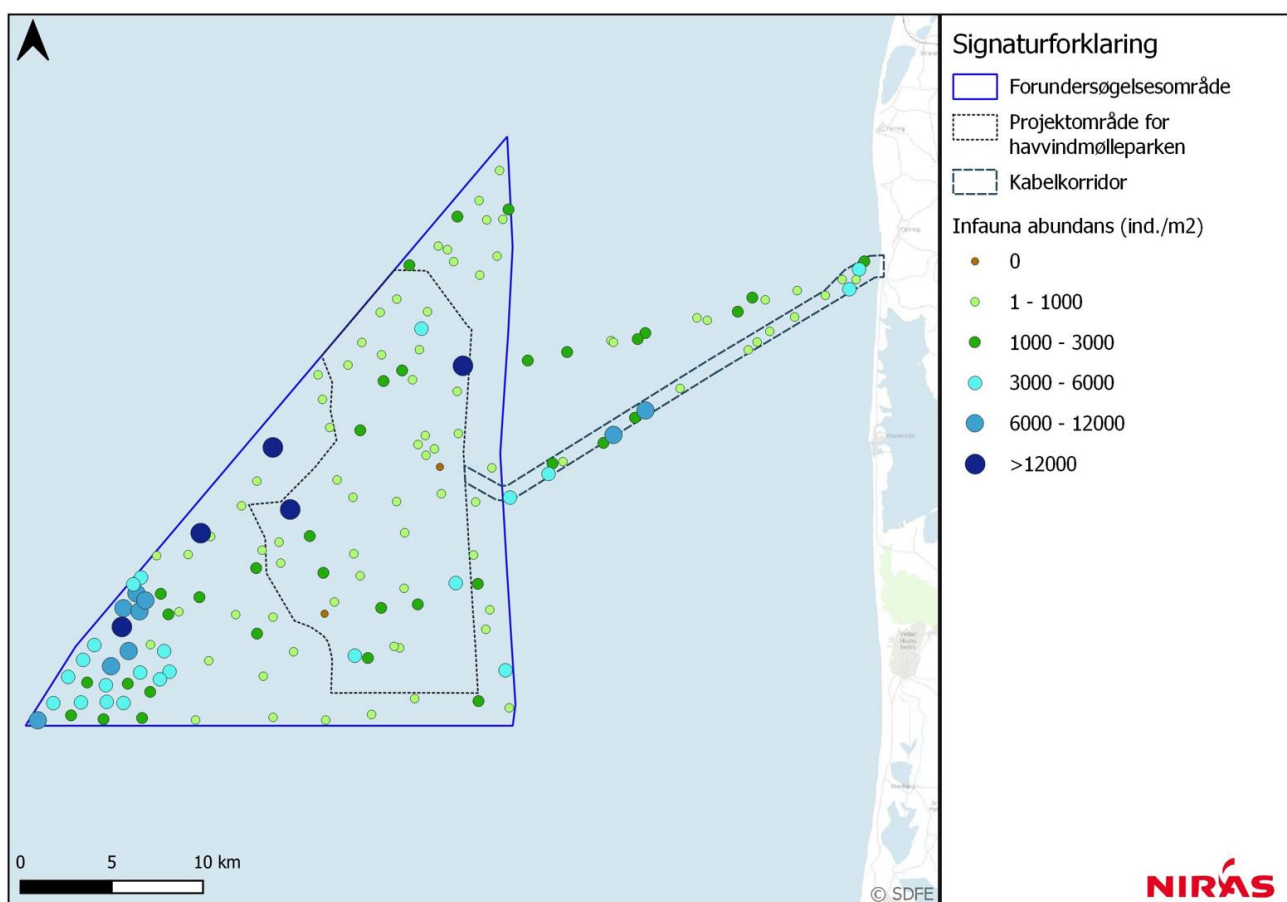
Thor Havvindmøllepark	Kabelkorridorer	
Forundersøgelingsområde	Nordlige korridor R2	Sydlige korridor R3
<i>Phoronis</i> sp. (73 %)	<i>Magelona mirabilis</i> (32 %)	<i>Phoronis</i> sp. (58 %)
<i>Spiophanes bombyx</i> (5 %)	<i>Protodorvillea kefersteini</i> (20 %)	<i>Magelona mirabilis</i> (18 %)
<i>Magelona mirabilis</i> (4 %)	<i>Spiophanes bombyx</i> (12 %)	<i>Spiophanes bombyx</i> (3 %)
<i>Echinocyamus pusillus</i> (2 %)	Nemertini indet. (4 %)	<i>Fabulina fabula</i> (2 %)
<i>Goniada maculate</i> (1 %)	<i>Tubificoides benedii</i> (3 %)	<i>Abra alba</i> (1 %)
<i>Scoloplos armiger</i> (1 %)	<i>Branchiostoma lanceolatum</i> (2 %)	<i>Chaetozone setosa</i> (1 %)
Nemertini indet. (1 %)	<i>Spio filicornis</i> (2 %)	<i>Amphiura chiajei</i> (1 %)
<i>Echinocardium cordatum</i> (1 %)	<i>Fabulina fabula</i> (2 %)	<i>Echinocardium cordatum</i> (1 %)
<i>Lanice conchilega</i> (1 %)	<i>Echinocyamus pusillus</i> (2 %)	<i>Nephtys assimilis</i> (1 %)
<i>Nephtys cirrosa</i> (1 %)	<i>Urothoe poseidonis</i> (2 %)	<i>Ophelia borealis</i> (1 %)



Figur 13.4: Fordeling af biomasse i dominerende infaunaklasser for forundersøgelingsområdet og de to kabelkorridorer for Thor Havvindmøllepark. R2 = Nordlig kabelkorridor, R3 = Sydlig kabelkorridor (Rambøll & WSP, 2021).

På baggrund af statistiske analyser af artssammensætningen konkluderes det, at infaunaen i forundersøgelingsområdet inklusiv kabelkorridorer tilhører ét typesamfund (Rambøll & WSP, 2021). Dette samfund er kendt og velbeskrevet i Nordsøen og i dansk kontekst benævnt Venussamfundet. Det er almindeligt i områder med en vis grad af fysisk stress og er omskiftelig i dets artssammensætning, repræsenterende forskellige stadier af succession. EUNIS referencebiotopen vurderes at være **A5.242** (*Fabulina fabula* and *Magelona mirabilis* with venerid bivalves and amphipods in infralittoral compacted fine muddy sand), kombineret med **A5.241** (*Echinocardium cordatum* and *Ensis spp.* in lower shore and shallow sublittoral slightly muddy fine sand) (MarLIN, 2022a; MarLIN, 2022b).

Selvom forundersøgelingsområdet overordnet bebos af ét infauna-typesamfund observeredes store rumlige forskelle i abundans (ind. m⁻²) og biomasse (g tørvægt m⁻²). Det sydvestlige område af forundersøgelingsområdet, hvor der blev konstateret mere stabile sedimentforhold havde generelt flere arter per prøve, og højere abundans og biomasse end det resterende forundersøgelingsområde (Figur 13.5).



Figur 13.5: Illustration af abundans (ind./m²) af infauna på prøvetagningslokaliteterne i forundersøgelingsområdet og kabelkorridorer for Thor Havvindmøllepark (Rambøll, 2021c).

Ved undersøgelserne i marts/maj 2020 var gennemsnitsværdierne for abundans og biomasse på hhv. 2.342 ind. m⁻² (min-max: 0-16.730 ind. m⁻²) og 90 g tørvægt m⁻² (min-max: 0-1.127 g m⁻²) for forundersøgelingsområdet. Gennemsnitsværdierne for kabelkorridorerne var 1.877 ind. m⁻² og 75 g tørvægt m⁻². Værdierne er inden for rammerne af tidligere observationer i Nordsøen. Den store rumlige variation i både artssammensætning, abundans og biomasse genkendes også fra andre tilsvarende undersøgelser i Nordsøen (GEUS & WSP, 2021b; MariLim, 2015a;

MarLiLim, 2015b), og formodes også til en vis grad at afspejle de dynamiske fysiske betingelser, samt arternes rekrutteringsstrategier. I forundersøgelserområdet observeredes generelt en markant antalsmæssig dominans af hesteko-orm, *Phoronis* sp. Tidligere studier i det sydøstlige Nordsøen har beskrevet abundansen af *Phoronis* sp. som meget variabel både rumligt, og mellem sæsoner og år, og der er lokalt observeret masseforekomster med individualiteter på >20.000 adulte m^{-2} og >500.000 juvenile m^{-2} (Niermann, 1996). Data fra den nærmest beliggende NOVANA overvågningsstation ca. 5 km syd for forundersøgelserområdet for Thor Havvindmøllepark, med MC-stationsnummer DMU1035, viser således også kun en lille forekomst af *Phoronis* sp. i de seneste tre monitorings-år, 2015, 2017 og 2019 (Overfladedatabasen, <https://odaforalle.au.dk/>). Derimod viser NOVANA-undersøgelser på lokaliteten, DMU1072, som er beliggende 40 km længere mod vest, en gennemsnitlig abundans af *Phoronis* sp. på hhv. 7.952 og 2.780 ind. m^{-2} i 2016 og 2018. Den observerede dominans af *Phoronis* sp. i forundersøgelserområdet for Thor Havvindmøllepark repræsenterer således ikke nødvendigvis en generel tilstand, men er til en vis grad et billede på naturligt betingede fluktuationer.

13.2.4.2. Epifauna

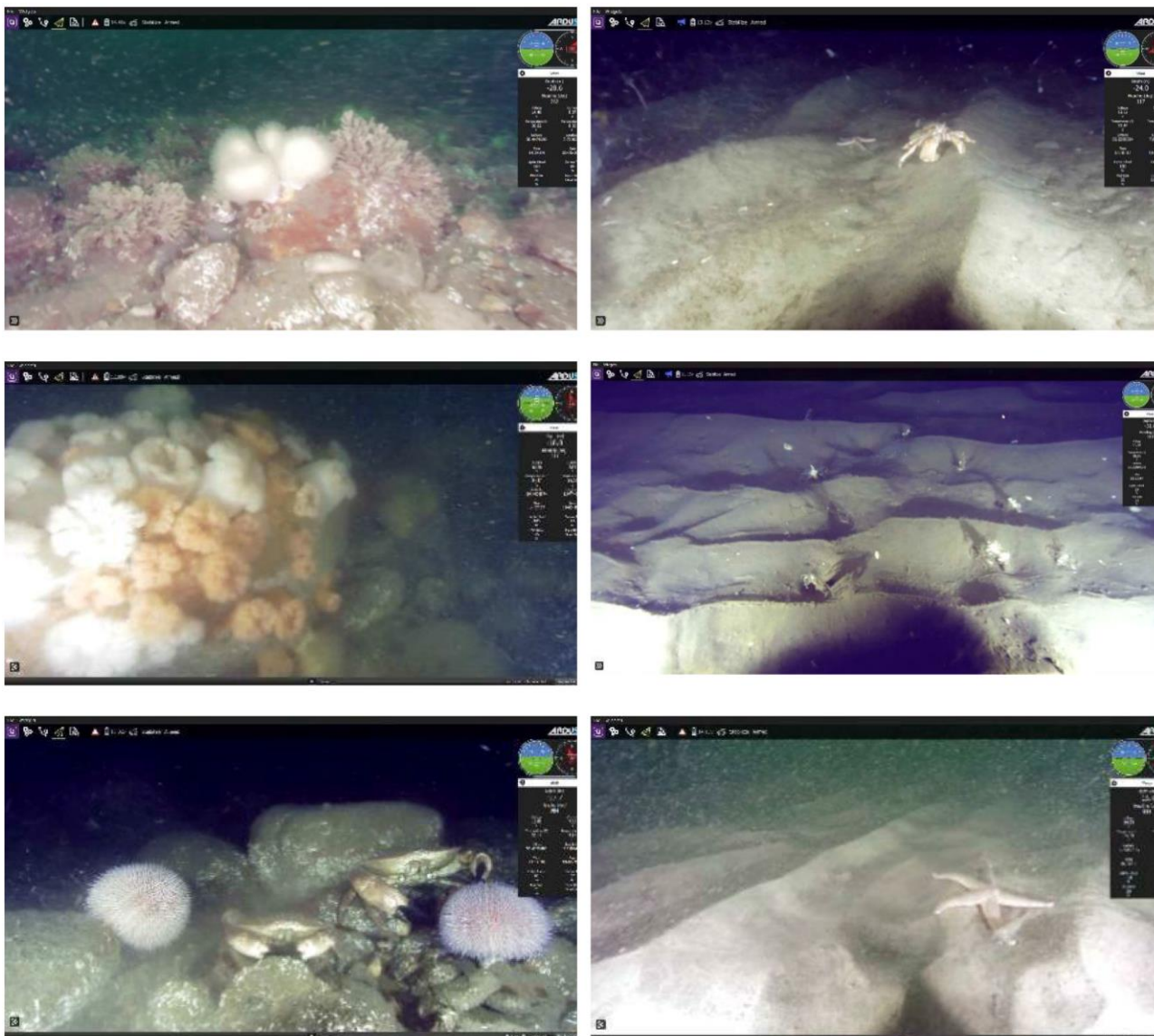
Under forundersøgelserne for Thor Havvindmøllepark observeredes 33 forskellige arter/taxa i forundersøgelserområdet. For kabelkorridorerne observeredes hhv. 24 og 19 i den nordlige og sydlige (Rambøll & WSP, 2021). Der blev beskrevet tre epifauna typesamfund tilhørende forskellige overordnede substrattyper, uafhængigt af delområde:

1. Epifauna på sandbund (substrattype 1b) er begrænset til få mobile arter, såsom søstjerne (*Astropecten irregularis*), krabber (*Corystes cassivelaunus* og *Liocarcinus depurator*), søpindsvin (*Echinocardium cordatum*), samt pletter med rør af sandmurer-orm (*Lanice conchilega*). Generelt optræder epifaunaen ret sparsomt på denne substrattype (dækningsgrad $<1-5\%$), som domineres af infauna arter (se ovenfor). Denne type sandbund og de tilhørende arter er meget almindelige i Nordsøen.
2. Hårdbundssamfund findes på substrattype 3 og 4 og domineres af kalkrørsorm (*Pomatoceros triqueter*), hydroider, bladmosdyr (*Flustra foliacea*), dødningshånd (*Alcyonium digitatum*) og forskellige arter af søanemone. Arterne i dette samfund er knyttet til sten >10 cm og er typiske for stenrevsstrukturer i Nordsøen. Dækningsgraden af epifauna var $<1-50\%$ i forundersøgelserområdet og $<1-70\%$ i kabelkorridorerne, og formodes negativt påvirket af de dynamiske forhold og 'sand scrubbing' af hårdbundsfladerne forårsaget af resuspenderet materiale.
3. På blandet substrat (substrattype 2a og 2b) findes epifaunasamfund med arter fra både sandbunds- og hårdbundssamfundene. Dækningsgraden af epifauna på blandet substrat er generelt lav ($<1-30\%$ i forundersøgelserområdet og $<1-5\%$ i kabelkorridorerne) og formodes negativt påvirket af de dynamiske forhold og 'sand scrubbing' af hårdbundsfladerne forårsaget af resuspenderet materiale. Substrattypen og arterne knyttet hertil er meget almindelige i Nordsøen.

Der er ikke fundet epifaunaarter eller -habitater, som er beskyttede eller listet på den danske rødliste (Moeslund J. N.-C., 2023). Det vurderes, at epifaunasamfundet tilknyttet hårdt substrat repræsenterer en kombination af EUNIS referencebiotoperne **A4.2142** *Alcyonium digitatum*, *Pomatoceros triqueter*, *algal and bryozoan crusts on wave-exposed circalittoral* (MarLIN, 2022c) og **A4.2141** (*Flustra foliacea* on slightly scoured silty circalittoral rock) (MarLIN, 2022d). Den sparsomme epifauna beskrevet på sandbund er repræsenteret i referencebiotopen for infaunasamfundet, **A5.241** (*Echinocardium cordatum* and *Ensis* spp. in lower shore and shallow sublittoral slightly muddy fine sand) beskrevet ovenfor.

Arealmæssigt er sandbundssamfundet det mest almindelige i forundersøgelserområdet dækkende 75 % af forundersøgelserområdet og $>50\%$ af kabelkorridorerne. Hårdbundssamfundet optræder sjældnest med en

dækningsgrad på 2-4 % i hhv. forundersøgningsområdet og de to kabelkorridorer. Figur 13.6 viser eksempler på den observerede epifauna i forundersøgningsområdet.



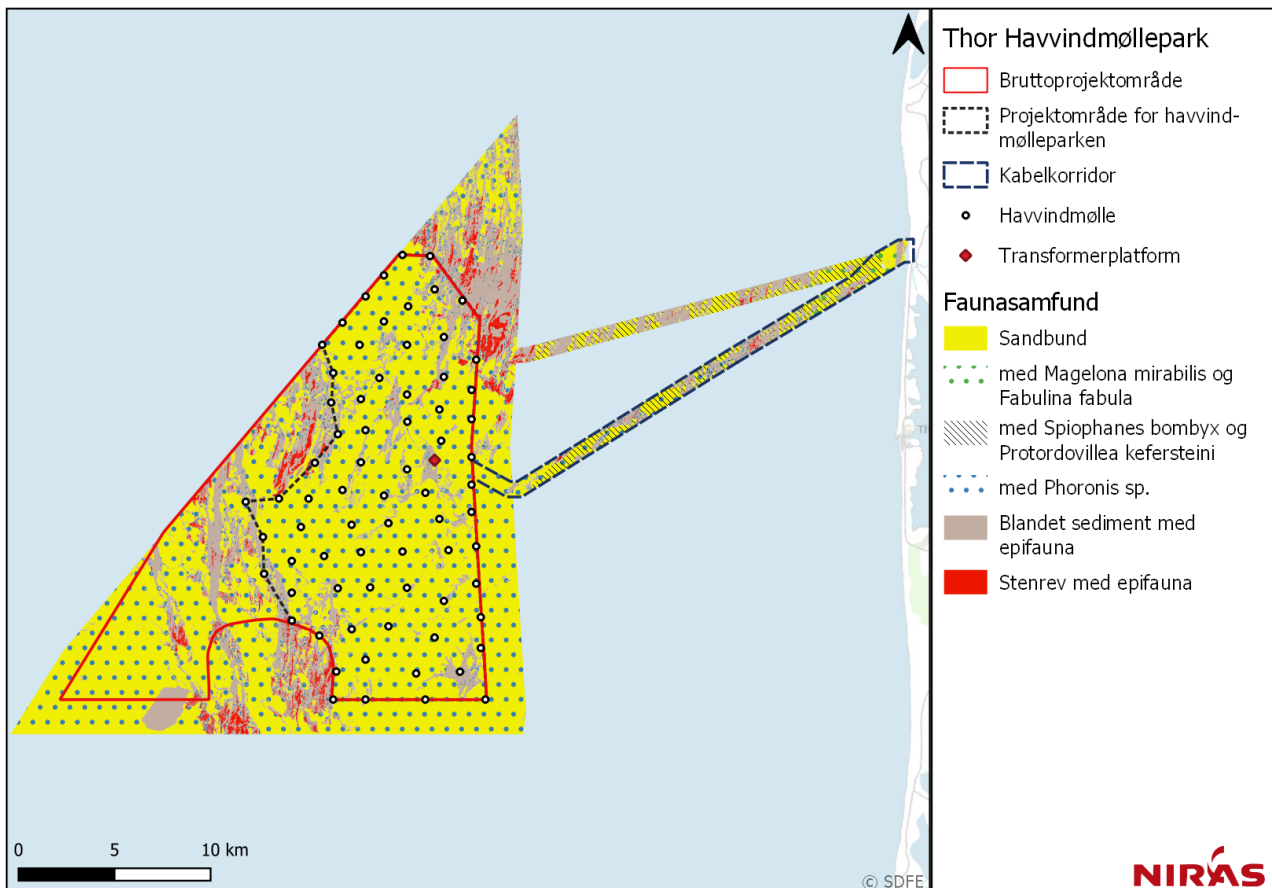
Figur 13.6: Eksempler på epifauna samfund med nogle af de hyppige arter. Venstre kolonne viser epifauna på hård bund: Øverst kalkkrørsorm (*Pomatoceros triqueter*), bladmosdyr (*Flustra foliacea*) og dødningehånd (*Alcyonium digitatum*); Midt Sønemoner; Nederst Taskekrabbe (*Cancer pagurus*) og søpindsvin (*Echinus esculentus*). Højre kolonne viser epifauna på sandbund: Øverst Eremitkrabbe (*Pangurus bernhardus*) og søstjerne; Midt *Lanice ror*; Nederst Søstjerne (*Asterias rubens*) og hestereje (*Crangon crangon*) (Rambøll & WSP, 2021).

13.2.4.3. Habitatkortlægning

På baggrund af resultaterne af infauna- og epifaunaundersøgelserne i Thor Havvindmøllepark forundersøgningsområdet (Rambøll & WSP, 2021) kombineret med viden om substratudbredelse og bathymetri, som beskrevet

ovenfor, er der genereret et habitatkort som viser den forventede udbredelse af de identificerede typesamfund (Figur 13.7).

Faunasamfundet tilknyttet sandbund er arealmæssigt dominerende og dækker næsten hele den centrale østlige del af forundersøgningsområdet og det sydvestlige hjørne. Infaunasamfundet i kabelkorridorerne adskiller sig med relativ større hyppighed af *S. bombyx* og *P. kefersteini*, samt *F. fabula* og *M. mirabilis* i den inderste del, hvilket er markeret på Figur 13.7. Epifaunasamfundene, som er tilknyttet blandet og hårdt substrat, findes hovedsageligt i den nordlige og vestlige del af forundersøgningsområdet for havvindmølleparken. Med dette udgangspunkt vurderes de mulige påvirkninger af de bundlevende dyresamfund som følge af Thor Havvindmøllepark projektet.



Figur 13.7: Visning af de estimerede biotop-/artsudbredelser i forundersøgningsområdet og kabelkorridorer for Thor Havvindmøllepark (Rambøll & WSP, 2021).

13.3. Vurdering af påvirkninger af de bundlevende samfund

I vurderingen af de potentielle påvirkninger i forbindelse med anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark på de bundlevende samfund tages udgangspunkt i EUNIS referencebiotoperne, som er identificeret ovenfor med henvisning til resultaterne i de benthiske forundersøgelser (Rambøll & WSP, 2021). Hertil inddrages MarESA metodologien til vurdering af arternes/biotopernes følsomhed baseret på eksisterende videnskabelig litteratur om disses robusthed (resistens) og evne til genetablering (resiliens) overfor konkrete presfaktorer (Tyler-Walters, Tillin, d'Avack, Perry, & Stamp, 2018).

Resultaterne er opsummeret i Tabel 13.3 og Tabel 13.4. Ved at kombinere de relevante biotopers følsomhed med omfanget af miljøpåvirkninger kan påvirkningsgraden udledes jvf. Tabel 13.5.

Tabel 13.3: MarESA følsomhedsvurdering overfor potentielle presfaktorer i forbindelse med Thor Havvindmøllepark for referencebiotoperne på sandbund, EUNIS A5.242 og A5.241.

Presfaktor **A5.242** (*Fabulina fabula* and *Magelona mirmiliana* ... in infralittoral compacted fine muddy sand) **A5.241** (*Echinocardium cordatum* and *Ensis* spp. in lower shore and shallow sublittoral slightly muddy fine sand)

	Resistens	Resiliens	Følsomhed	Resistens	Resiliens	Følsomhed
Habitatændring	Ingen	Meget lav	Høj	Ingen	Meget lav	Høj
Forstyrrelse af substratoverflade	Medium	Høj	Lav	Lav	Medium	Medium
Forstyrrelse under substratoverflade	Medium	Høj	Lav	Ingen	Medium	Medium
Suspenderet materiale	Medium	Høj	Lav	Høj	Høj	Ikke følsom
Sedimentaflejring (let, <5 cm)	Medium	Høj	Lav	Høj	Høj	Ikke følsom
Hydrologiske ændringer	Høj	Høj	Ikke følsom	Høj	Høj	Ikke følsom
Elektromagnetiske (EMF) ændringer	Ingen data			Ingen data		
Invasive arter	Ingen	Meget lav	Høj	Høj	Høj	Ikke følsom
Temperaturstigning	Medium	Høj	Lav	Høj	Høj	Ikke følsom

Tabel 13.4: MarESA følsomhedsvurdering overfor potentielle presfaktorer i forbindelse med Thor Havvindmøllepark for referencebiotoperne på blandet og hårdt substrat, EUNIS A4.2142 og A4.2141.

Presfaktor **A4.2142** (*Alcyonium digitatum*, *Pomatoceros triqueter*... on wave-exposed circalittoral) **A4.2141** (*Flustra foliacea* on slightly scoured silty circalittoral rock)

	Resistens	Resiliens	Følsomhed	Resistens	Resiliens	Følsomhed
Habitatændring	Ingen	Meget lav	Høj	Ingen	Meget lav	Høj
Forstyrrelse af substratoverflade	Medium	Høj	Lav	Medium	Høj	Lav
Forstyrrelse under substratoverflade	Ikke relevant			Ikke relevant		
Suspenderet materiale	Høj	Høj	Ikke følsom	Høj	Høj	Ikke følsom
Sedimentaflejring (let, <5 cm)	Høj	Høj	Ikke følsom	Medium	Høj	Lav
Hydrologiske ændringer	Høj	Høj	Ikke følsom	Høj	Høj	Ikke følsom
Elektromagnetiske (EMF) ændringer	Ingen data			Ingen data	Ikke relevant	Ingen data
Invasive arter	Ikke vurderet			Ingen data	Ikke relevant	Ingen data
Temperaturstigning	Medium	Høj	Lav	Høj	Høj	Ikke følsom

Tabel 13.5: Sammenhæng mellem følsomhed, omfanget af påvirkningen og påvirkningsgraden.

Vurderet følsomhed	Omfang af påvirkning			
	Høj	Mellem	Lav	Ubetydelig
Høj	Væsentlig	Væsentlig	Moderat	Lille
Medium	Væsentlig	Moderat	Lille	Ubetydelig
Lav	Moderat	Lille	Ubetydelig	Ubetydelig
Ikke følsom	Lille	Ubetydelig	Ubetydelig	Ubetydelig

Omfanget refererer her til den rumlige udbredelse, varigheden og intensiteten af en påvirkning, og tager udgangspunkt i beskrivelsen af det konkrete projekt med hensyn til blandt andet dimensioner, antal og placering af vindmøller og kabelkorridorer (se kapitel 4 Anlægsbeskrivelse). Den planlagte placering af vindmøllerne og valg af kabelkorridor kan ses i Figur 13.7, som viser valget af den sydlige af de to mulige kabelkorridorer skitseret i Planen for Thor Havvindmøllepark, og en placering af vindmøllerne i den centrale del af forundersøgelsesområdet. Den projekterede placering af vindmøllerne betyder at havbundsområder med sammenhængende hårbundsstrukturer i videst muligt omfang undgås, ligesom den dybe sydvestlige del af forundersøgelsesområdet, hvor observationerne af relativt høj bentisk abundans, biomasse og artsantal per prøve, synes at afspejle mere stabile fysiske betingelser end det øvrige forundersøgelsesområde.

13.3.1. Vurdering af påvirkningerne i anlægsfasen

I dette afsnit vurderes potentielle påvirkninger af havbundens fauna i anlægsfasen. Aktiviteterne og/eller mekanismerne, som forventes at kunne give anledning til påvirkninger i anlægsfasen er:

- **Fysisk forstyrrelse af havbunden**, både på og under selve substratoverfladen, i området hvor kabler og fundamenter anlægges. Den fysiske forstyrrelse vil medføre direkte beskadigelse af det bundlevende samfund, og potentiel ændring af habitat.
- **Forhøjede koncentrationer af ophvirvlet (suspenderet) sediment** fra grave- og spuleaktiviteter på havbunden. Bunddyr, som lever af at filtrere deres fødeorganismer fra havvandet, kan være sårbare overfor høje koncentrationer af suspenderet sediment, da deres fødeindtag kan blive reduceret.
- **Sedimentaflejring** (sedimentation) fra grave- og spuleaktiviteter på havbunden. Alt afhængig af sedimentlagets tykkelse kan det forstyrre bunddyrenes fødeindtag og i værste fald medføre kvælning.

Ophvirvlet sediment med indhold af organisk stof kan føre til forøget biologisk nedbrydning af organisk stof under forbrug af ilt, hvilket potentielt kan påvirke iltforholdene i vandet og derved de vandlevende organismer og bundfaunaen. Det vurderes, at det lave indhold af organisk stof i sedimentet vil medføre et lavt forøget iltforbrug og dermed vil ophvirvlet sediment ikke medføre betydelige ændringer i iltforholdene, som i forvejen er gode i området. Forøgede koncentrationer af organisk stof i vandfasen vurderes dermed at være uden betydning for havbundens fauna og behandles ikke nærmere i dette afsnit. Ligesom for næringsstoffer, kan der ved gennem ophvirvling af sediment ske frigivelse og spredning af miljøfarlige stoffer til det omkringliggende vandmiljø. Det er beskrevet, at indholdet af miljøfarlige stoffer i sedimentet i kabelkorridorerne generelt er lavt og sammenligneligt med baggrundskoncentrationer i havbundssedimentet. Kun for to lokaliteter er der observeret let forhøjede koncentrationer af kobber. De dynamiske hydrografiske forhold i Nordsøen bidrager til effektiv opblanding. Forøgede koncentrationer af miljøfarlige stoffer i vandfasen vurderes dermed at være *ubetydelig* for havbundens fauna og behandles ikke nærmere i dette afsnit.

13.3.1.1. Fysisk forstyrrelse af havbunden

I forbindelse med nedlægning af inter-array kabler mellem vindmøllerne og kabler til ilandføringspunktet vil der blive benyttet forskellige anlægsmetoder afhængig af vanddybde og afstand fra land (se kapitel 4). Arealerne af forstyrret havbund i forbindelse med anlægsfasen kan ses af Tabel 4.9. Det samlede areal af kabelrenderne til ilandføringskablerne vil maksimalt (ved valg af scenarie 1 til installation af ilandføringskabler) udgøre 0,306 km², hvoraf 0,200 km² ligger i den mest kystnære zone, indtil 2850 m fra kysten, hvor der udgraves en op til 22,5 m bred rende. I størstedelen af den resterende kabelrende i større afstand fra kysten er bredden 1-2 m. Kabelruten er primært placeret i områder kortlagt som sandbund. Det samme gør sig gældende for nedlægning af inter-array kabler, som har en samlet arealmæssig udbredelse på 0,343 km². Fodafttrykket fra jack-up ben udgør op til 0,161 km², mens op til 0,002 km² forstyrres ved flytning af sten. Tilsammen udgør arealet af denne midlertidige forstyrrelse af havbunden ca. 0,8 km², hvilket svarer til 0,17 % af det samlede forundersøgelingsområde (med et areal på 440 km² sammenlagt med 20 km² kabelkorridor). Dette er svarende til 0,36 % af projektområdet for Thor Havvindmøllepark (projektområdet for havvindmøllerne på 200 km² sammenlagt med projektområdet for kabelkorridoren på 20 km²).

13.3.1.1.1. Faunasamfund på sandbund

De to referencebiotoper, som repræsenterer det bentiske samfund på sandbund i Thor Havvindmøllepark, EUNIS A5.242 og A5.241 er vurderet til at have hhv. *Lav* og *Medium* følsomhed overfor forstyrrelse af/under substratoverflade. Karakter-arterne er tilpasset de dynamiske fysiske betingelser i området (bølge- og strømpåvirkning), og den heraf følgende resuspension og flytning af sediment. Dette er en naturlig præmis for det bentiske samfund i området, som afspejles i hyppigheden af opportunistiske arter med højt rekrutterings- og spredningspotentiale. Baggrunden for den højere følsomhed af A5.241 er at karakter-arterne, herunder sømus, *Echinocardium cordatum* som er hyppig i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark, er dokumenteret skrøbelige overfor trawling. Samtidig har de længere generationstid og mere sporadisk rekruttering end de mere opportunistiske arter, som især karakteriserer A5.242. Voksne individer af *E. cordatum* har dog høj fekunditet og stort spredningspotentiale.

Det er højst sandsynligt, at nedgravning af kabler vil ødelægge de bentiske samfund på de berørte arealer i Thor Havvindmøllepark. Når den arealmæssige udbredelse af forstyrrelsen tages i betragtning, samtidig med at forstyrrelsen vil være kortvarig, vurderes det dog, at den betragtelige del af populationen, som befinder sig i omkringliggende uberørte områder, vil bidrage til genetablering af de forstyrrede bentiske samfund indenfor 1-5 år. Permanent habitattab forårsaget af erosionsbeskyttelse af vindmøllefundamenterne og kabelbeskyttelse behandles i afsnit 13.3.2.

Det konkluderes således at den fysiske forstyrrelse af det bentiske samfund på sandbund i forbindelse med nedgravning af kabler vil forårsage en kortvarig, men skadelig påvirkning af et lille areal set i forhold til den samlede udbredelse af samfundet, som er almindeligt i store dele af Nordsøen. På baggrund af forstyrrelsens begrænsede varighed og arealmæssige udbredelse fastsættes påvirkningens omfang til *Lav*. Jævnfør Tabel 13.5 vurderes påvirkningsgraden til *lille*, med en forventning om at påvirkningen er fuldt reversibel indenfor 1-5 år. Dette gælder både for projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren.

13.3.1.1.2. Epifaunasamfund på blandet og hård bund

De fleste karakter-arter i epifaunasamfundet på hård og blandet bund er fastsiddende (f.eks. kalkrørsorm (*Pomatosceros triqueter*), hydroider, bladmosdyr (*Flustra foliacea*), dødningehånd (*Alcyonium digitatum*)). En potentiel dødelig forstyrrelse forårsaget af nedgravning af kabler betyder, at rekolonisering skal foregå gennem rekruttering af pelagiske larver. For de mobile karakter-arter, som er observeret på hård bund (f.eks. taskekrabbe, *Cancer pagurus* og søpindsvin, *Echinus esculentus*), er rekolonisering gennem indvandring af individer fra de omkringliggende områder også en mulighed. Karakter-arternes samlede spredningspotentiale, i form af rekruttering og indvandring, er

højt, hvilket sammen med arternes øvrige livshistorie betyder, at følsomheden overfor fysisk forstyrrelse vurderes til *Lav*.

Den valgte placering af møller og ilandføringskabler betyder at den arealmæssige forstyrrelse af stenrevsstrukturer minimeres. Områder med blandet bund vil blive påvirket både i projektområdet for havvindmølleparken og i kabelkorridoren, men på et lille område i forhold til samlede areal i Thor Havvindmøllepark. Den lave dækningsgrad af epifauna på blandet bund indikerer, at habitatet er naturligt forstyrret af 'sandscrubbing'.

Det konkluderes således at den fysiske forstyrrelse af epifaunasamfundet på blandet og hård bund i forbindelse med nedgravning af kabler vil forårsage en kortvarig, men skadelig påvirkning af et lille areal set i forhold til den samlede udbredelse af samfundet, som er almindeligt i store dele af Nordsøen. På baggrund af forstyrrelsens begrænsede varighed og arealmæssige udbredelse fastsættes påvirkningens omfang til *Lav*. Jævnfør Tabel 13.5 vurderes påvirkningsgraden til *ubetydelig*, med en forventning om at påvirkningen er fuldt reversibel indenfor 1-5 år. Dette gælder både for projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren.

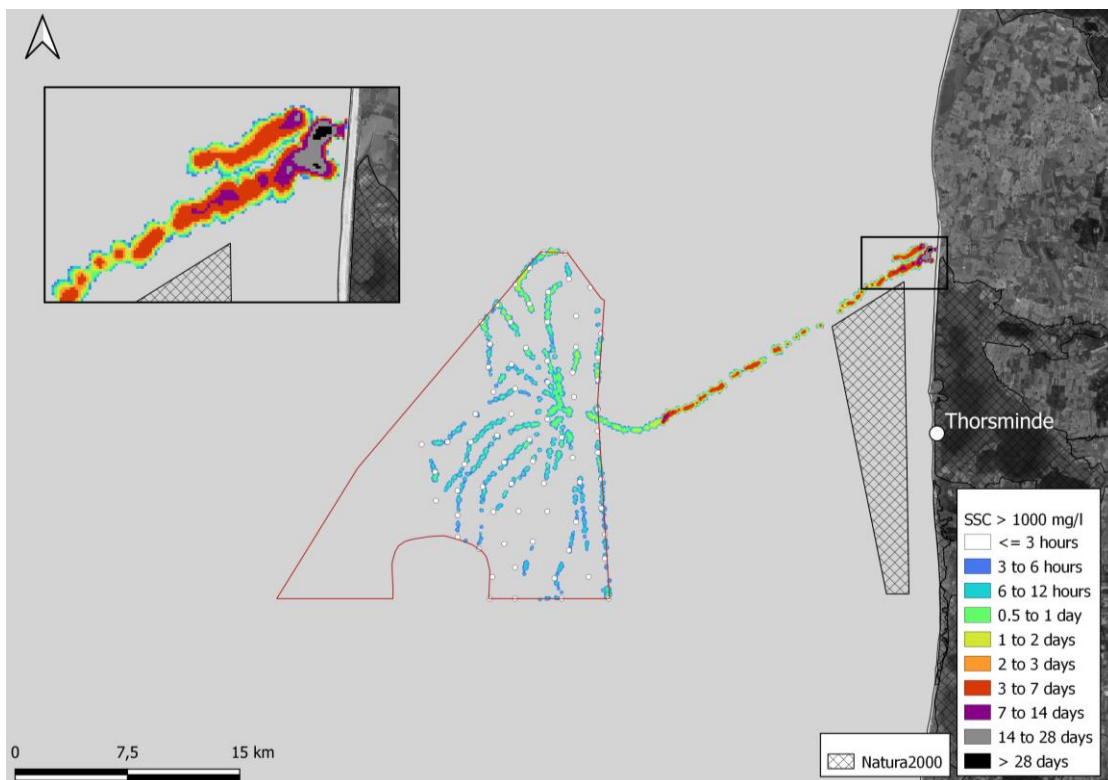
13.3.1.2. *Forhøjede koncentrationer af ophvirvlet (suspenderet) sediment*

I forbindelse med anlæg af kabler og fundamenter vil der spildes sediment i vandet, hvilket vil øge den naturligt forekommende koncentration af suspenderet materiale. Der er udført en sedimentspredningsberegning for at estimere omfanget af sedimentspild i vandfasen. Sedimentspredningsberegningerne er beskrevet i kapitel 10 om bundtopografi og sediment, samt i den tekniske rapport om sedimentforhold (NIRAS, 2024). Nedenfor er foretaget en gennemgang af konklusioner fra rapporten, som er relevante i forhold til projektets potentielle påvirkninger på den bentiske fauna, dels i forhold til koncentration af suspenderet sediment, og det tidlige og arealmæssige omfang af påvirkningen.

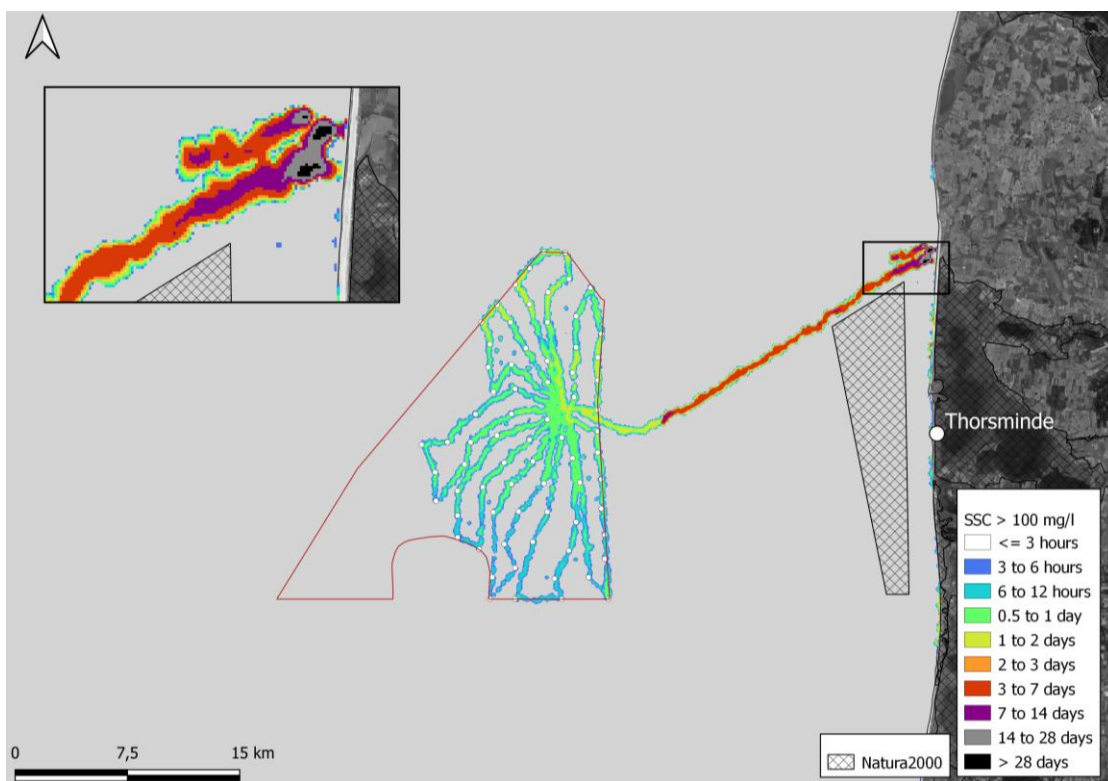
Der er i det følgende taget udgangspunkt i resultater fra modelberegningen af scenarie 1, da sammenligningen af spredning af sediment i vandfasen (afsnit 10.3.2.1) for scenarie 1 og scenarie 2 viser, at sedimentspredningen er næsten ens, men at scenarie 1 dog giver marginalt større sedimentspredning end scenarie 2.

Overordnet set viser resultatet af modelberegningerne, at der vil forekomme forhøjede koncentrationer af suspenderet sediment i bundvandet (nederste 10 m) på op til >1000 mg/l, i umiddelbar nærhed af inter-array kabler og ilandføringskablerne. Dette kan sammenlignes med værdier af suspenderet materiale målt i Vadehavet efter stormvejr på 800-1000 mg/l (Andersen & Pejrup, 2001). Det inderste kystnære område (fra strande og ud til en afstand på ca. 1 km) af kabelkorridoren berøres af sådanne høje koncentrationer i længst tid (op til 4-6,5 uger), og øvrige dele af kabelkorridoren berøres i op til 7 dage, mens det indenfor projektområdet drejer sig om mindre end 2 dage. Et samlet areal på ca. 35 km² vil blive berørt af koncentrationer >1000 mg/l i mere end 6 timer, heraf størstedelen af arealet (>80 %) i mindre end 2 dage (se Tabel 10.3 samt Figur 13.8). Ved ilandføringspunktet kan der momentant registreres maksimale værdier på ca. 20.000 mg/l, mens der ude i vindmølleområdet momentant registreres maksimale værdier på ca. 3.500 mg/l. Varighed af værdier som disse vil være mindre end 1 time (NIRAS, 2024).

Varigheden af perioden, hvor koncentrationen af suspenderet sediment overstiger 100 mg/l, er op til 2 dage i projektområdet. I kabelkorridoren kan perioden, hvor koncentrationen af suspenderet sediment overstiger 100 mg/l, vare i op til 7 dage, mens den i det mest kystnære område, kan vare i op til 4-6,5 uger. Ifølge modelestimerne vil et samlet areal på 11,4 km² blive udsat for koncentrationer >100 mg/l i mere end 2 dage (se Tabel 10.3 samt Figur 13.9).



Figur 13.8: Beregnet varighed og udbredelse af koncentrationer af suspenderet sediment >1000 mg/l i de nederste 10 m vandsøjle i forbindelse med etablering af Thor Havvindmøllepark (NIRAS, 2024).



Figur 13.9: Beregnet varighed og udbredelse af koncentrationer af suspenderet sediment >100 mg/l i de nederste 10 m vandsøjle i forbindelse med etablering af Thor Havvindmøllepark (NIRAS, 2024).

13.3.1.2.1. Faunasamfund på sandbund

Påvirkning af bundfauna som følge af suspenderet sediment i vandfasen er direkte og kan påvirke det filtrerende dyreliv i form af forringet fødeoptagelse eller tilstopning af filtreringsapparatet. Mobile arter kan i mindre omfang flytte til nye områder. Den bentiske fauna i Nordsøen er dog tilpasset meget variable koncentrationer af suspenderet materiale på grund af de regelmæssige storme i området (Rambøll, 2020; WSP, 2020a). Den naturlige baggrundskoncentration af suspenderet materiale langs vestkysten af Danmark er estimeret til 0-7 mg/l, men der er målt op til 185 mg/l (Rambøll, 2020). På NOVANA stationer syd for Thor Havvindmøllepark, er der målt koncentrationer op til ca. 50-60 mg/l og med et gennemsnit på 15-20 mg/l (Miljødata.dk, 2022).

I MarESA's følsomhedsvurdering af referencebiotoperne tages udgangspunkt i en stigning fra 10-100 mg/l til 100-300 mg/l, og følsomheden af EUNIS A5.242 og A5.241 er fastsat til hhv. *Lav* og *Ikke følsom*.

Ifølge modelleringen af sedimenttransport vil der kun forekomme overskridelser af suspenderet sediment på >1000 mg/l over baggrundsniveau i umiddelbar nærhed af området, hvor anlægsarbejdet finder sted. Den maksimale forøgelse i suspenderet sediment overstiger MarESA's referenceværdier i følsomhedsvurderingen, men ændrer ikke ved det faktum at referencebiotoperne er resistente og resiliente i forhold til denne parameter. Samtidig vurderes den rumlige udstrækning af påvirkningen at være lokal i umiddelbar nærhed af anlægsarbejdet, og af kort varighed.

Da påvirkningen som følge af forhøjede sedimentkoncentrationer er begrænset i udbredelse samt varighed vurderes omfanget som *Lav*. Jævnfør Tabel 13.5 vurderes påvirkningsgraden til *ubetydelig*, med en forventning om at påvirkningen er fuldt reversibel indenfor få måneder. Dette gælder både for projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark.

13.3.1.2.2. Epifaunasamfund på blandet og hård bund

Referencebiotoperne for epifaunasamfundene på blandet og hård bund, EUNIS A4.2142 og A4.2141 vurderes i MarESA til *Ikke følsom*. Karakterarterne, bladmosdyr (*Flustra foliacea*), dødningshånd (*Alcyonium digitatum*), alm. søpindsvin (*Echinus esculentus*), søstjerne (*Astropecten irregularis*) og kalkrørsorm (*Pomatoceros triqueter*) er alle i stand til at håndtere store mængder suspenderet materiale. Foranlediget af den store bølgeenergi i området viser epifaunasamfundet, især på blandet bund, dog tegn på negativ påvirkning fra 'sand-scrubbing'. På baggrund af vindmølleparkens placering og den begrænsede spredning af sediment påvirkes kun en ganske lille del af det samlede hårbundsareal. Givet en forventning om at en stigning i suspenderet materiale samtidig vil være af kort varighed, vurderes påvirkningen ikke at kunne skelnes fra naturlige forhold, dvs. omfanget er *Lavt*. Jævnfør Tabel 13.5 vurderes påvirkningsgraden til *ubetydelig*, med en forventning om at påvirkningen er fuldt reversibel indenfor få måneder. Dette gælder både for projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren.

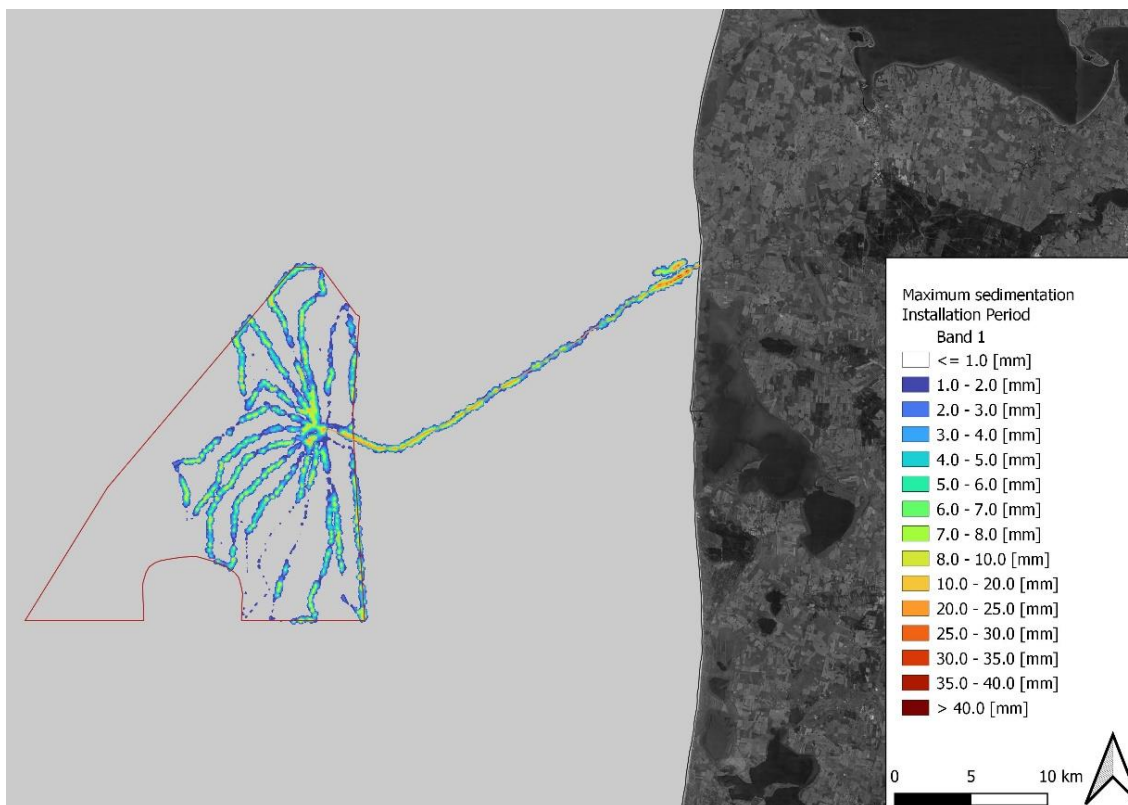
13.3.1.3. Sedimentaflejring

Det suspenderede sediment vil efter en kort periode sedimentere i umiddelbar nærhed af områderne, hvor anlægsarbejdet udføres, og tildække bundfloraen og bundfaunaen, som afhængigt af de sedimenterede lags tykkelse kan blive negativt påvirket og i værste tilfælde forårsage kvælning. Der er i det følgende taget udgangspunkt i resultater fra modelberegningen af scenarie 1, da sammenligningen af sedimentation på havbunden (afsnit 10.3.2.2) for scenarie 1 og scenarie 2 viser, at sedimentationen på havbunden er næsten ens, men at scenarie 1 dog giver marginalt større sedimentation end scenarie 2.

Modelleringen af sedimentspredning genererer nettoværdier for tykkelse af sedimentation på havbunden (sedimentaflejring) til et givent tidspunkt, hvor der er taget højde for kontinuert fjernelse af aflejret sediment igennem resuspension (Tabel 10.4). Baseret på denne modellering vil aflejring af det suspenderede sediment forekomme

meget lokalt. De største sedimentaflejringer forårsaget af anlægsaktiviteter vil forekomme i kabelkorridoren, hvor et aflejringslag på op til >20 mm kan forventes. I den inderste kystnære del af kabelkorridoren, hvor påvirkningen er størst, kan der aflejres op til 45 mm sediment i umiddelbar nærhed af nedlægningsområdet (Figur 13.10).

I opstillingsområdet for havvindmøller vil størstedelen af området ikke blive påvirket af øget sedimentation, da sedimentationsaflejringerne er beregnet til at være mindre end 1 mm. I umiddelbar nærhed af anlægsaktiviteterne i projektområdet er beregnet en forøget sedimentation, som generelt befinder sig indenfor 1-10 mm. Dette er sammenligneligt med beregninger for de kystnære havvindmølleparker, Vesterhav Nord og Vesterhav Syd (COWI, 2015). Langs Danmarks vestkyst er sedimenttransporten naturligt høj på grund af de dynamiske hydrografiske forhold. I forbindelse med kraftige storme kan op til >1 m sediment omløjres (COWI, 2015). Den samlede mængde af sand, som årligt transporteres langs kysten er beregnet ca. 1,4 mio. m³ om året mod syd fra Thorsminde og op til 1 mio. m³ årligt i nordgående retning mod Thyborøn (Kystdirektoratet, 2001; WSP, 2020a). Det forventes således, at sedimentaflejringer forårsaget af aktiviteter i anlægsfasen bidrager til en meget begrænset forøgelse af det naturlige niveau for aflejring af sediment i området.



Figur 13.10: Beregninger af den maksimale tykkelse af sedimentaflejringer i løbet af anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark (NIRAS, 2024).

13.3.1.3.1. Faunasamfund på sandbund

Afhængig af art kan de fleste bunddyr tåle engangsaflejringer af sediment på mellem 2-26 cm (Essink, 1999). Sedimentaflejringer på mindre end 3 mm forventes ikke at have en skadelig virkning på bundfaunaen helt generelt (Gibbs & Hewitt, 2004), uanset sedimentationsraten (inklusive øjeblikkelig sedimentation). Fauna tilknyttet sandbund er i stand til enten at flygte fra sådanne begivenheder, eller justere deres gravedybde i overensstemmelse med sedimentationsmængden.

I MarESA's følsomhedsvurdering af referencebiotoperne tages udgangspunkt i en diskret hændelse med let aflejring af 50 mm fint sediment i et habitat, og følsomheden af EUNIS A5.242 og A5.241 er fastsat til hhv. *Lav* og *Ikke følsom*.

Den rumlige udstrækning af påvirkningen vurderes at være lokal, da sedimentaflejringerne kun vil forekomme i umiddelbar nærhed af anlægsområdet. De beregnede samlede sedimentaflejringer forårsaget af anlægsarbejdet vil bidrage til en begrænset forøgelse af de naturlige sedimentaflejringer. Omfanget af påvirkningen som følge af sedimentaflejringer vurderes således til *Lav*. Jævnfør Tabel 13.5 vurderes påvirkningsgraden til *ubetydelig*, med en forventning om at en mindre forøgelse af dødeligheden eller påvirkning af organismers energiregnskab, der hvor aflejringerne er størst, er fuldt reversibel indenfor få måneder.

13.3.1.3.2. Epifaunasamfund på blandet og hård bund

Mange af karakterarterne i faunasamfundene på blandet og hårdt substrat er fastsiddende (sessile), hvilket betyder at de ikke har mulighed for at re-positionere sig i tilfælde af store sedimentaflejringer. Mens voksne individer for flere af arternes vedkommende er af en sådan størrelse at de ikke overdækkes ved lette sedimentaflejringer, så sådanne være dødelige for juvenile. Enkelte af karakter-arterne, f.eks. kalkrørsorm (*Pomatoceros triqueter*), formodes at være følsomme. Det må dog forventes, at den topografi og hydrodynamik, som er en af grundbetingelserne for at stenrevsstrukturerne findes, er medvirkende til at reducere sedimentaflejringer direkte på habitatet, både i tid og rum.

Referencebiotoperne for epifaunasamfundene på blandet og hård bund, EUNIS A4.2142 og A4.2141 vurderes i MarESA til hhv. *Ikke følsom* og *Lav*. På baggrund af havvindmølleparkens placering påvirkes kun en lille del af det samlede hårbundsareal. Givet en forventning om at sedimentaflejringerne samtidig vil være af kort varighed og bidrage til en begrænset forøgelse af de naturlige forhold i området (se ovenfor), vurderes omfanget til *Lav*. Jævnfør Tabel 13.5 vurderes påvirkningsgraden til *ubetydelig*, med en forventning om at påvirkningen er fuldt reversibel indenfor få måneder. Dette gælder både for projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren.

13.3.2. **Vurdering af påvirkningerne i driftsfasen**

I det følgende vurderes potentielle påvirkninger af havbundens flora og fauna i driftsfasen. Aktiviteterne og/eller mekanismerne, som forventes at kunne give anledning til påvirkninger i driftsfasen, er:

- **Permanent habitataændring.** Inddragelse af havbund til møllefundamenter og erosionsbeskyttelse vil, særligt for lokaliteter med sandbund, medføre en permanent ændring af substrattype med heraf følgende konsekvenser for de tilknyttede infauna arter.
- **Risiko for invasive arter.** Møllefundamenter tilfører en ny type hårbundshabitater til Nordsøen. Møllefundamenter kan potentielt fungere som 'stepping-stones' for invasive arter.
- **Elektromagnetiske felter fra kabler.** Inter-array og ilandføringskabler generer elektromagnetiske felter (EMF), som afhængig af nedgravningsdybde og eventuel afskærmning kan forstyrre adfærd og udvikling hos sensitive organismer. Der er begrænset viden om effekter af EMF på marine bentiske arter.
- **Opvarmning fra kabler.** Modstanden i inter-array og ilandføringskablerne generer varme, som overføres til sedimentet, og som afhængig af nedgravningsdybde og eventuel afskærmning kan påvirke arter, som er følsomme overfor temperaturstigninger.

Derudover vil tilstedeværelsen af vindmøllefundamenterne potentielt medføre påvirkninger af de hydrografiske forhold. Dette er beskrevet og vurderet i kapitel 9 om hydrografi omhandlende bølge- og strømforhold, hvor det konkluderes at tilstedeværelsen af fundamenterne vil medføre en mindre ændring i strømmønstre. De mindre

ændringer i strømforholdene vurderes at være uden betydning for havbundens flora og fauna og er ikke nærmere behandlet i dette afsnit.

13.3.2.1. Permanent habitataendring og risiko for invasive arter

Der vil være permanent inddragelse af havbundsareal i forbindelse med etablering af transformerplatform, vindmøllefundamenter og erosionsbeskyttelse, og dermed et tab af levesteder for havbundens organismer. Det område, hvor havvindmøllerne placeres består helt primært af sandbund (substrattype 1b), og i mindre grad af blandet substrat med sand, grus og småsten (substrattype 2a + 2b). De hertil knyttede faunasamfund tabes permanent på de pågældende lokaliteter, og vurderes derfor til *Høj* følsomhed. Faunasamfundene er almindelige i forundersøgelsesområdet, og i den sydøstlige del af Nordsøen generelt. Der opstilles havvindmøller i et område som svarer til 0,12 km² havbund. Dette samlede fodaftryk for havvindmøller og erosionsbeskyttelse udgør 0,06 % af projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Ilandføringskabler planlægges nedgravet i stabilt sediment, hvorved erosionsbeskyttelse med hårbundsstrukturer ikke vil være nødvendig. Således vil det ikke medføre permanente ændringer i habitatet, hvor de nedlægges. I tilfælde af at det lokalt ikke er muligt at opnå tilstrækkelig nedgravningsdybde for inter-array kablerne, kan det dog være nødvendigt at beskytte kablerne med sten eller betonmadrasser. På baggrund af substratkaraktistika i området forventes dette at ske i meget begrænset omfang og maksimalt 20 % af den samlede længde af inter-array kablerne svarende til 0,04 % af projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Samlet set vil det resultere i et areal med permanent habitataendring, der udgør maksimalt 0,1 % af projektområdet. På baggrund af den samlede lille arealmæssige udbredelse, men permanente karakter, vurderes omfanget af den direkte påvirkning af de eksisterende faunasamfund til *Lav*. Jævnfør Tabel 13.5 vurderes påvirkningsgraden til *lille*.

Alle hårbundsstrukturer, som potentielt tages i anvendelse i projektet, i form af sten, skærver, beton eller stål betragtes som hårbundssubstrat. Sådanne hårbundsstrukturer kan fungere som habitat for en række fastsiddende bundlevende organismer, som allerede er dokumenteret i forundersøgelsesområdet. Møllefundamenter og erosionsbeskyttelse kan således over tid udvikle sig til en form for kunstige rev, og bidrage til det samlede areal af bentske hårbundssamfund i området jævnfør ovenstående beregning.

Valg af materialer og udformning af fundamenter og erosionsbeskyttelse har betydning for hvilke organismer, der vil have succes med at kolonisere strukturerne. Det er muligt, at erosionsbeskyttelsens bidrag til områdets samlede strukturelle heterogenitet kan åbne nye økologiske nicher (f.eks. føde og skjulesteder) for både fisk og invertebrater. En sådan 'rev-effekt' kan have potentiel betydning for lokale fødekædestrukturer og artsrigdom. På de strukturer, som strækker sig op i den fotiske zone, er etablering af makroalger også sandsynlig, ligesom der skabes en kunstig tidevandszone.

Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) har for nyligt henledt opmærksomhed på, om hårbundsstrukturerne i forbindelse med havvindmøller kan fungere som trædesten for introduktion af ikke-hjemmehørende arter i danske farvande. Dette gælder særligt organismer, som er tilknyttet til det hårde substrat som vindmøllerne bidrager med, og i særlig grad på steder hvor denne type levesteder sjældent forekommer naturligt, som f.eks. i den centrale og sydlige Nordsøen (Dahl, 2022). Problemet med ikke-hjemmehørende marine arter i dansk havnatur er kendt og vurderes at være stigende i alle danske havområder (Stæhr, et al., 2020). Et monitoringsstudie af møllefundamenter og erosionsbeskyttelse i C-Power and Belwind havvindmøllepark i det sydlige Nordsøen dokumenterede at især det kunstige substrat i tidevandszonen koloniseredes af ikke-hjemmehørende arter, herunder muslinger og krebsdyr, som dog i alle tilfælde i forvejen var observeret i nærliggende kystnære habitater (De Mesel, Kerckhof, Norro, Rumes, & Degraer, 2015). Under tidevandszonen observeredes en enkelt ikke-hjemmehørende art, tøffelsnegl (*Crepidula fornicata*), som i forvejen er problematisk på nogle kystnære habitater i dansk farvand. Netop tøffelsnegl nævnes i MarESA følsomhedsvurderingen som en potentiel trussel mod referencebiotopen på sandbund, A5.242,

som forekommer i forundersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark. Derudover er den kolonidannende søpung, *Didemnum vexillum*, som endnu ikke er observeret i Danmark, beskrevet som en potentiel trussel for tre af referencebiotoperne (A5.242, A4.2142, A4.2141). *Didemnum vexillum* er på listen over de invasive arter, der er vurderet til at være mest skadelige i Danmark (Miljøstyrelsen, 2017) på grund af at artens aggressive vækst og evne til at overbegro og ændre eksisterende marine biotoper. Arten er observeret på flere beskyttede lokaliteter i Storbritannien.

På grund af projektets begrænsede areal og klare afgrænsning vurderes det ikke sandsynligt at Thor Havvindmøllepark isoleret set vil bidrage til en stigning i udbredelsen af allerede introducerede ikke-hjemmehørende arter (f.eks. *Crepidula fornicata*), eller lede til en væsentlig forøget risiko for introduktion af nye ikke-hjemmehørende arter (f.eks. *Didemnum vexillum*). Omfanget af denne indirekte påvirkning vurderes derfor som *ubetydelig*. Påvirkningsgraden af faunasamfundet på sandbund vurderes således som *lille*. Samme vurdering gør sig gældende for epifaunasamfundet på blandet og hård bund.

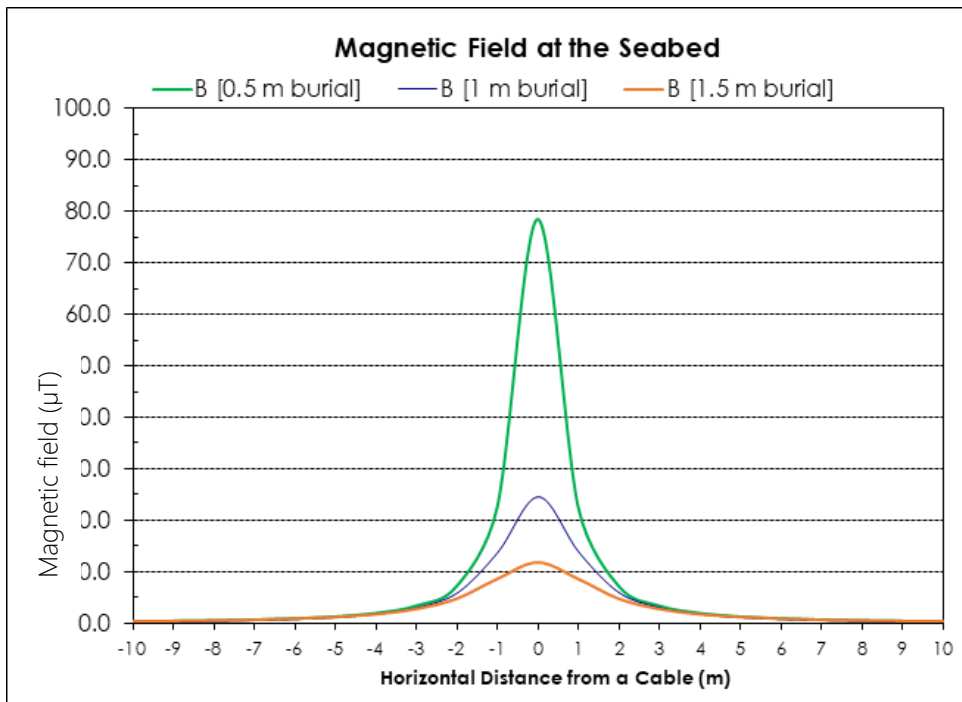
13.3.2.2. Elektromagnetiske felter (EMF) fra kabler

Den elektriske strøm i inter-array og ilandføringskablerne genererer elektromagnetiske felter (EMF), og de resulterende ændringer i det elektromagnetiske felt ved havbunden kan potentielt påvirke elektro- og magnetosensitive arter. For magnetosensitive arter, som benytter jordens naturlige magnetfelt til orientering under deres migration, kan den potentielle påvirkning udmønte sig i et ændret migrationsmønster, mens for arter, der er følsomme overfor elektriske spændinger, kan ændringen i EMF føre til adfærdsændring i forhold til at fødesøgning, kommunikation mv.

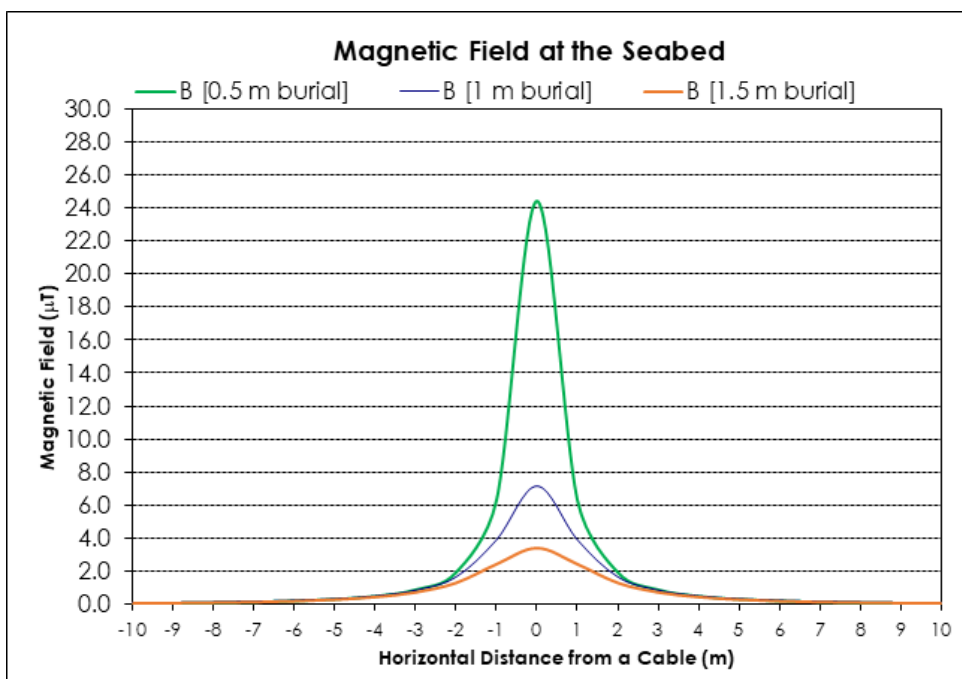
Søkablerne for Thor Havvindmøllepark vil blive nedgravet i en dybde og lavet i et design, som i nogen grad beskytter omgivelserne mod ændringen i EMF, som genereres i driftsfasen. Med udgangspunkt i sandsynlige kabeldesign og strømstyrker for hhv. ilandføringskablerne og inter-array kablerne i Thor Havvindmøllepark har bygherre, Thor Wind Farm I/S, leveret foreløbige beregninger af EMF ved sedimentoverfladen. Dette er beregnet for tre forskellige nedgravningsdybder i stabilt sediment, som viser en markant effekt af øget nedgravningsdybde. Det beregnede maksimale magnetfelt (MF) ved sedimentoverfladen lige over hvert ilandføringskabel reduceres således fra 78,5 μT til 11,8 μT ved en forøgelse af nedgravningsdybden fra 0,5 m til 1,5 m (Figur 13.11). Samme beregning for inter-array kablerne resulterer i EMF på hhv. 24,4 μT og 3,4 μT for nedgravningsdybderne 0,5 m og 1,5 m (Figur 13.12).

Der er generelt få studier af bentske invertebraters tolerancer overfor EMF, og af de studier, der er foretaget, adresserer langt de fleste studier potentielle akutte effekter af relativt høje EMF styrker og på et overordnet adfærdsmæssigt og/eller fysiologisk niveau. Det mangelfulde datagrundlag forhindrer således også en MarESA følsomhedsvurdering for referencebiotoperne (Tabel 13.3, Tabel 13.4).

I forbindelse med miljøvurderingen for Horns Rev III blev EMF følsomheden hos nogle almindelige arter i Nordsøen vurderet (Orbicon, 2014a). Dette blev gjort med udgangspunkt i resultater for analoge arter indenfor de enkelte faunagrupper (Echinodermata, Crustacea, Mollusca) (Normandeau, Exponent, Tricas, & Gill, 2011). På den baggrund konkluderedes det, at flere bentske invertebrater udviser både cellulære og adfærdsmæssige forstyrrelser ved MF niveauer $>1000 \mu\text{T}$, hvilket er niveauer, der er mange gange større end den forventede forøgelse i MF som følge af ilandføringskabler og inter-array kabler (Figur 13.11 og Figur 13.12).



Figur 13.11: Beregnet horisontal udbredelse af MF ved sedimentoverfladen for ilandføringskabler (275 kV) ved tre forskellige nedgravningsdybder i stabilt sediment (figur leveret af Thor Wind Farm I/S). Beregningen er udført med en belastningsstrøm på 1193 A.



Figur 13.12: Beregnet horisontal udbredelse af MF ved sedimentoverfladen for inter-array kabler (66 kV) ved tre forskellige nedgravningsdybder i stabilt sediment (figur leveret af Thor Wind Farm I/S). Beregningen er udført med en belastningsstrøm på 696 A.

Et nyligt laboratoriestudie af den kommercielt vigtige taskekrabbe, *Cancer pagurus*, som er observeret regelmæssigt i Thor Havvindmøllepark og almindelig i Nordsøen, viser signifikante fysiologiske og adfærdsmæssige

forstyrrelser indenfor 24 timer ved eksponering for 500 μT , men ikke ved eksponering for 250 μT (Scott, et al., 2021). Ligeledes viser resultater fra et nyere laboratoriestudie, at flere bentske invertebrater (almindelig søstjerne, *Asterias rubens*, stort søpindsvin, *Echinus esculentus*, fløjlsvømmekrabbe, *Necora puber* og almindelig strandsnegl, *Littorina littorea*) ikke viser signifikante ændringer i adfærd og fysiologi på baggrund af eksponering af 500 μT (Chapman, Rochas, Piper, Vad, & Kazanidiz, 2023). De eksperimentelle værdier i disse studier er dog ligeledes meget højere end det, som tidligere er beregnet ved sedimentoverfladen over kabler i eksisterende havvindmølleparker, og som forventes for søkablerne i Thor Havvindmøllepark (Figur 13.11 og Figur 13.12). Nedgravede vekselstrømskabler i 10 eksisterende havvindmølleparker er beregnet til at have et elektrisk og magnetisk felt mellem hhv. 2,5-110 $\mu\text{V}/\text{m}$ og 1,6-18 μT ved sedimentoverfladen (Normandeau, Exponent, Tricas, & Gill, 2011). Dette er sammenligneligt med de beregnede elektromagnetiske felter fra søkablerne i Thor Havvindmøllepark ved nedgravningsdybder på 1 m og 1,5 m.

At magnetfelterne som følge af nedgravede strømkabler til havvindmølleparker er af denne størrelsesorden understøttes af resultaterne i et nyligt modellingsstudie, som indikerer en ændring i magnetfeltet, forårsaget af et 400-600 kV jævnstrømskabel (som er tilsvarende størrelsen på eksportkablerne for større havvindmølleparker) nedgravet til en dybde på 1,5 meter, på 14 μT ved sedimentoverfladen lige over kablet (Hutchison Z. , Gill, Sigray, He, & King, 2021).

I et nyligt *in situ* studie, som undersøger effekten af EMF på amerikansk hummer (*Homarus americanus*), er de undersøgte EMF niveauer sammenlignelige med niveauer, der kan forventes i forbindelse med nedgravede søkabler i havvindmølleparker (Hutchison Z. , Gill, Sigray, He, & King, 2020). Studiet viste, at strømkablet (med en maksimal belastningsstrøm på 1175 A) forårsagede et EMF niveau ved havbunden på 65,3 μT , hvilket svarer til en forøgelse i magnetfeltet på 14 μT , da jordens eget magnetfelt i området er 51,3 μT . Ud af fem målte adfærdsparametre fandt studiet signifikant forskel på tre parametre for den amerikanske hummer. Hummere udsat for forøgelse i magnetfeltet havde en anden rumlig fordeling, de havde en større andel af store sving, og de var tættere ved havbunden sammenlignet med hummere, der ikke var udsat for forøgelsen.

Et andet nyere laboratoriestudie har undersøgt effekten af korttids eksponering (30 min) af EMF niveauer på 72-304 μT på fløjlsvømmekrabbe (*Necora puber*), og fandt ingen signifikante ændringer i adfærd relateret til læ- og fødesøgning eller i forhold til tiltrækning eller undvigeadfærd (Albert, Olivier, Jolivet, Chauvaud, & Chauvaud, 2023).

Resultaterne fra de fleste af de hidtil udførte studier, som undersøger påvirkningen fra EMF på bentske invertebrater, tyder på, at mange arter ikke er følsomme over for forøgelser i EMF-niveauer, der vil kunne forekomme som følge af etableringen af Thor Havvindmøllepark. Der er dog studier som Hutchison et al. (2020), der viser mindre adfærdsændringer hos migrerende krebsdyr, som potentielt bruger jordens naturlige magnetfelt til orientering, og det kan ikke udelukkes, at sådanne arter vil have en vis følsomhed overfor ændringer i EMF. På denne baggrund vurderes følsomheden hos de bundlevende samfund i området for Thor Havvindmøllepark til *Lav*.

Da det elektromagnetiske felt svækkes drastisk indenfor for få meter fra kablerne, vil signalet være begrænset til arealet umiddelbart over ilandføringskablerne. Påvirkningen vil således være meget lokal, dog med variation i udbredelse i forhold til vindforholdene, og af permanent karakter, så længe kablerne er strømførende. Ud fra dette fastsættes omfanget af påvirkningen til at være *Lav*.

Jævnfør Tabel 13.5 vurderes påvirkningsgraden (ud fra de bundlevende samfunds følsomhed og påvirkningsomfang) til *ubetydelig*, da påvirkningen ikke vil have nogen effekt på de bentske samfund som helhed. Dette gælder både for projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren.

13.3.2.3. Opvarmning fra kabler

De nedgravede elektriske kabler afgiver varme, som øger temperaturen i det omgivende sediment. Denne påvirkning er normalt kun relevant for de organismer, som lever dybere end 5-10 cm i sedimentet, da der i de øverste sedimentlag sker en effektiv varmeudveksling med vandet. Her fokuseres således kun på infaunasamfundet (dvs. EUNIS A5.242 og A5.241).

I MarESA's følsomhedsvurdering af referencebiotoperne tages udgangspunkt i en temperaturforandring på 5°C i en måned eller 2°C i et år. For referencebiotoperne EUNIS A5.242 og A5.241 er følsomheden vurderet til hhv. *Lav* og *Ikke følsom*. På trods af at det er veldokumenteret, at temperaturdynamikker kan have indflydelse på gydning, larvenedslag og overlevelse og i sidste ende artsammensætningen i et givent område, er der meget lidt konkret viden om årsagssammenhængene. Det kan dog konstateres, at mange af de observerede arter er vidt udbredt i et stort geografisk område med forskellige temperaturdynamikker, hvilket støtter op om følsomhedsvurderingen.

Da opvarmningen svækkes drastisk indenfor for kort afstand af kablerne, forventes den at være begrænset til arealet umiddelbart over ilandførings- og inter-array kablerne. Påvirkningen vurderes således til at være lokal, men af permanent karakter. Ud fra dette fastsættes omfanget af påvirkningen til at være *Lav*.

Jævnfør Tabel 13.5 vurderes påvirkningsgraden til *ubetydelig*, da påvirkningen ikke vil have nogen effekt på det bentiske faunasamfund som helhed. Dette gælder både projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren.

13.3.3. Vurdering af påvirkningerne i demonteringsfasen

Havvindmølleparken forventes at have en levetid på 30–35 år. De nærmere detaljer for, hvorledes demontering skal foregå, er endnu ikke besluttet, men alle kabler, transformerplatformen og selve vindmøllerne skal fjernes, hvilket vil medføre resuspension af sediment, sedimentation og forstyrrelse af havbunden, som potentielt vil kunne påvirke flora- og faunasamfundene i området.

Omfanget af påvirkningerne vil i stor udstrækning være sammenlignelige med påvirkninger i anlægsfasen. Derfor vurderes fysisk forstyrrelse, suspenderet sediment og sedimentaflejring at være mindre end eller tilsvarende til anlægsfasen (se afsnit 13.3.1). De mulige påvirkninger vurderes derfor at være de samme som for anlægsfasen.

13.4. Sammenfattende vurdering

Vurderingerne af påvirkninger på havbundens flora og fauna som følge af anlægs-, drift- og demonteringsfasen af Thor Havvindmøllepark er opsummeret i Tabel 13.6.

Scenarie 1 for installation af ilandføringskabler er benyttet som grundlag for vurderingen af påvirkninger, der skyldes spredning af sediment i vandfasen og sedimentation på havbunden, se afsnit 10.3.1. Sammenligningen af scenarie 1 og scenarie 2 viser, at sedimentspredningen og sedimentationen på havbunden er næsten ens, men at scenarie 1 dog giver marginalt større sedimentspredning og sedimentation end scenarie 2, se afsnit 10.3.2. De vurderede påvirkninger fra sedimentspild på havbundens flora og fauna vurderes som *ingen*, *ubetydelig* eller *lille* og dermed *ikke væsentligt*, og gælder således også hvis scenarie 2 anvendes for installation af ilandføringskablerne.

Tabel 13.6: Opsummering af vurderinger af påvirkninger på havbundens fauna, som følge af anlæg-, drifts- og demonteringsfase for Thor Havvindmøllepark. Ingen af de vurderede påvirkninger er væsentlige.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Fysisk forstyrrelse af havbunden	Anlæg	Lille/ubetydelig
	Drift	Ingen
	Demontering	Lille/ubetydelig
Suspended sediment	Anlæg	Ubetydelig
	Drift	Ingen
	Demontering	Ubetydelig
Sedimentaflejringer	Anlæg	Ubetydelig
	Drift	Ingen
	Demontering	Ubetydelig
Permanent habitataændring	Anlæg	Ingen
	Drift	Lille
	Demontering	Ingen
Risiko for invasive arter	Anlæg	Ingen
	Drift	Lille
	Demontering	Ingen
Elektromagnetiske felter	Anlæg	Ingen
	Drift	Ubetydelig
	Demontering	Ingen
Opvarmning fra kabler	Anlæg	Ingen
	Drift	Ubetydelig
	Demontering	Ingen

13.5. Kumulative effekter

I forhold til potentielle kumulative effekter på de bundlevende samfund, er det relevant at nævne sedimentspild (suspended og aflejret) i anlægsfasen samt risiko for introduktion og spredning af ikke-hjemmehørende arter til danske farvande. Følgende projekter, der er beskrevet i afsnit 3.2.5 om kumulative effekter, kan sammen med Thor Havvindmøllepark potentielt medføre kumulative effekter i forhold til marin flora og fauna:

- Kystdirektoratets kystbeskyttelsesprojekt langs den jyske vestkyst
- Råstofvindning fra Husby Klit (områdenr. 578-AA), Ferring (områdenr. 562-AD) og Jyske Rev E (områdenr. 562-KD)
- De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Syd og Vesterhav Nord
- Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan

Kystdirektoratets (KDI) program for kystbeskyttelse på strækningen mellem Lodbjerg-Nymindegab kan potentielt operere i nærheden af området, hvor kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark anlægges (Rambøll, 2020).

Sandfodring vil i givet fald bidrage med suspenderet materiale og sedimentaflejring i kystzonen ud over det, som er beskrevet ovenfor (kapitel 10 om bundtopografi og sediment og 13 om marin flora og fauna). Det er oplyst, at bygherre vil koordinere anlægsarbejdet med KDI, således at der ikke sandfodres samtidig med anlægsaktiviteterne. Dette kan dog blot øge varigheden af en påvirkning i et givent område, hvis projekterne udføres i forlængelse af hinanden. Det vurderes dog, at det arealmæssige omfang og varigheden af sedimentspild vil begrænse sig til områder i umiddelbar nærhed af anlægsaktiviteterne. Dette vil under alle omstændigheder kun berøre den kystnære zone, som i forvejen oplever de største naturlige omlejring af sediment. Det vurderes derfor, at eventuelle kumulative påvirkninger med KDIs kystbeskyttelsesprogram vil være *ubetydelige*.

Inden for 20 km fra Thor Havvindmøllepark er der to råstofvindingsområder 562-AD (Ferring) og 578-AA (Husby Klit), hvor Kystdirektoratet indvinder sand til sandfodringen, samt et fællesområde Jyske Rev E (områdenr. 562-KD). Det kan ikke afvises at råstofvindning vil kunne foregå i anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark, men områderne ligger så langt væk fra projektområdet for havvindmølleparken og fra kabelkorridoren, at sedimentspredning ikke vil forekomme indenfor samme geografiske område, og vil dermed ikke medføre en kumulativ påvirkning.

Øget sedimentspild i forbindelse med anlæg af Thor Havvindmøllepark kan i kumulation med etablering af Vesterhav Syd og Vesterhav Nord skabe øget sedimentspild. Der er dog ikke et tidligt overlap mellem anlægsfaserne for de to kystnære parker og Thor Havvindmøllepark, og sedimentspild vil ikke kumulere projekterne imellem. Sandsynligheden for, at anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark og anlægsfasen for andre fremtidige havvindprojekter i de udlagte udviklingszoner (jf. Danmarks Havplan) pågår på samme tid, vurderes som lille, og en kumulativ effekt af sedimentspredning som følge af sammenfald i tid og sted, vurderes ikke sandsynlig.

En række andre havvindmølleprojekter vil bidrage til det samlede areal af permanente habitattab i Nordsøen som helhed. Grundet projekternes geografiske spredning vil denne påvirkning blive fordelt på forskellige typer af bundlevende samfund afhængigt af områdernes fysiske karakteristika. I Thor Havvindmøllepark er fodaftrykket af havvindmølleparken (inklusiv beskyttelse af kabler) svarende til 0,1 % af projektområdets areal. Et yderligere bidrag fra igangværende projekter i Nordsøen vurderes ikke at ændre på, at påvirkningsgraden er lille.

En række danske og udenlandske havvindmølleprojekter og -planer i Nordsøen vurderes tilsammen at være af et sådant geografisk omfang, at det øger sandsynligheden for, at havvindmøllernes hårdbundstrukturer i fremtiden kan fungere som trædesten for introduktion og spredning af ikke-hjemmehørende arter til danske farvande. Problemstillingen er for nyligt rejst af Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE), som anbefaler, at der udarbejdes en risikovurdering af den samlede udbygningsplan af havvindmøller i Danmark i forhold til utilsigtet introduktion af ikke-hjemmehørende arter (Dahl, 2022). Dette med henblik på vurdering af behovet for målrettet overvågning og udarbejdelse af tekniske retningslinjer.

Ligeledes vil den potentielle udbygning af havvind, som der er langt op til havplanen, føre til en forøgelse i arealet med strømførende kabler i havbunden. Eftersom ændringen i de elektromagnetiske felter (EMF) kan have betydning for elektro- og magnetosensitive bundlevende arter, kan den øgede arealmæssige udbredelse af søkabler potentielt medføre en kumulativ effekt på disse arter. Den eksisterende viden om emnet er dog ikke enslydende, og mere detaljerede og målrettede undersøgelser af mulige langtidseffekter vil kunne give en højere sikkerhed i de fremtidige vurderinger af særligt de magnetosensitive arter, hvor migration er en væsentlig del af deres livscyklus, herunder f.eks. hestereje (*Crangon crangon*) og taskekrabbe (*Cancer pagurus*). Sådanne studier kunne foregå gennem *in situ* undersøgelser (van Hal, Volwater, & Neitzel, 2022; Rijkswaterstaat, 2020; Hutchison Z., Gill, Sigray, He, & King, 2020) i kombination med kontrollerede laboratoriestudier af relevante arter ved realistiske EMF niveauer.

13.6. Afværgeforanstaltninger

Det er vurderet, at der ikke vil være væsentlige påvirkninger på marin flora og fauna som følge af anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark. Der er derfor ikke behov for afværgeforanstaltninger.

13.7. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Grundlaget for vurderingerne vurderes at være tilstrækkeligt.

14. Fisk

I nærværende kapitel beskrives eksisterende viden om fisk og fiskesamfundene i de områder, som vil blive berørt af havanlægget for Thor Havvindmøllepark. Eksisterende viden er en forudsætning for at kunne vurdere påvirkningerne på fiskesamfundene som følge af anlægget. I afsnittet om eksisterende forhold beskrives således forekomsten af fisk i projektområdet for Thor Havvindmøllepark samt de nærliggende områder, ligesom at områdets eventuelle betydning som gyde- og opvækstområde for fiskesamfundene beskrives. Endvidere beskrives områdets betydning for truede eller beskyttede fiskearter. Projektets potentielle påvirkninger på fisk vurderes herefter på baggrund af den eksisterende viden.

Anlægsaktiviteterne kan påvirke fisk på grund af støj ved nedramning af monopæle fundamenter i havbunden. Undervandsstøjen kan medføre maskering af fiskenes kommunikationslyde, adfærsændringer, høreskader og i yderste konsekvens fysisk skade med død til følge. Ligeledes kan sedimentpild samt midlertidige ændringer af de marine habitater i anlægsfasen påvirke fiskene i området.

I driftsfasen kan påvirkninger forårsages af ændringer eller tab af habitat som følge af indførslen af hårbundssubstrat. Prædationstrykket på fisk kan stige, hvis antallet af rovdyr i parkområdet stiger som følge af forbedrede fødesøgningsmuligheder. Der kan forekomme forstyrrelser fra støj, vibrationer og elektromagnetiske felter. Desuden er det behandlet, om mølletårne og vinger fra møllerne kan have en eventuel skyggepåvirkning af fisk i de frie vandmasser.

I demonteringsfasen vil påvirkningerne være sammenlignelige med påvirkningerne fra anlægsaktiviteterne, dog med den væsentlige forskel, at der ikke vil forekomme undervandsstøj i forbindelse med nedramning af fundamenter.

14.1. Metode og datagrundlag

Beskrivelse og vurderinger af fisk og fiskesamfundene i og omkring projektområdet for havvindmølleparken baseres på de tekniske rapporter "Fish and fish populations" samt "Benthic fauna and flora", som er udarbejdet i forbindelse med feltundersøgelser forud for miljøvurdering af Planen for Thor Havvindmøllepark (Rambøll, 2021d; Rambøll, 2021c). Derudover er beskrivelsen af fiskesamfund suppleret med nyere oplysninger fra det kommercielle fiskeri i området samt anden relevant litteratur, der repræsenterer studier og viden for området, herunder blandt andet følgende:

- Fiskeatlas: Danske Saltvandsfisk (Statens Naturhistoriske Museum, 2022) og referencer heri.
- Vesterhav Nord vindmøllepark – Miljøkonsekvensrapport (WSP, 2020a).
- Vesterhav Syd vindmøllepark – Miljøkonsekvensrapport (WSP, 2020b).
- Fiskebestandenes struktur. Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv (Warnar, et al., 2012).
- Gyde- og opvækstpladser for kommercielle fiskearter i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat (Worsøe, Horsten, & Hoffmann, 2002).
- Analysis of marine protected areas – in the Danish part of the North Sea and the Central Baltic around Bornholm. Part 1: The coherence of the present network of MPAs (Edelvang, et al., 2017).
- Identifying sandeel *Ammodytes marinus* sediment habitat preferences in the marine environment (Holland, Greenstreet, Gibb, Fraser, & Robertson, 2005).
- Species factsheet (ICES, 2022a).

Projektområdets nuværende betydning som potentielt gyde-, fouragerings- og opholdsområde for de observerede fiskearters bestande beskrives. Til miljøvurderingerne af påvirkninger af fisk i anlægsfasen er der taget udgangspunkt i sedimentspild (suspension af sediment og sedimentation) som følge af installationsarbejdet og undervandsstøj fra nedramning af fundamenterne. I driftsfasen tages udgangspunkt i midlertidig og permanent inddragelse og ændring af habitater som følge af nedlægning af kabler, installation af vindmøllefundamenter, herunder etablering af nye hårdbundshabitater i form af vindmøllefundamenter og erosionsbeskyttelse. Endvidere tages udgangspunkt i elektromagnetiske felter omkring kablerne (EMF), skyggekast fra vindmøllevinger og -tårne samt mulig øget prædation.

Vurderinger af påvirkninger som følge af sedimentspredning fra anlægsaktiviteter i havbunden er baseret på information i kapitel 10 (bundtopografi og sediment). Vurderinger af påvirkning af fiskenes fødegrundlag er baseret på vurderinger af påvirkningen af bundfauna (kapitel 13). For at vurdere undervandsstøjens påvirkning på fisk, er der foretaget en modellering af undervandsstøjens udbredelse med modelleringsværktøjet dBsea. Modelleringen er udført efter Energistyrelsen guideline for undervandsstøj i forbindelse med nedramning af pælefundamenter (Energistyrelsen, 2022c). I modellen er der inkluderet områdespecifikke informationer om dybdeforhold (bathymetri), saltholdighed (salinitet) samt temperatur og sedimentsammensætning. Modelleringen er udført for april måned, som er den måned indenfor bygherres angivne tidsramme for nedramning, hvor undervandsstøjudbredelsen er størst vurderet ud fra lydprofiler over året. For en nærmere beskrivelse af undervandsstøjmodelleringen henvises til den tekniske rapport om undervandsstøj (NIRAS, 2023b). Vurderingen af påvirkningen af undervandsstøj på fisk er dermed baseret på det scenarie, hvor undervandsstøjudbredelsen er størst.

I miljøvurderingerne er der fokuseret på de fiskearter, der forekommer i projektområdet baseret på fiskeri og fiskeundersøgelser samt fiskearter som forventes at forekomme i projektområdet baseret på eksisterende viden. Der er særlig fokus på fiskearter, som er mest følsomme overfor den enkelte påvirkning, fisk som gyder i eller i nærheden af projektområdet for Thor Havvindmøllepark, eller benytter området som yngelopvækstområde. Derudover er der fokus på de tidlige fiskestadier (fiskeæg, fiskelarver og yngel), som ofte er mere sårbare over for eksempelvis sedimentspild.

14.2. Eksisterende forhold

Fisk har forskellige levevis og kan overordnet set inddeles i tre grupper:

- Pelagiske fiskearter, der lever i de frie vandmasser.
- Bentiske/demersale fiskearter, der er knyttet til havbunden. Denne gruppe af bundlevende/demersale arter er langt større i antal end antallet af pelagiske arter.
- Fisk, der permanent eller periodevis i forbindelse med deres livscyklus, lever omkring vegetationen på stenrev.

Havbunden kan ligeledes inddeles i forskellige habitattyper, hvortil der er knyttet specifikke fiskesamfund. Overordnet er disse habitattyper:

- Blødbund (mudder, fint sand/sand)
- Blandet bund, som i varierende grad, er en blanding af grus/sand/småsten (også kaldet "mosaikbund")
- Stenrev (stendækningen >25 %) med større sten som giver skjul og fødemuligheder og som egner sig til fastsiddende makroalgeforekomster og epifauna (dyr som lever på stenene)

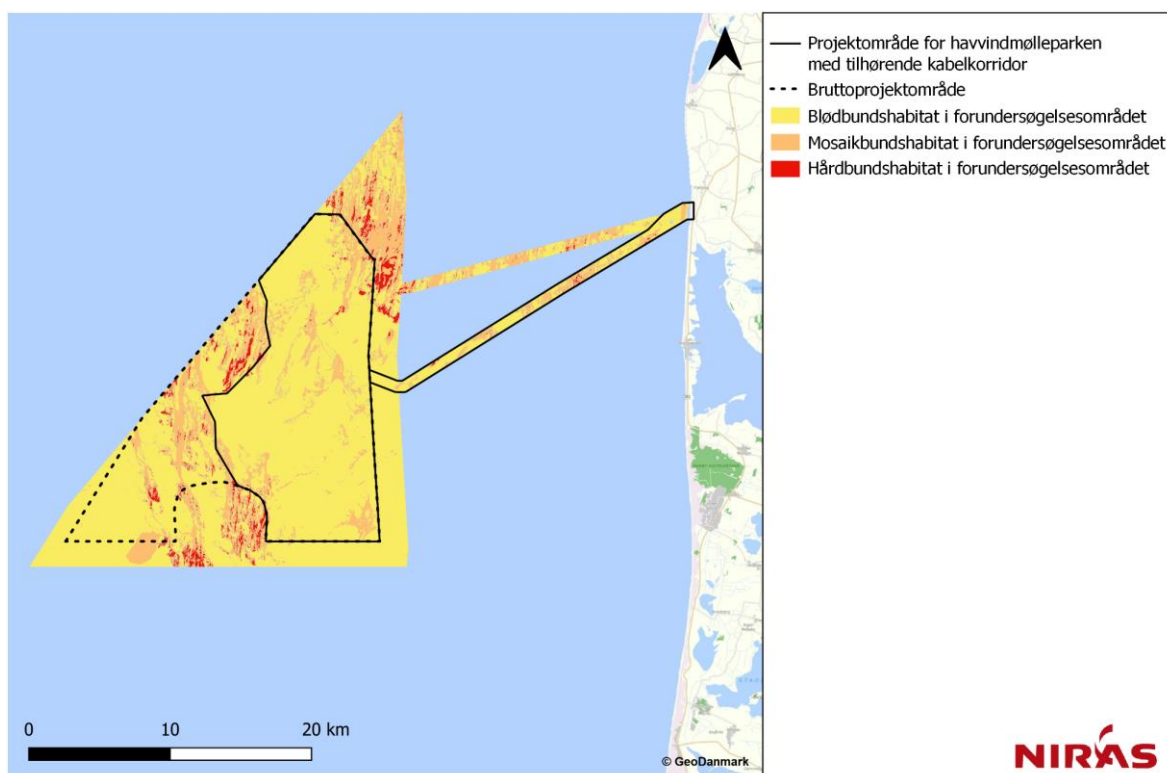
Forundersøgelser i projektområdet for Thor Havvindmøllepark viser, at havbunden i området består af seks forskellige sedimenttyper, som hver især er karakteristiske for enten blødbundshabitat, mosaikbund eller stenrev (Rambøll,

2021c) (Tabel 14.1). Havbund med en stendækning på 10-25 % (sedimenttype 3), som grænser op til et stenrev med >25 % stendækning (sedimenttype 4), karakteriseres som en del af stenrevet, og derfor er disse to substrattyper slået sammen som stenrev. Forundersøgelserne viser, at blødbundshabitat (her sandbund) dominerer i både mølleområdet og kabelkorridoren. Således udgør blødbundshabitat 75 % af mølleområdet og godt 56 % af kabelkorridoren. Mosaikbund udgør næstmest af forundersøgelserområdet, da denne habitattype udgør 21 % og 40 % af hhv. mølleområdet og kabelkorridoren. Habitattypen "stenrev" findes i meget lille grad i projektområdet for Thor Havvindmøllepark og <4 % af mølleområdet og <3 % af kabelkorridoren består af stenrev og hårbundssubstrat (Figur 14.1).

Tabel 14.1: Fordelingen af habitattyper i projektområdet for Thor Havvindmøllepark baseret på forundersøgelser i området (Rambøll, 2021c).

Habitattype	Sedimenttype*	% af forundersøgelserområde	% af kabelkorridor
Blødbund	1b	75	56
	1c	-	<1
Mosaikbund	2a	14	26
	2b	7	14
Stenrev	3	3	2
	4	<1	<1

*Se Rambøll (2021c) for beskrivelse af kriterier for sedimenttyperne.



Figur 14.1: Habitattyperne i projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Habitattypen "blødbund" er dominerende i både mølleområdet og i kabelkorridoren efterfulgt af "mosaikbund". Stenrev er kun repræsenteret i meget lille grad og er her illustreret sammen med mosaik bund á 10-25 % stendækning (sammen kaldet hårbundshabitat). Substrattyper hentet fra (Rambøll, 2021c).

14.2.1. Fiskearter i og omkring forundersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark

Der er registreret cirka 230 fiskearter i Nordsøen (Walday & Kroglund, 2002). Den største artsdiversitet findes i den Vestlige Nordsø, i Skagerrak samt i Norske Rende (Edelvang, et al., 2017), men kun en mindre andel af de registrerede arter forekommer regelmæssigt. Det forventes, at omkring 90 forskellige fiskearter i løbet af et år kan registreres i projektområdet for Thor Havvindmøllepark og særligt i farvandet mellem vestkysten og forundersøgelsesområdet, hvor artsdiversiteten er høj (Rambøll, 2021d). I forbindelse med forundersøgelserne af projektet for Thor Havvindmøllepark blev der gennemført undersøgelser for at indhente viden om projektområdets betydning for fisk og fiskesamfund (Rambøll, 2021d).

Under forundersøgelserne blev 31 forskellige arter fanget (Tabel 14.2), hvor fladfisk (primært rødspætte, ising og glastunge) udgjorde den dominerende andel. I efteråret udgjorde fladfisk 90 % af den samlede fangst, hvor den samlede fangst i foråret dog også var repræsenteret af 25 % andre arter end fladfisk (Rambøll, 2021d). At fladfisk er repræsenteret i høj grad i forundersøgelsesområdet er forventeligt grundet fladfishs overordnede præference for blødbund og/eller mosaikbunds habitater, som netop udgør store dele af området.

Tabel 14.2: Arter, som blev fanget i forbindelse med forundersøgelserne i foråret og efteråret 2020 (Rambøll, 2021d).

Art	Videnskabeligt navn	Forår	Efterår
Rødspætte	<i>Pleuronectes platessa</i>	X	X
Makrel	<i>Scomber scombrus</i>	X	
Slethvarre	<i>Scophthalmus rhombus</i>	X	X
Torsk	<i>Gadus morhua</i>	X	X
Ising	<i>Limanda limanda</i>	X	X
Stribet fløjfisk	<i>Callionymus lyra</i>	X	X
Tunge	<i>Solea solea</i>	X	X
Håising	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	X	
Femtrådet havkvabbe	<i>Ciliata mustela</i>	X	
Plettet tobiskonge	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	X	
Kysttobis	<i>Ammodytes tobianus</i>	X	X
Fjæsing	<i>Trachinus draco</i>	X	
Grå knurhane	<i>Eutrigla gurnardus</i>	X	X
Panserulk	<i>Agonus cataphractus</i>	X	X
Rødtunge	<i>Microstomus kitt</i>	X	X
Lille fjæsing	<i>Echiichthys vipera</i>	X	X
Havtobis	<i>Ammodytes marinus</i> Raitt	X	
Kortfinnet fløjfisk	<i>Callionymus reticulatus</i>	X	
Sandkutling	<i>Pomatoschistus minutus</i>	X	X
Tungevarre	<i>Arnoglossus laterna</i>	X	X

Almindelig ulk	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	X	X
Glastunge	<i>Buglossidium luteum</i>	X	X
Plettet fløjfisk	<i>Callionymus maculatus</i>	X	
Rød knurhane	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	X	X
Hvilling	<i>Merlangius merlangus</i>	X	X
Kuller	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>		X
Hestemakrel	<i>trachurus trachurus</i>		X
Stribet mulle	<i>Mullus surmuletus</i>		X
Langtornet ulk	<i>Taurulus bubalis</i>		X
Småhvarre	<i>Phrynorhombus norvegicus</i>		X
Pighvarre	<i>Scophthalmus maximus</i>		X

Arter som sild (*Clupea harengus*) og brisling (*Sprattus spattus*) blev ikke fanget i forbindelse med forundersøgelserne, da trawlet primært var tilpasset fangst af bentiske fiskearter. Begge arter er dog stærkt repræsenteret i projektområdet for Thor Havvindmøllepark, som det ses både fra det kommercielle fiskeri (ICES, 2022b) og fra forundersøgelser ved havvindmølleparkerne Vesterhav Nord og Syd (WSP, 2020a; WSP, 2020b; Rambøll, 2021d). Generelt er artsrepræsentationen af fisk i projektområdet for Thor Havvindmøllepark sammenlignelig med den i projektområderne for de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Syd og Vesterhav Nord og ligeledes de generelle arter for Nordsøen. Nøglearter i projektområdet for Thor Havvindmøllepark baseret på forundersøgelser, det kommercielle fiskeri og litteraturen vurderes således at være sild, brisling, tobis, rødspætte, ising, torsk, tunge, glastunge, sandkutling og pighvar, og arternes generelle biologi er beskrevet nærmere i den tekniske rapport (Rambøll, 2021d). Ved nøglearter skal forstås arter, som enten er talrige i Nordsøen, vigtige for områdets fiskeri og/eller som er karakteristiske for forundersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark.

14.2.2. Gyde- og opvækstområder

I gydeperioderne samles fisk typisk på artsspecifikke gydepladser. Gydetidspunkt og varigheden af gydeperioden er artsspecifik, men bliver typisk afviklet inden for 3-4 måneder og for de fleste af arterne primært i årets første halvdel. Arter, der gyder oppe i vandmasserne (pelagiske gydere) såsom de fleste fladfiskearter, torsk, brisling m.fl. (se Tabel 14.3), gyder ofte et meget stort antal æg i de frie vandmasser, hvor de klækkes og larverne udvikles videre.

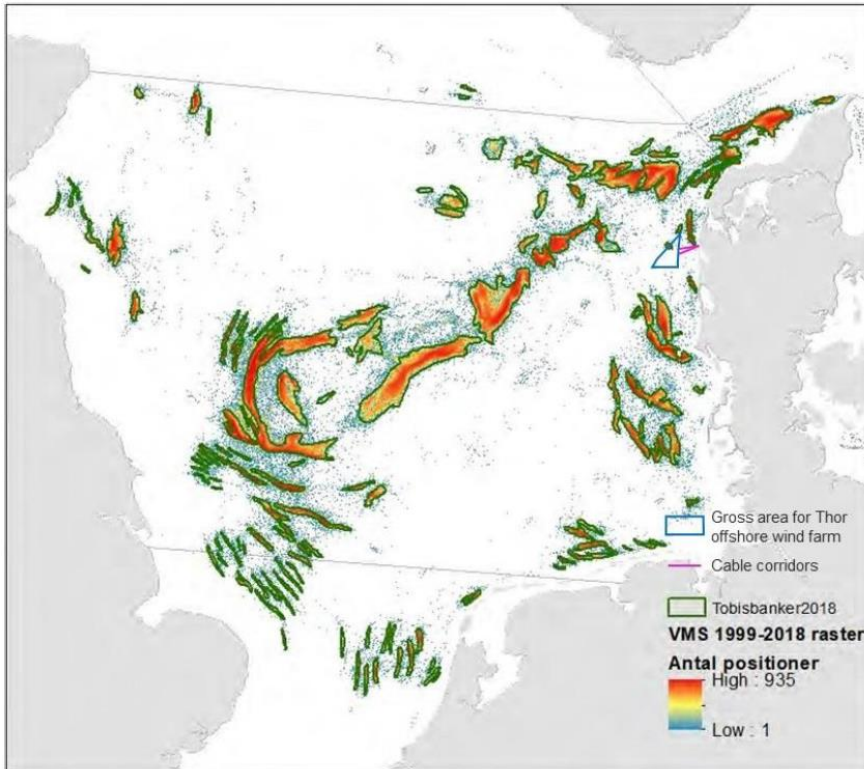
Gydeområderne er oftest store og kan flytte sig fra år til år afhængigt af hydrografiske forhold som strøm og temperatur (Warnar, et al., 2012). Gydeområder som disse vurderes at være mindre sårbare overfor forstyrrelser sammenlignet med bentiske/dermersale gydepladser, hvor æg af bundlevende arter, såsom tobis og sandkutling, klæber sig fast til substratet (Carl & Møller, 2019a; Møller, Warnar, Hintze, Fietz, & Munk, 2019). Størstedelen af arterne i området gyder pelagisk (Rambøll, 2021d).

Tabel 14.3: Oversigt over gydeperioder i Nordsøen for et udvalg af de arter, som forventes at gyde i og omkring forundersøgelingsområdet og projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Fiskeatlas, 2022).

Fiskeart	Gydetidspunkt												Gydeadfærd	Habitatpræference	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
Brisling														Pelagisk	-
Tobis														Dermasal	Blødbund
Rødspætte														Pelagisk	Blødbund
Ising														Pelagisk	Blødbund
Torsk														Pelagisk	Mosaikbund
Tunge														Pelagisk	Blødbund
Glastunge														Pelagisk	Blødbund
Sandkutling														Dermasal	Blødbund
Pighvar														Pelagisk	Mosaikbund

Ifølge Warnar et al. (2012) indgår hele forundersøgelingsområdet i et større gydeområde for torsk, som fordeler sig over store dele af Nordsøen, men forundersøgelingsområdet i sig selv anses ikke for et særligt vigtigt gydeområde. Tobis lever og gyder ved bunden. Arten har en præference for grovere sandbund og er fraværende i områder, hvor der findes fint mudder og finkornet sand, hvis det udgør mere end 10 % af sedimentet (Holland, Greenstreet, Gibb, Fraser, & Robertson, 2005). Derfor kan dele af forundersøgelingsområdet og særligt projektområdet for havvindmølleparken udgøre et leve- og gydeområde for tobis, da store dele består af sandbund, som det også er gældende for andre dele af Nordøen. Tobis er dog en af de arter i Nordsøen med særligt velafgrænsede leveområder. Fiskeriet efter tobis i Nordsøen finder netop sted i artens velafgrænsede leveområder, og her overlapper kun en lille del af fiskeriet med projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Figur 14.2). Større leve- og gydeområder findes syd og vest for projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

Ingen af de fisk, som blev fanget i forbindelse med forundersøgelserne i april og september 2020, var gydemodne bortset fra enkelte ising. Havde området været et vigtigt gydeområde for ising, ville det være forventeligt med fangst af flere gydemodne individer under forårsfangsten, som fandt sted i starten af artens gydeperiode. Forundersøgelingsområdet anses derfor ikke som et vigtigt gydeområde for ising eller for andre fiskearter. På denne baggrund vurderes det, at projektområdet for Thor Havvindmøllepark i sig selv ikke er et vigtigt gydeområde for fiskearter, men i stedet er en del af et større ikke velafgrænset gydeområde, som dækker store dele af Nordsøen, for adskillige arter.



Figur 14.2: Fiskeriet efter tobis i Nordsøen, som ligeledes er sammenfaldende med de velafgrænsede områder, som tobis lever og gyder i (Rambøll, 2021d).

Forundersøgelsesområdet og særligt projektområdet for havvindmølleparken, hvor forekomsten af blødbund er høj, vurderes som et relevant opvækstområde for arter som ising, tungevarre og grå knurhane (Rambøll, 2021d). Her blev registreret juvenile individer af disse arter. Tungevarre og grå knurhane sameksisterer med voksne individer af egen art i deres udbredelsesområde (inklusive forundersøgelsesområdet), og der er i litteraturen derfor ikke udpeget nogle konkrete opvækstområder for de to arter (Baltus & Van der Veer, 1995; ICES, 2022c). For ising blev 1-årige, 2-årige og 3-årige individer registreret under forundersøgelserne for havvindmølleparken om foråret. Om efteråret blev der ligeledes registreret årsrekrutter (dvs. 0-årige), mens 3-årige ikke længere blev registreret. Det tyder derfor på, at projektområdet for havvindmølleparken benyttes som opvækstområde for ising. Fangsten af juvenile ising var dog lav, og områdets betydning som opvækstområde vurderes ligeledes at være lav (Rambøll, 2021d).

Det lave vand fra vestkysten og ud til 3-4 meters dybde, som kabelkorridoren krydser, er opvækstplads for yngel af eksempelvis rødspætte og tunge i Nordsøen. De vigtigste opvækstområder for disse arter findes dog længere syd på i Vadehavet (Worsøe, Horsten, & Hoffmann, 2002; ICES, 2022d). Yngel af pighvar og hvilling optræder også hyppigt på det lave vand langs kysten.

14.2.3. Beskyttede fiskearter

Habitatdirektivet sikrer beskyttelse af sjælden, truet eller endemisk flora og fauna tillige med beskyttelse af specifikke habitattyper og EU-medlemslandene er forpligtet til at beskytte dem i overensstemmelse hermed. De specifikke arter er opført på habitatdirektivets bilag II, bilag IV og bilag V. Arter opført på bilag II skal beskyttes inden for områder (Natura 2000-områder), der er anvist til at beskytte dem og deres levesteder. Arter opført i bilag IV er strengt beskyttede både inden for og uden for de områder, der er tildelt dem, mens arter opført på bilag V skal forvaltes på en måde, så udnyttelse ikke forhindrer arten i at opretholde en gunstig bevaringsstatus. Slutteligt

opretholder Danmark en rødliste over danske arter, for at kunne opfylde Danmarks forpligtelser forbundet med ratificering af Biodiversitetskonventionen i 1992 (Moeslund, E., Nygaard, & Ejrnæs, 2020).

I Tabel 14.4 vises en oversigt over fiskearter, som er listet på bilagene i habitatdirektivet og/eller på den danske rødliste og som kan findes langs den jyske vestkyst og dermed sandsynligvis også i projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

Tabel 14.4: Fiskearter, registreret ved den jyske vestkyst, som er på habitatdirektivets bilag II, IV og V (Rådets direktiv 92/43/EØF) og/eller på den danske rødliste (Moeslund J. N.-C., 2023). NA=ikke relevant, LC=Livskraftig, DD=Utilstrækkelig Data, NT=Næsten Truet, VU=Sårbar, EN=Truet CR=Kritisk Truet.

Art	Videnskabeligt navn	Habitatdirektivets Bilag			Rødlisterkategori
		II	IV	V	
Laks	<i>Salmo salar</i>	x		x	LC
Havlampret	<i>Petromyzon marinus</i>	x			DD
Flodlampret	<i>Lampetra fluviatilis</i>	x		x	LC
Europæisk stør	<i>Acipenser sturio</i>	x	x		NA
Snæbel	<i>Coregonus oxyrhynchus</i>	x	x		EN
Stavsild	<i>Alosa fallax</i>	x		x	LC
Majsild	<i>Alosa alosa</i>	x		x	NA
Pighaj	<i>Squalus acanthias</i>				EN
Sildehaj	<i>Lamna nasus</i>				VU
Sømrøkke	<i>Raja clavata</i>				NT
Almindelig skolæst	<i>Coryphaenoides rupestris</i>				CR
Europæisk ål	<i>Anguilla anguilla</i>				CR

Projektområdet for Thor Havvindmøllepark krydser ingen marine Natura 2000-områder. Natura 2000-område nr. 220: Sandbanker ud for Thorsminde er det nærmeste marine Natura 2000-område i forhold til projektområdet for Thor Havvindmøllepark, og det ligger 300 meter syd for den planlagte kabelkorridor. Udpegningsgrundlaget rummer ingen af fiskearterne i Tabel 14.4, og området er udpeget for at beskytte naturtypen "sandbanke" (Miljøstyrelsen, 2020a). De resterende marine Natura 2000-områder ligger mere end 20 km væk. Beskrivelse og vurdering i forhold til Natura 2000 behandles i kapitel 23.

Snæbel og europæisk stør er listet på habitatdirektivets bilag IV. Snæbel findes kun i Vadehavet, i de sydlige dele af Danmarks vestkyst og de store vandløb, der løber ind i disse områder, og vil således ikke berøres af projektet for Thor Havvindmøllepark. Den europæiske stør lever primært kystnært, og inden for de seneste par årtier har der været flere registreringer af arten langs den danske vestkyst (Møller & Carl, 2019). De registrerede individer stammer sandsynligvis fra den tyske flod Elben, hvor en udsætningskampagne startede i 2007, og stigningen i registreringen i Nordsøen forventes at være et resultat af dette. Det foretrukne levested for europæisk stør, mens de er på havet, er blødbundsområder med en dybde på mindre end 50 m, hvor de lever af benthiske organismer (Møller & Carl, 2019). Dette er det primære substrat inden for forundersøgelsesområdet, og historisk er der registreret europæisk stør blot en enkelt gang i forundersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark (Rambøll, 2021d). Grundet de sjældne registreringer vurderes projektområdet for Thor Havvindmøllepark ikke at have særlig betydning for eller

medføre en negativ påvirkning på europæisk stør. Beskrivelse og vurdering i forhold til habitatdirektivets bilag IV findes i kapitel 24.

Skolæst og europæisk ål er begge listet som kritisk truet på den danske rødliste (Moeslund J. N.-C., 2023). Ingen af arterne forekommer på habitatdirektivets bilagslister. Skolæst er en dybhavsfisk og findes hovedsageligt i de dybe vande i Skagerrak og Norske Rende på 400-1000 meters dybde (Carl & Møller, 2019b). Europæisk ål kan findes i alle danske farvande, men arten er primært knyttet til det lave kystnære vand og har altid været fåtallig langs Vestkysten (Pedersen & Carl, 2019). Skolæst og europæisk ål vil således ikke berøres i forhold til nærværende projekt.

Den truede pighaj og næsten truede sømrokke er begge registreret i eller omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Carl & Møller, 2019c; Carl & Møller, 2019d). Pighajen foretrækker dog oftest mudderbund, som stort set ikke findes i forundersøgelingsområdet, og antallet af registreringer af arten stiger på dybere vand og i den sydlige Nordsø. Sømrokken derimod kan findes på både mudder-, sand- og mosaikbund og på dybder fra helt lavt vand til store dybder, og området for Thor Havvindmøllepark udgør blot en del af artens udbredelsesområde. Sømrokker lægger sine æg kystnært på hårdbundssubstrat, og derfor udgør projektområdet for Thor Havvindmøllepark ikke et egnet yngleområde for arten. Udbredelsen af den sårbare pelagiske sildehaj i Nordsøen menes primært at være langt fra kysten på dybder over 50 m, og arten lever oceanisk (Carl & Møller, 2019e). Arten er dog registreret nær projektområdet for Thor Havvindmøllepark, men området udgør, ligesom for sømrokken, blot noget af artens overordnede udbredelsesområde. I det nordvestlige Atlanterhav er det vist, at sildehajen migrerer ud på dybt vand for at føde sine unger, men det er ukendt, hvor fødslen finder sted i Nordsøen.

14.3. Påvirkninger fra fjernelse af UXO

Potentielt kan der være behov for at fjerne ueksploderet ammunition (UXO) før installationsarbejdet. Vurdering og afværge af sprængning af UXO er beskrevet nærmere i afsnittet for havpattedyr (afsnit 15.3).

Bortsprængning af UXO'er i havet vil generere undervandsstøj, som kan påvirke fisk i form af død eller høreskader. Sprængningen vil medføre en enkeltstående kort, kraftig lyd, som ikke akkumuleres over tid, da der kun springes én UXO ad gangen. Som nævnt i afsnit 15.3 aftager trykket fra chokbølgen hurtigt, men modellering af chokbølgen er nødvendig fra sag til sag for at kunne angive nøjagtige kritiske afstande for påvirkning på fisk.

Ved eventuel UXO sprængning i forbindelse med anlæg af Baltic Pipe er det blevet beregnet, at sprængning af 340 kg TNT kan medføre dødelige skader ud til en afstand på 50 m fra sprængningsstedet i Nordsøen (ved en grænse på 207 dB re 1 $\mu\text{Pa}2\text{s}$ (SEL)) (NIRAS, 2019). I afsnit 15.3 er listet en række afværgetiltag, som kan reducere påvirkningen ved sprængning af UXO på havpattedyr, og disse tiltag vil ligeledes have en gavnlig effekt på påvirkningen af fisk. Herudover kan en påvirkning reduceres, hvis det med sonar (Fish Finder) sikres, at der ikke er stimer af fisk inden for en given sikkerhedszone omkring sprængningsstedet.

En detaljeret vurdering af påvirkninger fra eventuelle sprængninger af UXO foretages særskilt i forbindelse med godkendelse af eventuel bortsprængning, som er en del af Forsvarsministeriets ressortområde. Selve udførelsen af bortsprængningen foretages af den Værnsfælles Forsvarskommando, Marinestaben.

14.4. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

I anlægsfasen vil etablering af møllefundamenter og nedspuling/nedgravning af kabler medføre øget suspenderet sediment i vandfasen, som efterfølgende aflejres på havbunden. Derudover vil der ske en midlertidig inddragelse af habitat egnet for fisk, når sedimentet forstyrres, mens kablerne nedlægges. Når møllefundamenterne og fundamenter til transformerplatformen nedrammes i sedimentet vil det medføre en betydelig forøgelse af

undervandsstøj. Sedimentspild, sedimentation og øget undervandsstøj kan potentielt påvirke fisk og fiskesamfund i projektområdet.

14.4.1. Sedimentspild og sedimentation

Anlæg af vindmøllefundamenterne og det grave- og nedspulingsarbejde, som pågår under nedlægning af kabelnettet mellem møllerne og ilandføringskablerne vil øge koncentrationen af suspenderet sediment i vandsøjlen og kan medføre øget sedimentation.

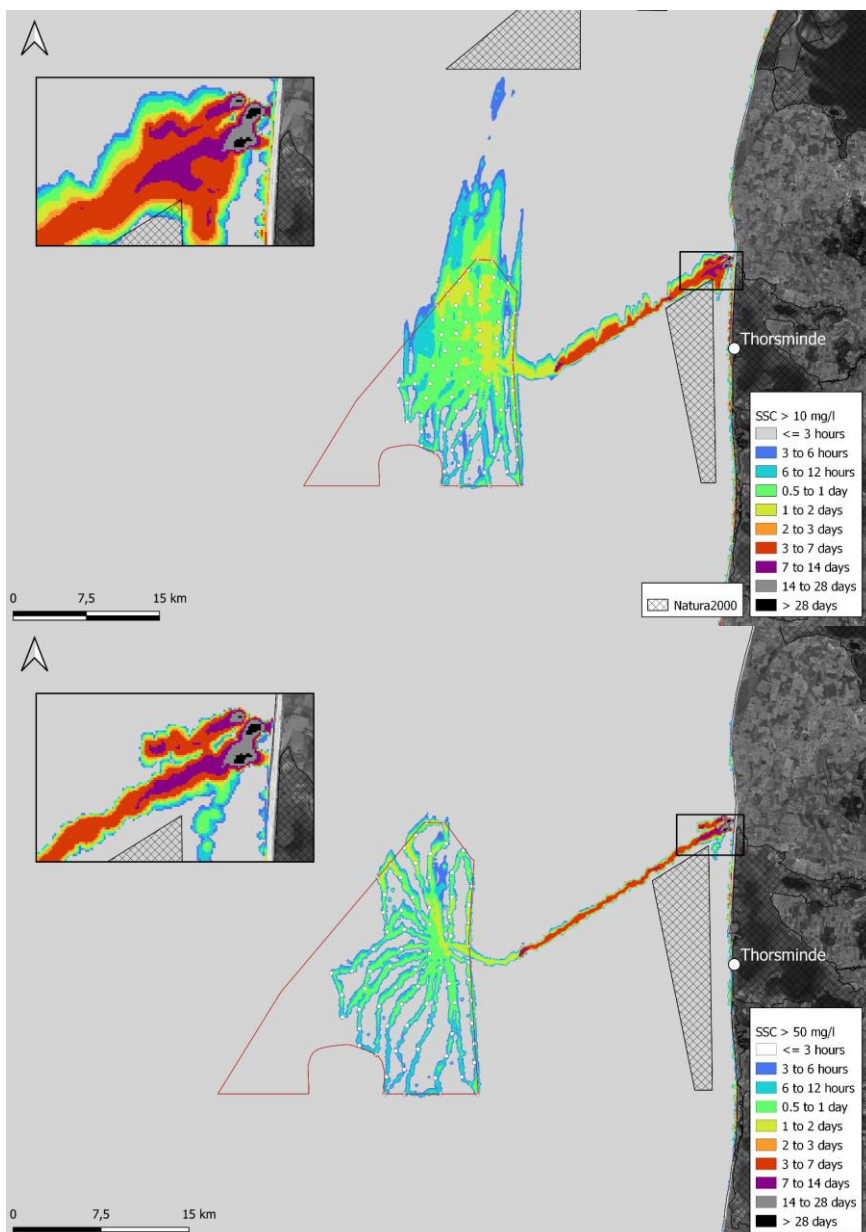
Øget sediment i vandsøjlen kan påvirke iltoptagelsen hos fisk og sedimentet kan klæbe sig fast på pelagiske fiskeæg og få æggene til at synke til bunds. Indirekte kan fisk påvirkes, hvis deres fødeemner påvirkes negativt af sedimentation. Fisks følsomhed ved en påvirkning fra sedimentspild er artsspecifik og typisk relateret til fiskenes levevis. Den samlede effekt af sedimentspild på fisk, æg og larver bestemmes af sedimentkoncentrationer og varigheden af eksponeringen.

Af de mobile pelagiske fisk, som forekommer i projektområdet, har brisling og sild den mindste tolerance over for suspenderet sediment, da arterne fouragerer ved at filtrere føden igennem gællerne. Et ældre studie har vist, at juvenile sild undgår områder, hvor koncentrationer af suspenderet sediment ligger på 9-12 mg/l (Johnston & Wildish, 1981), og i forbindelse med forundersøgelserne for Femern Bælt-forbindelsen blev grænseværdien for undvigeadfærd for pelagiske fiskearter (herunder sild, brisling, hvilling og torsk) sat til 10 mg/l (FEMA, 2013). For fladfisk og andre bentiske fiskearter blev grænseværdien sat til 50 mg/l. For fisk i Nordsøen formodes dette at være et konservativt tal, da arterne forventeligt er tilvænnet områder med høj bølgeeksponering og højere koncentrationer af suspenderet sediment. Æg (pelagiske) og larver, som udsættes for højere sedimentkoncentrationer, er mere sårbare, da mobiliteten er lavere og muligheden for flugt er lavere. Undersøgelser af torskeæg, der er pelagiske, har vist en ændring i opdriften af æggene ved koncentrationer mere end 2-5 mg/l, og en øget dødelighed ved koncentrationer af suspenderet sediment over 100 mg/l (Hansson, 1995; FeBEC, 2013). Laks, som har en anadrom livscyklus, hvor de vandrer mellem fersk- og saltvand, er tilpasset et liv i åer, med naturlig høj turbiditet og de forventes i nogen grad at være tolerante overfor øgede koncentrationer af suspenderet sediment. Et studie af juvenile laks registrerede en flugtrespons ved koncentrationer af suspenderet sediment fra 60 til 180 mg/L (Robertson, Scruton, & Clarke, 2007) men migrerende individer vandrer gennem estuarier med et naturligt højt indhold suspenderet sediment til floder (Gillson, et al., 2022).

I kapitel 10 (bundtopografi og sediment) samt i den tekniske rapport om hydrografi og sediment (NIRAS, 2024) er forholdene omkring suspension og aflejring af sediment i anlægsfasen beskrevet. Nedenfor er foretaget en gennemgang af konklusioner fra rapporten, som er relevante i forhold til projektets potentielle påvirkninger på fisk. Der er taget udgangspunkt i resultater fra modelberegningen af scenarie 1, da sammenligningen af spredning af sediment i vandfasen (afsnit 10.3.2.1) og sedimentation på havbunden (afsnit 10.3.2.2) for scenarie 1 og scenarie 2 viser, at sedimentspredningen og sedimentationen på havbunden er næsten ens, men at scenarie 1 dog giver marginalt større sedimentspredning og sedimentation end scenarie 2. Overordnet set viser resultatet af modelberegningerne, at der vil forekomme forøgede koncentrationer af suspenderet sediment i bundvandet (nederste 10 m) på op til >1.000 mg/l, i umiddelbar nærhed af inter-array kabler og ilandføringskabler. Ved installationen af ilandføringskabler vil det inderste kystnære område (fra stranden og ud til en afstand på ca. 1 km) af kabelkorridoren berøres af sådanne høje koncentrationer i længst tid (op til 4-6,5 uger), og øvrige dele af kabelkorridoren berøres i op til 7 dage, mens det indenfor projektområdet drejer sig om mindre end 2 dage. Et samlet areal på ca. 35 km² vil blive berørt af forøgede koncentrationer på >1.000 mg/l i mere end 6 timer, heraf størsteparten af arealet (>80 %) i mindre end 2 dage (se Tabel 10.3 samt Figur 13.8). Ved ilandføringspunktet kan der momentant registreres maksimale

værdier på ca. 20.000 mg/l, mens der ude i vindmølleområdet momentant registreres maksimale værdier på ca. 3.500 mg/l. Varighed af værdier som disse vil være mindre end 1 time (NIRAS, 2024).

Varigheden af perioden, hvor den forøgede koncentration af suspenderet sediment overstiger 10 og 50 mg/l er op til 2 dage inden for og umiddelbart nord for projektområdet (Figur 14.3). I kabelkorridoren kan perioden, hvor den forøgede koncentration af suspenderet sediment overstiger 10 og 50 mg/l, vare i op til 7 dage, mens den i det mest kystnære område for ilandføringskablerne, kan vare i op til 4-6,5 uger. Ifølge modelestimerne vil samlede arealer på henholdsvis 26,7 km² og 12,4 km² blive udsat for tilsvarende koncentrationer >10 mg/l og >50 mg/l i mere end 2 dage (Tabel 10.3). Den rumlige udbredelse af forøgede koncentrationer på 10 mg/l og 50 mg/l er større end for 1.000 mg/l men den tidsmæssige udbredelse er den samme.



Figur 14.3: Beregnet varighed og udbredelse af koncentrationer af suspenderet sediment: Øverst ses koncentrationer >10 mg/l i de nederste 10 m vandsøjlen og nederst ses koncentrationer >50 mg/l i de nederste 10 m vandsøjlen i forbindelse med etablering af Thor Havvindmøllepark (NIRAS, 2024).

Helt kystnært ved udmundingen af Nissum Fjord ved Thorsminde kan der opstå en øget koncentration af suspenderet sediment på >50 mg/l i et op til et døgn.

Suspenderet sediment i vandsøjlen i forbindelse med installationsarbejdet vil således kun i en meget begrænset periode overstige den naturlige variation, som langs vestkysten af Danmark er estimeret til 0-7 mg/l, men der er målt op til 185 mg/l (Rambøll, 2020). På NOVANA stationer syd for Thor Havvindmøllepark er der målt koncentrationer op til ca. 50-60 mg SS/l og med et gennemsnit på 15-20 mg SS/l (Miljødata.dk, 2022). Nordsøen er dynamisk, og der forekommer jævnligt naturligt høje koncentrationer af suspenderet sediment i vandsøjlen på grund af vind- og bølgepåvirkning. For eksempel i Vadehavet, som er et vigtigt opvækstområde for fladfisk i Nordsøen, måles der ofte koncentrationer af suspenderet materiale på 800-1000 mg/l efter stormvejr (Andersen & Pejrup, 2001).

Den mest sandsynlige effekt af forhøjet suspenderet materiale og sedimentaflejringer vil være undvigeadfærd hos fisk. De forventes at flygte fra de dele af projektområdet, hvor der opstår sedimentspild under konstruktionsarbejdet og vil returnere, når normale forhold igen forekommer. Projektområdet for Thor Havvindmøllepark består primært af sand og med en andel af mosaikbund i kabelkorridoren. I projektområdet forventes især fladfisk og arter som sandkutling, som er tilknyttet blødbundshabitater, at dominere. Fladfisk opholder sig en stor del af tiden nedgravet i sedimentet og er tilpasset et miljø med naturlig høj turbiditet. De er derfor meget tolerante overfor suspenderet sediment i vand og kan tåle betydeligt højere koncentrationer af suspenderet sediment samt sedimentaflejringer end pelagiske arter. Graden af forstyrrelse ved sedimentspild på de arter af fisk, der forekommer på bunden, vurderes derfor at være lokal, kortvarig og reversibel, og påvirkningen som følge af anlægsarbejdet vurderes som *ubetydelig*.

Mængden af suspenderet sediment vil være på et niveau, som sandsynligvis dels vil udløse en flugtrespons hos de fleste fiskearter i pelagiet i nærheden af anlægsaktiviteterne, og dels lokalt vil kunne påføre fiskeæg og larver en forhøjet dødelighed. Varigheden af sedimentspild er dog begrænset til få dage i projektområdet og op til en uge i kabelkorridoren (med undtagelse af det helt kystnære område) og påvirkningens rumlige fordeling er lokal, kortvarig og reversibel. Også langs kysten ved mundingen af Nissum Fjord vil øgede koncentrationer af suspenderet sediment forekomme i en yderst begrænset periode og koncentrationerne vil være på et niveau, som ikke vil forhindre eksempelvis migrerende laks i at passere. Påvirkningen af sedimentspild på fisk i pelagiet, fiskeæg og larver, som følge af anlægsarbejdet, vurderes derfor at være *lille*.

Ifølge modellering vil aflejring af det suspenderede sediment forekomme meget lokalt. De største sedimentaflejringer forårsaget af anlægsaktiviteter vil forekomme i kabelkorridoren, hvor et aflejringslag på op til >20 millimeter kan forventes. I den inderste kystnære del af kabelkorridoren, hvor påvirkningen er størst, kan der aflejres op til 45 mm sediment i umiddelbar nærhed af nedlægningsområdet (Figur 13.10). I projektområdet for havvindmølleparken vil størstedelen af området ikke blive påvirket af øget sedimentation, da sedimentationsaflejringerne er beregnet til at være mindre end 1 mm.

Aflejringer af sediment vil primært påvirke kabelkorridoren, hvor modelleringen viser den største sedimentation. Omfanget af sedimentation er dog begrænset og vil forekomme meget lokalt. Effekten på bentisk fauna, som udgør en del af fiskenes fødegrundlag, er i afsnit 13.3.1.2 vurderet til ubetydelig og derfor vurderes den indirekte påvirkning af sedimentation på fisk at være tilsvarende *ubetydelig*.

14.4.2. Midlertidigt habitattab

Under installationen af havvindmøller, inter-array kabler og ilandføringskabler vil der ske et midlertidigt tab af habitat på et samlet areal på op til 0,8 km² (se Tabel 4.9 Havbundsforstyrrelser vil forekomme ved nedgravning af søkablerne og ved placering af benene fra jack-up fartøjerne, der anvendes til opstilling af vindmøllerne, mens

permanent arealinddragelse vil ske ved installation af monopælsfundamentene og erosionsbeskyttelse samt installation af det firbenede jacket-fundament til transformerplatformen. Da havbunden i området for Thor Havvindmøllepark overvejende består af sandbund vil installationen af fundamenter og erosionsbeskyttelse også medføre permanente habitatændringer, da den bløde sandbund erstattes af hårdt substrat. Flytning af sten vil også føre til en permanent ændring i havbunden, da ca. 300 sten med en diameter på mellem 0,5–3,0 m flyttes til nærliggende områder som en del af forberedelsen til anlægsarbejdet. De omtrentlige arealer for havbundsforstyrrelser og permanent arealinddragelse af havbunden ved anlæg af Thor Havvindmøllepark er vist i Tabel 4.9.

Tabel 4.9 i afsnit 4.4.5.2), som fiskene bliver midlertidig fortrængt fra. Det vurderes, at fiskene vil flygte til nærliggende områder, men vil vende tilbage til området umiddelbart efter, at anlægsaktiviteterne afsluttet. Mange af de fiskearter, der findes i projektområdet for Thor Havvindmøllepark, lever helt eller delvist af bundfauna som f.eks. muslinger, børsteorme og krebsdyr. Det er vurderet, at den midlertidige arealinddragelse vil have lille effekt på den marine bundfauna og dermed fiskenes fødegrundlag, da habitatet forventeligt vil være reetableret indenfor 1-5 år (afsnit 13.3.1.1). På den baggrund vurderes det midlertidige habitattab at have *ubetydelig* påvirkningen på fisk i området.

14.4.3. Undervandsstøj

Der er en stor diversitet i, hvor godt de forskellige arter af fisk kan høre, men generelt gælder, at de arter af fisk, som ikke har specialiserede hørerorganer, hører i et frekvensområde, som spænder fra de dybe infralyde (<20 Hz) til nogle få 100 Hz (Sand & Karlsen, 2000). Dette gælder for alle arter uden svømmeblære, som f.eks. fladfisk og kutling. Fisk som sild har en god hørelse, da en forbindelse mellem deres indre øre og den gasfyldte svømmeblære, forbedrer deres hørelse markant og gør, at de kan høre frekvenser fra infralydsområdet op til ca. 8 kHz, dog med aftagende følsomhed mod de højere frekvenser (Enger, 1967; Sand & Karlsen, 2000). Torsk har også en svømmeblære, men uden samme specialisering som sild, og kan høre fra infralydsområdet op til ca. 500 Hz (Chapman & Hawkins, 1973). Fisk uden svømmeblære er mindre følsomme over for støj end sild og brisling, og det forventes derfor, at tålegrænserne for arter uden svømmeblære vil være højere (Andersson, et al., 2016).

Generelt er frekvensområdet, hvor fisk hører bedst, sammenfaldende med frekvensområdet, hvor størsteparten af energien fra skibsstøj fra anlægsgartøjerne og undervandsstøj i forbindelse med pæleramning forekommer (Richardson, Green, Malme, & Thomson, 1995a; Koschinski & Lüdemann, 2020).

14.4.3.1. Skibsstøj

Den største støjbelastning af havmiljøet i forbindelse med etableringen af Thor Havvindmøllepark vil forekomme i forbindelse med pæleramning af møllefundamentene. Sejlads i forbindelse med anlægsarbejderne vil dog også kunne medføre en forøgelse af den lavfrekvente undervandsstøj, som vil kunne høres af de fleste fiskearter. Thor Havvindmøllepark etableres dog i et område, som allerede er under stor indflydelse af skibstrafik, både via fiskeriet i projektområdet (se kapitel 17 om fiskeri) samt en nord/sydgående skibstrafik fra Skagerrak til den sydlige Nordsø (Jomopans, 2021) (kapitel 18 om sejlads), som bidrager til støjmiljøet i Nordsøen. Det vurderes derfor, at sejlads i forbindelse med anlægsarbejdet vil være tidsbegrænset, og at der er tale om en kortvarig og forbigående effekt på de lokale fiskebestande. Påvirkningen på fisk som følge af det forøgede støjniveau fra skibstrafik i anlægsfasen vurderes derfor at være *lille/ubetydelig* og beskrives ikke nærmere.

14.4.3.2. Støj fra nedramning af fundamenter

Undervandsstøj ved nedramning af fundamenter kan påvirke fisk i alle livsstadier. De mest sårbare arter er fisk med svømmeblærer (f.eks. sild og brisling, der forekommer i området, hvor havvindmøllerne opstilles) (Popper A. , et al., 2014). I umiddelbar nærhed af nedramningsområdet kan støjen nå et niveau, som kan være skadelig/dødelig for

fisk. I større afstand til nedramningsområdet vil den kumulative støj (SEL_{cum}) kunne forårsage midlertidig hørenedsættelse (TTS) hos fisk samt adfærdændringer og maskering af fiskenes kommunikationslyde.

Der er ikke fastsat danske retningslinjer for tålegrænser for fisk, men det svenske Naturvårdsverket har angivet tålegrænser for død og vævsskader med død til følge for sild, torsk samt fiskeæg og fiskelarver (Andersson, et al., 2016; Popper A., et al., 2014). Popper et al. (2014) angiver en tålegrænse for midlertidig hørenedsættelse baseret på andre fiskearter, der ligesom torsk og sild har en svømmeblære. Da tålegrænsen er baseret på andre arter, skal den anvendes med en vis forsigtighed. Undervandstøjen, som genereres under nedramning af møllefundamenter i Thor Havvindmøllepark, er modelleret ud fra tålegrænser i de nævnte studier (NIRAS, 2023b).

Tabel 14.5 viser resultatet af den modellerede støjpåvirkning og forventede afstand til støjilden, hvor der vurderes at være en effekt på henholdsvis fisk med svømmeblære, som ikke flygter (stationære), torsk og sild, samt larver/æg. Påvirkningsafstandene er baseret på det værst tænkelige scenarie i forhold til undervandstøj for nedramning af møllefundamenter og pælene til transformerplatformens jacket-fundament. Modelleringen er lavet for de fire positioner, hvor støjdbredelsen er størst samt for positionen for transformerplatformen, og er baseret på havvindmøllefundamenter med en pælediameter på 10 meter og pæle til transformerplatformens fundament på 2,5 m i diameter. Det antages i modelleringen, at nedramning af pælene startes op med en soft-start/ramp-up procedure, hvor lydets intensitet øges langsomt. Derudover antages det, at fisk enten flygter fra støjilden eller forbliver i området. Støjmodelleringen er nærmere beskrevet i den tekniske rapport om undervandstøj (NIRAS, 2023b).

Tabel 14.5: Påvirkningsafstande på fisk og tilhørende påvirkede arealer af undervandstøj i forbindelse med nedramning af monopæle (med diameter på 10 m) modelleret for 4 møllepositioner (1-4) og for transformerplatformens jacket-fundament (SS). De valgte møllepositioner er der, hvor støjdbredelsen er størst.

Påvirkningsafstande og areal

Position	Støjdæmpning	Skade (r_{injury})					TTS (r_{TTS})			
		Stationære*	Juvenile torsk	Adult torsk	sild	Larver og æg	Stationære	Juvenile torsk	Adult torsk	sild
1	BBC	1500 m	120 m	< 100 m	< 100 m	900 m	17.6 km	15.4 km	12.7 km	12.0 km
2	BBC	1300 m	<100 m	< 100 m	< 100 m	800 m	15.9 km	13.7 km	11.2 km	10.4 km
3	BBC	1550 m	110 m	< 100 m	< 100 m	925 m	18.4 km	16.2 km	13.5 km	12.8 km
4	BBC	1250 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	750 m	13.4 km	11.4 km	8.8 km	8.1 km
SS	BBC	525 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	375 m	5.8 km	1.4 km	<200 m	<200 m

* stationære fisk med svømmeblære

Ved brug af støjdæmpning svarende til et enkelt boblegardin dæmpes støjen betydeligt for nedramning af monopæle til møllerne og pæle til transformerplatformens fundament og dermed mindskes påvirkningen på fisk tilsvarende. Modelleringen viser, at støjpåvirkningen ved brug af et enkelt boblegardin ved nedramning af

transformerplatformens pæle ikke overstiger påvirkningen fra nedramning af monopæle til møllerne (NIRAS, 2023b). Derfor tager vurderingen i det følgende udgangspunkt i nedramning af monopæle til vindmøllerne.

Fysiske skader på torsk og sild vil kunne forekomme ud til en afstand på 1550 meter fra støjilden, under antagelse af at fiskene ikke flygter, mens det er begrænset til 120 m, under antagelse af at fiskene flygter. For æg og larver kan der opstå fysiske skader i en afstand ud til 925 m. Dette er korte påvirkningsafstande over en begrænset tidsmæssig periode. Undervandsstøjen kan medføre midlertidig hørenedsættelse inden for en afstand på op til 16,2 km for torsk og 12,8 km for sild fra nedramningspunktet ved nedramning af monopæle. Under antagelse af at fiskene ikke flygter, kan der opstå TTS på en afstand ud til 18,4 km. Fisk er i stand til at regenerere hårceller i det indre øre (Smith, Kane, & Popper, 2004; Monroe, Rajadinakaran, & Smith, 2015), og det forventes, at fiskenes hørelse vil nå et normalt niveau få timer til uger efter, at nedramning har fundet sted (Webb, Popper, & Fay, 2008; Smith, Kane, & Popper, 2004; Popper & Hawkins, 2019).

Erfaringerne i forbindelse med nedramning af monopæle ved etablering af andre havvindmølleparker er, at der dagligt i anlægsperioden typisk rammes mellem 4-6 timer, og at der dermed i hvert døgn vil være mindst 18-20 timer, hvor dette arbejde ikke pågår, og hvor fisk vil kunne anvende området uden at blive støjpåvirket. Hertil kommer, at anlægsarbejdet/ramningen starter langsomt op, hvilket giver fisk mulighed for at kunne forlade området, inden anlægsarbejdet igangsættes med fuld styrke.

Undervandsstøjmodelleringen tager udgangspunkt i, at der installeres ét fundament per dag men ifølge anlægsbeskrivelsen for Thor Havvindmøllepark vil der kunne installeres to fundamenter per dag, hvor den anden pæleinstallation påbegyndes, så snart den første installation er afsluttet. Sekventiel installation vil forlænge den daglige periode, hvor nedramning af fundamenter finder sted, men den samlede periode, hvor der forekommer undervandsstøj fra nedramning af pæle, vil samtidig blive reduceret. Endvidere, afstanden mellem de enkelte monopæle er mindre end påvirkningsafstanden for TTS (16,4 km for fisk som flytter sig fra området). Derfor må det forventes, at fisk, som har opholdt sig på positioner for fundamenter, som grænser op til et fundament, som nedrammes, allerede har flyttet sig inden, at pæleramning af nabofundamentet går i gang.

Disse forhold sammenholdt med fiskenes gode muligheder for at forlade området, hvor anlægsarbejdet pågår, samt at området for Thor Havvindmøllepark ikke udgør et specifikt vigtigt område for fisk og fiskesamfund i Nordsøen, gør, at støjen for nedramning af monopæle vurderes at kunne give en lille påvirkning af fisk. Den primære effekt vil derfor sandsynligvis være, at fiskene forlader nærområdet i de perioder, hvor anlægsaktiviteter og støjen er mest intensiv. Fiskene vil hurtigt vende tilbage, når anlægsarbejdet er ophørt. For de mest følsomme arter, som sild og torsk, vil der kunne opstå hørenedsættelse, som dog er midlertidig (Webb, Popper, & Fay, 2008), og hørelsen vil i løbet af få uger vende tilbage til det normale. Påvirkningen af det øgede støjniveau fra nedramning i anlægsfasen på fisk vurderes derfor at være *lille*.

14.4.3.3. Nedramning af monopæle og jacket-fundament på samme tid

Under anlæg af Thor Havvindmøllepark kan det være nødvendigt at nedramme pæle til transformerplatformens jacket-fundament samtidig med, at nedramning af monopælfundamenter til havvindmøllerne forekommer. Hvis der forekommer nedramning to steder samtidig kan påvirkningsafstanden for skade og TTS øges. Som nævnt vil skade kunne forekomme ud i en afstand på 1550 m for installationen af en monopæl, mens den for pæle til jacket-fundamentet vil være 525 m. I værste fald vil påvirkningsafstanden således kunne svare til summen af påvirkningsafstanden for hhv. jacket-fundamentet og monopælen (dvs. 525 m + 1550 m). Hvis disse nedramninger samtidig er synkroniseret i tid, kan der opstå en positiv inferens af støjen, som vurderes potentielt at kunne øge påvirkningsafstanden 20-25 % i grænsefladeområdet mellem de to påvirkningszoner. Det vil sige, at en konservativ

påvirkningsafstand for skade kan blive 2,5 km, hvis transformplatformen installeres samtidig med at monopæle installeres. Hvis tilsvarende udregning udføres for TTS vil en konservativ påvirkningsafstand være på ca. 30 km.

Da området for Thor Havvindmøllepark ikke udgør et specifikt vigtigt område for fisk og fiskesamfund i Nordsøen, og da det kun drejer sig om i værste tilfælde en samtidig nedramning af pæle til et jacket-fundament og en monopæl vurderes støjen for samtidig nedramning at medføre en begrænset påvirkning af fisk. Den primære effekt vil derfor sandsynligvis være, at fiskene forlader nærområdet i den periode, hvor anlægsaktiviteten og støjen er mest intensiv. Fiskene vil hurtigt vende tilbage, når anlægsarbejdet er ophørt. For de mest følsomme arter som sild og torsk vil der kunne opstå hørenedsættelse, som dog er midlertidig (Webb, Popper, & Fay, 2008), og hørelsen vil i løbet af få uger vende tilbage til det normale. Påvirkningen på fisk som følge af det øgede støjniveau fra nedramning i anlægsfasen ved installation af jacket-fundamentet samtidig med en monopæl vurderes derfor at være *lille*.

14.5. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

I driftsfasen vil der forekomme støj fra møllerne, som primært stammer fra møllernes turbine og generator. Møllevinger og mølletårne kan have en negativ skyggepåvirkning på fisk i de frie vandmasser og de undersøiske kabler kan generere et elektromagnetisk felt, som potentielt kan påvirke fisk. Ved etablering af møllefundamentene erstattes det naturligt forekomne blødbundshabitat med et introduceret hårbundssubstrat i form af beton, stensætninger og stål. Fundamentene og erosionsbeskyttelsen vil også med tiden fungere som et kunstigt rev (afsnit 13.3.2.1).

14.5.1. Undervandsstøj

I forbindelse med driften af en havvindmøllepark vil der ske en forøgelse af støj, som primært stammer fra vindmøllernes turbine og generator. Støj og vibrationer bliver fra vindmølletårnene gennem stålpylonen og fundamentet overført til havbunden og herfra ud i vandet. Støj fra vindmøllernes turbine og generator i driftsfasen adskiller sig fra støj i forbindelse med anlægsfasen ved at være mindre intensiv, men mere konstant og naturligvis også mere stationær. Baseret på støjmålinger fra eksisterende vindmølleparker er frekvensindholdet primært i det lavfrekvente område under 200 Hz, som er i det område, hvor fisk hører bedst. Der er ingen studier, som definerer adfærdssponser for fisk i forhold til vedvarende lavfrekvent støjkluder og de få studier, der har undersøgt TTS hos fisk fra vedvarende støjkluder, er begrænset. De eneste studier, hvor man har defineret en TTS-tærskel for fisk er udført på guldfisk, som lever i ferskvand og som har den mest følsomme hørelse blandt de arter fisk, hvor hørelsen er undersøgt. I projektområdet for Thor Havvindmøllepark er de mest almindelige arter forskellige fladfiskearter, som rødspætte, ising, tunge og glastunge, samt torsk, sild og brisling (Rambøll, 2021d). Alle disse arter har en betydeligt mindre følsom hørelse end guldfisk (Popper A. , et al., 2014), og derfor vil anvendelse af tærskelværdien for guldfisk medføre en overestimering af påvirkningen på fiskene i området. Studier om langvarig støjpåvirkning af fisk uden en svømmeblære eller uden en forbindelse mellem svømmeblæren og det indre øre viser ingen tegn på TTS ved langvarig støjpåvirkning (Popper A. , et al., 2014). Det er derfor usandsynligt, at TTS opstår hos fisk som følge af påvirkning fra driftsstøjen.

Selvom fisk er i stand til at høre lyde fra vindmøllerne er det ikke ensbetydende med, at de ændrer adfærd eller flygter, da der er ingen indikationer er for det. Tværtimod er dette fænomen eksempelvis undersøgt på Horns Rev 1 Havmøllepark, hvor der syv år efter etableringen blev observeret flere arter i nærheden af vindmøllerne end tidligere og ikke på bekostning af eksisterende arter (Danish Energy Agency, 2013).

Påvirkningen fra undervandsstøj i driftsfasen vurderes som *ubetydelig* for fisk og fiskesamfund i området.

14.5.2. Habitatændring og reveffekt

Substratet i forundersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark består primært af sand i mølleområdet og af sand og mosaikbund i kabelkorridoren. Ved etablering af havvindmøllefundamenterne og den tilhørende erosionsbeskyttelse erstattes det naturligt forekommende habitat med et introduceret hårbundssubstrat i form af beton, stensætninger og stål. Fundamenterne og erosionsbeskyttelsen vil med tiden fungere som et såkaldt kunstigt rev (se afsnit 13.3.2.1). Det kunstige rev forventes at tiltrække fiskearter, som er tilknyttet hårbundssubstrat, som det er set i studier af andre havvindmølleparker i Nordsøen (Stenberg, et al., 2015; Reubens, Degraer, & Vincx, 2011). I de områder, hvor møllefundamenter og erosionsbeskyttelse etableres, vil blødbundsarter fortrænges, men artsdiversiteten i projektområdet vil sandsynligvis stige og hårbundssubstratet kan fungere som refugium for en række fiskearter (Kristensen, Støttrup, Højbjerg Hansen, & Grønkjær, 2017; Stenberg, et al., 2015). Pelagiske fiskearter (sild, brisling m.fl.) forventes ikke umiddelbart at blive berørt af møllerne, da de ikke på samme måde er afhængige af det benthiske habitat.

Arter, som findes på sandbund, f.eks. tobis og fladfisk som ising og tunge, vil få reduceret deres primære levesteder med det areal som 72 møllefundamenter optager inklusiv erosionsbeskyttelse. Arealet af introduceret faste konstruktioner vil med transformerplatform, 72 møllefundamenter (inklusive 45 meters erosionsbeskyttelse i diameter pr. mølle) udgøre et areal på omkring 0,12 km². Det svarer til 0,06 % af det samlede projektområde på omkring 200 km², som møllerne opstilles indenfor. Derudover kan det være nødvendigt at beskytte inter-array kablerne med sten eller betonmadrasser. På baggrund af substratkaraktistika i området forventes dette at ske i meget begrænset omfang og maksimalt 20 % af den samlede længde af inter-array kablerne svarende til 0,04 % af projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Samlet set vil det resultere i et areal, der udgør maksimalt 0,1 % af projektområdet. På grund af det begrænsede blødbundsareal (primært sandbund), som direkte inddrages, forventes det ikke at have stor betydning for arter, som er tilknyttet sandbund. Tilsvarende har opførelse af havvindmølleparken Horns Rev 1 ikke haft negativ indflydelse på eksempelvis tobis eller ising, som registreres i området i samme omfang som før (Stenberg, et al., 2015). Ising benytter i nogen grad området for Thor Havvindmøllepark som opvækstområde, men det vurderes, at den begrænsede ændring i habitat ikke vil have indflydelse herpå.

Sammenfattende vurderes det, at påvirkningen fra det introducerede substrat på de tilknyttede fiskesamfund vil være yderst beskedent, og at der kun i umiddelbar nærhed af møllefundamenterne vil kunne forventes en påvirkning af fiskefauna mod arter, der er mere associerede med hårde substrater såsom stenrev mm.

Effekten på fisk og fiskesamfund, som følge af habitatændring (reveffekt), vurderes at være *lille/ubetydelig*.

14.5.3. Øget prædation

Marsvin og sæler benytter projektområdet for Thor Havvindmøllepark som en del af deres fødesøgningsområde i Nordsøen. Derudover viser studier, at skarv (*Phalacrocorax carbo*) kan tiltrækkes af særligt møllefundamenter, som de bruger til at hvile sig på og søge føde fra (Dierschke, Furness, & Garthe, 2016; Leopold, et al., 2010; Clifford & Mather, 2021). Det er muligt at etableringen af møllefundamenter og den heraf afledte reveffekt kan øge prædationstrykket på fiskene i området, hvis antallet af havpattedyr og skarv, som fouragerer i området, stiger. Dette er set i områder af Nordsøen, hvor øget prædation fra havpattedyr finder sted omkring boreplatforme (Clausen, et al., 2021). Dog viser studier også, at etableringen af møllefundamenter netop kan øge antallet af fisk og arter af fisk omkring fundamenterne (Stenberg, et al., 2015), og det øgede antal fisk kan danne fødegrundlaget for øget prædation fra eksempelvis havpattedyr og skarv. Herudover forventes det, at fiskeri med trawl ikke tillades i mølleparkområdet (henover kabler, jf. kabelbekendtgørelsen), hvilket vil have en positiv effekt på fiskene i området. Derfor vil eventuel øget prædation fra havpattedyr og havfugle have en lille effekt på fisk og må antages at være mindre end

den nuværende effekt fra selve fiskeriet. Det vurderes, at påvirkningen af øget prædation på fisk og fiskesamfund i projektområdet vil være *ubetydelig*.

14.5.4. Elektromagnetiske felter

I driftsfasen vil der opstå et elektromagnetisk felt (EMF) omkring søkablerne. Feltet vil være størst omkring ilandføringskablerne, da spændingen for disse er større (275 kV) end for inter-array kablerne (66 kV). Figur 13.11 og Figur 13.12 i vurderingen af påvirkningen af EMF på marin flora og fauna (afsnit 13.3.2.2) viser bygherres foreløbige beregninger af EMF ved sedimentoverfladen ved forskellige nedgravningsdybder. For Thor Havvindmøllepark er EMF ved 1 meters dybde beregnet til 24,5 μT for ilandføringskablerne og 7,2 μT for inter-array kablerne. Dette vil falde yderligere til 11,8 μT for ilandføringskablerne og 3,4 μT for inter-array kablerne, hvis disse nedgraves til 1,5 m under havbunden, som er den dybde, kablerne tilstræbes at blive lagt ned i, i projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Det naturlige baggrundsniveau i de danske marine farvande er i størrelsesordenen 50 μT (Energinet & NIRAS, 2017), og dermed er EMF fra ilandføringskablerne og inter-arraykablerne betydeligt svagere end det naturlige magnetiske felt, såfremt det nedgraves 1 m eller dybere. Selvom magnetfeltet fra kablerne er mindre end eller tilsvarende jordens naturlige magnetfelt, så kan en øgning i magnetfeltet skabe lokale ændringer i det naturlige magnetfelt (Wyman, et al., 2018). Ændringen vil dog være hurtigt aftagende med afstand til kablet og magnetfeltets udbredelse er direkte afhængig af strømstyrken, som løber i kablet.

Både ilandføringskabler og inter-array kabler for Thor Havvindmøllepark er vekselstrømskabler. Et magnetfelt fra et vekselstrømskabel har ikke en geografisk orientering, da strømmen hele tiden skifter retning, hvorimod magnetfeltet fra jævnstrømskablerne er statisk og derfor kan have en større påvirkning end vekselstrømskabler.

De beregnede elektromagnetiske felter ved sedimentoverfladen fra søkablerne i Thor Havvindmøllepark ved nedgravning af kablerne til 1 m og 1,5 m dybde er sammenlignelige med de magnetiske felter på mellem 1,6-18 μT , som er beregnet for vekselstrømskabler i flere eksisterende havvindmølleparker, herunder Horns Rev 2 ved samme nedgravningsdybde (Normandeau, Exponent, Tricas, & Gill, 2011). I et nyligt studie modellerede man magnetfeltet fra et 400-600 kV jævnstrømskabel (som er tilsvarende størrelsen på elkablerne for større havvindmølleparker), nedgravet til en dybde på 1,5 meter (Hutchison Z. , Gill, Sigray, He, & King, 2021). Her fandt man, at fisk, der befinder sig lige over bunden, vil opleve en ændring i magnetfeltet på 14 μT , hvorimod fisk, der passerer kablet i en vanddybde 1,5 meter over bunden, vil opleve en ændring i magnetfeltet på 3 μT . De fisk, som potentielt kan påvirkes af søkablerne, vurderes derfor at være fiskearter, som lever ved bunden eller foretager sæsonmæssige vandringer langs bunden, herunder fladfiskearter såsom tunger, rødspætter, ising, samt andre bundlevende fisk såsom rokker m.fl.

Bruskfisk (hajer og rokker) har elektroreceptorer, som de bruger til at opfatte elektromagnetiske felter omkring bytedyr og til at orientere sig med (Kalmijn, 1978). I et nyligt studie af skaden *Leucoraja erinacea*, så man, at fødesøgningsadfærd øgedes signifikant ved påvirkning fra EMF fra jævnstrøms søkabler, som var nedgravet og hvor magnetfeltet var mellem 51,6 μT til 65,3 μT (Hutchison Z. , Gill, Sigray, He, & King, 2020). Et andet studie påviste en grad af tiltrækning af småpletet rødhaj (*Scyliorhinus canicula*) til EMF fra søkabler mens studiet ikke påviste en påvirkning på sømrokker (*Raja clavata*) eller pighaj (*Squalus acanthias*) (Gill, et al., 2009). Samme studie konkluderede, at påvirkningen af EMF på bruskfisk synes at være arts- og individspecifik og uforudsigelig. Dvs. ikke alle individer af en art viser respons på EMF. Det kan ikke afvises, at bruskfisk, som bevæger sig over kablerne for Thor Havvindmøllepark vil blive påvirket/forstyrret, når de passerer kablerne, men på det eksisterende vidensgrundlag vurderes en sådan påvirkning at være begrænset til en lokal adfærdspåvirkning på individniveau, da EMF svækkes drastisk indenfor for få meter fra kablerne.

Der er kun sparsom litteratur, som beskriver i hvilken grad benfisk opfatter EMF, men studier på artsniveau varierer mellem at finde ingen påvirkning fra EMF (Cresci, et al., 2022a) til en mindre grad af påvirkning på adfærd og fysiologiske aspekter i forhold til eksempelvis svømmehastighed (Cresci, et al., 2022b; Wyman, et al., 2018; Westerberg & Lagenfelt, 2008; Danish Energy Agency, 2013) og orientering (Scanlan, Putman, Pollock, & Noakes, 2018). Et hollandsk studie undersøgte forskellen i fangsten af diverse fiskearter, herunder rødspætte, ising og tunge, langs et område påvirket af EMF omkring havvindmøllekabler sammenlignet med fangst i et referenceområde, men fandt ingen forskel (van Hal, Volwater, & Neitzel, 2022). Undersøgelserne blev dog gennemført ved lavere vindstyrke, som havde indvirkning på graden af EMF omkring kablerne. Påvirkningen fra EMF i det hollandske studie skal derfor ses som en minimumpåvirkning (van Hal, Volwater, & Neitzel, 2022). Overordnet set indikerer nuværende studier, som undersøger EMF-effekter på fisks vandrings- og bevægelsesmønstre, at EMF nær undersøiske kabler sandsynligvis ikke udgør en barriere for migrations succes, mens studier af de fysiologiske ændringer i eksempelvis svømmehastighed o.a. er afvekslende og artsspecifikke (Svendsen, Ibanez-Erquiaga, Savina, & Wilms, 2022).

På det eksisterende vidensgrundlag vurderes det, at nogle bundlevende fisk i umiddelbar nærhed af kablerne i forskellig udstrækning vil være i stand til at registrere EMF, primært fra ilandføringskablerne. Det vurderes, at effekten fra EMF vil være beskedent på de lokale fiskebestande eller vandrende fisk ved Thor Havvindmøllepark, dels på grund af det lave niveau fra EMF ved nedgravning af kablerne og dels på grund af den begrænsede rækkevidde af EMF op i vandsøjlen og horisontalt fra kablerne.

Samlet set er vurderingen, at EMF omkring ilandføringskablerne potentielt vil have en *lille* påvirkning på fisk lokalt omkring kablet, og at påvirkningen fra inter-array kablerne vil være *lille/ubetydelig*.

14.5.5. Skyggepåvirkning

Der findes meget lidt viden om skyggepåvirkning på fisk ved etableringen af havvindmøller. Et enkelt studie gennemgår eksisterende viden om laks, og er relateret til pulserende skyggepåvirkning fra vindmøllevinger på laks i åer (Dodd & Briers, 2021). Studiet konkluderer, at det er højest usandsynligt, at laksen i dens forskellige stadier af livscyklus påvirkes af skyggekast fra møllevinger samt at mulig tilvæning kan finde sted. Dog er studiet behæftet med stor usikkerhed. Potentielle skyggepåvirkninger ned gennem vandsøjlen fra mølletårnene eller møllevinger er endvidere afhængig af vindforhold samt bølgebevægelser og vil derfor være yderst begrænset i udbredelse under havoverfladen.

Ved almindeligt forekommende bølgebevægelser i området vil bølgeforskel skabe uro på overfladen og dermed ændringer i lysforholdene og skygges udbredelse på overfladen og ned gennem vandfasen under overfladen. Slutteligt har etableringen af Horns Rev I medført større artdiversitet af fisk, flere fisk i området og uden at være på bekostning af de fiskearter, som i forvejen var tilstede i området (Stenberg, et al., 2015). Det må derfor antages at skyggekast fra møllevinger ikke påvirker fiskene negativt eller at fordelene ved øget føde- og refugiemuligheder er større end ulemperne ved skyggekast. Derfor er vurderingen, at påvirkningen heraf vil være *ubetydelig*.

14.6. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

Demonteringsfasen vil i vid udstrækning indeholde de samme aktiviteter som under anlægsfasen. I demonteringsfasen vurderes mulige påvirkninger på fisk og fiskebestande således at være knyttet til kortvarig sedimentspild i forbindelse med fjernelse af fundamenter og optagning af kabler samt eventuelle påvirkninger af fiskenes fødegrundlag ved at forstyrre bunden og fjerne hårde habitater i form af fundamenter og erosionsmateriale. Fjernelsen af de nedgravede søkabler vil uvægerligt medføre en forøget koncentration af suspenderet materiale med efterfølgende sedimentation. Perioden med forhøjede koncentrationer vil være meget kortvarig og koncentrationsniveauet vil

være lavere, end det der er modelleret i forbindelse med udlægningen af kablet. Påvirkningen vurderes derfor at være *lille/ubetydelig* for fiskesamfundene.

Monopæle fjernes helt, eller delvist til under stabil havbund. Forekomst af støj, forventes dog at være betydeligt mindre intensivt end under anlægsfasen, da der eksempelvis ikke vil forekomme nedramningsaktiviteter. Påvirkningen vil være kortvarig, og i tilfælde, hvor fisk skræmmes bort fra området pga. støj, vil de kunne svømme til nærliggende områder, hvor støjniveauet er lavere og kan herfra vende tilbage inden for kort tid. Påvirkningen fra støj i demonteringsfasen vurderes at være *ubetydelig*.

Samlet set, da påvirkningerne i demonteringsfasen er sammenlignelige med eller mindre end påvirkningerne i anlægsfasen, bliver påvirkningen fra sedimentspild, habitattab, støj og forstyrrelse på fisk alle vurderet til at være *lille*.

14.7. Sammenfattende vurdering

Vurderingerne af påvirkninger på fisk og fiskesamfund som følge af anlægs-, drift- og demonteringsfasen af Thor Havvindmøllepark er opsummeret i Tabel 14.6.

Scenarie 1 for installation af ilandføringskabler er benyttet som grundlag for vurderingen af påvirkninger, der skyldes spredning af sediment i vandfasen og sedimentation på havbunden, se afsnit 10.3.1. Sammenligningen af scenarie 1 og scenarie 2 viser, at sedimentspredningen og sedimentationen på havbunden er næsten ens, men at scenarie 1 dog giver marginalt større sedimentspredning og sedimentation end scenarie 2, se afsnit 10.3.2. De vurderede påvirkninger fra sedimentspild på fisk og fiskesamfund vurderes som *lille* eller *ubetydelig* og dermed *ikke væsentligt*, og gælder således også hvis scenarie 2 anvendes for installation af ilandføringskablerne.

Tabel 14.6 Opsummering af vurderinger af påvirkninger på fisk og fiskesamfund som følge af anlæg-, drifts- og demonteringsfasen for Thor Havvindmøllepark. Ingen af de vurderede påvirkninger er væsentlige.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Suspendert sediment	Anlæg	Lille/ubetydelig
	Drift	Ubetydelig
	Demontering	Lille/ubetydelig
Forringet fødesøgning som følge af sedimentaflejringer	Anlæg	Ubetydelig
	Drift	Ubetydelig
	Demontering	Ubetydelig
Undervandsstøj (skibstrafik og drift af møller)	Anlæg	Lille/ubetydelig
	Drift	Ubetydelig
	Demontering	Lille/ubetydelig
Undervandsstøj (nedramning)	Anlæg	Lille
	Drift	Ubetydelig
	Demontering	Ubetydelig
Permanent habitatændring	Anlæg	Ubetydelig
	Drift	Lille/ubetydelig
	Demontering	Ubetydelig
Elektromagnetiske felter	Anlæg	Ubetydelig

Øget prædation	Drift	Lille/ubetydelig
	Demontering	Ubetydelig
	Anlæg	Ubetydelig
	Drift	Ubetydelig
Skyggepåvirkning	Demontering	Ubetydelig
	Anlæg	Ubetydelig
	Drift	Ubetydelig
	Demontering	Ubetydelig

14.8. Kumulative effekter

Potentielle kumulative effekter på fisk og fiskesamfund omhandler primært påvirkninger fra sedimentspil og introduktionen af hårbundssubstrat, som genereres i forbindelse med etableringen af Thor Havvindmøllepark og andre nærliggende projekter.

Projekter, som kan have påvirkninger på fisk og i kumulation med Thor Havvindmøllepark, er vurderet til:

- De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Syd og Vesterhav Nord
- Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan
- Kystdirektoratets kystbeskyttelsesprojekt langs den jyske vestkyst
- Råstofindvinding fra Husby Klit (områdenr. 578-AA), Ferring (områdenr. 562-AD) og Jyske Rev E (områdenr. 562-KD)

Da der ikke er sammenfald med anlægfaserne for Vesterhav Nord og Vesterhav Syd og anlægfasen for Thor Havvindmøllepark, som først starter i 2024, vil der ikke forekomme kumulative effekter for påvirkninger i anlægfasen. Sandsynligheden for, at anlægfasen for Thor Havvindmøllepark og anlægfasen for andre fremtidige havvindprojekter i de i havplanen udlagte udviklingszoner pågår på samme tid, vurderes som lille, og en kumulativ effekt som følge af sammenfald i tid og sted, vurderes ikke sandsynlig.

Vesterhav Nord og Vesterhav Syd samt fremtidige planlagte havvindmølleprojekter vil bidrage til det samlede areal af permanent habitattab i Nordsøen som helhed. Grundet projekternes geografiske spredning vil denne påvirkning blive fordelt på forskellige typer af habitater på bunden og der vil være forskel i sammensætningen af de fiskesamfund, som findes i de forskellige områder afhængigt af, hvilken habitattype de er tilknyttet. I Thor Havvindmøllepark svarer den permanente habitatændring til 0,01 % af projektområdets areal. Et yderligere bidrag fra igangværende og kommende projekter i Nordsøen vurderes ikke at ændre på, at påvirkningsgraden er *lille*.

Den potentielle udbygning af havvind, som der er lagt op til havplanen, vil føre til en forøgelse i arealet med strømførende kabler i havbunden. Eftersom ændringen i de elektromagnetiske felter (EMF) kan have betydning for elektro- og magnetosensitive arter, kan den øgede arealmæssige udbredelse af søkabler potentielt medføre en kumulativ effekt på disse arter. Den eksisterende viden om emnet er dog ikke enslydende, og mere detaljerede og målrettede undersøgelser af mulige langtidseffekter vil kunne give en højere sikkerhed i de fremtidige vurderinger af særligt elektrosensitive arter som bruskfisk, der benytter sig af deres elektroreceptive evner til eksempelvis fødesøgning. Sådanne studier kunne foregå gennem *in situ* undersøgelser (van Hal, Volwater, & Neitzel, 2022;

Rijkswaterstaat, 2020; Hutchison Z. , Gill, Sigray, He, & King, 2020) i kombination med kontrollerede laboratoriestudier af relevante arter ved realistiske EMF niveauer.

Kystdirektoratets kystbeskyttelse langs strækningen Nymindegab til Lodbjerg på den jyske vestkyst kan forekomme i perioden 2020-2024, og vil sandsynligvis blive forlænget derefter. Det vil finde sted kystnært og sedimentspild fra kystfodring kan potentielt kumulere med sedimentspild ved nedlægning af ilandføringskablerne fra Thor Havvindmøllepark. Det er vurderet, at suspenderet sediment fra kystnær sandfodring udfældes fra vandsøjlen i løbet af maksimalt 24 timer efter gennemførelsen af kystfodring, og den forøgede koncentration af det suspenderede sediment er derfor kun midlertidig i den periode, hvor sandfodring pågår i området (Rambøll, 2020).

Modelleringen viser, at sedimentspild som følge af sandfodring på strækningen Nymindegab til Lodbjerg vil holde sig kystnært og primært indenfor 6 meters dybdekurven. Påvirkningen fra sandfodring er vurderet til at have en ubetydelig og ikke væsentlig effekt grundet de naturligt høje koncentrationer af suspenderet sediment i området (Rambøll, 2020), og kumulativt med sedimentspild fra Thor Havvindmøllepark vurderes det ikke at have en yderligere påvirkning. Derudover skal det nævnes, at Thor Wind Farm I/S forventer at koordinere anlægsarbejdet med Kystdirektoratet med henblik på kystbeskyttelsesaktiviteter.

Inden for 20 km fra Thor Havvindmøllepark er der to råstofvindingsområder 562-AD (Ferring) og 578-AA (Husby Klit), hvor Kystdirektoratet indvinder sand til sandfodringen, samt et fællesområde Jyske Rev E (områdenr. 562-KD). Det kan ikke afvises at råstofvindning vil kunne foregå i anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark, men områderne ligger så langt væk fra projektområdet for havvindmølleparken og fra kabelkorridoren at sedimentspredning ikke vil forekomme indenfor samme geografiske område, og vil dermed ikke medføre en kumulativ påvirkning for fisk.

14.9. Afværgeforanstaltninger

I forbindelse med nedramning af monopæle til havvindmøllerne samt jacket-fundamentet til transformerplatformen vil det være nødvendigt at dæmpe undervandsstøjen for at kunne overholde Energistyrelsens guideline for installation af pælefundamenter (Energistyrelsen, 2022c). I undervandsstøjberegningen er der anvendt en støjdæmpning svarende til effekten af et enkelt boblegardin, hvilket medfører, at der under installationen af fundamenter ved nedramning skal der anvendes støjdæmpende tiltag svarende til effekten af et enkelt boblegardin eller mere.

14.10. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Grundlaget for vurderingerne vurderes at være tilstrækkeligt.

15. Havpattedyr

I dette afsnit beskrives eksisterende viden for havpattedyr og det vurderes, i hvilket omfang projektet for Thor Havvindmøllepark vil kunne påvirke havpattedyr i og omkring projektområdet. Havpattedyr kan potentielt påvirkes både direkte, f.eks. som følge af undervandsstøj fra nedramning af møllefundamenter og fundamenter til transformerplatform, og indirekte ved at habitater og/eller fødegrundlag ændres som følge af projektets gennemførelse.

Vurderingerne i dette kapitel er udført iht. miljøvurderingsloven. For vurderinger udført iht. habitatbekendtgørelsen (bilag IV og Natura 2000 vurderinger) henvises til kapitel 23 (Natura 2000-områder) og kapitel 24 (Bilag IV-arter). For vurderinger udført iht. Danmarks Havstrategi henvises til kapitel 26.

15.1. Metode og datagrundlag

Beskrivelser af havpattedyr i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark baseres på eksisterende viden for området, samt på den tekniske rapport om havpattedyr, der er udarbejdet af Rambøll for Energinet (Rambøll, 2021e) i forbindelse med den strategiske miljøvurdering af Thor Havvindmøllepark. Beskrivelserne i den tekniske rapport medtager ny viden indsamlet i forbindelse med gennemførte undersøgelser i 2019/2020 i projektområdet. De nye data omfatter flytællinger af havpattedyr i og omkring planområdet for Thor Havvindmøllepark, hvor data benyttes til at estimere tæthed af arterne i området. Inkluderet i rapporten er også registreringer af marsvin i forundersøgelsesområdet ved hjælp af Passiv Akustisk Monitering (PAM) i perioden december 2019 til november 2020, som bruges til at beskrive sæsonvariationer af marsvin i området.

Udover den tekniske rapport er beskrivelserne baseret på en række øvrige rapporter, artikler m.m., herunder følgende:

- Baggrund om spættet sæl og gråsæls biologi og levevis i Danmark (Galatius, 2017).
- Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2022 from the SCANS-VI aerial and shipboard surveys (Gilles, et al., 2023).
- Marsvins udbredelse og status for de marine habitatområder i danske farvande (Sveegaard, Nabe-Nielsen, & Teilmann, 2018).
- Abundance of harbour porpoise and other cetaceans in the North Sea and adjacent waters (Hammond, et al., 2002).
- Vurdering af muligheder for jagt på/regulering af sæler i Danmark (Galatius, Dietz, Sveegaard, & Teilmann, 2019).
- Movements and site fidelity of harbour seals (*Phoca vitulina*) in Kattegat, Denmark, with implications for the epidemiology of the phocine distemper virus (Dietz, Teilmann, Andersen, Rigét, & Olsen, 2013).
- Marine områder 2021, NOVANA (Hansen & Høgslund (red), Marine områder 2019. NOVANA, 2021).
- Seneste rapport om bevaringsstatus for havpattedyr i danske farvande (Fredshavn, et al., 2019).
- Data fra Miljøstyrelsens NOVANA-overvågning af havpattedyr i de danske farvande (DCE, 2020a).

Vurderinger af påvirkninger som følge af sedimentspredning fra anlægsaktiviteter i havbunden er baseret på informationer og vurderinger fra kapitel 10 (bundtopografi og sediment). Vurderinger af påvirkning af havpattedyrenes fødegrundlag er baseret på vurderinger af påvirkningen af bundfauna (kapitel 13) samt fisk (kapitel 14).

For at kunne vurdere undervandsstøjens påvirkning på havpattedyr i anlægsfasen, er der foretaget en modellering af undervandsstøjens udbredelse med modelleringsværktøjet dBsea. Modelleringen er udført efter Energistyrelsens guideline for undervandsstøj i forbindelse med nedramning af pælefundamenter (Energistyrelsen, 2022c). I

modellen er der inkluderet områdespecifikke informationer om dybdeforhold (bathymetri), saltholdighed (salinitet) samt temperatur og sedimentsammensætning. Modelleringen er udført for april måned, som er den måned indenfor bygherres angivne tidsramme for nedramning, hvor undervandsstøjudbredelsen er vurderet til at være størst ud fra lydprofiler henover året. For en nærmere beskrivelse af undervandsstøjmodelleringen henvises der til den tekniske rapport "Thor Havvindmøllepark. Underwater noise. Technical report" (NIRAS, 2023b). Vurderingen af påvirkningen af undervandsstøj på havpattedyr er dermed baseret på det scenarie, hvor undervandsstøjudbredelsen er størst.

15.2. Eksisterende forhold

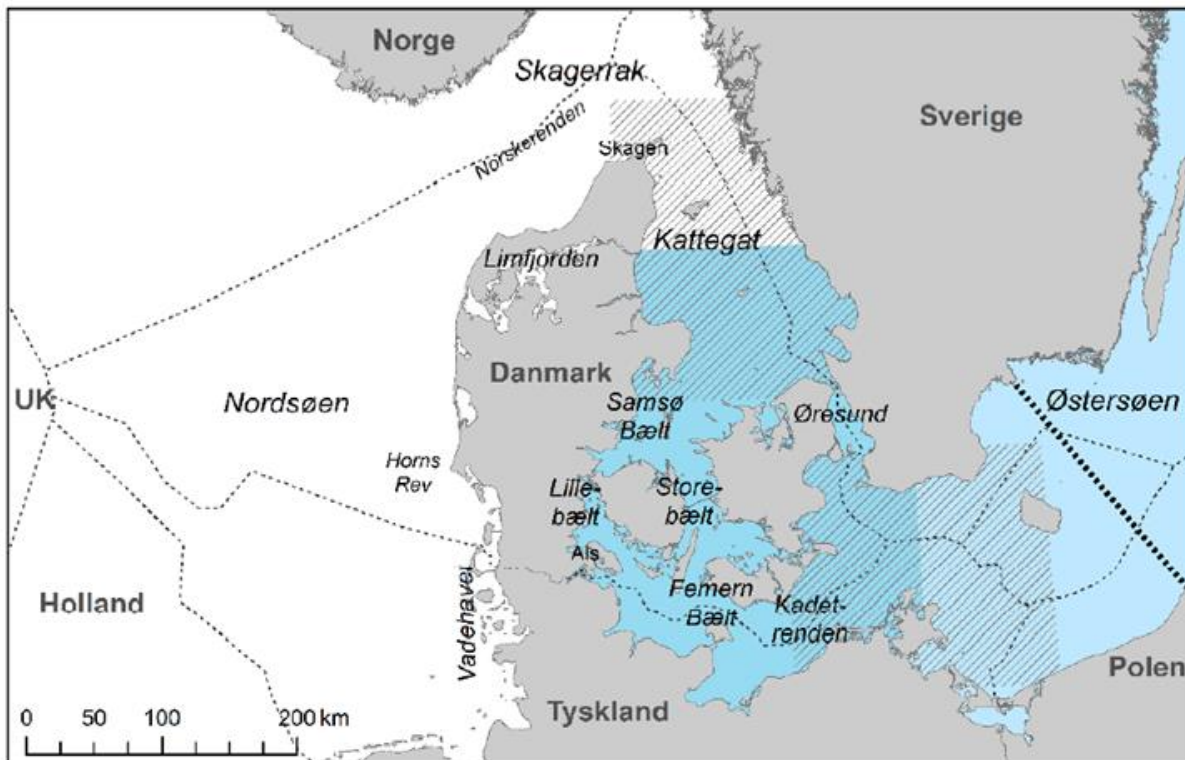
Mange arter af havpattedyr forekommer i Nordsøen. Der er tre arter af havpattedyr, som yngler og forekommer regelmæssigt i de danske farvande (herunder projektområdet for Thor Havvindmøllepark): Marsvin (*Phocoena phocoena*), spættet sæl (*Phoca vitulina*) og grå sæl (*Halichoerus grypus*) (Therkildsen, et al., 2020a), og de eksisterende forhold for disse arter er beskrevet i efterfølgende afsnit. Vågehvaler (*Balaenoptera acutorostrata*) og hvidnæser (*Langenorhynchus albirostris*) forekommer regelmæssigt i den centrale og nordlige del af Nordsøen. Tidligere tællinger samt modellering af udbredelsen af vågehvaler og hvidnæser tyder dog på, at arterne ikke forekommer regelmæssigt i projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Waggitt, et al., 2019; Gilles, et al., 2023). Dette understøttes af flytællinger udført i 2020 i forbindelse med de marine forundersøgelser i området for Thor Havvindmøllepark. Her blev hverken hvidnæse eller vågehval registreret (Rambøll, 2021f). Det vurderes, at disse arter kun forekommer sporadisk i projektområder og beskrives derfor ikke yderligere.

15.2.1. Marsvin

Marsvin har sin udbredelse i hele Nordatlanten, det nordlige Stillehav og Sortehavet. Det er den mest almindelig hvalart i danske farvande. Marsvin færdes fortrinsvis i kystnære områder, hvor de både søger føde og yngler. De er meget alsidige i sit fødevalg, men lever typisk af forskellige arter af fisk (NAMMCO, 2021).

Marsvin er fredet i Danmark, og arten er desuden opført på IUCN's rødliste, samt omfattet af ASCOBANS, HELCOM, CITES, Bern- og Bonn-konventionerne. Marsvin er derudover opført på habitatdirektivets bilag II og IV. Beskrivelser og vurderinger i henhold til habitatdirektivets bilag II og bilag IV vedrørende marsvin findes i kapitel 24. På den danske rødliste er bestanden af marsvin generelt vurderet som 'livskraftig' (LC), med undtagelse af Østersøbestanden, som vurderes 'kritisk truet' (CR) (Moeslund J. N.-C., 2023).

Forvaltningsmæssigt opdeles marsvin i de danske farvande i tre populationer: Østersøpopulationen, Bælthavspopulationen og Nordsøpopulationen og det er marsvin fra Nordsøpopulationen, som forekommer i projektområdet (Figur 15.1). Bevaringsstatus for marsvin er vurderet gunstig i den marine atlantiske region, som inkluderer Nordsøpopulationen af marsvin (Fredshavn, et al., 2019).



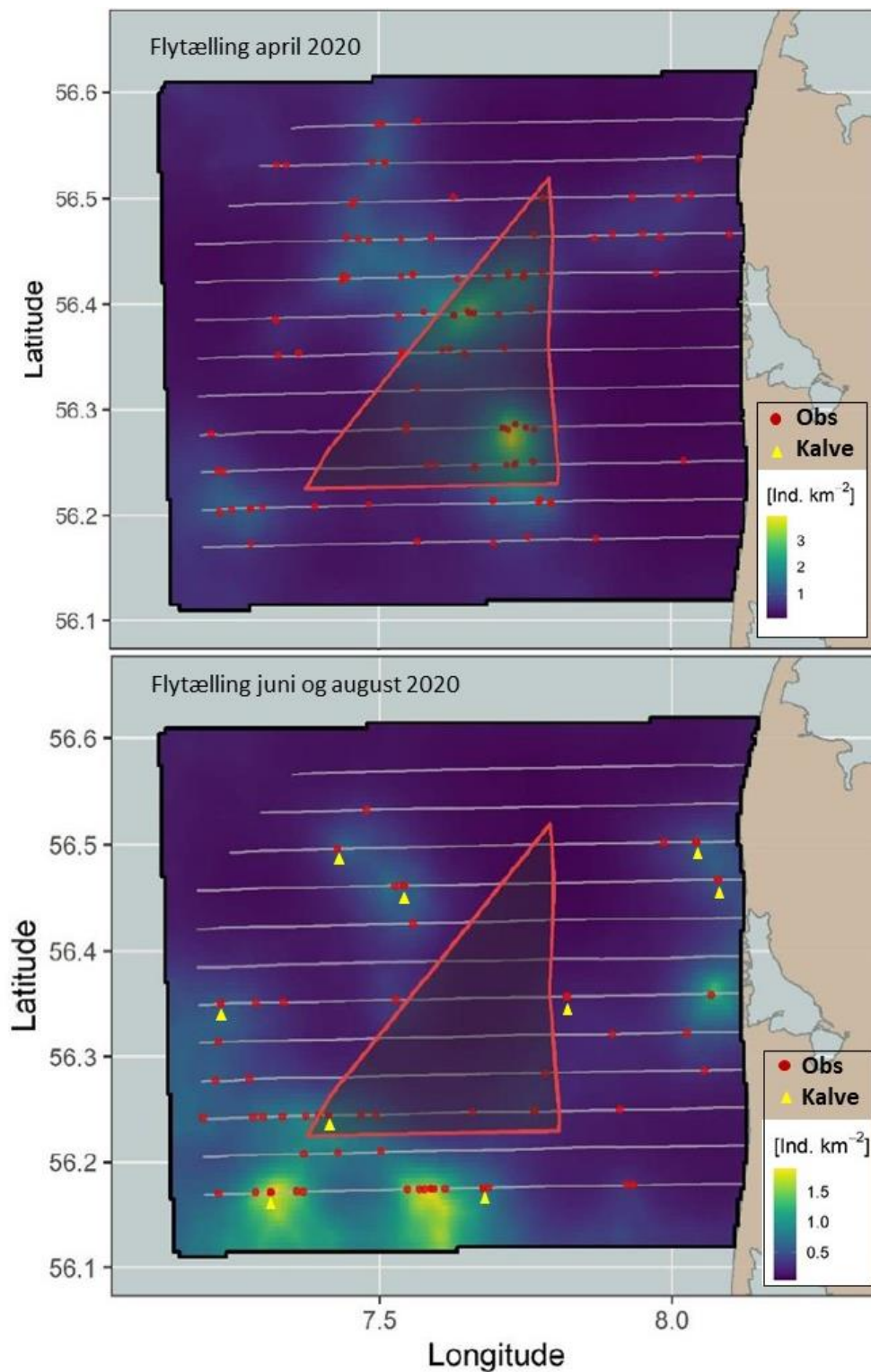
Forvaltningsområder for marsvin DK farvand

- Nordsøpopulationen ▨ Transitionsområde ml. populationer
- Bæltthavspopulation ····· Vestlig grænse for Østersøpopulationen (om sommeren)
- Østersøpopulationen - - - - EEZ

Figur 15.1: Forvaltningszoner for de tre populationer af marsvin i danske farvande (Sveegaard, Nabe-Nielsen, & Teilmann, 2018).

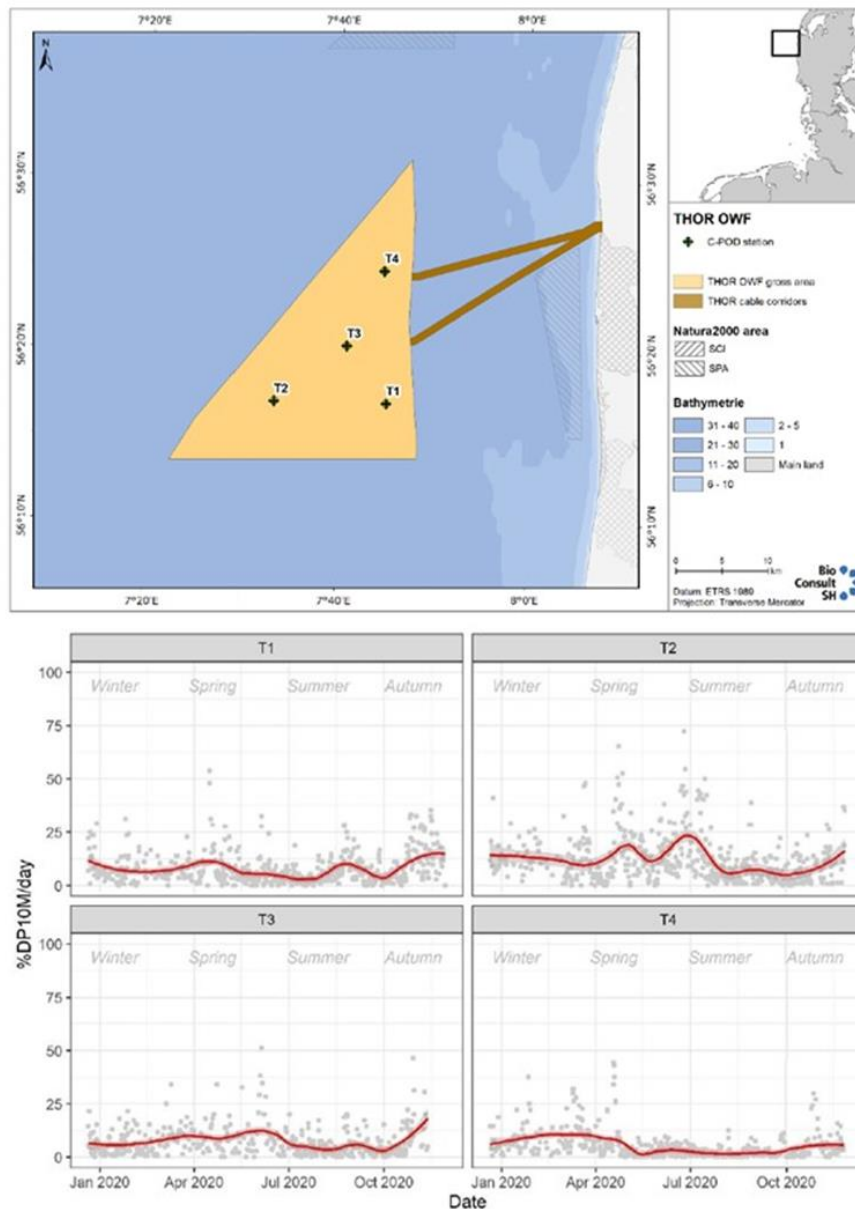
Nordsøpopulationen af marsvin blev under SCANS tællingen i 2022 estimeret til 339.000 individer med en gennemsnitlig tæthed på 0,52 marsvin/km² i hele Nordsøen (Gilles, et al., 2023). Flytællingerne i forbindelse med forundersøgelserne til Thor Havvindmøllepark i april, juni og august 2020 blev udført umiddelbart før og under marsvins ynglesæson, som finder sted fra maj til august. Tællingerne dækkede et område på 2488 km² i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Rambøll, 2021e). Flest enlige dyr blev registreret men også enkelte flokke samt mødre med kalve (med en enkelt observation i projektområdet). Tætheden i projektområdet i april blev estimeret til 0,47 marsvin/km² og i juni og august til 0,41 marsvin/km² (Figur 15.2).

Den lille variation i estimeret tæthed over sæson er sammenlignelig med variationen i tæthed fundet i perioden 2007-2016 baseret på satellitmærkninger (Sveegaard, Nabe-Nielsen, & Teilmann, 2018). En tælling af marsvin i habitatområde nr. 255, der er en del af Natura 2000-område nr. 246: Sydlige Nordsø, i juli 2021 (beliggende 70 km fra projektområdet), estimerede en tæthed på 0,80 marsvin/km² (Hansen & Høgslund (red), 2023). Generelt er fordelingen og tætheden af marsvin i et givent område primært styret af fødetilgængeligheden (Sveegaard, et al., 2012), og derfor har marsvin i danske farvande en uens fordeling, hvor de samler sig i kerneområder.



Figur 15.2: Tætheder af marsvin udregnet på baggrund af flytællinger i 2020 i og omkring forundersøgsområdet for Thor Havvindmøllepark i april (top) og samlet beregning for juni og august (bund). Jo mere gul desto højere tæthed. Røde cirkler er observationerne og gule trekantede er observationer af juvenile individer på transektlinjen. Modificeret fra (Rambøll, 2021e).

Udover flytællingerne blev der foretaget passiv akustisk monitoring af marsvin fra december 2019 til november 2020 i projektområdet. Marsvin bruger lyd til at søge føde, navigere (ekkolokalisere) og kommunikere med. Ved hjælp af akustiske optagere (C-PODS) på havbunden, som optager kontinuerligt og gør det muligt at detektere marsvinenes lyd, blev deres tilstedeværelse i tid og rum undersøgt. PAM undersøgelsen i området viste en anelse flere registreringer af marsvin i den sydvestlige del af forundersøgelsesområdet i foråret, men generelt fandt man en lav tilstedeværelse af marsvin i og omkring forundersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark (Rambøll, 2021e) (Figur 15.3).



Figur 15.3: Passiv akustisk monitoring i forundersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark. Øverst) position af optagere i projektområdet. Nederst) detektioner af marsvin igennem et år målt i detektioner af positive 10-minutter pr. dag. Marsvin blev detekteret året rundt men med lav forekomst (Rambøll, 2021e).

Der er ikke identificeret specifikke yngleområder for marsvin i danske farvande, men mødre med kalve kan ses langs den jyske vestkyst (DCE, 2022a). Der blev ligeledes observeret mødre med kalve omkring projektområdet

under flytællingerne i juni og august 2020. Projektområdet vurderes dog ikke som et vigtigt område for Nordsøpopulationen på baggrund af den lavere tæthed af arten i området over året sammenlignet med Nordsøen generelt.

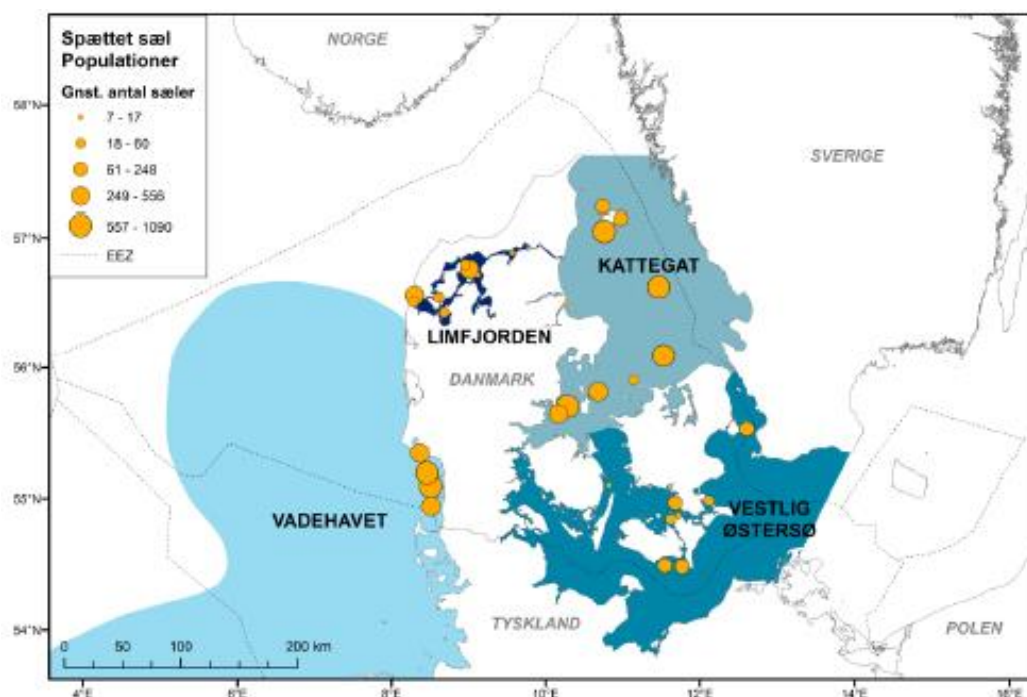
15.2.2. Sæler

15.2.2.1. Spættet sæl

Spættet sæl er den mest almindelige sælart i Danmark, og arten forekommer i alle danske farvande, undtagen i Østersøen omkring Bornholm. Fødegrundlaget for spættet sæl udgøres af en række forskellige bløddyr og fisk. Den samlede bestand har været stigende med varierende vækstrater siden fredningen i 1976/77, dog afbrudt af enkelte nedgangsåre, grundet sælpest i 1988 og 2002 samt fugleinfluenza i 2014 (Härkönen, et al., 2006; Bodewes, et al., 2015). Igennem de sidste 10 år er vækstraten for de danske bestande af spættet sæl i Danmark dog stagneret, hvilket tyder på, at bestandsstørrelserne nærmer sig miljøets bæreevne (Søgaard, et al., 2018).

Bevaringsstatus for spættet sæl vurderes som gunstig i de danske farvande (Fredshavn, et al., 2019), og spættet sæl er vurderet som 'livskraftig' (LC) på den danske rødliste (Moeslund J. N.-C., 2023). Arten indgår desuden på habitatdirektivets bilag II og V, hvorfor den er på udpegningsområdet for en række Natura 2000-områder. Nærmere beskrivelse og vurdering af de relevante Natura 2000-områder findes i kapitel 23.

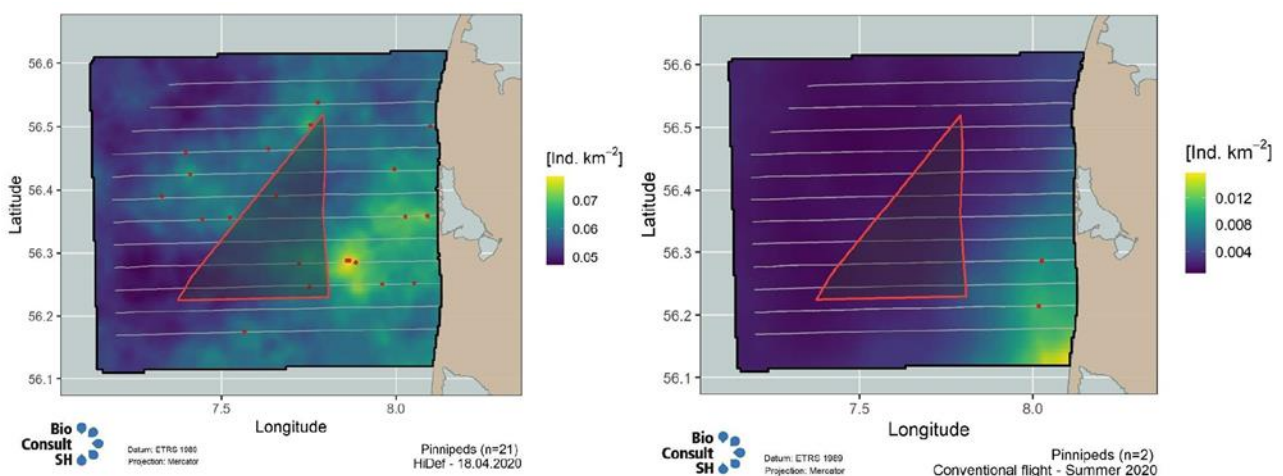
Spættede sæler er stedfaste, hvilket betyder, at et givent individ primært benytter den samme yngle-/hvileplads år efter år. Derfor er sælernes yngle- og hvilepladser i Danmark velkendte og veldefinerede. Spættede sæler i Danmark er opdelt i fire genetisk forskellige populationer i henholdsvis Vadehavet, centrale Limfjorden, Kattegat og den vestlige Østersø (Galatius, 2017) (Figur 15.4). Spættede sæler, som forekommer i projektområdet for Thor Havvindmøllepark, kan tilhøre bestanden fra Vadehavet eller den vestlige del af Limfjorden (Kyhn, et al., 2021), og disse bestande er senest opgjort til henholdsvis 1.790 og 400 individer (Hansen & Høgslund (red), 2023).



Figur 15.4: Populationsopdeling for spættet sæl med estimerede udbredelsesområder for populationerne i Vadehavet, Limfjorden, Kattegat og vestlige Østersø markeret med blåtoner. Betydelige hvilepladser er markeret med angivelse af relativ størrelse baseret på gennemsnitligt antal sæler på hvilepladsen i forbindelse med optællinger i fældesæsonen i august 2015 og 2016 (Galatius, 2017).

Grundet sælernes stedfasthed er arten sårbar over for menneskelig forstyrrelse og over for ødelæggelse af yngle-/hvilepladserne. De er særligt sårbare i yngleperioden fra begyndelsen af juni til slutningen af juli samt under fældeperioden i august-september, som fortrinsvis foregår på land (Galatius, 2017). Der er ingen yngle-/hvilepladser for spættede sæler i projektområdet, og nærmeste kolonier er Agger Tange, som ligger ca. 35 km nordøst for projektområdet samt øerne i Vadehavet ca. 70 km sydøst for projektområdet, hvor spættede sæler fra både Vadehavet og den centrale del af Limfjorden holder til. Spættede sæler kan dog bevæge sig over store afstande i forbindelse med fødesøgning og kan derfor forekomme i projektområdet (Kyhn, et al., 2021). Særligt i efteråret og om vinteren søger sælerne føde ude på havet i den åbne Nordsø (de la Vega, et al., 2016). I yngle- og fældeperioden er spættede sæler afhængige af at komme på land og er derfor forholdsvis stationære med et lille område, som de fouragerer indenfor.

I et studie, hvor man udstyrede spættede sæler med satellitsendere, fandt man, at sæler, som var mærket med sendere på yngle-/hvilepladsen ved Anholt, forblev tæt på Anholt og ikke benyttede de nærliggende yngle-/hvilepladser ved f.eks. Hesselø og Hallands Väderö under yngle- og fældeperioden. Hvorimod de om vinteren bevægede sig over større afstande (op til 249 km fra Anholt), og deres home range (det område, de søger føde indenfor) øgedes (Dietz, Teilmann, Andersen, Rigét, & Olsen, 2013). Sæler blev observeret under flytællingerne i forundersøelsesområdet i 2020. Figur 15.5 viser, hvor de enkelte sæler blev registreret (røde cirkler), og tætheder af sæler i forundersøelsesområdet beregnet på baggrund af antal og fordeling af sæler. Dog er de beregnede tætheder behæftet med så stor usikkerhed, da de kun beror på få observationer særligt i sommermånederne, at det ikke vurderes at give et realistisk billede af sælernes overordnede brug af området. De fleste observationer blev gjort i foråret, hvor der var 21 detektioner, herunder tre sikre observationer af spættet sæl. Kun to observationer af sæler (art ukendt) blev gjort i sommermånederne. Dette mønster er netop sammenfaldende med, at flest individer af spættet sæl bevæger sig ud i vinterhalvåret og holder sig nær yngle- og hvilepladserne i yngle- og fældeperioden.



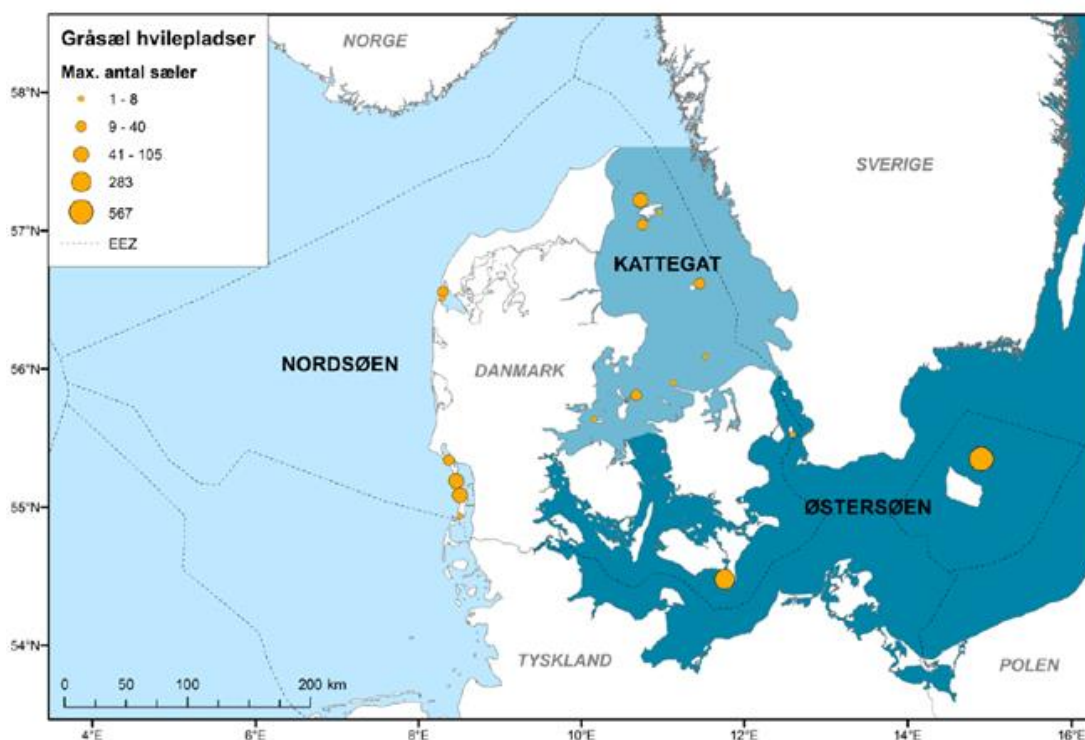
Figur 15.5: Observationer (røde cirkler) med tilhørende modellerede tætheder af sæler (spættet sæl og grå sæl sammenlagt) i og omkring forundersøelsesområdet for Thor Havvindmøllepark. Venstre) april og højre) juni og august. Flest sæler observeres i foråret, men tætheden er sandsynligvis lav (Rambøll, 2021e).

Der er observeret relativt få sæler i projektområdet særligt under sommertællingen (Rambøll, 2021e). Dog skal antallet af observationer benyttes med forsigtighed i forhold til vurdering af områdets betydning for sælerne. I modsætning til marsvin, som altid befinder sig i vandet, så opholder sælerne sig en del på land, hvilket vil medføre færre registreringer af sæler i vandet. Projektområdet er placeret forholdsvis tæt på en større koloni af spættet sæl

ved Agger Tange beliggende ca. 35 km væk (Figur 15.4), og det forventes derfor, at de spættede sæler benytter området som fourageringsområde eller passerer igennem området. Området vurderes således at være en del af de spættede sælers home range (kerneudbredelsesområde) og vurderes derfor at være af middel betydning for de spættede sæler.

15.2.2.2. Gråsæl

Gråsælen er også knyttet til de kystnære farvande, hvor den som generalist søger føde blandt de tilgængelige fiskerarter i området. I Danmark stammer gråsælerne overordnet fra to populationer i hhv. Nordsøen og den centrale Østersø (Figur 15.6). Gråsæler, som befinder sig i projektområdet for Thor Havvindmøllepark, tilhører sandsynligvis Nordsøpopulationen. Bevaringsstatus for gråsæl i danske farvande er vurderet som ugunstig, men siden 2003 har gråsælen etableret sig som ynglende art og forekommer i stigende antal i danske farvande (Fredshavn, et al., 2019). Gråsæl er opført på den danske rødliste i kategorien sårbar (VU) (Moeslund J. N.-C., 2023). Arten er desuden opført på habitatdirektivets bilag II og V, hvorfor arten, ligesom spættet sæl, er på udpegningsgrundlaget for en række Natura 2000-områder. Beskrivelser og vurderinger af relevante Natura 2000-områder er nærmere beskrevet i kapitel 23.



Figur 15.6: Populationsopdeling for gråsæl med estimerede udbredelsesområder for populationerne i Nordsøen og Østersøen, samt det overlappende område i Kattegat markeret med blåtoner. Betydelige hvilepladser (gul cirkel) er markeret med angivelse af relativ størrelse baseret på det maksimale antal sæler på hvilepladsen i forbindelse med flytællinger i 2015 og 2016 (Galatius, 2017).

De to populationer af gråsæler i danske farvande yngler og fælder på forskellige tider af året. Hvor gråsæler fra Nordsøpopulationen yngler i november/december og fælder i marts/april, yngler gråsæler fra Østersøpopulationen i februar/marts og fælder i maj/juni (Galatius, 2017). I Danmark er ynglebestanden meget lille, men arten yngler ved Rødsand i Gedser, hvor der har været en fast ynglelokalitet siden 2003. Derudover er der observeret ynglende gråsæler ved Søndre Rønner og Borfelt ved Læsø, Anholt og i Vadehavet (Galatius, Dietz, Sveegaard, & Teilmann, 2019). Gråsælerne er sårbare over for menneskelig forstyrrelse og ødelæggelse af yngle-/hvilepladser, særlig i

ynge- og fældesæsonen. Nyfødte gråsælunger er sandsynligvis mere sårbare end unger af spættet sæl, da unger af gråsæl ikke kan svømme fra fødslen (Galatius, 2017). Gråsælens yngle- og hvileområder i den danske del af Nordsøen er sammenfaldende med dem for spættet sæl (Hansen & Høgslund (red), 2023), og nærmeste vigtige hvileplads for gråsæler er ved Agger Tange ca. 35 km fra projektområdet.

Gråsæler er blevet talt i den danske del af vadehavet siden 2015, og over de sidste 5 år er bestanden i gennemsnit vokset 10 % om året (Schop, et al., 2022) på trods af svingninger i tællinger fra år til år og måned til måned. I 2021 talte man 321 individer, mens man i 2022 talte 280 og 152 gråsæler i hhv. marts og april måned (Schop, et al., 2022; Hansen & Høgslund (red), 2023). Gråsæler kan ligesom spættet sæl bevæge sig over større afstande, særligt uden for yngle- og fælde sæsonen, for at søge føde, og de tilbagelægger ofte større afstande end spættet sæl (Galatius, 2017). Der er observeret relativt få sæler i forundersøgelsesområdet, særligt under sommertællingen (Rambøll, 2021e) (se Figur 15.5). Som tidligere beskrevet skal observationerne benyttes med forsigtighed i forhold til vurdering af områdets betydning for sælerne. Projektområdet er placeret forholdsvis tæt på (ca. 35 km) en vigtig hvileplads ved Agger Tange, og det forventes derfor, at gråsælerne benytter området som fourageringsområde eller passerer igennem området. Området vurderes derfor at være af middel betydning for gråsælerne.

15.3. Påvirkninger fra fjernelse af UXO

Før installationen af fundamenter kan finde sted, kan der være behov for fjernelse af eventuelt fundet ueksploderet ammunition (UXO). Sprængninger af søminer genererer både chokbølger og lydbølger, som potentielt kan påvirke marsvin og andre marine organismer negativt (Richardson, Green, Malme, & Thomson, 1995a; von Benda-Beckmann, Sertlek, Aarts, & Lucke, 2015). Chokbølger forårsager primært mekanisk forstyrrelse og kan have alvorlige konsekvenser for marsvin (von Benda-Beckmann, Sertlek, Aarts, & Lucke, 2015; Ketten, 2004). Trykket i en chokbølge aftager dog hurtigt med afstand fra kilden, da meget af den oprindelige energi går tabt på grund af varmetab, eller ved trykudligning i havoverfladen. Forsøg med døde marsvin har vist, at trykbølger fra eksplosioner bl.a. kan forårsage massive blødninger, knoglebrud samt skader på ører, svælg, tarme og lunger (Ketten, 2004). Målinger og efterfølgende modellering ved detonering af ueksploderet ammunition i den sydlige Nordsø har vist, at trykbølgen er stærk nok til at forårsage skader på ørerne hos marsvin op til 500 m fra eksplosionsstedet (von Benda-Beckmann, Sertlek, Aarts, & Lucke, 2015). Modellering af chokbølgen er dog nødvendig fra sag til sag, for at kunne angive nøjagtige kritiske afstande.

Sprængning genererer også korte, meget intense bredbandede lydsignaler, som kan påvirke marsvins hørelse og adfærd selv på lange afstande (Southall, et al., 2019). Lydtrykket, som genereres, er direkte relateret til størrelsen på den anvendte sprængladning. For en eksplosion af 1 kg TNT er lydtrykket omkring 270 dB re 1 μ Pa målt på 1 meters afstand (Richardson, Green, Malme, & Thomson, 1995a). Dos Santos et al. (2010) har målt lydtryk på mere end 170 dB re 1 μ Pa i en afstand af 2 km fra et eksplosionssted, hvilket ligger langt over tærsklen for undvigelsesadfærd i marsvin i forhold til f.eks. pæle-ramning, en anden bredbåndet impulsiv støjkilde (Brandt, et al., 2018). Modelleringen ved detonering af ueksploderet ammunition i den sydlige Nordsø har også vist støjniveauer høje nok til at forårsage permanent høretab på flere kilometers afstand fra eksplosionsstedet (von Benda-Beckmann, Sertlek, Aarts, & Lucke, 2015). Det tyske Bundesamt für Naturschutz (BfN) har for nylig undersøgt mulige effekter af detoneringen af 42 søminer i Natura 2000-området Fehmernbelt (Wölfing, Liebschner, Hauswirth, & J., 2020). De har dels påvist, at marsvin var til stede i området under sprængningerne, og dels at lydniveauet i størstedelen af området har ligget over den tyske grænseværdi for "midlertidig hørenedsættelse" TTS (160 dB re 1 μ Pa²s SEL). Efterfølgende obduktioner af 24 marsvin, strandet i månederne efter minesprængningerne har påvist skader i 8 individer, som muligvis er forårsaget af høje lydtryk (Wölfing, Liebschner, Hauswirth, & J., 2020).

Der er en række foranstaltninger og metoder til rådighed, som kan mindske påvirkningen fra sprængning af ueksploderede søminer. Afværgeforanstaltningerne kan groft inddeles i 3 kategorier:

1. Restriktioner i tid og rum.
2. Afværgeforanstaltninger som reducerer generationen af lydtryk, og reducerer lydudbredelse.
3. Afværgeforanstaltninger, som mindsker risikoen for at havpattedyr udsættes for høje lydtryk; enten via bortskræmning eller ved brug af observatører (NPL, 2020). Disse afværgeforanstaltninger kan enten tænkes ind i planlægningen eller anvendes under sprængningen.

Restriktioner i tid og rum er særligt anvendelige i planlægningsfasen. Det kunne bl.a. være at minesprængning undgås i Natura 2000-områder, ved sælers yngle- og hvilepladser og i aflukkede områder uden flugtmuligheder, og at det undgås i højsæsonen for, hvornår marsvin yngler og har helt små kalve (april til september).

Reduktion af det genererede lydtryk kan i første omgang opnås ved at finde alternative metoder til at fjerne minen, så man ikke behøver at sprænge den (Koschinski & Kock, 2015). Dette kan eventuelt gøres ved en ny lovende metode "deflagration", hvor en lille sprængladning bliver anvendt til at uskadeliggøre søminen (NPL, 2020). Da sprængladningen derved bliver meget mindre, resulterer det i et lydtryk, som er 15-20 dB lavere end ved en ordinær sprængning (Lepper, et al., 2024).

I dag anvendes ofte sikkerhedszoner til at begrænse risikoen for, at havpattedyr udsættes for høje lydtryk. I disse zoner kan observatører være med til at sikre, at havpattedyr ikke befinder sig inden for en sikkerhedsradius omkring sprængningsstedet, mens sprængningen finder sted (Brandt, et al., 2013).

Ved at benytte en kombination af ovennævnte afværgetiltag vil man kunne begrænse påvirkningen på havpattedyr og dermed minimere risikoen for en skadelig påvirkning. En detaljeret vurdering af påvirkninger fra eventuelle sprængninger af ueksploderet ammunition foretages særskilt i forbindelse med godkendelse af eventuel bortsprængning, som er en del af Forsvarsministeriets ressortområde. Selve udførelsen af bortsprængningen foretages af den Værnsfælles Forsvarskommando, Marinestaben.

15.4. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

Vurderinger af eventuelle påvirkninger er foretaget med udgangspunkt i projektets aktiviteter i anlægsfasen samt viden om dyrenes følsomhed over for de mulige påvirkninger, som aktiviteterne kan have. De mulige påvirkninger, som Thor Havvindmøllepark kan have på havpattedyr, er ens for sæler og marsvin. Marsvin påvirkes dog kun i vandet, mens sæler kan påvirkes både i vandet og på yngle-/hvilepladser på land.

I anlægsfasen påvirkes marsvin og sæler primært af støj og forstyrrelse som følge af nedramning og øget skibstrafik samt anden aktivitet i anlægsområdet. Derudover vil der forekomme et kortvarigt habitattab ved nedramning som følge af bortskræmning. Den største støjpåvirkning fra projektet vil stamme fra nedramning af fundamenter til de 72 havvindmøller. Vurderingen af støjpåvirkninger tager udgangspunkt i opstilling af 72 havvindmøller på monopælefundamenter med den største diameter på 10 meter, som vil udgøre den største påvirkning, samt nedramning af pæle til transformerplatformens fundament.

Sedimentspild fra nedgravning af søkabler kan desuden påvirke havpattedyr, hvis det hæmmer deres mulighed for at finde byttedyr eller reducerer fødegrundlaget i området.

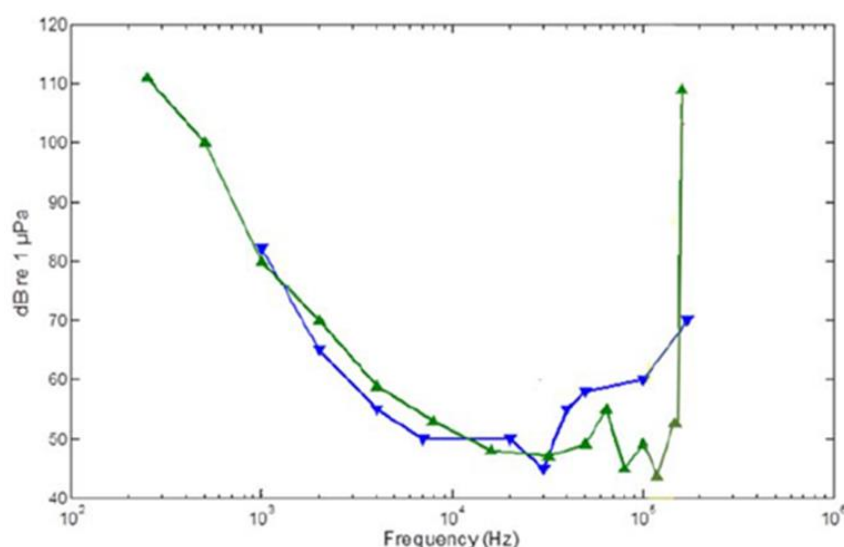
15.4.1. Undervandsstøj

Den største støjpåvirkning af havpattedyr vil forårsages af nedramning af pælefundamenter til vindmøllerne. Påvirkning af undervandsstøj på havpattedyr vil være størst tæt på støjkilden og aftage med stigende afstand til nedramningsområdet. Undervandsstøjen vil kunne medføre maskering af dyrenes kommunikationslyde og ekkolokaliseringssignaler samt forårsage adfærsændringer, eksempelvis ved at dyrene reducerer eller helt stopper med fødesøgning eller flygter væk fra området (midlertidigt tab af habitat). Tættere på støjkilden vil der kunne opstå midlertidig hørenedsættelse (TTS), og helt tæt på støjkilden vil lydene være så kraftige, at der kan opstå permanent høretab (PTS) samt vævsskader på andet væv end høreorganerne for ikke-dæmpet undervandsstøj fra pælenedramning (Richardson, Green, Malme, & Thomson, 1995a; HELCOM, 2019).

I det følgende beskrives først hørelsen for henholdsvis marsvin og sæler, og derefter beskrives de støjpåvirkninger, som projektet for Thor Havvindmøllepark forventes at generere. På baggrund heraf vurderes påvirkninger på havpattedyr som følge af undervandsstøj.

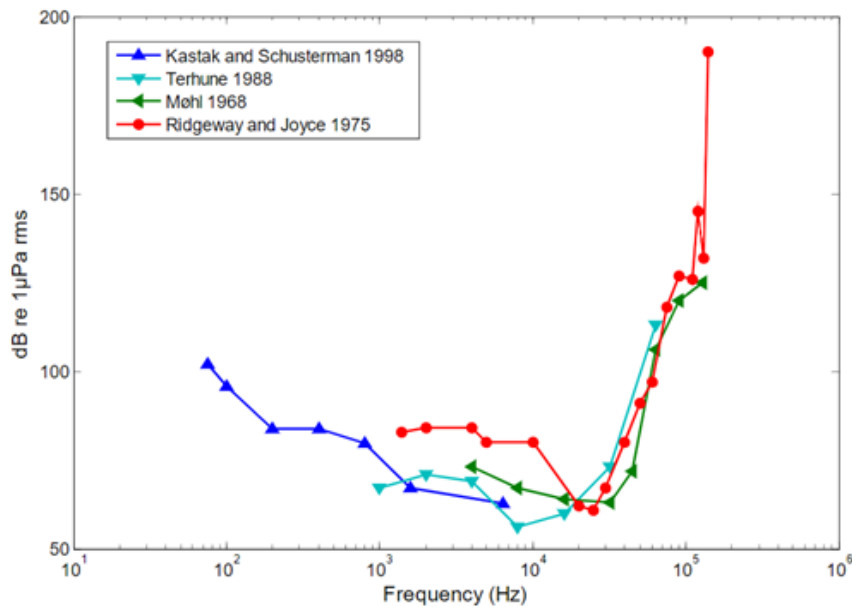
15.4.1.1. Hørelse hos marsvin og sæler

Høreevnen er livsvigtig for marsvin, fordi de er afhængige af lyd til at finde føde og kommunikere. Marsvin udsender højfrekvente lyde og lytter efter de tilbagekastede ekkoer, som de bruger til at navigere og finde byttet (Miller, 2010). Af denne grund er marsvin særligt sårbare overfor menneskeskabt støj, som kan maskere dyrenes lyde eller give høretab, særligt i det højfrekvente område. Marsvin hører godt, og deres hørekurve er vist i Figur 15.7.



Figur 15.7: Hørekurve for marsvin, som viser høreevnen med frekvensen på x-aksen og lydniveauet på y-aksen. Modificeret efter Kastelein et al. (2010) (grøn) og Andersen (1970) (blå). Marsvin hører bedst i frekvensområdet 10-160 kHz (Tougaard & Mikaelson, 2018).

Sæler er tilpasset et liv både på land og i vand, hvilket gør, at deres høreevne har udviklet sig til at fungere både i luft og vand. Sæler producerer en lang række forskellige kommunikationskald både over og under vandet, f.eks. i forbindelse med parringsadfærd og hævvelse af territoriet. De er derfor afhængige af deres hørelse som led i deres livscyklus, og de kan være sårbare over for undervandsstøj. Hørelsen strækker sig fra et par hundrede Hz til omtrent 60 kHz (se Figur 15.8).



Figur 15.8: Hørekurve for spættede sæler for fire forskellige individer (DHI, 2015). Høreevnen hos gråseal er ikke undersøgt på samme måde som for spættet sæl, men man forventer en lignende kurve, og derfor anvendes hørekurven for spættet sæl også for gråsealer.

15.4.1.2. Nedramning af monopæle

Thor Havvindmøllepark skal etableres med 72 vindmøller på monopæle med en diameter på op til 10 meter. Det forventes, at nedramning vil tage sammenlagt 72 dage (effektiv nedramning), hvor ét fundament kan nedrammes pr. dag. En nedramning varer typisk nogle timer, og derfor vil der være periodevis ophør i nedramning, når installationsfartøjet flyttes til næste lokalitet.

For at kunne vurdere påvirkningen af undervandsstøj fra nedramning af monopæle, er der udført en undervandsstøjmodellering, som viser støjbredelsen i og i nærheden af projektområdet i forhold til påvirkningszoner for adfærdspåvirkninger samt midlertidig (TTS) og permanent (PTS) høretab hos marsvin og sæler (NIRAS, 2023b). Støjmodelleringen er udført i henhold til de gældende danske retningslinjer for pæleramning (Energistyrelsen, 2022c), hvor frekvensvægtning indgår i beregningerne af TTS, PTS og undvigeadfærd hos havpattedyrene. I følge de danske retningslinjer er det et krav, at undervandsstøjen dæmpes til et niveau, hvor permanent høretab (PTS) hos hvaler og sæler ikke vil forekomme i en radius større end 200 meter. For at kunne vurdere hvilken støjdemning, som kræves for at overholde retningslinjerne, er modelleringen først udført uden støjdemning. I projektet for Thor Havvindmøllepark skal der benyttes støjdemning, om svarer til ét enkelt boblegardin (BBC).

Beregningerne er foretaget med udgangspunkt i konservative antagelser om den tid, det tager at nedramme pælene, hammerslagstyrke samt kildestyrke for undervandsstøjen. Som beskrevet i anlægsbeskrivelsen (afsnit 4.4.1) vil nedramning af pælene starte langsomt op med en soft-start/ramp-up procedure, hvor hammerintensiteten og dermed også lydets intensitet øges langsomt, og dette antages derfor også i modelleringen. Soft-start/ramp-up er en anlægsteknisk forudsætning, da det ikke er teknisk muligt at igangsætte nedramning ved fuld hammerkraft. En afledt konsekvens af proceduren er, at havpattedyrene får mulighed for at flygte fra anlægsområdet, inden der rammes ved fuld hammerslagkraft, og undervandsstøjen dermed når sit maksimum.

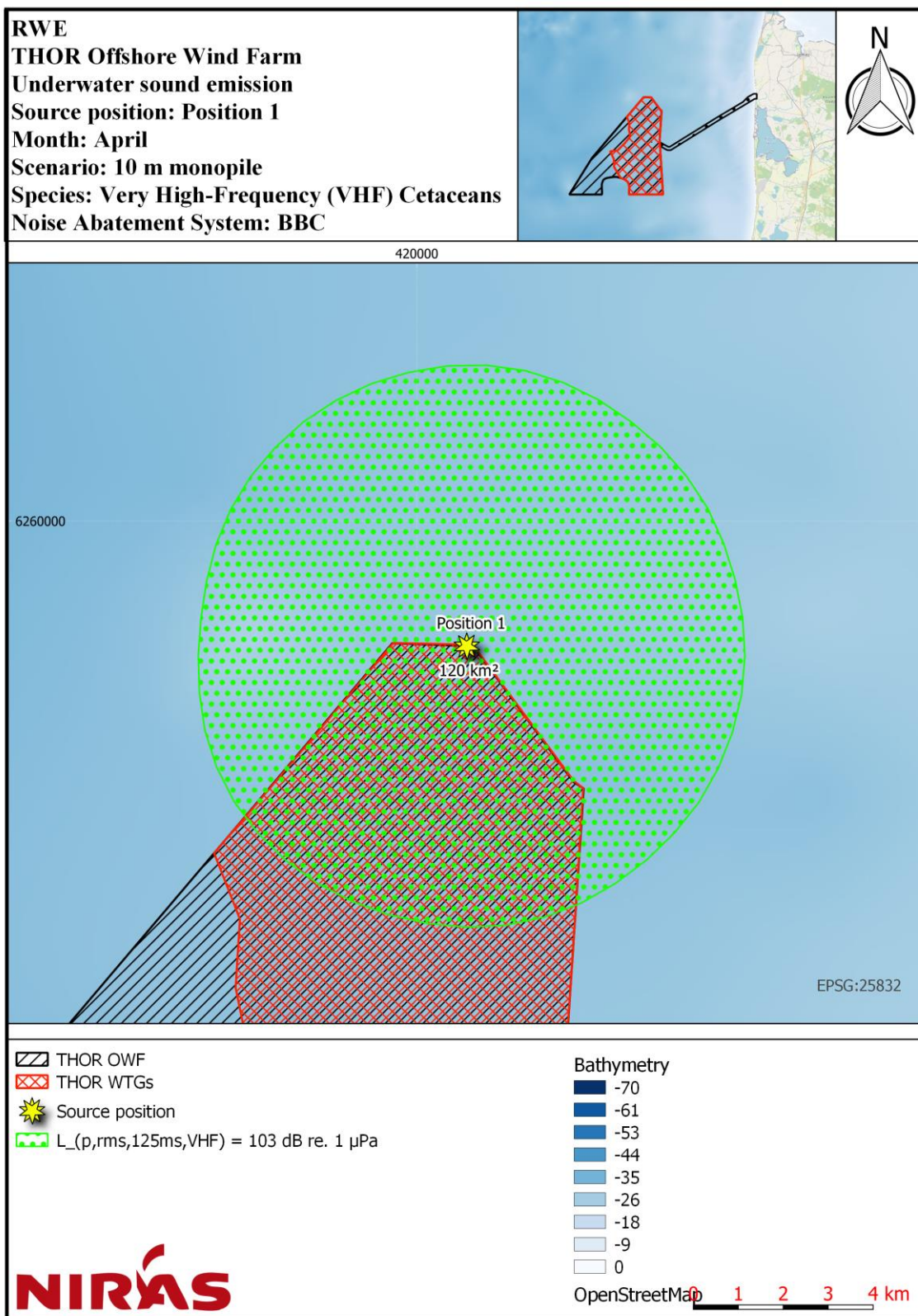
Modelleringen er udført for to scenarier, et for nedramning af monopæle til møllefundamenter og et for nedramning af jacket-fundament til transformerplatformen.

Tabel 15.1 viser resultatet af den modellerede undervandsstøjpåvirkning og forventede afstand til støjkilden, hvor der vurderes at være en påvirkning på henholdsvis sæler og marsvin. Påvirkningsafstandene er baseret på det værst tænkelige scenarie i forhold til undervandsstøj for nedramning af møllefundamenter og fundament til transformerplatformen i projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Modelleringen er lavet for de fire positioner, hvor støjdbredelsen er størst, samt for positionen for transformerplatformen og baseres på møllefundamenter med en pælediameter på 10 meter og pæle til transformerplatformens jacket-fundament på 2,5 m i diameter. Figur 15.9 viser et eksempel for støjdbredelsen ved position 1, som har de største påvirkningsafstande. Støjmodelleringen er nærmere beskrevet i den tekniske baggrundsrapport (NIRAS, 2023b).

Tabel 15.1: Påvirkningsafstande for havpattedyr ved brug af ét boblegardin (BBC) ved nedramning af 10 m monopæle i april måned (Position 1-4) samt for nedramning af 4 x 2,5 m pæle til transformerplatformens jacket-fundament (SS).

Art	Støjdæmpning	Position	Påvirkningsafstand (m)		
			$L_{E,cum,24h,*}$		$L_{p,rms,125ms,*}$
			PTS	TTS	Undvigeadfærd
Marsvin	BBC	1	< 100 m	575 m	6300 m
	BBC	2	< 100 m	550 m	6400 m
	BBC	3	< 100 m	550 m	6400 m
	BBC	4	< 100 m	600 m	6200 m
	BBC	SS	< 100 m	225 m	4300 m
Sæler	BBC	1	< 50 m	275 m	-
	BBC	2	< 50 m	100 m	-
	BBC	3	< 50 m	275 m	-
	BBC	4	< 50 m	< 100 m	-
	BBC	SS	< 50 m	< 100 m	-

Ved brug af støjdæmpende tiltag, som svarer til et boblegardin, vil påvirkningsafstandene, hvor der er risiko for at sæler udsættes for undervandsstøjniveauer, der kan medføre PTS, være < 50 m, mens det for TTS vil være i en afstand på op til 275 m fra nedramningsstedet. Påvirkningsafstanden for risiko for PTS hos marsvin er < 100 m, mens påvirkningsafstanden for risiko for TTS hos marsvin er < 600 m. Studier har vist, at tilstedeværelsen af anlægsgartøjer, og den støj skibene generer i sig selv, er tilstrækkelig til at fortrænge havpattedyr på en afstand op til flere kilometer fra skibene (Gall, Graham, Merchant, & Thompson, 2021; Wisniewska, et al., 2016). Sandsynligheden for at sæler og marsvin befinder sig indenfor henholdsvis 275 m og < 600 m af anlægsstedet vil derfor være begrænset, da tilstedeværelsen og undervandsstøjen fra anlægsgartøjer vil holde havpattedyr fra nærområdet af anlægsarbejdet. Det vurderes derfor, at påvirkningen på havpattedyr som følge af midlertidigt eller permanent høretab vil være lille/ingen og dermed ikke væsentlig.



Figur 15.9 Modellering af støjdbredelsen (NIRAS, 2023b). Eksempel fra position 1, som har den største påvirkningsafstand. Arealet, som påvirkes, er 120 km² i en irregulær cirkel omkring støjilden.

Modelleringen viser, at adfærdspåvirkninger på marsvin vil kunne forekomme i en afstand ud til 6400 m svarende til et areal på ca. 120 km² (Figur 15.9). Havpattedyrs adfærdsmæssige reaktioner kan variere betydeligt fra små ændringer i adfærd, f.eks. en stigning i svømmningshastighed eller en kort afbrydelse i fødesøgning (Dyndo, Wisniewska, Rojano-Donäte, & Madsen, 2015; Boye, Simon, M., & Madsen, 2010), til en kraftigere respons, hvor dyret flygter og fortrænges til områder længere væk (Gall, Graham, Merchant, & Thompson, 2021). Det kan ikke udelukkes, at flugt-responser kan have langsigtede konsekvenser for det enkelte individs overlevelse og reproduktive succes ved f.eks. øget risiko for dødelighed på grund af bifangst i net/garn og adskillelse af kalve fra mødre (specielt hvis området er vigtigt for mødre/kalve). Der er dog ingen videnskabelige beviser på disse sammenhænge.

Med en tæthed på 0,47 individer/km² er der sandsynlighed for at op til 57 individer vil opleve støjniveauer over tærsklen for adfærdspåvirkning (svarende til 0,016 % af Nordsøpopulationen) i den begrænsede tidsperiode, som en nedramning varer. Thor Havvindmøllepark kommer til at bestå af 72 vindmøller. Det forventes, at der installeres et eller to fundamenter per dag. Dvs. at varigheden af påvirkningen vil være kortvarig. Projektområdet for Thor Havvindmøllepark er ikke et vigtigt område for marsvin og tætheden af marsvin er ikke høj i området.

Tætheden af spættet sæl eller gråsæl er behæftet med stor usikkerhed i projektområdet og det er ikke muligt at estimere det mulige antal individer, som kan påvirkes på samme måde som for marsvin. Der er i stedet foretaget en kvalitativ vurdering af påvirkning af sæler fra undervandsstøj. Sæler har generelt en højere tålegrænse end marsvin, og det antages, at sæler i højere grad end marsvin er i stand til at undgå undervandsstøjpåvirkning bl.a. ved at holde hovedet op over vandet. Endvidere tyder det på, at antallet af sæler i projektområdet falder i sælernes ynglesæson (Figur 15.5), som også er den periode, hvor sælerne er mest sårbare.

Under nedramningen af fundamenter vil havpattedyrene fortrænges fra nærområdet, hvor anlægsaktiviteterne foregår, på grund af de høje niveauer af undervandsstøj. Området omkring den pågældende nedramning vil derfor ikke være tilgængeligt for havpattedyrene til f.eks. fødesøgning, men det vil være muligt for marsvin at søge føde i de nærliggende områder, som har tilsvarende fødemuligheder, lige som marsvinene efter timer/dage vil kunne bevæge sig tilbage til de områder hvor nedramningen er færdig, i takt med at anlægsarbejdet dag for dag flytter sig. Thor Havvindmøllepark består af 72 vindmøller og dermed vil påvirkningen være kortvarig og fuldt ud reversibel. Yderligere udgør arealet, som dyrene fortrænges fra under hver nedramning, en meget lille del af deres overordnede fødesøgningsområde i Nordsøen. Endvidere forventes det, at både marsvin og sæler vil vende tilbage til området efter nedramningens ophør. Adfærdsstudier udført i forbindelse med etableringen af andre havvindmølleparker viser således, at sæler og marsvin vender tilbage til mølleområdet indenfor 2-72 timer, efter pælenedramningen er ophørt (Brandt, Diederichs, Betke, & Nehls, 2011; Russel, et al., 2016; Dähne, Tougaard, Carstensen, Rose, & Nabe-Nielsen, 2017). I den korte periode, hvor ramningen pågår, vurderes det, at marsvin og sæler vil være i stand til at søge føde i andre nærliggende områder med tilsvarende fødesøgningsmuligheder.

Da det midlertidige habitattab forårsaget af undervandsstøj ved nedramning af fundamenter er kortvarig, reversibel og lokal, samt at Thor Havvindmøllepark ikke er et særligt vigtigt område for hverken sæler eller marsvin vurderes det, at påvirkningen på sæler og marsvin fra undervandsstøj som følge af nedramning vil være *lille* og dermed ikke væsentlig.

Udover den direkte påvirkning fra undervandsstøj kan havpattedyrene påvirkes indirekte, hvis deres fødegrundlag påvirkes af undervandsstøj. I forundersøgelserområdet forekommer eksempelvis sild og brisling, hvilket er arter, som både sæler og marsvin spiser. I og med at det vurderes, at påvirkningerne fra undervandsstøj på fisk er lille (afsnit 14.4.3) og dermed ikke væsentlig for fiskebestandene i og i nærheden af projektområdet for Thor Havvindmøllepark, vurderes den indirekte påvirkning på marsvin og sæler i form af påvirkning af deres fødegrundlag også at være *lille/ingen* og dermed ikke væsentlig.

På baggrund af ovenstående vurderes den samlede støjpåvirkning som følge af nedramning af monopælefundamenter som *lille* og dermed ikke væsentlig for sæler og marsvin.

15.4.1.3. Nedramning af to fundamenter på samme dag

I undervandsstøjmodelleringen er der taget udgangspunkt i, at der installeres ét fundament per dag. Ifølge anlægsbeskrivelsen for Thor Havvindmøllepark (se afsnit 4.4.1) vil der kunne installeres to fundamenter per dag, hvor den anden pæleinstallation påbegyndes, så snart den første installation er afsluttet. I et scenarie, hvor fundamenterne er placeret relativt tæt på hinanden, vil havpattedyrene allerede have haft betydelig tid til at forlade det undervandsstøjpåvirkede område, og dermed begrænses den yderligere påvirkning på havpattedyrene i forhold til installation af pæl nr. to. I forhold til adfærdspåvirkninger vil der ikke ske en stigning i det undervandsstøjpåvirkede areal, da pælene ikke installeres samtidigt. I forhold til PTS og TTS vil påvirkningsafstanden sandsynligvis ikke stige mere end 10 – 20 %, da havpattedyrene allerede er langt fra begge installationssteder og derfor får minimal yderligere påvirkning fra installationen af pæl nr. to. Det er dog vigtigt, at den anden installation ikke forsinkes væsentligt i tid efter installationen af den første pæl er afsluttet, da der i så fald er mulighed for, at havpattedyrene når at vende tilbage til området.

Installation af to fundamenter sekventielt vil således ikke øge påvirkningsafstanden for adfærdspåvirkninger og kun forårsage en begrænset stigning i TTS og PTS påvirkningsområderne. Under antagelse af, at sekventiel installation af to fundamenter vil medføre en forøgelse i TTS og PTS afstande på op til 20 %, vil påvirkningsafstandene, hvor der er risiko for at sæler udsættes for undervandsstøjniveauer, der kan medføre PTS, være < 60 m, mens det for TTS vil være i en afstand på op til 330 m fra nedramningsstedet (under antagelse af brug af boblegardiner). Påvirkningsafstanden med risiko for PTS hos marsvin er < 120 m, mens påvirkningsafstanden med risiko for TTS hos marsvin er < 720 m. Da tilstedeværelsen af anlægsfartøjer, og den støj skibene generer, i sig selv er tilstrækkelig til at fortrænge havpattedyr på en afstand på op til flere kilometer fra skibene, er sandsynligheden for, at sæler befinder sig indenfor 330 m af anlægsstedet og marsvin indenfor < 720 m af anlægsstedet begrænset. Sekventiel installation vil forlænge den daglige periode hvor nedramning af fundamenter finder sted, men omvendt vil den samlede periode, hvor der forekommer undervandsstøj fra nedramning af pæle, blive reduceret. Det vurderes derfor, at miljøpåvirkningen ved installation af to fundamenter sekventielt vil have den samme påvirkning som installationen af ét fundament per dag i forhold til adfærdspåvirkning samt midlertidigt eller permanent høretab hos sæler og marsvin på trods af en lille stigning i påvirkningsafstande for TTS og PTS. Det vurderes derfor, at miljøpåvirkningen vil være *lille/ingen* og dermed ikke væsentlig i forhold til adfærdspåvirkninger samt midlertidigt eller permanent høretab hos sæler og marsvin.

15.4.1.4. Nedramning af monopæle og jacket fundament på samme tid

Under anlæg af Thor Havvindmøllepark kan det være nødvendigt at nedramme jacket-fundamentet til transformerplatformen samtidig med at nedramning af monopælfundamenter til vindmøllerne forekommer. Hvis der forekommer nedramning på to nærtstående steder samtidig, dvs. af de nærmeste monopæle ift. jacket-fundamentet, vurderes det, at påvirkningsafstanden for PTS og TTS i værste fald vil kunne øges med en faktor 2 (NIRAS, 2023b). Dette vil medføre, at marsvin vil kunne opleve PTS i en afstand på 200 m og TTS i en afstand på 1200 m, mens sæler vil kunne opleve PTS i en afstand på 100 m og TTS i en afstand på 550 m. Som før nævnt er tilstedeværelsen af anlægsfartøjer, og den støj skibene generer, i sig selv tilstrækkelig til at fortrænge havpattedyr på en afstand op til flere kilometer fra skibene. Sandsynligheden, for at sæler befinder sig indenfor 550 m af anlægsstedet og marsvin indenfor < 1200 m af anlægsstedet, vil derfor være begrænset, da tilstedeværelsen og undervandsstøjen fra anlægsfartøjer vil holde havpattedyr fra nærområdet af anlægsarbejdet. Det vurderes derfor, at miljøpåvirkningen ved installation af to fundamenter samtidig vil være *lille* og dermed ikke væsentlig i forhold til midlertidigt eller permanent høretab hos sæler eller marsvin.

Udover længere påvirkningsafstande for hørenedsættelse vil installationen af to fundamenter på samme tid kunne medføre længere påvirkningsafstande for adfærd, som i værste fald er estimeret til at være 20-25 % længere end påvirkningsafstanden for adfærd ved installation af et enkelt fundament (NIRAS, 2023b). Dvs. en adfærdspåvirkningsafstand på op til 8 km for en monopæl (6400 m + 25 %) eller 5,4 km for et jacket-fundament (4300 m + 25%), svarende til arealer på hhv. ca. 201 km² og 92 km². For nedramning af en monopæl med den største påvirkningsafstand på adfærd vil dette medføre, at 95 marsvin svarende til 0,027 % af Nordsøpopulationen vil kunne opleve adfærdspåvirkninger omkring installation af en monopæl, hvis to fundamenter nedrammes samtidig. Hertil kan op mod 44 marsvin (0,013 % af Nordsøpopulationen) opleve adfærdspåvirkninger omkring installation af et jacket-fundament ved samtidig nedramning af de to typer fundamenter. Det skal dog nævnes, at vurderingen af denne type påvirkning er konservativ og forudsætter en støjudbredelse som er synkron i tid og under optimale forhold.

Tætheden af spættet sæl eller gråsæl er behæftet med stor usikkerhed i projektområdet og det er ikke muligt at estimere det mulige antal individer, som kan påvirkes på samme måde som for marsvin. Sæler har generelt en højere tålegrænse end marsvin, og det antages, at sæler i højere grad end marsvin er i stand til at undgå undervandsstøjpåvirkning bl.a. ved at holde hovedet op over vandet. Endvidere tyder det på, at antallet af sæler i projektområdet falder i sælernes ynglesæson, som også er den periode, hvor sælerne er mest sårbare.

Nedramning af to fundamenter på samme tid vil medføre at havpattedyrene fortrænges for nærområdet af installationen. Påvirkningen er dog kortvarig og reversibel, og arealet, som dyrene fortrænges fra under nedramning, vil udgøre en meget lille del af deres overordnede fødesøgningsområde i Nordsøen. I den korte periode, hvor ramningen pågår, vurderes det, at marsvin og sæler vil være i stand til at søge føde i andre nærliggende områder med tilsvarende fødesøgningsmuligheder. Da det midlertidige habitattab forårsaget af undervandsstøj ved nedramning af fundamenter er kortvarig, reversibel og lokal, samt at projektområdet for Thor Havvindmøllepark ikke er et særligt vigtigt område for hverken sæler eller marsvin, vurderes det, at påvirkningen på sæler og marsvin fra undervandsstøj som følge af nedramning vil være *lille* og dermed ikke væsentlig.

15.4.1.5. Skibsstøj og støj fra anlægsaktiviteter

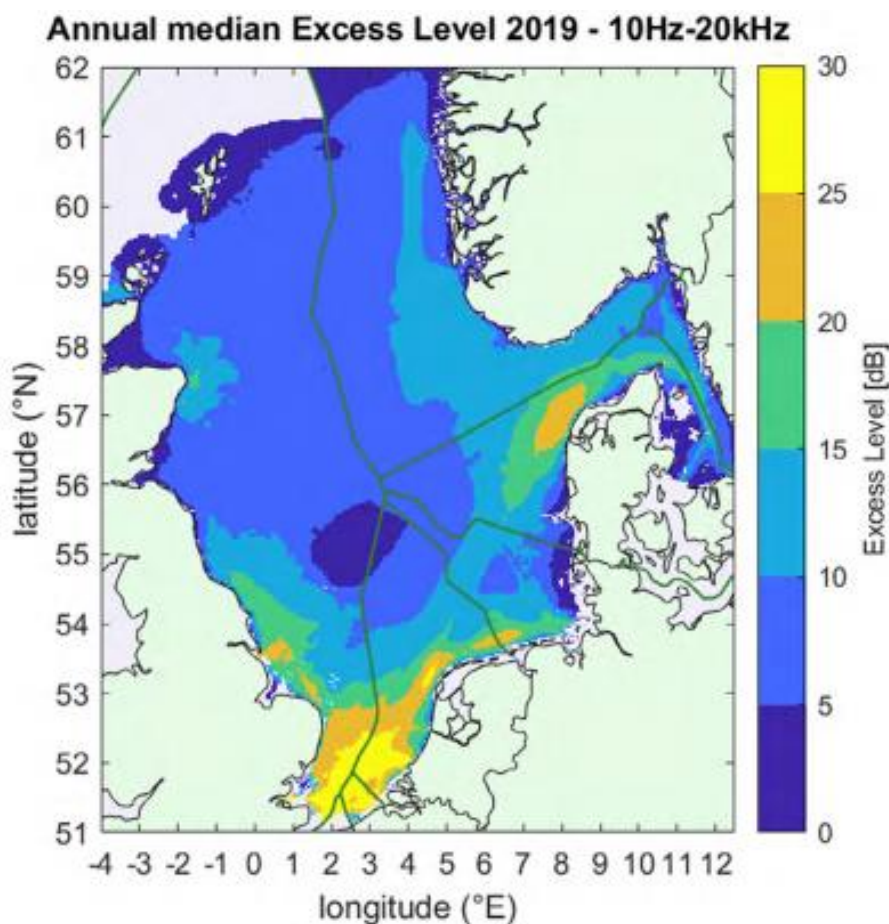
Andre kilder til støj, som kan påvirke havpattedyrene, er skibstrafik og gravearbejde. Støj fra graveaktiviteter inkluderer støj fra anlægsgartøjer og fra selve graveaktiviteterne i forbindelse med kabelinstallationerne. Frekvensen af støj fra denne type af aktiviteter er typisk under 1 kHz (Tougaard & Mikaelson, 2018). Afhængigt af typen af anlægsgartøjer og typen af sediment, der graves i, kan støjen dog i visse tilfælde være over 1 kHz. Støjen kan dermed påvirke marsvin og sæler ved, at de skræmmes bort fra anlægsområdet.

Gescha 2-projektet (Rose, et al., 2019) havde til formål at undersøge påvirkningen af marsvin ved nedramning af fundamenter i forbindelse med installationen af 11 havvindmølleparker i Tyskebugten i perioden 2014-2016. Resultaterne viste, at marsvin allerede begyndte at forlade projektområdet 24 timer før, nedramningen startede, og som nævnt kan anlægsgartøjer m.m. have en bortskræmmende effekt på havpattedyrene (Rose, et al., 2019; Gall, Graham, Merchant, & Thompson, 2021). Generelt antages det, at sæler er mere tolerante overfor undervandsstøj end hvaler. Dels på grund af sælernes mulighed for at have hovedet over vand, og dels fordi flere studier har påvist større tolerance hos sæler over for middelhøje lydpåvirkninger med adfældsreaktioner i området 130-150 dB re. 1 µPa rms (uvægtet) (Tougaard, 2014). Nogle studier har ligefrem påvist tiltrækkende effekter på sæler af sælskræmmere, mens tolerancen i fangenskab dog synes at være lavere (Tougaard, 2014; Jacobs & Terhune, 2002).

Thor Havvindmøllepark etableres i et område, som allerede er under stor indflydelse af skibstrafik, både via fiskeriet i projektområdet (se kapitel 17 om fiskeri) samt en nord/sydgående skibstrafik fra Skagerrak til den sydlige Nordsø (Jomopans, 2021) (kapitel 18 om sejlads). Figur 15.10 viser, at eksisterende skibstrafik i og omkring projektområdet bidrager til støjbilledet i Nordsøen henover året og at Nordsøen generelt påvirkes af menneskeskabt støj. Som

beskrevet under påvirkningen fra nedramning, vil marsvin også kunne fortrænges fra områderne omkring anlægsfartøjerne. I studiet af Gall et al. (2021) kunne støjen fra anlægsfartøjer fortrænge marsvin op til 4 km fra skibene. I forbindelse med anlægsfasen vil fiskefartøjer og anden skibstrafik ikke forekomme i mølleområdet, og støj fra anlægsfartøjerne i forbindelse med anlæggelsen af Thor Havvindmøllepark vil således erstatte dele af det eksisterende støjbillede i anlægsfasen. Endvidere vil havpattedyrene ikke fortrænges over store områder og de vil have mulighed for at søge til nærliggende tilsvarende fødesøgningsområder.

Set i lyset af den eksisterende skibstrafik samt at den øgede sejlads i forbindelse med anlægsarbejdet er periodisk og af kort varighed, vurderes det, at den potentielle fortrængning af sæler og marsvin som følge af skibsstøj og støj fra anlægsaktiviteter vil være kortvarig og over relativt korte afstande. Samlet set vurderes det, at der vil være en lille og dermed ikke væsentlig påvirkning på sæler og marsvin.



Figur 15.10: Kort over områder i Nordsøen, hvor undervandsstøj grundet skibstrafik overstiger naturlig støj fra vind. I projektområdet overstiges den naturlige støj over et år med 20 dB (Jomopans, 2021).

15.4.2. Sedimentspild

I anlægsfasen vil der i forbindelse med etablering af inter-array kabler og ilandføringskabler forekomme perioder med forøgede mængder af suspenderet materiale i vandfasen og øget sedimentation, som kan reducere sigtbarheden i vandet.

I kapitel 10 (bundtopografi og sediment) er forholdene omkring suspension og aflejring af sediment i anlægsfasen beskrevet. Sammenligningen af spredning af sediment i vandfasen (afsnit 10.3.2.1) og sedimentation på havbunden (afsnit 10.3.2.2) for scenarie 1 og scenarie 2 viser, at sedimentspredningen og sedimentationen på havbunden er næsten ens for de to scenarier, men at scenarie 1 dog giver marginalt større sedimentspredning og sedimentation end scenarie 2. Modelleringen viser, at den største koncentration af suspenderet sediment vil forekomme under nedlægning af kablerne tættest på kysten, hvor kablerne skal spules/graves ned. Generelt vil suspensionen ved installationen af ilandføringskabler være højere i kabelkorridoren under kabelnedlægning end i selve opstillingsområdet for vindmøller, hvor fundamenterne nedrammes og inter-array kablerne nedspules.

Nordsøen er dynamisk og der forekommer jævnligt naturligt høje koncentrationer af suspenderet sediment i vandsøjlen på grund af vind- og bølgepåvirkning. For eksempel måles der i Vadehavet ofte koncentrationer af suspenderet materiale på 800-1000 mg/l efter stormvejr (Andersen & Pejrup, 2001).

Både marsvin og sæler er tilpasset et liv i de kystnære vande, hvor sigtbarheden ofte er lav. Ligesom andre tandhvaler benytter marsvinet ekkolokalisering, hvor marsvinet udsender højfrekvente lyde og lytter efter tilbagekastede ekkoer til at navigere og finde bytte (Miller, 2010). Desuden har studier vist, at marsvin fouragerer både i dag- og nattetimerne (Wisniewska, et al., 2016), og derfor vil sedimentspild ikke være problematisk for marsvin. Sæler er ligeledes tilpasset livet i kystområderne. De bruger bl.a. deres knurhår til at finde føde i uklart vand (Dehnhardt, Mauck, Hanke, & Bleckmann, 2001), og sedimentspild vil heller ikke være en hindring for sælers fødesøgning.

Ud over fødesøgning kan sedimentspild også påvirke havpattedyrene indirekte, hvis det påvirker deres fødegrundlag. Forhøjede sedimentkoncentrationer og sedimentaflejringer som følge af etablering af kabler og nedramning af de 72 fundamenter vil forekomme lokalt omkring kabelkorridoren og i mølleområdet, og det er vurderet til at have ubetydelig til lille påvirkning på bundfauna og fisk (se kapitel 13 om marin flora og fauna samt kapitel 14 om fisk).

Samlet set vurderes det, at påvirkninger af sæler og marsvin som følge af sedimentspild fra anlægsfasen af projektet er kortvarige, lokale og reversible og derfor vurderes som *ubetydelig/lille* og dermed ikke væsentlig.

15.5. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

I driftsfasen vil der forekomme støj fra møllerne samt fra servicefartøjer, når de færdes i området. Desuden vil kablerne mellem møllerne og ind til land generere et elektromagnetisk felt, som potentielt kan påvirke havpattedyrene. Ved etablering af møllefundamenterne erstattes de naturligt forekommende habitater med et nyt hårdbundsubstrat i form af beton, stensætninger og stål. Fundamenterne og erosionsbeskyttelsen vil på sigt kunne fungere som kunstige rev.

15.5.1. Undervandsstøj

15.5.1.1. Driftsstøj

I forbindelse med driften af havvindmøllerne vil der forekomme lavfrekvent støj, som primært stammer fra møllernes turbine og generator. Støj og vibrationer bliver fra mølletårnene gennem stålpylonen og fundamentet overført til havbunden og herfra ud i vandet (Betke, 2014). Støj fra havvindmøllerne i driftsfasen er primært under 1 kHz og adskiller sig fra støj i forbindelse med anlægsfasen (nedramning) og fra skibsstøj ved at være mindre intensiv, men mere konstant og naturligvis også mere stationær. Støjen fra havvindmøllerne varierer med vindforholdene, således at støjniveauet øges med stigende vindhastigheder (Betke, 2014).

For både marsvin og sæler vurderes det, at påvirkninger på grund af driftsstøjen vil være begrænset. En konservativ beregning viser, at det er urealistisk, at der kan opstå PTS eller TTS hos sæler eller marsvin. I forhold til adfærdspåvirkninger hos marsvin er det beregnet, at driftsstøjen fra en enkelt mølle samt støjen fra flere nærliggende

møller vil være langt under adfærdstærsklen for marsvin i en afstand på 100 meter fra nærmeste mølle (NIRAS, 2023b). Sandsynligheden for, at driftsstøjen medfører adfærdspåvirkning, er derfor meget begrænset. Sæler har en bedre hørelse i det lavfrekvente område, sammenlignet med marsvin, og vil derfor sandsynligvis kunne høre undervandsstøjen fra vindmøllerne i drift på længere afstand. Sæler er dog mere tolerante for undervandsstøj (Kastelein R., 2011; Southall, et al., 2019), og studier har vist, at spættede sæler direkte opsøger og fouragerer omkring vindmøllefundamenter (Russell, et al., 2014).

I forbindelse med etablering af andre havvindmølleparker i bl.a. Danmark, Storbritannien og Holland har man monitoreret tilstedeværelsen af marsvin før, under og efter etableringen af disse havvindmølleparker, og studierne viser, at tætheden af marsvin enten var på samme niveau eller højere i og omkring havvindmølleparker sammenlignet med før anlæg (Teilmann, Tougaard, & Carstensen, 2012; Scheidat, et al., 2011; Vallejo, et al., 2017). Derudover har en ny undersøgelse vist, at marsvin kan blive tiltrukket af offshore olie- og boreplatforme på trods af forhøjede undervandsstøjniveauer fra platformene i drift. Marsvinene udnytter sandsynligvis den større mængde af byttedyr i nærheden af sådanne strukturer, som forekommer pga. dannelse af kunstig rev, kombineret med at fiskeri er forbudt i området omkring platformene (Clausen, et al., 2021). Støj fra olie- og gasplatforme er ikke identisk med undervandsstøj fra drift af havvindmølleparker, men den er stadig sammenlignelig, da den hovedsageligt forekommer i det lavfrekvente område.

Baseret på ovenstående vurderes det, at støj fra møllerne i driftsfasen alene vil have *ubetydelig/lille* og dermed ikke væsentlig påvirkning på sæler og marsvin.

15.5.1.2. Skibsstøj

Skibsstøj i forbindelse med service og vedligehold af Thor Havvindmøllepark kan potentielt medføre forstyrrelser af havpattedyr i og i nærheden af projektområdet. Aktivitetsniveauet vil være mindre end under anlægsfasen, men det forventes, at de skibe, der vil blive anvendt, vil være mindre og sandsynligvis hurtigere og derved generere støj med energi i et højere frekvensområde (som havpattedyrene er følsomme overfor) end de større skibe, der anvendes under anlægsfasen (Richardson, Green, Malme, & Thomson, 1995a). Det er sandsynligt, at støj fra skibstrafik i driftsfasen vil øge støjniveauet lokalt omkring møllerne samt i transportkorridorer til og fra havvindmølleparken, men at støjen vil indgå i det støjbillede, som allerede eksisterer for området grundet skibstrafik (Jomopans, 2021). Samtidigt skal den skibstrafik, som på nuværende tidspunkt bevæger sig i gennem mølleområdet, tilpasses og ruter og sejlads mønstre skal omlægges for at undgå kollision med møllerne (afsnit 18.4). Dette vil have en positiv effekt på niveauet af skibsstøj i området.

Området for Thor Havvindmøllepark er ikke et vigtigt område for hverken marsvin eller sæler, og da den øgede sejlads er periodisk og med kort varighed, vurderes det, at en eventuel fortrængning af havpattedyr vil være meget kortvarig og over korte afstande, mens skibene passerer. Samlet set vurderes det, at skibsstøj i driftsfasen vil medføre en *lille* og dermed ikke væsentlig påvirkning på sæler og marsvin.

15.5.2. Habitatændringer

Ved etablering af havvindmøllefundamenterne erstattes det naturligt forekommende habitat med et introduceret hårbundssubstrat i form af beton, stensætninger og stål. Fundamenterne og erosionsbeskyttelsen vil med tiden fungere som et såkaldt kunstigt rev (se afsnit 13.3.2.1). Det kunstige rev forventes at tiltrække epifauna og fisk knyttet til hård bund (kunstig reveffekt, som det er set i studier af andre havvindmølleparker i Nordsøen (Stenberg, et al., 2015; Reubens, Degraer, & Vincx, 2011)), hvilket potentielt kan øge fødegrundlaget for havpattedyr. Det fysiske havbundsareal, hvor møllefundamenter og eventuel kabelbeskyttelse etableres og hårbundssubstrat indføres, udgør dog kun maksimalt 0,01 % af projektområdets samlede areal og effekten vil være begrænset. Reveffekten

vurderes derfor at kunne have en positiv, men *ubetydelig/lille* og dermed ikke væsentlig påvirkning på sæler og marsvin i projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

15.5.3. Elektromagnetiske felter

I driftsfasen vil der kunne opstå et svagt elektromagnetisk felt (EMF) omkring søkablerne. Feltet vil være størst omkring ilandføringskablerne. Feltets intensitet svækkes hurtigt med stigende afstand fra kablet og magnetfeltets udbredelse er direkte afhængig af strømstyrken, som løber i kablet. Kablerne i projektet for Thor Havvindmøllepark er vekselstrømkabler (A/C) og magnetfeltet fra vekselstrømkabler har ikke en geografisk orientering, da strømmen hele tiden skifter retning. Miljøpåvirkningen vurderes derfor at være lavere end ved brug af jævnstrømkabler, hvor der genereres et statisk felt omkring kablerne.

EMF for Horns Rev 3 blev vurderet til højst 18 μT lige over havbunden for et kabel, som var gravet 1 meter ned i havbunden (IfAÖ, 2014). For Thor Havvindmøllepark er EMF ved samme dybde beregnet til 24,5 μT for ilandføringskabler. Dette vil falde yderligere til 11,8 μT , hvis kablerne nedgraves til 1,5 m under havbunden (Figur 13.11), som er den dybde, kablerne forventes at installeres i. Det naturlige baggrundsniveau i de danske marine farvande er i størrelsesordenen 50 μT (Energinet & NIRAS, 2017). Dermed er EMF fra ilandføringskablerne betydeligt svagere end det naturlige magnetiske felt såfremt det nedgraves 1,5 m eller dybere. Selvom magnetfeltet fra elkablerne er mindre end eller tilsvarende jordens naturlige magnetfelt, så kan magnetfeltet skabe lokale ændringer i det naturlige magnetfelt (Wyman, et al., 2018). Ændringen vil dog være lokal og hurtigt aftagende med afstand til kablet.

Der findes ingen viden om, hvorvidt marsvin eller sæler benytter jordens magnetiske felt til at navigere efter, men da de elektromagnetiske felter omkring søkablerne er svage og begrænset til få meter indenfor kablerne, vurderes det, at en eventuel påvirkning af havpattedyr som følge af elektromagnetiske felter vil være *ubetydelig/lille* og dermed ikke væsentlig.

15.6. Vurderinger af påvirkninger i demonteringsfasen

Hvordan demonteringsfasen kommer til at forløbe, er endnu ikke defineret, men processen vil i vid udstrækning indeholde de samme aktiviteter som under anlægsfasen, og fundamenter fjernes helt eller delvist ned til havbunds-niveau. Demontering vil følge udviklingen i teknologien. Forekomst af støj, forventes at være betydeligt mindre intensivt end under anlægsfasen, da der eksempelvis ikke vil forekomme nedramningsaktiviteter, som udgør den største påvirkning på havpattedyr.

I demonteringsfasen vurderes mulige påvirkninger på havpattedyrene således at være støj knyttet til demonteringsarbejdet, ophvirvlen af sediment i forbindelse med nedtagning af møllefundamenter og eventuelt kabler samt eventuelle påvirkninger af havpattedyrenes fødegrundlag. Da påvirkningerne i demonteringsfasen er sammenlignelige med eller mindre end påvirkningerne i anlægsfasen, bliver påvirkningen fra sedimentspild, habitattab, støj og forstyrrelse af sæler og marsvin vurderet til at være *lille* og dermed ikke væsentlig.

15.7. Sammenfattende vurdering

Vurderingerne af påvirkninger på havpattedyr som følge af anlægs-, drift- og demonteringsfasen af Thor Havvindmøllepark er opsummeret i Tabel 15.2.

Scenarie 1 for installation af ilandføringskabler er benyttet som grundlag for vurderingen af påvirkninger, der skyldes spredning af sediment i vandfasen og sedimentation på havbunden, se afsnit 10.3.1. Sammenligningen af scenarie 1 og scenarie 2 viser, at sedimentspredningen og sedimentationen på havbunden er næsten ens, men at scenarie 1 dog giver marginalt større sedimentspredning og sedimentation end scenarie 2, se afsnit 10.3.2. De

vurderede påvirkninger fra sedimentspild på havpattedyr gælder således også hvis scenarie 2 anvendes for installation af ilandføringskablerne.

I anlægsfasen vil og kan flere af anlægsaktiviteterne forekomme samtidig. F.eks. vil der i forbindelse med kabelinstallation forekomme sedimentspild og undervandsstøj fra installationsskibet samtidig. Ligeledes vil der i forbindelse med nedramning af fundamenter forekomme undervandsstøj fra installationen af fundamentet samtidig med, at der vil forekomme skibsstøj fra installationsfartøjerne. Der kan potentielt også forekomme nedramning af fundamenter samtidig med, at der installeres kabler. Da påvirkningerne i anlægsfasen fra de forskellige anlægsaktiviteter er vurderet til at have en *lille* (undervandsstøj fra nedramning) til *lille/ubetydelig* påvirkning (skibsstøj og sedimentspild), vurderes den samlede påvirkning fra anlægsaktiviteterne (installation af fundamenter og kabler samt skibsstøj fra installationsfartøjerne), hvis de forekommer samtidig, at medføre en *lille* påvirkning på sæler og marsvin og påvirkningen vil dermed ikke være *væsentlig*.

Tabel 15.2: Opsummering af vurderinger af påvirkninger på havpattedyr som følge af anlæg-, drifts- og demonteringsfasen for Thor Havvindmøllepark. Ingen af de vurderede påvirkninger er væsentlige.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Undervandsstøj (nedramning)	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Demontering	Ingen
Undervandsstøj, skibstrafik og drift af møller)	Anlæg	Lille
	Drift	Lille/ubetydelig
	Demontering	Lille
Sedimentaflejringer og suspenderet sediment	Anlæg	Lille/ubetydelig
	Drift	Ingen
	Demontering	Lille/ubetydelig
Permanent habitataændring	Anlæg	Ingen
	Drift	Ubetydelig
	Demontering	Ingen
Elektromagnetiske felter	Anlæg	Ingen
	Drift	Lille/ubetydelig
	Demontering	Ingen

Overordnet vurderes det, at etableringen af Thor Havvindmøllepark kan gennemføres uden væsentlige påvirkninger på havpattedyr under forudsætning af, at der anvendes støjdæmpende tiltag svarende til et boblegardin (BBC).

15.8. Kumulative effekter

Potentielle kumulative effekter på havpattedyr omhandler primært påvirkninger fra undervandsstøj og sedimentspild, som genereres i forbindelse med etableringen af Thor Havvindmøllepark og andre nærliggende projekter.

Projekter, som kan have påvirkninger på havpattedyr og i kumulation med Thor Havvindmøllepark, er vurderet til:

- De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Syd og Vesterhav Nord

- Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan
- Kystdirektoratets kystbeskyttelsesprojekt langs den jyske vestkyst

Påvirkningerne fra Kystdirektoratets kystbeskyttelsesprojekt, hvor der foretages kystnær sandfodring samt strandfodring på strækningen mellem Lodbjerg og Nymindegab, er vurderet i miljøkonsekvensrapporten for projektet (Rambøll, 2020). Det er i rapporten vurderet, at sedimentspredning og sedimentation ikke vil medføre væsentlige påvirkninger på havpattedyr. Vurderingen er baseret på, at marsvin og sæler ikke er følsomme over for sediment i vandsøjlen eller sedimentation af suspenderet stof på havbunden. Marsvin, spættet sæl og gråsæl er meget mobile arter, som søger føde i et stort område, og lokale potentielle påvirkninger af bundfauna eller fisk som følge af sedimentspredning og sedimentation vurderedes ikke at nedsætte fødemængden for havpattedyr langs strækningen Lodbjerg - Nymindegab. Ligeledes er det i miljøkonsekvensrapporten for projektet (Rambøll, 2020) vurderet, at påvirkningen som følge af undervandsstøj fra skibe og sandfodringsaktiviteterne ikke vil have en væsentlig påvirkning på havpattedyr. Vurderingen er baseret på, at marsvin og sæler udviser flugtrespons nær fartøjerne, og dermed svømmer væk fra fartøjer og aktiviteter, inden de kommer for tæt på støjilden. Derudover er området for kystbeskyttelsesprojektet ikke karakteriseret som et vigtigt område for marsvin og varigheden af påvirkningen som følge af undervandsstøj vil være kortvarig for sæler og marsvin langs den enkelte hovedstrækning.

Bygherren for Thor Havvindmøllepark har oplyst, at installationen af ilandføringskablerne vil blive koordineret med Kystdirektoratet, således at der ikke vil forekomme sandfodring nær projektområdet for Thor Havvindmøllepark i perioden for installationen af ilandføringskablerne. Derfor vil der ikke forekomme en kumulativ påvirkning mellem kystbeskyttelsesprojektet og Thor Havvindmøllepark som følge af samtidige aktiviteter i det kystnære område. Den kumulative påvirkning på havpattedyr som følge af de to projekter kan i stedet forekomme som følge af, at havpattedyr fortrænges fra de områder i Thor Havvindmøllepark, hvor der forekommer anlægsaktiviteter samtidig med at havpattedyr fortrænges fra de kystnære områder med sandfodring. Dog udgør det samlede areal, hvor der potentielt kan være tidligt sammenfald mellem aktiviteter fra de to projekter, en yderst begrænset del af det samlede areal i Nordsøen, hvor havpattedyr kan færdes og søge føde. Det vurderes derfor, at potentielle kumulative effekter opstået som følge af Kystdirektoratets kystbeskyttelsesprojekt og Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre væsentlige negative påvirkninger på havpattedyr.

Undervandsstøj fra nedramning af fundamenter i forbindelse med anlæg af havvindmølleparker, vurderes at have den største påvirkning på havpattedyr. Hvis flere havvindmølleparker etableres samtidig, kan disse i kumulation med hinanden øge påvirkningen og de afstande, som dyrene påvirkes i. Omvendt har havvindmøller i drift ikke den samme påvirkning på havpattedyr. Det skyldes, at den undervandsstøj, som genereres, er langt mindre intensiv og begrænset til det nære område omkring møllerne. Derfor vil driftsstøjen fra Thor Havvindmøllepark i kumulation med andre havvindmøller i drift ikke pådrage havpattedyrene hverken permanente eller midlertidige høreskader, ligesom at støjen ikke vil forårsage en adfærdspåvirkning på havpattedyr.

Sandsynligheden for, at anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark og anlægsfasen for andre fremtidige havvindprojekter i de udlagte udviklingszoner pågår på samme tid, vurderes som lille, og en kumulativ støjeffekt som følge af sammenfald i tid og sted, vurderes ikke sandsynlig. Anlægsfasen for de kystnære havvindmølleparker, Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, vil endeligt afsluttes i løbet af første kvartal af 2024 og vil derfor ikke overlappe med anlægsaktiviteter for Thor Havvindmøllepark (se afsnit 3.2.5.1). Der vurderes således ikke at være nogen miljøpåvirkninger fra etablering af Thor Havvindmøllepark, som i kumulation med miljøpåvirkninger fra andre projekter kan medføre væsentlige negative påvirkninger på sæler og marsvin.

15.9. Afværgeforanstaltninger

I forbindelse med nedramning af monopæle til havvindmøllerne samt jacket-fundamentet til transformerplatformen vil det være nødvendigt, at dæmpe undervandsstøjen for at kunne overholde Energistyrelsens guideline for installation af pælefundamenter (Energistyrelsen, 2022c). I undervandsstøjberegningen er der anvendt en støjdæmpning svarende til effekten af et enkelt boblegardin, hvilket medfører, at der under installationen af fundamenter ved nedramning skal anvendes støjdæmpende tiltag svarende til effekten af et enkelt boblegardin eller mere.

15.10. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Grundlaget for vurderingerne vurderes at være tilstrækkeligt.

16. Fugle og flagermus

I dette kapitel beskrives forekomsten af fugle i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark, og der foretages en vurdering af projektets potentielle påvirkninger af fugle. I kapitlet er der fokuseret på fuglearter, der er omfattet af national lovgivning og beskyttelsesbestemmelser, mens forhold omkring fugle og flagermus vedrørende internationale naturbeskyttelsesbestemmelser er beskrevet i kapitel 23 og 24 om henholdsvis Natura 2000-områder og bilag IV-arter (dog er fugle på fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I dels behandlet i nærværende kapitel). Der vil derfor være enkelte overlap mellem de to kapitler.

Da alle danske arter af flagermus er omfattet af bestemmelserne i habitatdirektivets bilag IV, er vurderingerne af flagermus alene gennemført i kapitel 24 (der er ingen flagermus på udpegningsgrundlaget for relevante Natura 2000-områder, der vurderes i kapitel 23). Flagermus er derfor ikke medtaget i vurderingerne i forhold til miljøvurderingsloven i dette kapitel. Men da det i kapitel 24 er vurderet, at projektet kan gennemføres uden at medføre beskadigelse eller ødelæggelse af yngle- eller rasteområder for flagermus, forsætlig forstyrrelse eller forsætligt drab af flagermus i henhold til bestemmelserne i habitatdirektivet (Rådets direktiv 92/43/EØF) og dets implementering i dansk lovgivning, så vurderes det ligeledes, at projektet kan gennemføres uden væsentlige påvirkninger af flagermus i henhold til bestemmelserne i miljøvurderingsloven (LBK nr 4 af 03/01/2023).

Arterne, der er omfattet af vurderingerne i nærværende kapitel, er valgt på baggrund af deres forekomst i fugleundersøgelsesområdet (se Figur 16.1) baseret på forundersøgelserne (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b).

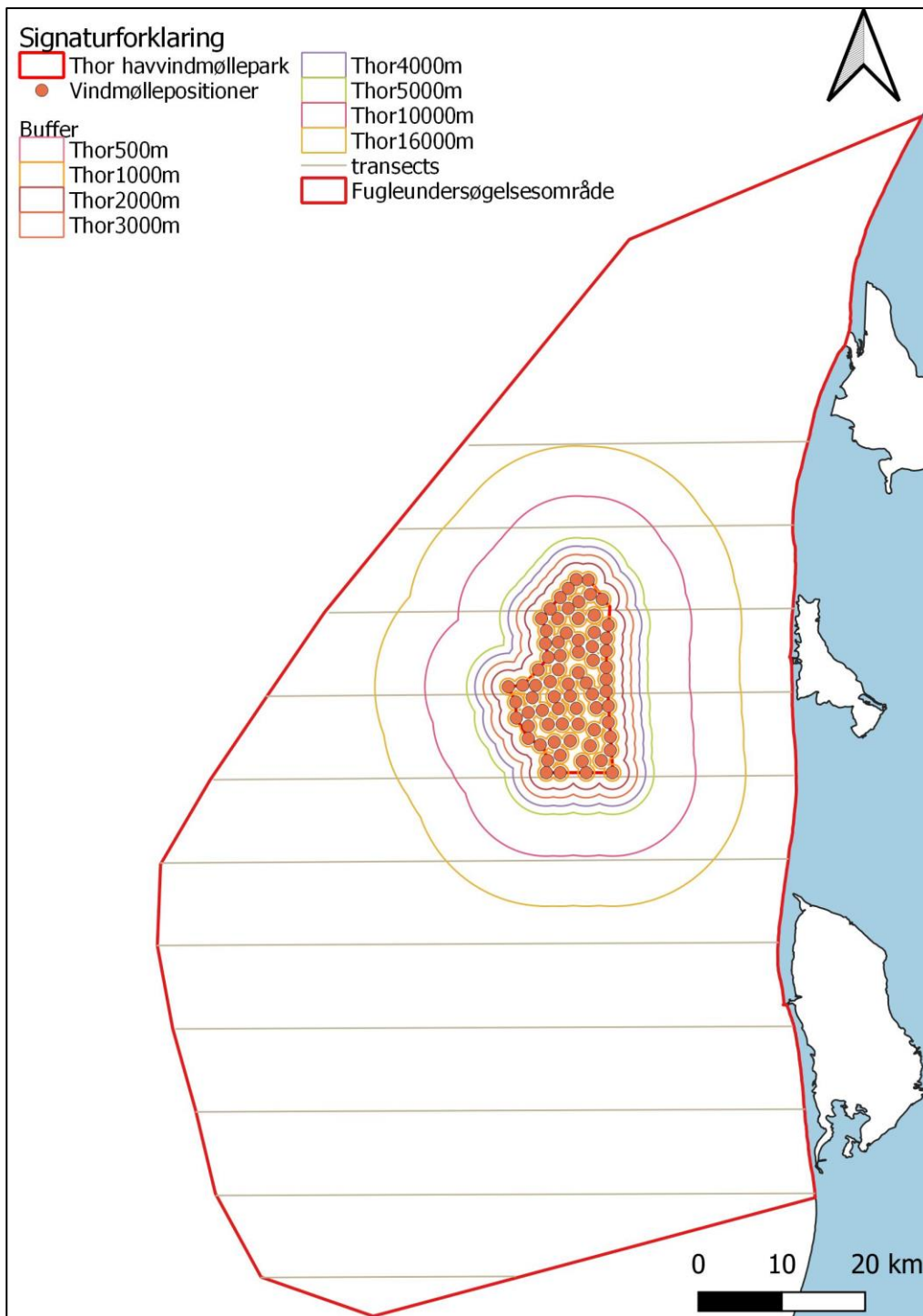
Anlægsaktiviteterne kan påvirke fugle på grund af støj og forstyrrelser fra skibstrafik samt ved nedramning af fundamenter i havbunden. Derudover kan sedimentspild samt midlertidigt habitattab i anlægsfasen potentielt påvirke fuglenes fødesøgning direkte eller ved at påvirke fuglenes fødegrundlag i form af fisk, bundplanter og -dyr. I driftsfasen vil de eventuelle påvirkninger af fugle være forårsaget af forstyrrelser i forbindelse med reparation og vedligehold af havvindmølleparken, fortrængning fra havvindmølleparken, barriereeffekt og kollisioner med vindmøllerne. I demonteringsfasen vil påvirkningerne være sammenlignelige med påvirkningerne fra anlægsaktiviteterne.

16.1. Metode og datagrundlag

Beskrivelserne af relevante fuglearter, der forekommer i projektområdet for Thor Havvindmøllepark, samt områdets betydning som fouragerings- og rasteområde, er foretaget på baggrund af eksisterende, tilgængelig viden og data, inklusive data indsamlet i forbindelse med forundersøgelser for Thor Havvindmøllepark, herunder:

- En videnskabelig rapport udarbejdet af Aarhus Universitet, DCE, der rapporterer antallet af observerede fugle og deres geografiske udbredelse i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark baseret på flyundersøgelser gennemført fra januar til april 2019 (Petersen & Sterup, 2019a).
- En feltrapport udarbejdet af Aarhus Universitet, DCE, der rapporterer antallet af observerede fugle og deres geografiske udbredelse i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark baseret på flyundersøgelser gennemført i september og november 2019 (Petersen & Sterup, 2019b).
- En rapport, som beskriver et opdateret datagrundlag af fugle i områder i det danske farvand, som er screenet til havvind, samt områdernes følsomhed og beskyttelsesværdi for fugle (Skov, Mortensen, & Tuhuteru, 2019).
- En rapport udarbejdet af DHI, der opsamler og bearbejder (bl.a. ved modellering af) en række data fra fly- og skibsundersøgelser i Nordsøen fra NOVANA-overvågning, European Seabirds at Sea (ESAS) database, samt nyere undersøgelser, der er foretaget i og omkring området for Thor Havvindmøllepark (Skov, Mortensen, & Tuhuteru, 2020).

- En rapport udarbejdet af Aarhus Universitet, DCE, der opsamler og bearbejder (bl.a. ved modelleringer af) en række data fra flyundersøgelser i dansk Nordsø (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019).
- Rådata fra de optællingerne af fugle foretaget af DCE i 2019 i forbindelse med Thor Havvindmøllepark. (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b).



Figur 16.1: Oversigt over forundersøgellesområdet med transekter brugt i optællingerne fra fly foretaget af DCE, samt placeringen af vindmøller med tilhørende bufferzoner for Thor Havvindmøllepark.

På baggrund af den relative homogene forekomst af fugle i Nordsøen og sammenfald med tidligere optællinger i området vurderes fugleforekomsterne at være relativt stabile over tid (Skov, Mortensen, & Tuhuteru, 2020), hvorfor data vurderes at være repræsentative for fuglefordelingerne ved projektets start. Vurderingen af påvirkningen på trækkende og rastende fugle er foretaget kvalitativt med udgangspunkt i de potentielt betydende påvirkningsmekanismer, herunder:

- Påvirkning af levesteder for fugle
- Kollisioner med havvindmøller
- Barrierevirkning og øget energiforbrug ved ændring af trækruter

Disse påvirkningsmekanismer ligger til grund for vurderingen af påvirkningen af levesteder (tab og ændringer af habitat og levesteder, samt fortrængning og forstyrrelser), kollisioner og barrierevirkninger for fugle. Vurderingerne er sket på basis af en kvalitativ vurdering ud fra det publicerede materiale fra undersøgelser i området.

Vurderingerne af påvirkningen på de rastende fugle er især baseret på forundersøgelser til Thor Havvindmøllepark, hvor der blev gennemført optællinger af fugle fra fly i syv kampagner: d. 20. januar, d. 24. februar, 19. marts, 7. april, 19. april, 3. oktober og 31. oktober 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b). Undersøgelsesområdet dækker nærværende projektområde. Data fra disse optællinger suppleres med data fra DCE's optællinger af rastende vandfugle i Nordsøen. For de arter, der forekommer i store nok antal (>20 observationer per optælling), er der foretaget modellering af rastefugleforekomsterne (for detaljer se afsnit 16.1.2 og **bilag 4**). For de øvrige arter er der foretaget et estimat af tæthederne baseret på forekomsten tættest på observatørerne. For arter, der vurderes at optræde i særligt kritiske antal eller tætheder, er der udregnet kollisionsestimater vha. Band-modellen (Band, 2012) (for detaljer se afsnit 16.1.1 og **bilag 5**).

Det bemærkes, at nærværende kapitel omhandler beskrivelser og vurderinger af fugle, der færdes på havet i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark, mens at kapitel 23 omhandler beskrivelser og vurderinger af fugle, der er på udpegningsgrundlaget for de relevante Natura 2000-områder. Derfor vil der være nogle fuglearter, der udelukkende beskrives i nærværende kapitel, da arterne kan være rapporteret i og omkring projektområdet, uden at indgå i udpegningsgrundlagene for de relevante Natura 2000-områder. Ligeledes vil der være nogle fuglearter, der udelukkende beskrives i kapitel 23, da arterne er på udpegningsgrundlagene for de relevante Natura 2000-områder, men ikke er rapporteret i eller nær projektområdet.

I nærværende kapitel inddrages vurderinger fra kapitel 9 om hydrografi, kapitel 10 om bundtopografi og sediment, kapitel 13 om marin flora og fauna og kapitel 14 om fisk for at vurdere påvirkninger på fuglearternes muligheder for at søge føde i og omkring projektområdet.

Vurderingerne vil både blive foretaget lokalt i forhold til Thor Havvindmøllepark og i kumulation med andre projekter, der kan påvirke de samme fuglebestande som Thor Havvindmøllepark. I afsnit 3.2.5 er der beskrevet et referencescenarie, hvor de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd er opført og indgår i basistilstanden, der vurderes på. Vurderingerne af fugle baseres imidlertid på modelleringer af data indsamlet før opførelsen af Vesterhav Nord og Syd, og da det vil være forbundet med for store usikkerheder at indføre påvirkningerne af Vesterhav Nord og Syd i modelleringerne, vil vurderingerne i det følgende baseres på basistilstanden ved indsamling af fugledata i 2019. Dermed sikres det også, at der vurderes på fuglebestande med stabiliserede fordelinger og bestande i forhold til den eksisterende påvirkning i Nordsøen. Ved opførelsen af Thor Havvindmøllepark må det forventes, at de påvirkede bestande ikke har tilpasset sig tilsvarende til Vesterhav Nord og Syd. En sådan tilvænning tager normalt flere år (Rydell, J. et al., 2012; Petersen, Nielsen, & Mackenzie, 2014; Rydell, Ottvall, Pettersson, & Green, 2017). Der er ikke endnu konsensus omkring hvor længe, det tager fuglene at tilpasse sig.

Enkelte studier har set en tilvænnings-effekt efter to år, andre først efter syv til otte år og en del studier viser ingen tilvænnings-effekt (Rydell, J. et al., 2012; Marques, Batalha, & Bernardino, 2021). Derfor er påvirkningen af fugle fra Vesterhav Nord og Syd først medtaget i afsnittet om kumulative påvirkninger (afsnit 16.7). Vurderingerne af fugle vil både blive foretaget i forhold til nationale og internationale fuglebestande, der potentielt påvirkes af projektområdet.

Derudover forholder vurderingerne i nærværende kapitel sig til artikel 4, stk. 4 i EU's fuglebeskyttelsesdirektiv (Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/147/EF). EU's medlemslande er gennem fuglebeskyttelsesdirektivets artikel 4 forpligtet til at træffe særlige beskyttelseshensyn for fuglearter på fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I. Medlemslandene skal således udlægge særligt beskyttede områder (artikel 4, stk. 1), som er bedst egnede for arterne på bilag I. Derudover skal regelmæssigt tilbagevendende trækfuglearter, som ikke er anført på bilag I, ligeledes beskyttes gennem beskyttelse af fuglenes yngle-, fjerskifte- og overvintringsområder samt rasteområder inden for deres trækruter (artikel 4, stk. 2). Disse særligt beskyttede områder, der nævnes i fuglebeskyttelsesdirektivets artikel 4, stk. 1 og stk. 2, benævnes fuglebeskyttelsesområder og er en del af Natura 2000-områderne, som behandles i kapitel 23. Ifølge fuglebeskyttelsesdirektivets artikel 4, stk. 4 er medlemslandene forpligtet til at lave foranstaltninger for at undgå forurening eller forringelse af levesteder samt forstyrrelse af fuglene i de beskyttede områder (fuglebeskyttelsesområder). Det er i artikel 4, stk. 4 ligeledes beskrevet, at medlemslandene skal bestræbe sig på at "*undgå forurening eller forringelse af levesteder også uden for disse beskyttede områder*". I dette kapitel er det derfor vurderet, om Thor Havvindmøllepark kan medføre forurening eller forringelse af levesteder for fuglearter på fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I uden for Natura 2000-områderne.

Det kan dog på forhånd udelukkes, at etableringen af Thor Havvindmøllepark vil medføre forurening af levesteder for fugle. Dette kan gøres på baggrund af vurderingerne i kapitel 25 om vandplanlægning. Det er i dette kapitel vurderet, at Thor Havvindmøllepark ikke vil forringe den økologiske eller kemiske tilstand for de relevante kystvandsområder eller være til hinder for opnåelse af målsætningen om god økologisk og kemisk tilstand i de relevante målsatte vandforekomster. Tillige er det vurderet, at Thor Havvindmøllepark ikke vil forringe den kemiske tilstand for relevante vandområder eller være til hinder for opnåelse af målsætningen om god kemisk tilstand i disse. Derfor vil vurderingerne i forhold til fuglebeskyttelsesdirektivets artikel 4, stk. 4 udelukkende omfatte vurdering i forhold til forringelse af levesteder.

16.1.1. Beregning af kollisionsestimater

For de arter, der vurderes at optræde i særligt kritiske antal eller tætheder, er der udregnet kollisionsestimater vha. Band-modellen (Band, 2012) (se **bilag 5** for mere information om beregningerne), derudover er vurderingerne baseret på kendte fortrængningseffekter og kollisionsrisici for danske og internationale undersøgelser og studier. Vurderingen af arter, som forekommer i særligt kritiske antal, baseres på, om arternes lokale bestandsstørrelse er væsentlig i forhold til de biogeografiske bestandsstørrelser.

Band-modelleringen gennemføres i 5 trin:

- **Trin A:** Beregning af tætheden af flyvende fugle i området, hvor møllerne placeres (antal fugle per km² per tidsenhed) eller passager af området per tidsenhed.
- **Trin B:** Beregning af, hvor mange af disse flyvninger, der passerer igennem et område, der bestryges af rotorerne (beregnet for hele mølleparken).
- **Trin C:** Beregning af sandsynligheden for, at en fugl, der passerer igennem det bestrøgne luftrum, rammes af rotoren.
- **Trin D:** På baggrund af Trin A-C og det forventede antal driftstimer per år beregnes det samlede antal kollisioner per år.

- **Trin E:** Det beregnede antal kollisioner justeres ud fra den eksisterende viden om, i hvilket omfang de forskellige arter tiltrækkes af mølleparker (attraction), undviger mølleparken som helhed (macro-avoidance), undviger de enkelte møller/møllerækker (meso-avoidance) og/eller undviger det enkelte rotorblad i nærfeltet (micro-avoidance).

Vurderingen af, om de lokale bestandsstørrelser er væsentlige, følger det internationale og nationale 1 %-kriterie, som ofte ligger til grund for udpegning af fuglebeskyttelsesområder. Kriteriet bygger på at forekomsten af 1 % af en given bestand i et afgrænset område, i forvaltningen af nationale og internationale fuglebeskyttelseshensyn, vurderes at være af en størrelse, der kræver beskyttelse (Clausen, Petersen, Bregnballe, & Nielsen, 2019), og derfor kan 1 %-kriteriet bruges som indikation for, hvornår der kan være væsentlig indvirkning på en bestand (NIRAS, 2020). Det vil sige, at hvis under 1 % af den biogeografiske bestand påvirkes, vil påvirkningen som udgangspunkt vurderes ikke at være væsentlig. For Danmark er 1 %-kriterierne angivet i Clausen m.fl. (2019) ud fra de relevante biogeografiske bestande for de enkelte arter. Den biogeografiske bestand er den andel af en arts samlede bestand, der kan forekomme i det område, der undersøges – i nærværende rapport den danske del af Nordsøen. For arter, hvor bestanden i Nordsøen er kendt, er disse bestandsstørrelser brugt sideløbende med den biogeografiske bestand i vurderingerne. For arter, der forekommer i undersøgelsesområdet i så store antal, at det vurderes, at antallet af årlige kollisioner potentielt kan påvirke arternes biogeografiske bestande, er det valgt at modellere antallet af kollisioner for at undersøge indvirkningen yderligere.

16.1.2. Modellering af rastefugle forekomster

For at finde de reelle forekomster af fugle er der foretaget en modellering af data fra forundersøgelserne i 2019. Disse data fra DCE er indsamlet som standardiserede linjetransektmålinger fra flyvemaskine (Nielsen, et al., 2019), som tillader efterfølgende statistisk modellering af detektionsfunktioner og tæthedsmodelleringer.

Først blev rådata fra undersøgelserne importeret til programmet Distance, vers. 7.5, som kan udføre statistiske analyser af data, korrigerer for oversete fugle og modellerer rumlige fordelinger på baggrund af de observerede fuglearter og -antal (Thomas, et al., 2010). Herigennem kan den reelle fordeling og tæthed af fugle i området estimeres, og der kan beregnes estimerede antal for forskellige delområder inden for undersøgelsesområdet.

Første trin i modelleringen er at tilpasse en detekteringsfunktion til de observerede data, hvorved der kan korrigeres for oversete fugle. Detekteringsfunktionen blev beregnet på baggrund af en række variable og til udvælgelsen af bedste detektionsfunktion er brugt Akaike Information Criterion (AIC), hvor funktioner er udvalgt ud fra laveste AIC-værdi. Detekteringsfunktionen blev tilpasset ved hjælp af Hazard rate og half normal funktioner med den vinkelrette afstand til observerede fugle som hovedvariabel. De øvrige variable, der blev taget i betragtning, var logaritmetransformerede flokstørrelser, adfærd, observatør og side af flyet.

Detaljerede resultater med listede kombinationer af variable, AIC-værdier mm. kan ses i **bilag 5** sammen med visualisering af detekteringsfunktionen.

Andet trin i modelleringen er tilpasning af de korrigerede observationer til en rummelig fordeling. Dette gøres gennem generaliserede, additive modeller (GAM), der kan estimere den rummelige fordeling af fuglene i et afgrænset område. Herigennem kan fordelingen og det samlede antal fugle estimeres for hele området samt for delområder.

I modelleringen kan der anvendes et antal miljøvariable til at estimere fordelingen af fugle i et område. I nærværende modellering er der kun anvendt en simpel udglatning af koordinaterne $(s(x,y))$ i modelleringen. Derved modelleres der kun over, hvor fuglene er observeret, og det forsøges ikke at forudsige, hvor de befinder sig i forhold til dybde, afstand til kysten, salinitet el.lign. Den modellerede fordeling visualiseres via et gitter af punkter, der repræsenterer et "sandsynlighedsgitter" med en cellestørrelse på 1x1 km. Til hvert punkt i gitteret estimeres tætheden

af fuglene. Herefter kan værdierne hentes ind i en GIS-plattform og vises på kort. Detaljer omkring de enkelte modellerede fordelingsfunktioner (DSM) og fordelingsforudsigelser kan ses i **bilag 5**.

De nye modellerede forekomster er indarbejdet i eksisterende forhold (afsnit 16.2) og medtaget i vurderingerne (afsnit 16.3, 16.4 og 16.5). I vurderingerne er der vurderet på den maksimale påvirkning, og de modellerede fordelinger er angivet for alle optællinger, hvor modelleringen var mulig at gennemføre (mere end 20 registreringer af de enkelte arter).

16.2. Eksisterende forhold

16.2.1. Ynglefugle

Meget få ynglefugle vil kunne blive berørt af Thor Havvindmøllepark, da kun meget få fuglearter, der yngler på Vestjyllands kyst, søger føde så langt fra kysten.

Den eneste art, der potentielt kan søge føde fra ynglepladserne ude i området for Thor Havvindmøllepark, er splitterne. Splitterner er på fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I og lever af små fisk, som de fanger ved at dykke fra 5-10 meters højde i områder med vanddybder under 20 meter (Grathe & Flore, 2007). I området for Thor Havvindmøllepark er der ca. 20,5 m til 32 m dybt. Undersøgelser i den tyske del af Vadehavet har vist, at 90 % af fuglene henter deres fødeemner inden for en afstand af ca. 26 kilometer fra ynglekolonierne (Grathe & Flore, 2007). Splitterner fisker typisk langs kysterne af det åbne hav, men også over rev og lavvandede områder. Splitterner søger i Danmark føde længere til havs end de andre terner (DOF, 2023), og de er derfor mere udsat i forhold til havvindmølleparker. De nærmeste kolonier af splitterne er Harboøre Tange (243 par (Holm, et al., 2021)). De splitterner, der yngler på Jyllands kyst, fouragerer tilsyneladende primært kystnært langs Jyllands vestkyst, og i de mange fjorde/laguner langs kysten. Splitternes hovedføde, tobis, brisling og sild, findes i begrænset omfang i området for Thor Havvindmøllepark (se kapitler 14 og 17). Derfor vurderes det, at kun meget få ynglende splitterner fra kysten vil søge føde i området for Thor Havvindmøllepark. Dermed behandles ynglefugle ikke yderligere.

16.2.2. Rastende fugle

For at belyse den potentielle risiko for, at rastende vandfugle påvirkes negativt af projektet, er der behov for viden om hvilke arter, der forekommer i eller nær projektområdet samt deres antal og fordeling både i og uden for projektområdet. Desuden inddrages et erfaringsgrundlag fra andre vindmølleprojekter vedrørende de enkelte arters adfærd og følsomhed.

Det er begrænset, hvad der foreligger af kortlægning af fugleforekomster i Nordsøen, herunder også fra den danske del af Nordsøen. Omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark er der kun foretaget enkelte optællinger af fugle før 2019. Der er i 2020 foretaget en opsamling og bearbejdning af en række data fra kortlægninger fra fly- og skibe i Nordsøen/Vesterhavet fra tidligere overvågning, forskellige projekter, eksempelvis andre havvindmøller mv. samt nyere optællinger fra fly. Denne sammenstilling af data er lavet i forbindelse med forundersøgelserne til Thor Havvindmøllepark (Skov, Mortensen, & Tuhuteru, 2020). Sammenstillingen er foretaget af DHI og konkluderer, at undersøgelserne samstemmende viser, at de væsentligste grupper af fugle i projektområdet for Thor Havvindmøllepark kan afgrænses til primært at omfatte lommer, suler, måger og alkefugle, jf. (Petersen & Sterup, 2019b; Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019; Skov, Mortensen, & Tuhuteru, 2019; Skov, Mortensen, & Tuhuteru, 2020; WSP, 2020a; WSP, 2020b). Ud over undersøgelserne sammenstillet af DHI er der også foretaget to optællinger af næsten hele den danske del af Nordsøen i 2017 (Nielsen & Petersen, 2017) og i 2019 (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019).

Alle de primære fuglegrupper, der forekommer rastende i området (lommer, suler, måger og alkefugle), udnytter føde i vandoverfladen samt i de frie vandmasser (pelagisk) og de forekommer derfor i varierende antal. Antallet

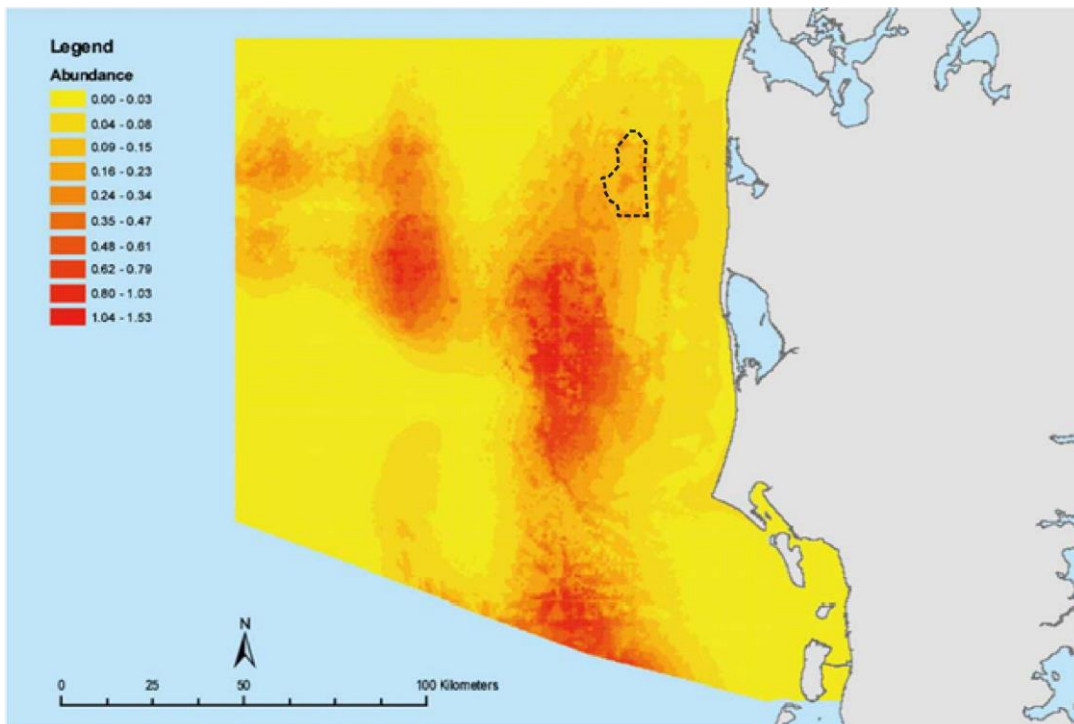
afspejler dels tilgængelighed af føde, hvilket overordnet influeres af hydrografiske forhold, som strøm, vind, dybde, bølger, saltholdighed mv. og dels årstid. Undersøgelserne viser, at de største antal fugle observeres sidst på vinteren i februar og i april samt maj og oktober. Dykænder, herunder sortand, som er følsom overfor forstyrrelse (NIRAS, 2020), er ikke observeret inden for projektområdet for havvindmølleparken, men er registreret på lavere vand, f.eks. kystnært eller mere sydligt, f.eks. nær nordlige del af Horns Rev, idet der er en tydelig tendens til, at sortænderne foretrækker vanddybder lavere end 18 m, da det generelt er for energikrævende at dykke dybere efter de bundlevende muslinger og bløddyr, de lever af (Petersen & Nielsen, 2011). Da dybdeforholdene i projektområdet for havvindmølleparken er ca. 21-35 m, beskrives sortand og andre dykænder derfor ikke yderligere i forhold til vurderinger af rastende fugle inden for projektområdet. Der vil dog inkluderes en vurdering af sortand og andre dykænder som rastende fugle i anlægsfasen i forhold til installationen af ilandføringskablerne ved de lavvandede områder ved kysten.

I det følgende beskrives de fuglearter, der forekommer rastende i projektområdet for Thor Havvindmøllepark (lommer, suler, måger og alkefugle).

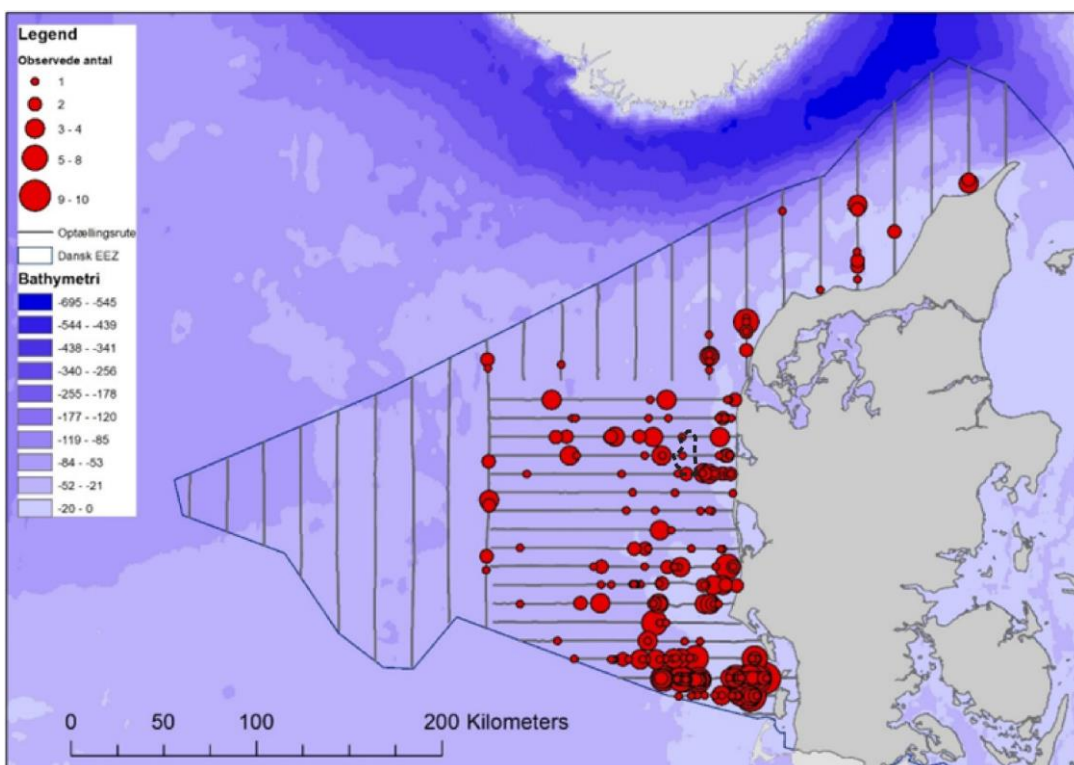
Lommer

Rødstrubet lom og sortstrubet lom er de eneste fuglearter, der raster i projektområdet, der er på fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I. Begge arter af lommer forekommer hyppigst om vinteren og under den sidste del af forårstrækket og generelt med stigende antal fugle fra ca. februar-marts, inden forårstrækket går nordpå, idet langt størstedelen af populationen antages at trække mod Grønland, nordlige Skandinavien og Sibirien, hvor lommerne yngler i sommerhalvåret. I Nordsøen er der på optællingerne hovedsageligt registreret rødstrubet lom, men også få sortstrubede lommer. De øvrige lommer (islom og hvidnæbet lom) er ikke registreret på optællingerne men forekommer fåtalligt i Nordsøen. Kun få individer af lommer oversommer i de danske farvande. I projektområdet for Thor Havvindmøllepark er der en tydelig stigning af antallet af lommer på dybere vand (mod nord og vest) i april, hvorimod lommerne praktisk taget er fraværende resten af året. Dette ses både i data fra forundersøgelserne til Thor Havvindmøllepark (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b) og totaloptællingerne fra DCE (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019).

Fordelingen af lommer er hovedsageligt styret af forskelle i saltholdighed og fødemængde, men vanddybde spiller også en rolle, idet tæthed af lommer falder i områder med en vanddybde større end 25 m (Skov, Mortensen, & Tuhuteru, 2020). Vanddybden i Vesterhavet er generelt lavest i den øst-sydøstlige del (indtil 30 m), og området er levested for bl.a. tobis, som foretrækkes af lommer. Dette kan forklare, at antallet af lommer er størst ind mod kysten, selvom tætheden af lommer i området er relativt lav (under 0,5 lommer/km²), se Figur 16.2 og Figur 16.3.



Figur 16.2: Modellerede tætheder af 10.212 rødstrubede og sortstrubede lommer baseret på data fra april 2008 og 2009 efter (Petersen & Nielsen, 2011). Projektområdet for Thor Havvindmøllepark er indsat med stiplede linje.



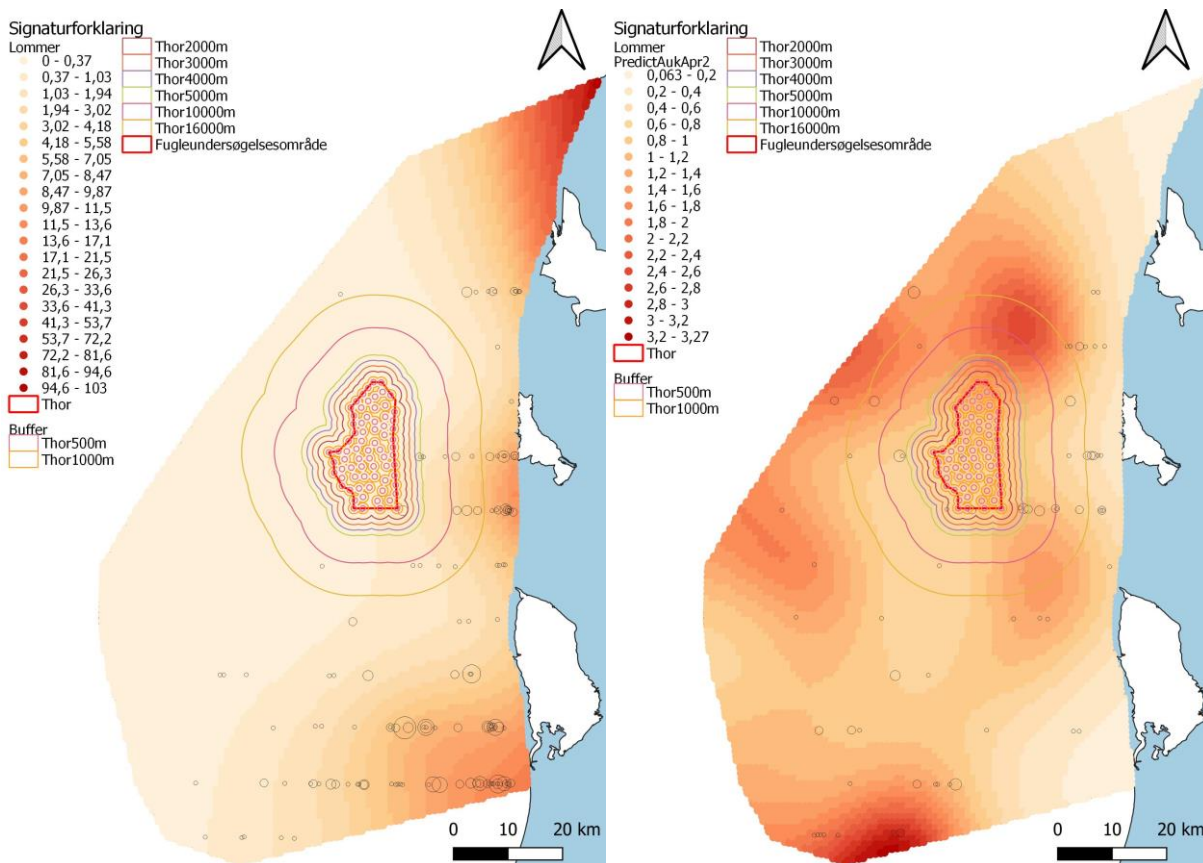
Figur 16.3: Fordelingen af i alt 517 observerede lommer i den danske del af Nordsøen ved en optælling af fugle fra fly i april og maj 2019. Af de observerede fugle blev 407 individer ikke bestemt til art, mens 110 fugle blev identificeret til rødstrubet lom. De optalte transektlinjer og områdets bathymetri samt projektområdet for Thor Havvindmøllepark (stiplede linje) er angivet. Efter (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019).

Den øvrige del af Vesterhavet vest og nord for projektområdet for Thor Havvindmøllepark er af mindre betydning for lommer, da vanddybder i disse områder er større end 30 m. Langt de største forekomster af lommer blev observeret i den sydlige og østlige del af den danske Nordsø, og de største antal blev observeret i farvandet fra Hvide Sande i nord til den tyske EEZ-grænse i syd. Dog som tidligere nævnt med en større forekomst til havs sidst på foråret inden trækket mod ynglepladserne (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019). Baseret på modelleringer af data fra forundersøgelserne for Thor Havvindmøllepark i 2019 er der en tæthed på 0,00-1,04 lommer per km² i området for Thor Havvindmøllepark over året. Det samlede modellerede bestandsestimat er mellem 183 og 19.634 lommer for hele fugleundersøgellesområdet (Tabel 16.1). Der er tydeligvis flest lommer i Nordsøen om vinteren, når lommerne overvintrer til havs, og færrest om sommeren, når lommerne er på ynglepladser i arktiske områder. Der ses også en opkoncentrering af individer i den østlige Nordsø i april inden trækket nordpå. Derfor kan antallet af lommer variere betydeligt mellem forskellige årstider og optællinger. Dette er tydeligt af fordelingerne på Figur 16.4 og i Tabel 16.1, at selve projektområdet for Thor Havvindmøllepark ikke er vigtigt for lommer, og at der generelt er lavere tætheder i området for Thor Havvindmøllepark end i hele fugleundersøgellesområdet. I hele fugleundersøgellesområdet er der størst tætheder af lommer i den nordøstlige og sydlige del (se Figur 16.4), hvilket er mere end 30 km fra Thor Havvindmøllepark. Dette er samstemmende med, hvad der er fundet i dataanalysen til udvælgelse af områder til havvind i Nordsøen og Kattegat (Skov, Mortensen, & Tuhuteru, 2019).

Tabel 16.1: Modellerede antal af rødstrubet og sortstrubet lom i området for Thor Havvindmølleparks (OWF), bufferzoner om de enkelte vindmøller og hele fugleundersøgellesområdet baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b).

	20. jan	24. feb	19. mar	7. apr	19. apr	3. okt	31. okt
OWF	20	50	21	33	200	0	12
500 m buffer	7	16	7	11	66	0	4
1 km buffer	20	33	20	33	202	0	12
2 km buffer	35	93	38	62	345	0	21
3 km buffer	45	121	50	81	426	0	26
4 km buffer	56	154	62	103	519	0	33
5 km buffer	68	192	77	129	622	0	40
10 km buffer	155	452	176	341	1.235	0	98
16 km buffer	351	908	380	946	2.264	1	258
Hele undersøgellesområdet	2.230	5.934	2.880	19.634	7.285	183	2.100

Undersøgelserne viser som nævnt tydeligt, at lommerne mest opholder sig på lavt vand i løbet af vinteren, men også at der er en tydelig tendens til, at lommerne søger mod dybere vand lige inden, de forlader området sidst i april (Figur 16.4). Herefter søger de mod ynglepladserne i den arktiske og subarktiske zone.



Figur 16.4: Modellerede fordelinger af lommer d. 7. april og d. 19. april 2019, viser forskydning af lommer mod vest inden de forlader området i foråret. Baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b).

Alkefugle

Det følgende omfatter alkefugle hhv. alk og lomvie. De to fuglearter har næsten identisk størrelse og fjerdragt og registreres derfor ofte som alkefugle, f.eks. i forbindelse med optællinger fra fly.

Lomvien er udbredt i Nordatlanten og det nordlige Stillehav. Uden for yngletiden er lomvien en talrig fugl i danske farvande, og den overvintrer hovedsageligt i den centrale og østlige del af Kattegat men også i Nordsøen. Fra august til februar forekommer der mindst 200.000 fugle i danske farvande. Fuglene i de vestlige danske farvande og Kattegat stammer formodentlig primært fra de skotske kolonier.

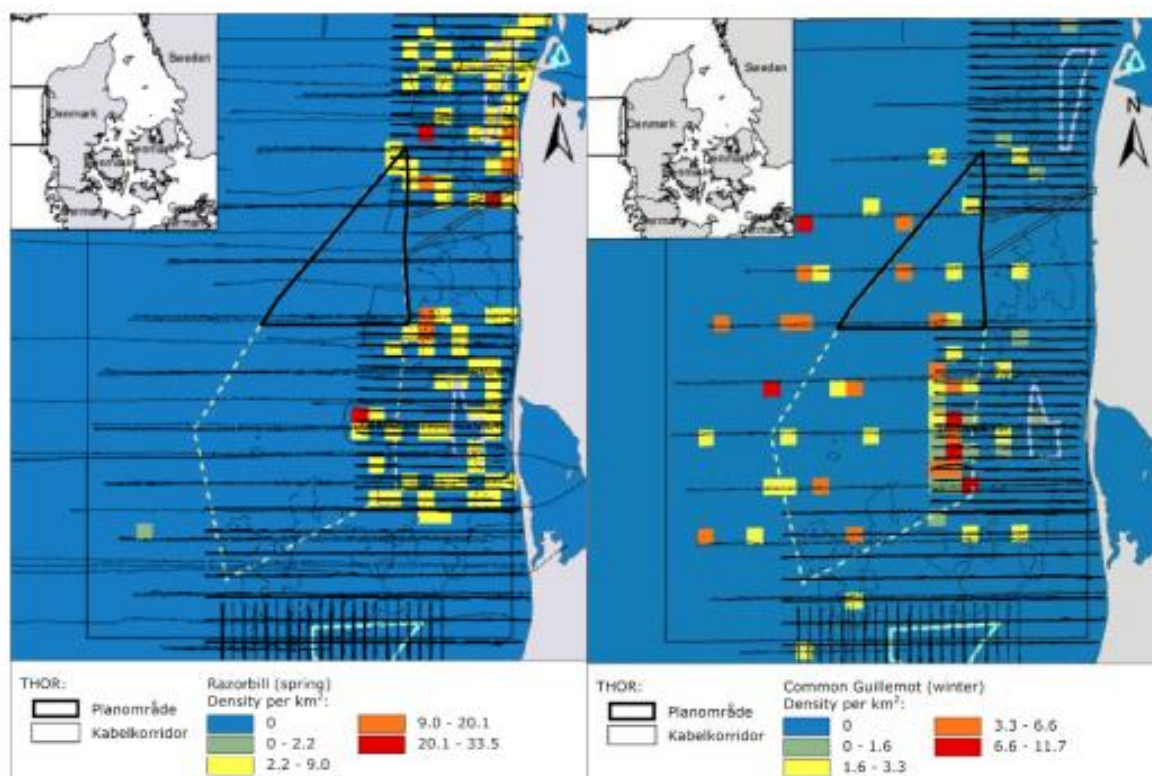
Alk er som art udbredt omkring Nordatlanten. I Danmark yngler den på to lokaliteter ved Bornholm. I Europa yngler den fra Nordskandinavien og Kolahalvøen i nord til det nordvestligste Frankrig i syd. Desuden findes bestande i Østersøen, heriblandt de danske bestande. I vinterhalvåret er alken talrig i de fleste danske farvande.

I og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark er lomvie udbredt i lav-medium tætheder uden for ynglesæsonen. Ud fra de indledende undersøgelser er der registreret op til 4,1 alkefugle pr km² i 2019, sammenlignet med 0,88 alkefugle pr km² i hele den danske Nordsø i 2019 (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019).

Tabel 16.2: Modellerede antal af alk og lomvie i området for Thor Havvindmølleparks (OWF), bufferzoner om de enkelte vindmøller og hele fugleundersøgellesområdet baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b).

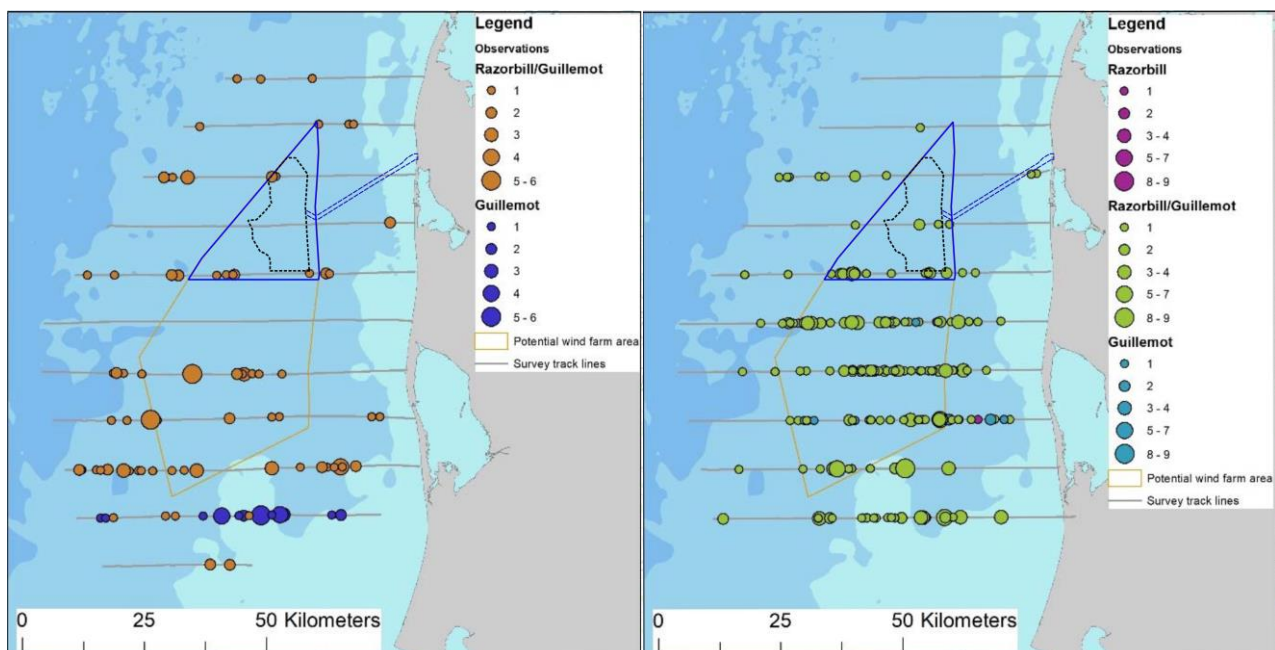
	20. jan	24. feb	19. mar	7. apr	19. apr	3. okt	31. okt
OWF	100	259	780	625	162	49	153
500 m buffer	34	86	254	199	56	17	52
1 km buffer	103	261	769	599	172	51	152
2 km buffer	173	442	1.301	1.021	289	86	283
3 km buffer	214	546	1.582	1.234	368	108	363
4 km buffer	257	651	1.861	1.436	453	130	448
5 km buffer	306	774	2.175	1.659	552	157	559
10 km buffer	576	1.432	3.658	2.684	1.180	313	1.278
16 km buffer	968	2.357	5.303	3.956	2.232	569	2.606
Hele undersøgelsesområdet	4.725	6.512	11.862	14.413	8.115	3.707	9.990

Alk forekommer i lavere tætheder end lomvie og primært på dybere vandområder med høj saltholdighed og klart vand. Da området for Thor Havvindmøllepark er på lavere vand med lavere sigtbarhed, er det derfor ikke sandsynligt, at der regelmæssigt vil være høje tætheder (> 10 fugle/km²) i dette område (Skov, Mortensen, & Tuhuteru, 2020). Den modellerede udbredelse på baggrund af tællinger i vinter ses af Figur 16.5.



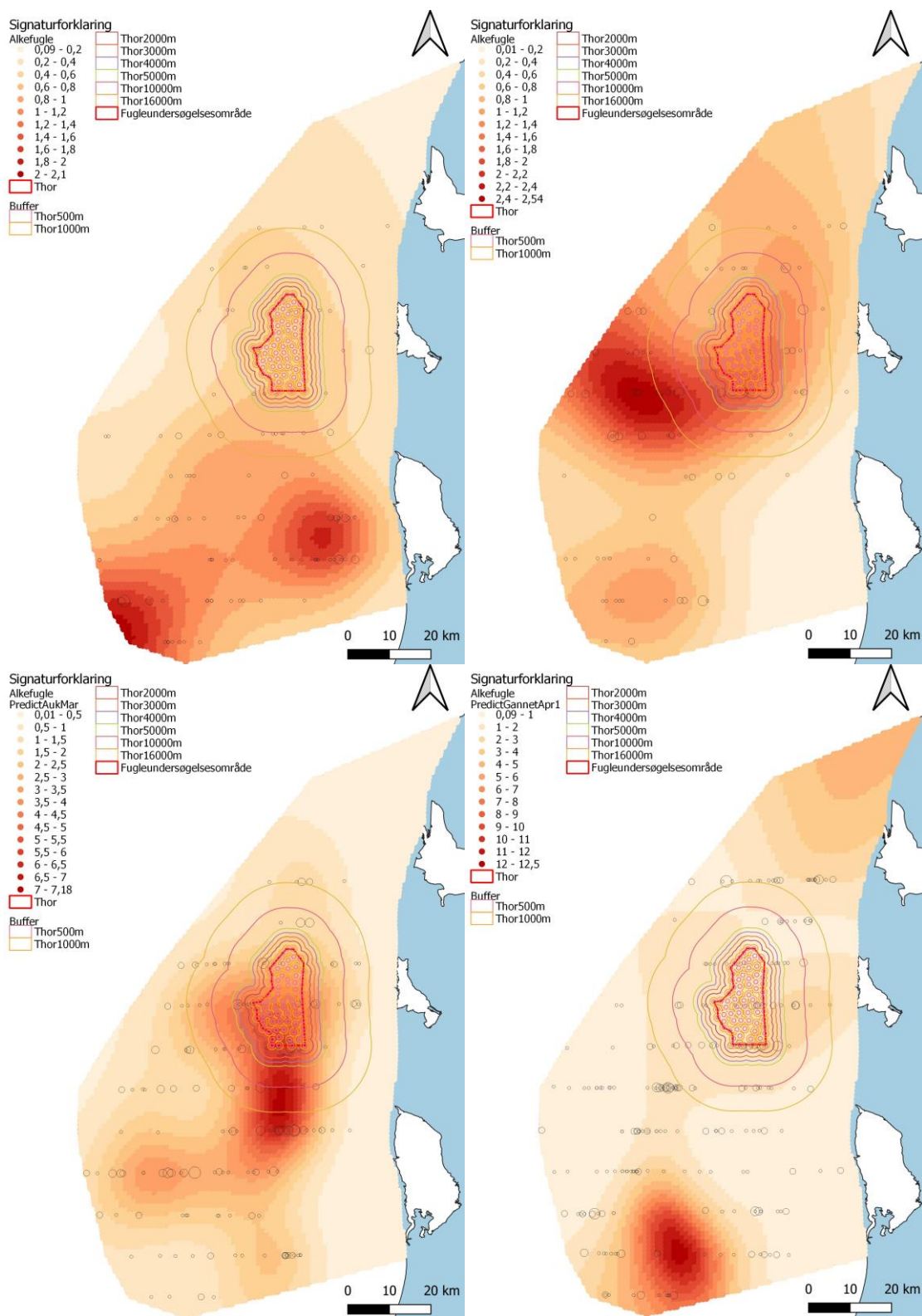
Figur 16.5: Modellerede tætheder (antal/km²) af alk (Razorbill) - forårsobservationer (venstre) og af lomvie (Common guillemot) vinterobservationer (højre) (Skov, Mortensen, & Tuhuteru, 2020).

Det bemærkes, at der inden for en måneds undersøgelser i 2019 kan ses en del variation i antal observationer af alk og lomvie i 2019, der stiger i antal mod slutningen af oktober måned 2019. Dette skyldes tilgang af alkefugle fra ynglepladserne, der indfinder sig på overvintringspladserne, se Figur 16.6.

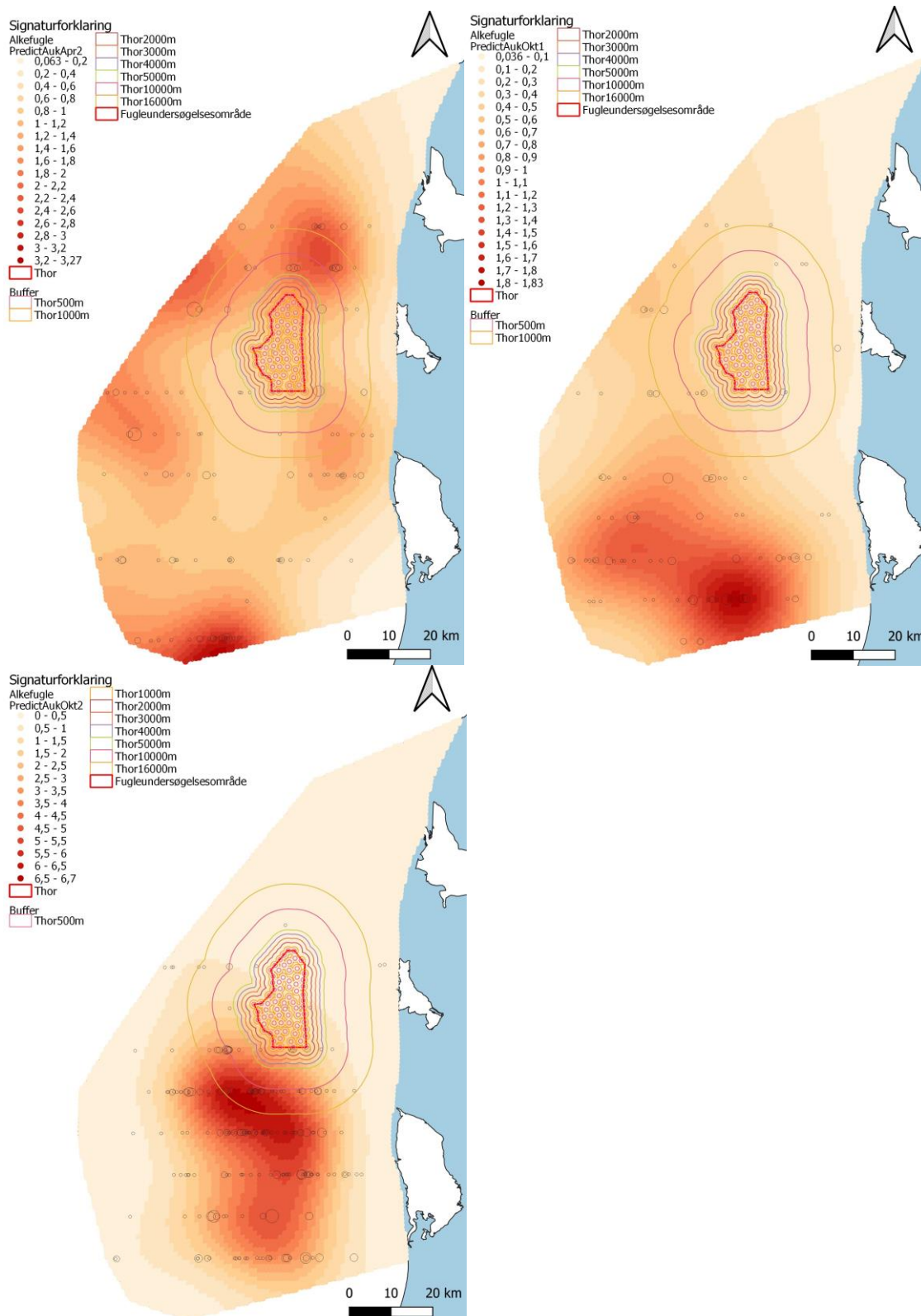


Figur 16.6: Observationer af antal af lomvie (Common guillemot), alk (Razorbill) og alkefugle (alk/lomvie = Razorbill/Guillemot) i begyndelsen af oktober (venstre) og sent oktober (højre) 2019 i flytransekter (Petersen & Sterup, 2019b).

Det fremgår af data fra forundersøgelserne til Thor Havvindmøllepark i 2019, at alkefuglene fluktuerer en del hen over sæsonen (Figur 16.7 og Figur 16.8) og tydeligvis ankommer i løbet af oktober samt har den største forekomst i marts og april (se Tabel 16.2), inden de forlader området igen i maj for at trække til ynglepladser (DOF, 2023).



Figur 16.7: Modellerede tætheder af alkefugle i 2019. Baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b). Fra øverst venstre til nederst højre: 20. januar, 24. februar, 19. marts, 7. april.

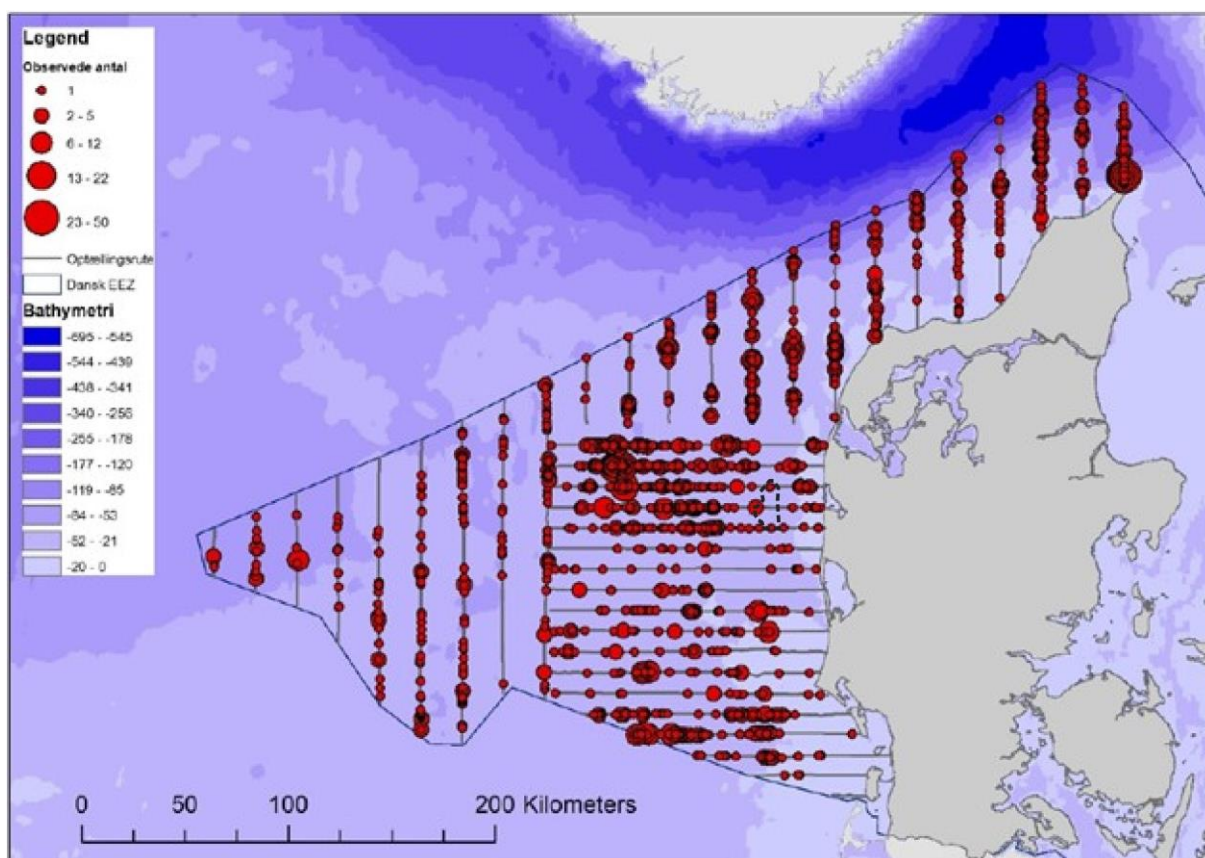


Figur 16.8: Modellerede tætheder af alkefugle i 2019. Baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b). Fra øverst venstre til nederst højre: 19. april, 3. oktober og 31. oktober.

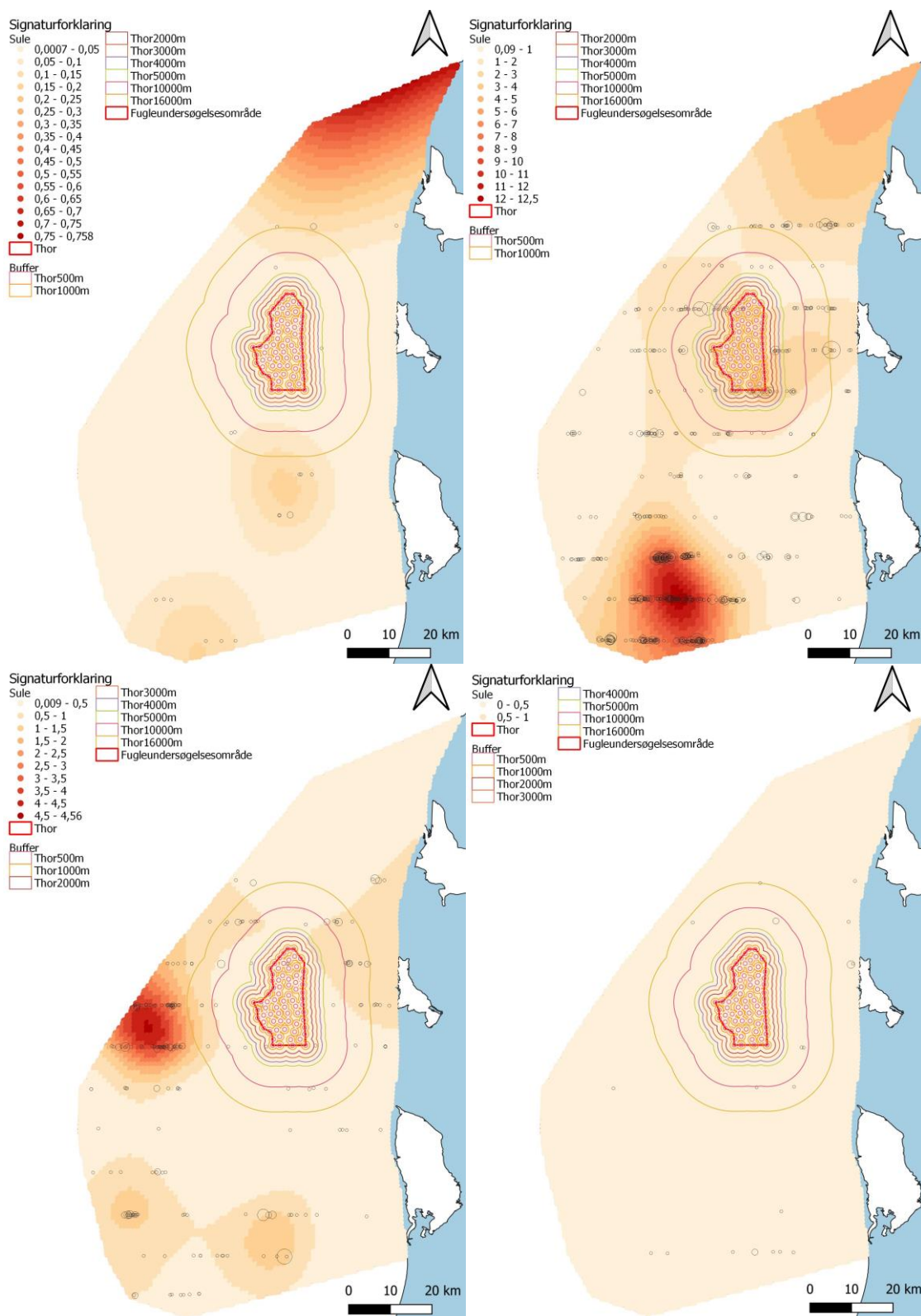
Sule

Sulen yngler kun i Nordatlanten, hvor størstedelen af individerne yngler i store kolonier. I Danmark er sulen en almindelig trækgæst om efteråret og foråret i Nordsøen og Kattegat, men forekommer relativt spredt i og omkring området for Thor Havvindmøllepark, som det eksempelvis ses i Figur 16.9 på baggrund af flyundersøgelser i 2019. Ud fra disse optællinger er det vurderet, at suler er jævnt fordelt i hele Nordsøen med en gennemsnitlig tæthed på 0,55 individer pr km². Sammenholdt med dette er der modelleret op til 1,5 suler pr km² i 2019, baseret på de indledende undersøgelser (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b).

Tabel 16.3 viser det modellerede antal af suler i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark, mens Figur 16.10 viser de modellerede tætheder for suler i 2019. Det ses, at sule forekommer spredt i fugleundersøgelsesområdet men ofte klumpet fordelt. Sandsynligvis skyldes dette ansamlinger af suler omkring fødeforekomster i form af fiskestimer. Der er ikke registreret nogen særlige ansamlinger af suler indenfor projektområdet for Thor Havvindmøllepark.



Figur 16.9: Fordelingen af i alt 2.448 observerede suler i den danske del af Nordsøen ved en optælling af fugle fra fly i april og maj 2019. De optalte transektlinjer og områdets batymetri samt projektområdet for Thor Havvindmøllepark (stiplet linje) er angivet. Efter Petersen, Sterup & Nielsen (2019).



Figur 16.10: Modellerede tætheder af suler i 2019. Baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b). Fra øverst venstre til nederst højre: 19. marts, 7. april, 19. april og 3. oktober.

Tabel 16.3: Modellerede antal af suler i området for Thor Havvindmøllepark (OWF), bufferzoner om de enkelte vindmøller og hele fugleundersøgelsesområdet baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b).

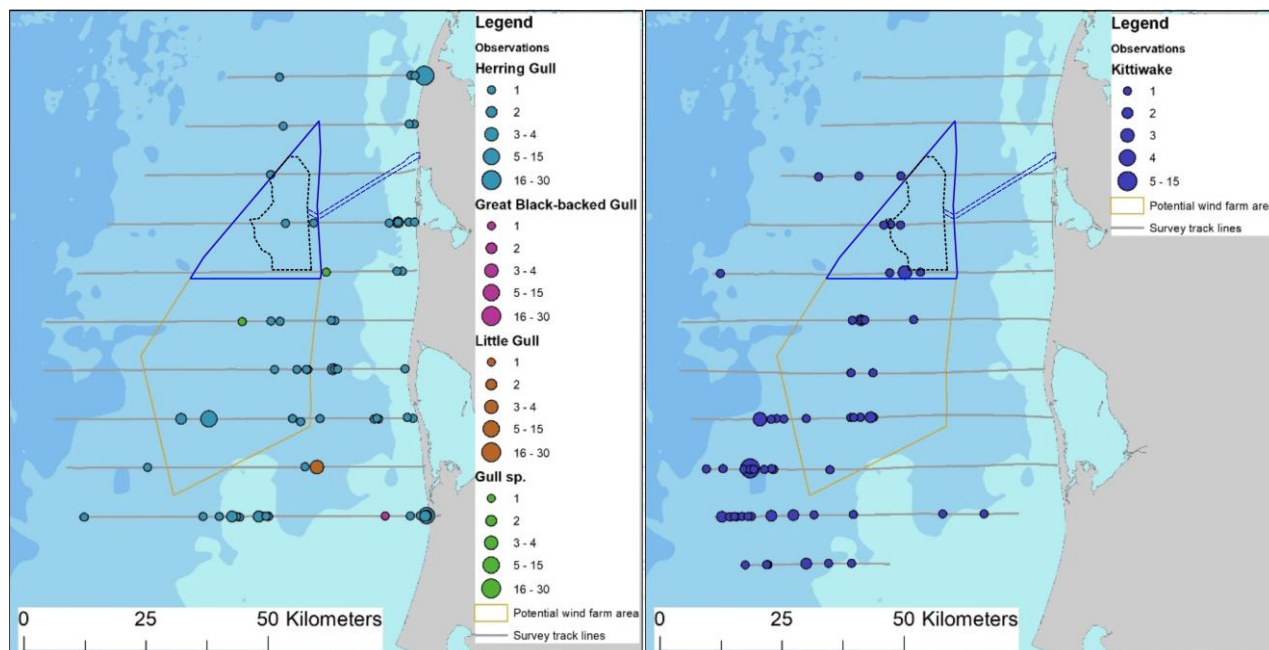
	19. mar	7. apr	19. apr	3. okt
OWF	4	281	41	9
500 m buffer	1	94	14	3
1 km buffer	4	285	44	9
2 km buffer	7	493	75	15
3 km buffer	8	618	97	19
4 km buffer	10	749	121	23
5 km buffer	12	901	149	27
10 km buffer	25	1.735	345	57
16 km buffer	53	2.819	742	111
Hele undersøgelsesområdet	606	15.095	4.017	617

Det er relativt nyt, at suler ses i større antal i den østlige del af Nordsøen langs den jyske vestkyst (og Kattegat). Arten er stærkt knyttet til områder med havdybder større end 20 m og med en højere saltholdighed. Artsens forekomst er sandsynligvis styret af tilgængelig føde, f.eks. store sild og makrel. Derfor er registreringerne generelt udtryk for, at suler opholder sig kort tid på en bestemt placering og flytter rundt efter fødetilgængeligheden med årstiden (Skov, Mortensen, & Tuhuteru, 2020).

Måger

Flere forskellige mågearter er registreret i undersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark, herunder stormmåge, sølvmåge, sildemåge, svartbag samt ride. Mågerne er generelt registreret relativt jævnt fordelt inden for undersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark, men en art som stormmåge optræder mest koncentreret mod nord-øst. Mågernes forekomst og fordeling hænger typisk sammen med tilstedeværelse af fiskefartøjer, om end mindre udtalt for sildemågernes vedkommende. Figur 16.11 viser de spredte observationer fra oktober 2019.

Til måger hører også arten ride, der yngler i et par kolonier i Danmark, hhv. ved Bulbjerg og Hirtshals Havn. Ride ses om sommeren langs den jyske vestkyst i store flokke af yngre, ikke-ynglende fugle. Det drejer sig om britiske og norske fugle, der søger til områder med lavere vanddybder og revler langs kysten for at fælde. Uden for ynglesæsonen opholder riderne sig normalt langt til havs, men under kraftige storme kan store flokke blive presset ind mod kysterne. Der er få observationer i området for Thor Havvindmøllepark, se Figur 16.11. Tabel 16.4 viser det modellerede antal af rider i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark, mens Figur 16.12 og Figur 16.13 viser modellerede tætheder af ride i 2019. Det ses, at fordelingen af rider er meget klumpet fordelt, hvilket formodentligt skyldes ansamlinger ved fødeforekomster. Ofte vil dette være omkring eller i nærheden af fiskefartøjer. De hyppigste ansamlinger af rider er i den sydlige halvdel af fugleundersøgelsesområdet.



Figur 16.11: Observationer af antal måger (Herring Gull=sølvmåge; Great Black-backed Gull= svartbag; Little Gull= dværgmåge (venstre side) samt observationer af antal ride (Kittiwake) (højre side) ved flytællinger i flytransekter i oktober 2019 (Petersen & Sterup, 2019b).

Tabel 16.4: Modellerede antal af rider i området for Thor Havindmølleparks (OWF), bufferzoner om de enkelte vindmøller og hele fugleundersøgelsesområdet baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b).

	20. jan	24. feb	19. mar	7. apr	19. apr	3. okt	31. okt
OWF	40	846	72	79	16	60	3
500 m buffer	13	264	25	26	6	20	1
1 km buffer	41	819	75	80	17	61	3
2 km buffer	69	1.281	124	135	29	102	6
3 km buffer	86	1.486	153	168	36	124	7
4 km buffer	104	1.674	183	201	43	144	9
5 km buffer	124	1.855	217	240	52	169	11
10 km buffer	243	2.519	405	459	103	267	24
16 km buffer	439	3.033	689	793	189	374	52
Hele undersøgelsesområdet	5.797	6.348	3.957	3.361	775	2.491	579

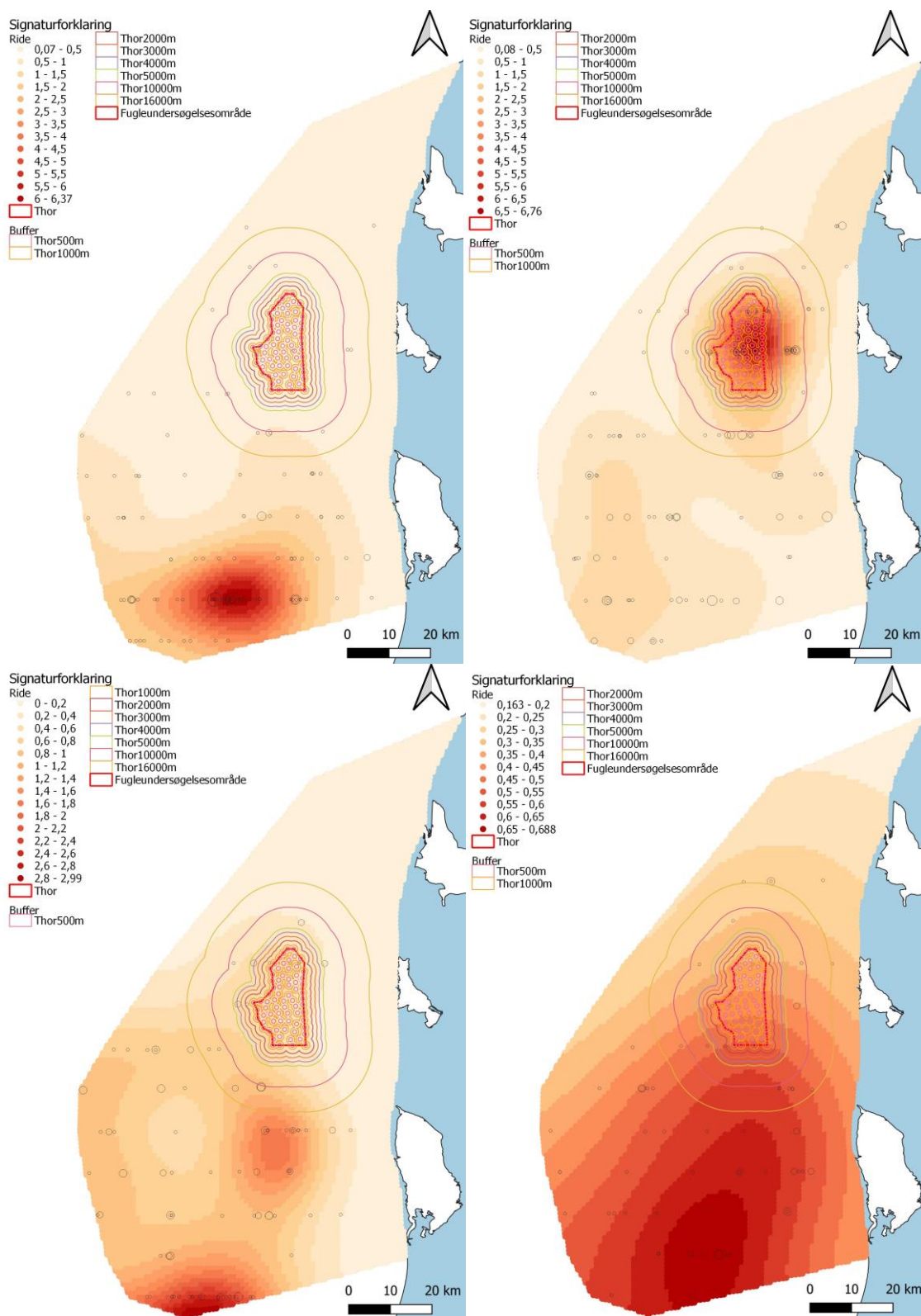
Ud over rider er der også en hel del sølvmåger og svartbage i området hele året rundt (se Tabel 16.5 og Tabel 16.6 for modellerede antal af de to arter). Figur 16.14, Figur 16.15 og Figur 16.16 viser de modellerede tætheder af sølvmåge og svartbag i og omkring området for Thor Havindmøllepark. Det fremgår, at langt de fleste sølvmåger og svartbage holder til kystnært især ved havne og mere lavvandede områder, som fjorde og rev. Enkelte ansamlinger omkring fiskefartøjer kan også ses (se f.eks. sammenfald mellem fordelingen af sølvmåge og ride 31. oktober 2019 på Figur 16.13 og Figur 16.15).

Tabel 16.5: Modellerede antal af sølvmåger i området for Thor Havvindmølleparks (OWF), bufferzoner om de enkelte vindmøller og hele fugleundersøgelsesområdet baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b).

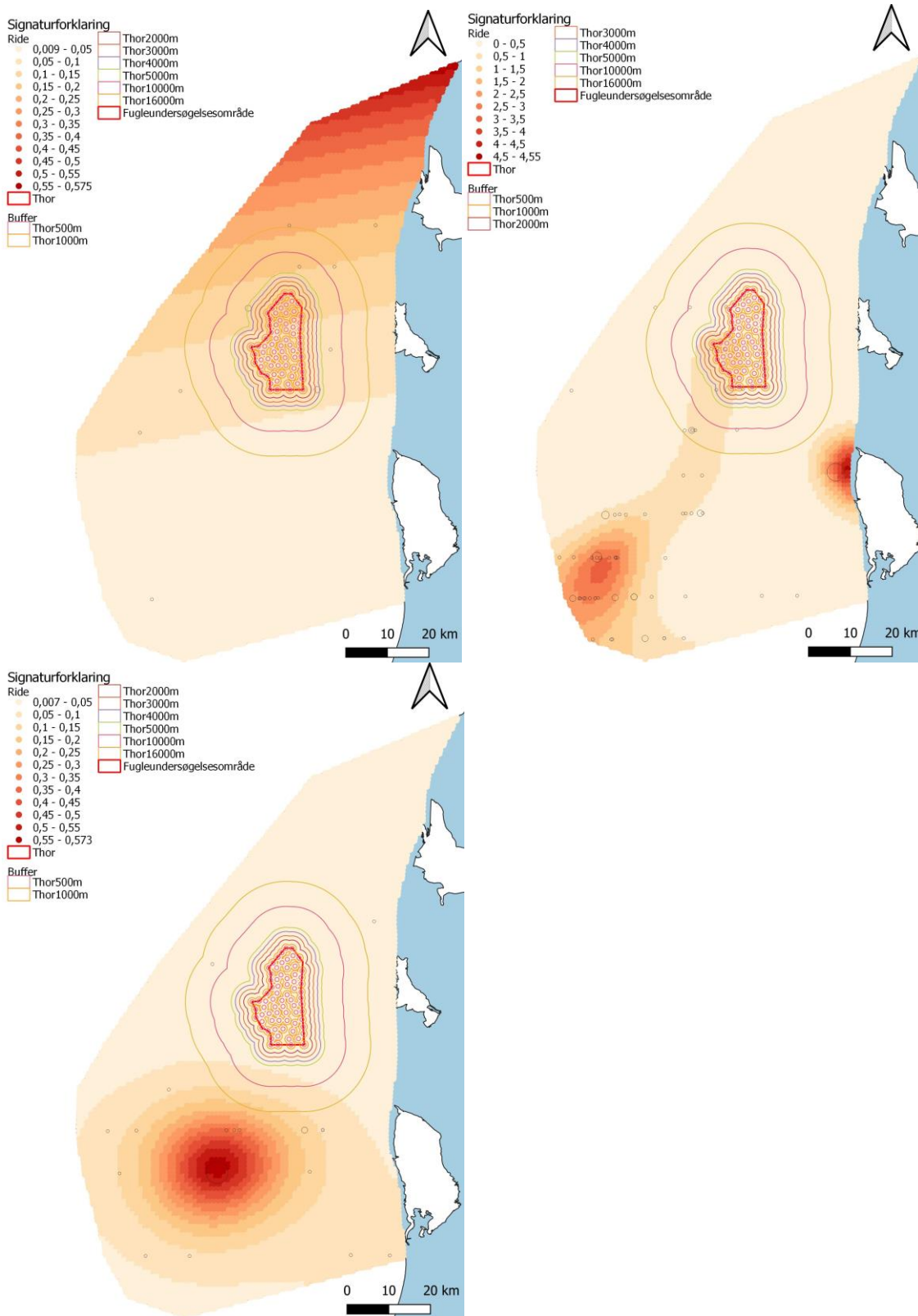
	20. jan	24. feb	19. mar	7. apr	19. apr	3. okt	31. okt
OWF	0	69	2	30	14	3	26
500 m buffer	0	22	1	11	5	1	8
1 km buffer	0	67	3	33	15	3	26
2 km buffer	0	123	5	59	26	6	39
3 km buffer	1	157	7	78	33	7	45
4 km buffer	1	193	9	100	41	9	51
5 km buffer	1	237	12	131	51	11	57
10 km buffer	14	515	46	365	123	27	90
16 km buffer	168	1.021	276	835	334	76	175
Hele undersøgelsesområdet	6.157	4.523	6.271	3.638	3.062	1.587	3.808

Tabel 16.6: Modellerede antal af svartbag i området for Thor Havvindmølleparks (OWF), bufferzoner om de enkelte vindmøller og hele fugleundersøgelsesområdet baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b).

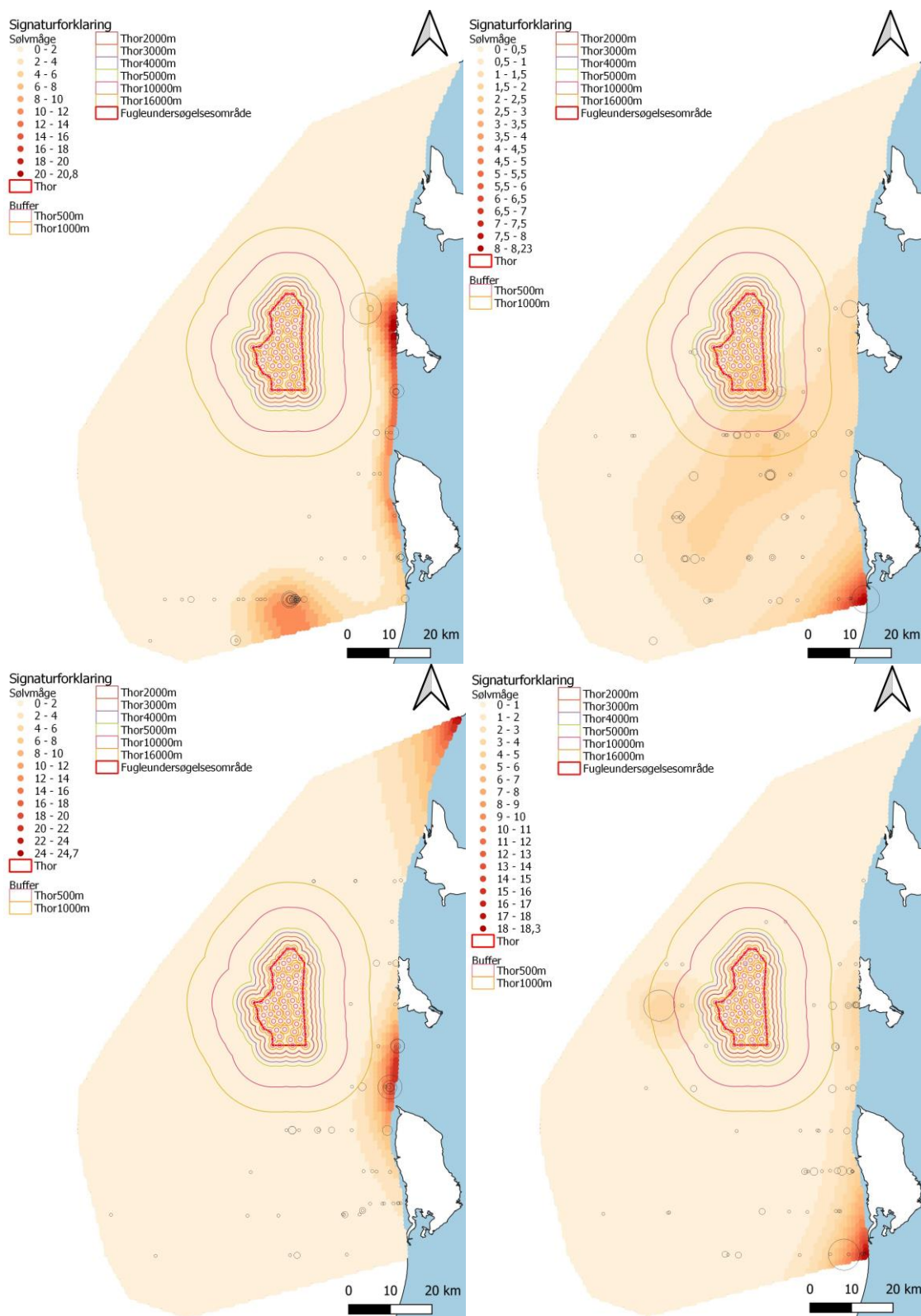
	7. apr	19. apr
OWF	40	13
500 m buffer	13	4
1 km buffer	40	13
2 km buffer	68	22
3 km buffer	85	28
4 km buffer	102	34
5 km buffer	123	41
10 km buffer	241	88
16 km buffer	444	181
Hele undersøgelsesområdet	2.542	1.170



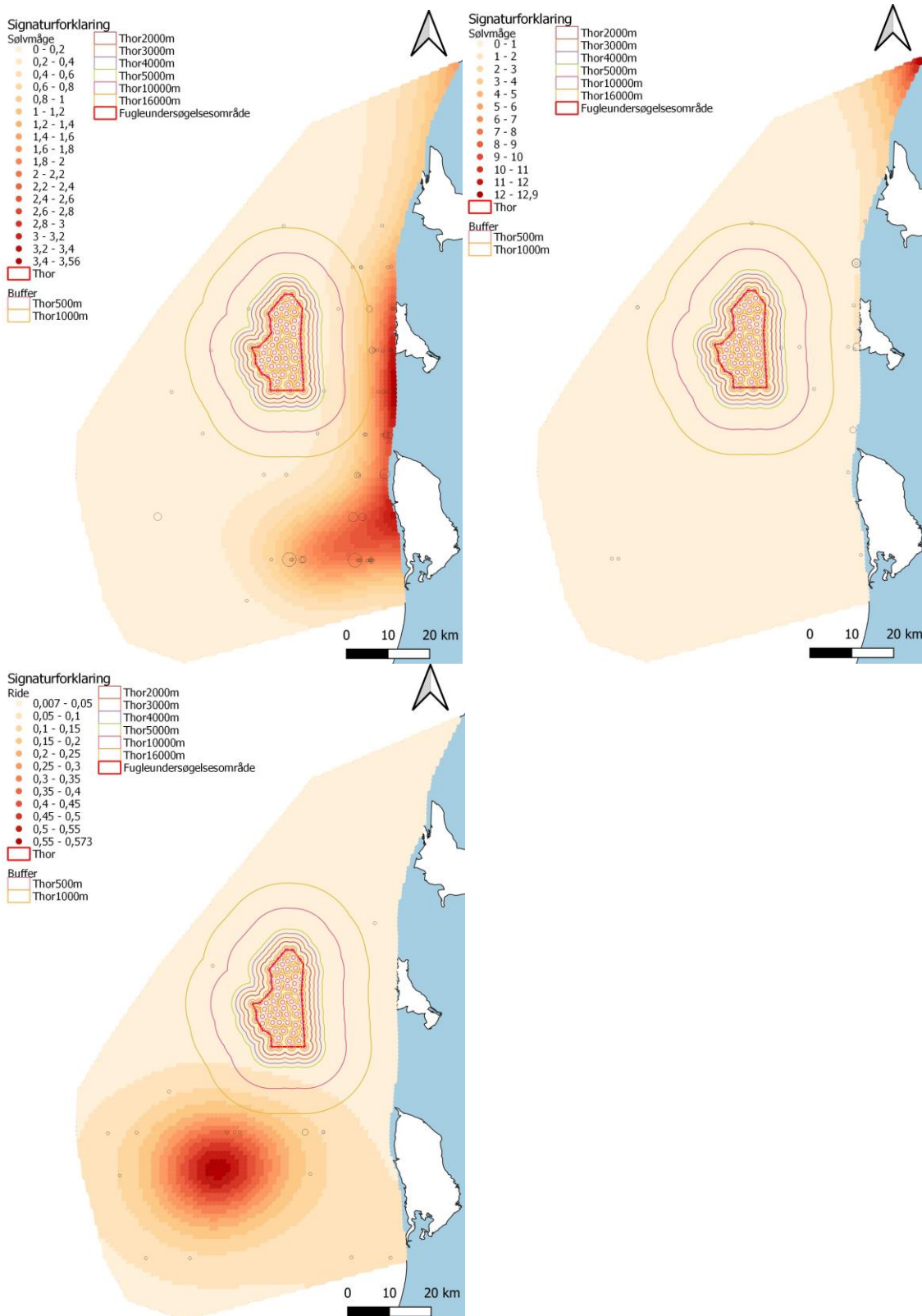
Figur 16.12: Modellerede tætheder af ride i 2019. Baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b) . Fra øverst venstre til nederst højre: 20. januar, 24. februar, 19. marts, 7. april.



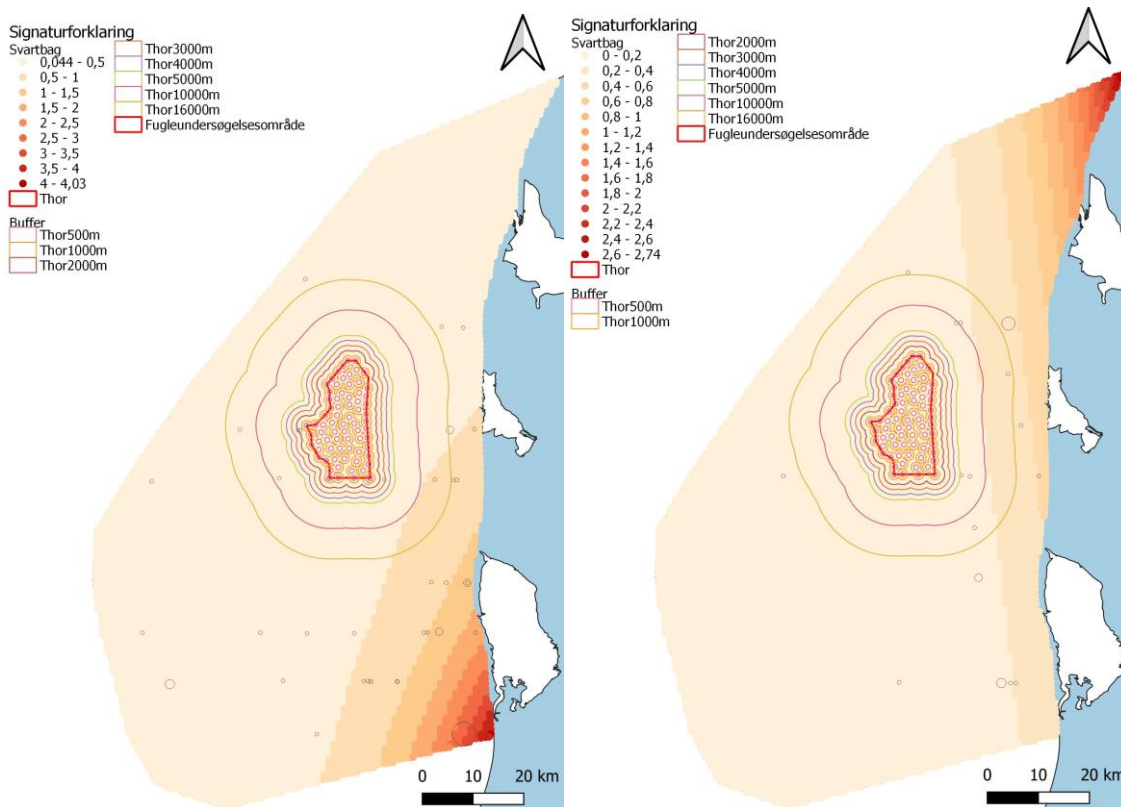
Figur 16.13: Modellerede tætheder af ride i 2019. Baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b). Fra øverst venstre til nederst højre: 19. april, 3. oktober og 31. oktober.



Figur 16.14: Modellerede tætheder af sølvmåge i 2019. Baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b). Fra øverst venstre til nederst højre: 20. januar, 24. februar, 19. marts, 7. april.



Figur 16.15: Modellerede tætheder af sølvmåge i 2019. Baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b). Fra øverst venstre til nederst højre: 19. april, 3. oktober og 31. oktober.



Figur 16.16: Modellerede tætheder af svartbag i 2019. Baseret på data fra 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b). Fra øverst venstre til nederst højre: 7. april og 19. april.

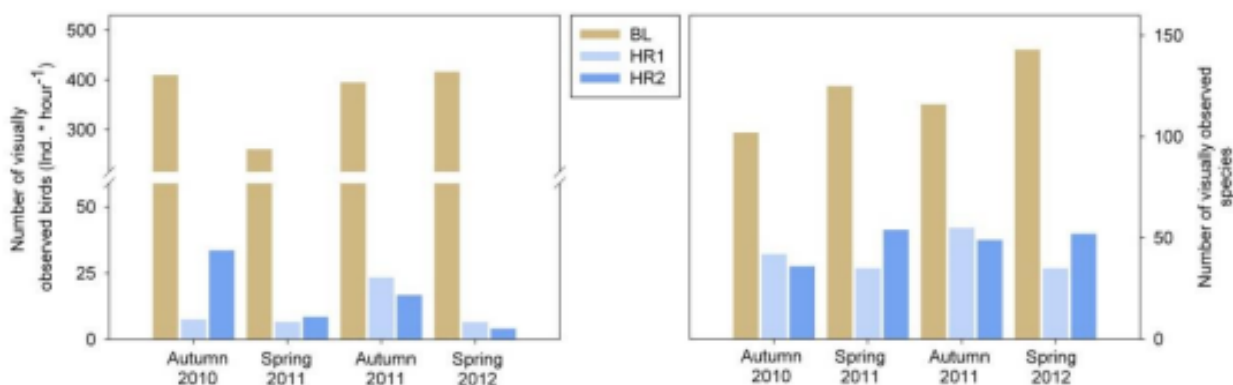
16.2.3. Trækkende fugle

Eftersom Thor Havvindmøllepark er beliggende relativt langt fra kysten (min. 22 km) vil der ikke være meget træk igennem området, da langt det meste træk foregår langs med kysten. Det begrænsede fugletræk, der forekommer på tværs af Nordsøen i øst-vestlig retning, foregår over en bred front og involverer en række fuglearter, f.eks. stær, munk, sangsvane og skovsneppe, der delvis overvintrer i England (Rambøll, 2021b; DOF, 2023). Der er ingen dokumentation for, at arterne anvender egentlige trækkorridorer, når de krydser Nordsøen. En trækkorridor kræver typisk en kystlinje med odder eller anden topografi, der koncentrerer trækket. Sådanne findes typisk ikke ud for den jyske vestkyst og heller ikke ud for området for Thor Havvindmøllepark. For krikand er det eksempelvis tilfældet, at især individer mærket i den vestlige del af Danmark (Jylland), opholder sig i den sydlige del af England i vintermånederne, mens individer mærket i den østlige del af Danmark især opholder sig i Frankrig. Trækket vurderes at foregå langs kysterne fra Danmark over Tyskland, Holland, evt. Belgien og derfra videre til det sydlige England eller Frankrig (Dansk Trækfugleatlas, 2006). Trækket foregår således primært langs den sydlige del af Nordsøen nær kystlinjen, og overlapper derved ikke med placeringen for Thor Havvindmøllepark. At ringmærkede fugle fra de britiske øer af og til findes på den jyske vestkyst kan også skyldes kraftige vindforhold, der sætter fuglene ud af kurs, så de nødsages til at finde land på den anden side af Nordsøen (Madsen, 2015).

Undersøgelser fra Horns Rev i forbindelse med havvindmølleparkerne Horns Rev 1 og 2 viser et meget begrænset træk så langt til havs (20-30 km fra kysten) (Skov, et al., 2012). Som det ses af Figur 16.17, var der tydeligvis en lavere mængde fugle, der trak ved vindmølleparkerne sammenlignet med på kysten. Da Thor Havvindmøllepark ligger tilsvarende langt fra kysten som Horns Rev 2 og 3, må det forventes, at andelen af trækkende fugle i området er

meget begrænset. Samtidigt ligger Thor Havvindmøllepark længere nordpå langs Jyllands kyst og dermed er der langt færre landfugle, der trækker udover havvindmølleparken end vindmølleparkerne på Horns Rev. Dette skyldes, at landfuglene oftest følger land og normalt kun flyver over vand, når det land, de følger, ophører. Langs med Jyllands vestkyst er dette kun tilfældet ved Blåvandshuk og Skagen.

Derfor vurderes det, at det er et meget begrænset træk, der foregår inden for projektområdet og at dette træk stort set kun består af ænder og gæs (især sortand er hyppig (www.blåvandfuglestation.dk)), der trækker langs med kysten.



Figur 16.17: Antal fugle og arter observeret i forbindelse med overvågningsprogrammet for Horns Rev 2 havvindmøllepark. BL er Blåvand, HR1 er Horns Rev 1 og HR2 er Horns Rev 2. Fra (Skov, et al., 2012).

16.3. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

Vurderingen af de mulige påvirkninger på fugle i forbindelse med Thor Havvindmøllepark er foretaget ud fra forventede aktiviteter i projektets anlægs- og driftsfase.

En havvindmøllepark kan generelt føre til følgende påvirkninger af rastende og trækkende fugle:

- Tab og ændringer af egnede levesteder for rastende fugle.
- Forstyrrelse og fortrængning af rastende fugle.
- Kollisioner mellem fugle og vindmøller eller strukturer fra anlægsarbejde, hvilket kan påvirke både trækkende og rastende fugle.
- Barrierevirkning, hvor placeringen af havvindmølleparken vil bevirke, at trækkende fugle ændrer deres trækroute, så den løber uden om parken. Dette kan medføre et øget energiforbrug, hvilket kan påvirke fuglenes overlevelse.

I det følgende vurderes de potentielle påvirkninger på rastende og trækkende fugle. Først beskrives de mulige påvirkninger og derefter vurderes påvirkningen fra Thor Havvindmøllepark.

16.3.1. Kollisionsrisiko

Under anlægsfasen kan fugle på træk eller rastende vandfugle på lokale fourageringstogter potentielt kollidere med fartøjer og kraner. Denne vurdering omfatter derfor de fuglearter eller grupper, der er nævnt i afsnit 16.2.2 (lommer, alkefugle, sule samt måger) og 16.2.3 (trækkende ænder og gæs). Det er almindeligt kendt, at fugle kan tiltrækkes af lys om natten, og belysningen på anlægsfartøjerne kan være af højere intensitet end belysningen på mølletårnene (som kun vil være maksimalt 2000 cd blinkende rødt lys om natten). På trods af at lyset på

anlægsfartøjerne om natten i højere grad kan tiltrække fugle, vil dette dog ikke medføre en øget kollisionsrisiko. Dette skyldes, at både fartøjer og vindmøller i anlægsfasen overvejende vil være stationære og ikke bevæge sig nævneværdigt, hvorfor fugle i høj grad vil opfatte forhindringerne i god tid og flyve udenom. Derfor forventes påvirkningerne fra kollisioner i anlægsfasen at være langt mindre end påvirkningerne, der forekommer i driftsfasen. I driftsfasen overstiger det beregnede antal af årlige kollisioner for de relevante fuglearter ikke 1 % af de biogeografiske bestande (se afsnit 16.4.1), hvilket er tegn på, at bestandene ikke påvirkes væsentligt. Dermed vurderes påvirkningen som følge af kollisioner i anlægsfasen at være *ingen* eller *lille* for bestandene af fugle i Nordsøen.

16.3.2. Barrierevirkning

Barrierevirkning vedrører ændring af en foretrukken trækrute, dvs. at fuglene i stedet for at flyve igennem vindmølleparken flyver ad alternative ruter, hvilket kan medføre et øget energiforbrug. Derfor vurderes barrierevirkning udelukkende i forhold til trækfugle nævnt i afsnit 16.2.3 (ænder og gæs). Under anlægsfasen vil Thor Havvindmøllepark gradvist udbygges og en evt. barrierevirkning vil derfor stige gennem anlægsfasen for til sidst at være sammenlignelig med den forventede påvirkning i driftsfasen. Da den kommende havvindmøllepark som minimum vil ligge 22 km vest for kysten, vurderes antallet af trækkende ænder og gæs at være begrænset, da mange af disse fugle foretager deres overvejende syd-nordgående træk mere kystnært. Derfor vurderes det, at barrierevirkning i anlægsfasen ikke vil medføre en væsentlig påvirkning på trækkende fugle.

16.3.3. Tab og ændringer af habitater

Aktiviteterne i anlægsfasen medfører et funktionelt midlertidigt tab af habitater (levesteder), idet potentielle fødeøgningsområder i perioder okkuperes af skibe, hvorfra anlægsaktiviteterne udføres. Vurderingen af tab og ændringer af habitater er derfor relevant i forhold til de arter af rastende fugle, der er nævnt i afsnit 16.2.2 (lommer, alkefugle, sule samt måger i forhold til projektområdet samt dykænder for kabelkorridoren). Anlægsaktiviteterne vil være begrænset til området, hvor anlægget etableres. Habitatændringen kan dog forekomme i et større område end hvor anlægsaktiviteterne foregår, idet mængde og tilgængelighed af byttedyr såsom fisk eller muslinger kan påvirkes i et større geografisk område rundt om anlægsarbejderne. Påvirkningerne af hhv. bundfauna og fisk er vurderet i kapitel 13 og 14.

For rastende fugle, som fouragerer på en lang række byttedyr (f.eks. måger), eller som søger føde inden for meget store områder uden at have særlige lokale præferencer (f.eks. lommer, alkefugle og suler), vil graden af forstyrrelse som følge af anlægsfasen være ubetydelig, fordi fuglene kan søge føde i andre områder og således ikke er begrænset til at søge føde i området for Thor Havvindmøllepark. Især måger vurderes at udvise stor fleksibilitet i valg af fødeemner. Antallet af registrerede individer af måger inden for det geografiske område, hvor anlægsaktiviteterne forventes at finde sted, udgør kun en meget lille del af den biogeografiske bestand af måger (under 0,1 %). Derfor vurderes påvirkningen som følge af tab eller ændring af habitat for disse arter at være så lille, at den er uden betydning.

Havfugle som lommer, suler og alkefugle fouragerer typisk på fisk eller krebsdyr. Forekomsten af disse fisk og krebsdyr er generelt styret af strømforholdene og tidevandsmæssige forhold, og fuglene skønnes derfor ikke at udvise specifikke geografiske præferencer. I anlægsfasen vil installationen af møllefundamenter og nedspuling af søkabler forårsage et øget niveau af suspenderet sediment. Dette kan potentielt påvirke dykkende fugles fiskeri, idet sigtbarheden nedsættes. Denne påvirkning vil dog foregå meget kortvarigt og lokalt, og vil kun kortvarigt overskride områdets naturlige niveau af sediment i vandfasen.

På baggrund af vurderingerne foretaget i afsnit 14.4 om fisk forventes anlægsfasen kun at medføre lille påvirkning af fødegrundlaget for fugle, som lever af fisk. Endvidere er forekomsten af fugle, som lever af fisk, generelt styret af de hydrografiske og tidevandsmæssige forhold, da disse typisk er afgørende for fødetilgængeligheden. Disse arter

forventes derfor ikke at udvise specifikke geografiske præferencer. Installation af møllefundamenter og nedspuling af kabler kan have en negativ indflydelse på f.eks. lommernes og alkefuglenes fiskeri, idet sigtbarheden mindskes som følge af suspenderet sediment. I afsnit 10.3 om sedimentspredning er det vurderet at mængden af suspenderet sediment som følge af anlægsaktiviteterne er ubetydelig sammenlignet med den naturlige mængde suspenderet sediment i området for Thor Havvindmøllepark. Det vurderes derudover, at især lommer men også alkefugle til en vis grad kan håndtere suspenderet sediment i vandfasen, da de forefindes i områder med et naturligt højt niveau af suspenderet sediment fra floder og tidevandsområder f.eks. syd for Horns Rev (Clausen, Petersen, Bregnballe, & Nielsen, 2019). Yderligere vil arterne flytte med, hvis fiskene fortrænges pga. øget suspenderet sediment. Derfor må anlægsfasens indvirkning på fuglenes fiskeri generelt anses for at være lille og dermed ikke væsentlig.

Dykænderne sortand og edderfugl er som andre ænder i højere grad knyttet til specifikke geografiske områder, da de er afhængige af stationære fødeemner såsom muslinger. Begge arter findes på lavere vand nær kysten, og kan hovedsageligt påvirkes under anlægsarbejdet for ilandsføringskablerne. Påvirkning af disse arters fødegrundlag i anlægsfasen er vurderet til at være lille (se afsnit 13.3.1). Da anlægsarbejdet foregår inden for et begrænset område, vil ænderne have rig mulighed for at finde alternative fødesøgningsmuligheder både nord og syd for kabelkorridoren. Derfor vil påvirkningen af dykænder gennem evt. ændringer af habitater være lille i projektets anlægsfase.

På baggrund af ovenstående vurderes det, at ændringer og tab af habitater uanset fugleart vil medføre *ingen* eller en *lille* påvirkning på fugle, og påvirkningen vil dermed ikke være væsentlig.

På samme baggrund vurderes det jf. fuglebeskyttelsesdirektivets artikel 4, stk. 4, at Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre forringelse af levesteder for bilag I-arterne rød- og sortstrubet lom uden for fuglebeskyttelsesområderne som følge af tab og ændringer af habitater i anlægsfasen.

16.3.4. Forstyrrelse og fortrængning

Under anlægsfasen kan sejlads i forbindelse med anlægsarbejder forårsage forstyrrelser og dermed fortrængning af rastende fuglearter i området, og denne vurdering er derfor relevant for de fuglearter, der er nævnt i afsnit 16.2.2 (lommer, alkefugle, sule samt måger i forhold til projektområdet samt dykænder for kabelkorridoren). Det er særligt i vinterhalvåret fra oktober til april, at der forekommer mange rastende vandfugle i fugleundersøgningsområdet. Det vurderes derfor, at den potentielle påvirkning vil være størst i denne periode. Forstyrrelser og dermed fortrængning vil ikke kun kunne påvirke fugleforekomsterne i selve vindmølleområdet, men også langs sejlruerne. Mange fuglearter vil flygte fra en båd, der nærmer sig. Omfanget af reaktionen vil dog afhænge af flere faktorer, f.eks. bådens hastighed, dens rute, rutens forudsigelighed, sigtbarhed, flokstyrrelse, art m.v. Desuden er reaktionen afhængig af tidspunktet på året. F.eks. er vandfugle (ved den jyske vestkyst især sortand og edderfugl) særligt følsomme over for forstyrrelser i forbindelse med sensommerens svingfjersfældning, hvor fuglene ikke kan flyve i en periode (Therkildsen, et al., 2020b). Det betyder typisk, at flugtafstanden i fældeperioden er større end på andre tidspunkter af året, da fuglene ikke kan flyve og derfor er langsommere til at komme væk fra faren. Desuden reagerer større fugleflokke på større afstand end mindre flokke. Når en båd nærmer sig en flok, kan lommer således udvise en flugtafstand på mere end én kilometer. Andre arter som f.eks. alkefugle udviser tilsvarende en flugtafstand på op til 500 meter (Therkildsen, et al., 2020b).

Det vurderes, at skibstrafikken i forbindelse med anlæg af havvindmølleparken vil være af begrænset omfang sammenlignet med den eksisterende trafik i området og foregå ved lave hastigheder. Generelt er der registreret ret få rastende fugle i nærheden af kabelkorridoren (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b). Af disse årsager kan fortrængningen af fugle i kabelkorridoren karakteriseres som værende ubetydelig og desuden vil den være

midlertidig. Den største fortrængning af rastende fugle vil ske fra selve vindmølleområdet. Der er ikke beregnet en fortrængning i anlægsfasen, men fortrængning vil dog ikke overstige fortrængningen i driftsfasen (se 16.4.4), hvor det er beregnet, at op til 348 suler, 650 alkefugle og 589 lommer i marts måned vil blive fortrængt. Dette er den største fortrængning over året og på det mest sårbare tidspunkt for arterne. Fortrængningen svarer til under 3 % af de bestande, der overvintrer i den danske del af Nordsøen og under 0,1 % af de biogeografiske bestande, der raster i Nordsøen. Da påvirkningen kun forekommer i den relativt korte anlægsperiode, og fortrængningen langt størstedelen af tiden ikke forekommer i hele anlægsområdet, vil påvirkningen hovedsageligt være på langt mindre end 3 % af bestandene i den danske del af Nordsøen. De danske bestande er også tæt sammenhængende med bestanden i den øvrige Nordsø, hvorfor de fortrængte fugle vil kunne fordele sig i de omkringliggende arealer. Den evt. afledte øgede dødelighed pga. øget konkurrence vil være marginal og langt under 1 % af bestanden i den danske del af Nordsøen og for de berørte biogeografiske bestande. Derfor vil påvirkningerne som følge af forstyrrelse og fortrængning af fugle i anlægsfasen være ubetydelige og dermed ikke væsentlig.

På samme baggrund vurderes det jf. fuglebeskyttelsesdirektivets artikel 4, stk. 4, at Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre forringelse af levesteder for bilag I-arterne rød- og sortstrubet lom uden for fuglebeskyttelsesområderne som følge af forstyrrelse og fortrængning i anlægsfasen.

16.4. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

Driftsfasen udgør samlet set den potentielt største påvirkning af fugle. Dette skyldes ikke alene, at denne fase strækker sig over 30-35 år, men også, at vindmøllerne i denne periode udgør en kollisionsrisiko og en potentiel barriere på fuglenes trækbevægelser.

16.4.1. Kollisionsrisiko

Vindmøller kan påvirke fugles overlevelse negativt, hvis deres tilstedeværelse resulterer i kollisioner og dermed øget dødelighed. Der kan være tale om egentlige kollisioner mellem fugle og selve vindmøllekonstruktionen (vinger og tårn), eller fuglene kan blive ramt af turbulensen bag de roterende vindmøllevinger og derigennem miste bevidstheden eller få skader.

Forud udbud af områder til havvindmølleparker, herunder udbuddet af Thor Havvindmøllepark, har Energistyrelsen foretaget flere finscreeninger af relevante områder, herunder også hvor indvirkninger på fugle indgår som parametre, for at begrænse påvirkningen af omgivelserne mest muligt (Energistyrelsen, 2024b). Selvom der således allerede i den indledende fase af planlægningen af en kommende vindmøllepark tages omfattende hensyn for at minimere risikoen for kollisioner mellem fugle og vindmøller, vil disse uvægerligt forekomme. Undersøgelser har vist, at kollisioner forekommer i områder med mange, større fugle, som udviser en ringe manøvredegytighed (Rydell, Ottvall, Pettersson, & Green, 2017). Det vil derfor ikke være muligt helt at undgå kollisioner med fugle, uanset hvor vindmøller opstilles. Generelt vurderes omfanget af kollisioner dog at være begrænset.

Fuglekollisioner i vindmølleparker vurderes især at kunne opstå i følgende situationer:

- Ved de halvårslige træk mellem yngleområder og vinterkvarterer.
- Ved lokale, daglige trækbevægelser mellem rastepladser og fourageringsområder eller mellem ynglepladser og fourageringsområder.
- Når fugle tiltrækkes af vindmøller.
- Når fouragerende fugle jager byttedyr fra luften.

I princippet kan kollisioner mellem fugle og vindmøller forekomme for alle arter. Der er imidlertid stor forskel mellem de enkelte arter og især mellem forskellige artsgrupper i risikoen for kollisioner med vindmøller. Store fugle

med ringe manøvredygtighed, som f.eks. svaner og gæs, har tilsyneladende større sandsynlighed for at kolliderer med vindmøller sammenlignet med mindre fugle som f.eks. spurvefugle, der er anderledes manøvredygtige (Brown, Linton, & Rees, 1992). Arter, som f.eks. ænder, gæs og svaner, der ofte er aktive omkring solopgang og solnedgang, dvs. på tidspunkter med ringe lysforhold, hvor sigtbarheden er nedsat, er særligt udsatte for kollisioner (Larsen & Clausen, 2002). I visse tilfælde synes rovfugle at være særligt udsatte for kollisioner. Tilsyneladende skyldes dette, at rovfugle generelt udviser ringe undvigerespons over for vindmøller (Madders & Whitfield, 2006).

Det er især store fuglearter med lang levetid og langsom reproduktion, f.eks. gæs, traner og ørne, der er særligt følsomme over for den ekstra dødelighed, som vindmøller kan påføre bestandene. For disse arters vedkommende kan selv en mindre reduktion i overlevelseshastigheden have betydning for bestanden. Bestandene af mindre fuglearter med hurtig reproduktionstid, som f.eks. droser, finker, duer og sangfugle, er således mindre følsomme over for ekstra dødelighed.

For småfugle gælder yderligere, at nattrækket under gode vejrforhold typisk foregår i 1.000-1.500 meters højde (Alerstam, 1990; Welcker & Vilela, 2019). Dette er langt over vindmøllehøjde. Det er derfor især i forbindelse med påbegyndelsen eller afslutningen af det natlige træk, at der vil være risiko for kollisioner. Desuden vil der være en særlig risiko for kollisioner i de tilfælde, hvor trækket afbrydes på grund af dårlige vejrforhold, som f.eks. kan skyldes nedbør, tåge eller kraftig modvind. Dette er samtidig ofte et tidspunkt, hvor lysforholdene og dermed sigtbarheden er ringe. I forhold til kollisioner mellem fugle og vindmøller i Thor Havvindmøllepark vil vurderingen omfatte de relevante arter af trækfugle og rastende fugle, der er nævnt i afsnit 16.2.2 og 16.2.3.

16.4.1.1. Trækkende fugle

Som beskrevet i afsnit 16.2.3 under eksisterende forhold vil trækkende ænder og gæs kunne befinde sig inden for projektområdet for havvindmølleparken under deres sæsontræk, hvor de trækker i nord-sydgående retning langs den jyske vestkyst. Dog vurderes projektområdet med en afstand på mindst 22 km til kysten ikke at være placeret i en egentlig trækkorridor for vandfugle, og derfor vil antallet af trækkende ænder og gæs inden for projektområdet være meget begrænset.

Desholm & Kahlert (2005) påviste en markant undvigerespons i forhold til havvindmølleparker for trækkende gæs og ænder. Før etableringen af den undersøgte vindmøllepark ved Rødsand trak 40,4 % af de observerede andefugle således gennem vindmølleområdet, mens denne andel blev reduceret til 8,9 % i driftsfasen. På denne baggrund vurderes det, at ænder og gæs enten vil undvige vindmølleparker helt eller flyve mellem vindmøllerne, og dermed undgå kollision med vindmøllerne.

På baggrund af det begrænsede antal trækkende ænder og gæs inden for projektområdet for havvindmølleparken samt arternes høje undvigerespons vurderes det, at risikoen for kollision mellem trækfugle og havvindmøller i driftsfasen vil være *lille* og dermed ikke væsentlig.

16.4.1.2. Rastende fugle

Når havvindmølleparken er i drift, er der risiko for, at områdets rastende fugle (lommer, alkefugle, sule samt flere mågearter) vil kunne kolliderer med møllerne. Risikoen for kollision mellem fugle og transformerplatformen vurderes at være sammenlignelig med kollisionsrisikoen mellem fugle og anlægsgartøjer, kraner mv. under anlægsfasen, eftersom transformerplatformen er stationær (se afsnit 16.3.1). Risikoen for kollision mellem fugle og transformerplatformen er derfor meget begrænset, og behandles ikke yderligere. Generelt skønnes risikoen for at rastende fugle kolliderer med en havvindmøllepark i driftsfasen at blive reduceret, jo mindre det samlede areal for mølleparken er, og jo større afstande der er mellem møllerne.

Studier af kollisionsrisiko mellem fugle og vindmøller har vist, at større mågearter kan udvise undvigelsesadfærd, når de er nær møllerne og rotorbladene. Dette reducerer risikoen for kollision (Skov, et al., 2018). For ride, sølv-måge og svartbag, som er de hyppigst forekommende mågearter i og nær projektområdet, vurderes antallet af kollisioner at være relativt lavt. Ved Horns Rev 3 er det vurderet, at ca. 150 store måger og 8 små måger kolliderer årligt med vindmøllerne (Orbicon og IfAÖ, 2014). Horns Rev 3 er på 400 MW, og den ligger på lavere vand, end Thor Havvindmøllepark vil komme til. Samtidig er tætheden af måger meget mindre længere fra kysten, end det er tilfældet ved Horns Rev 3.

Under antagelse af at fugle, der flyver rundt inden for 2 km af vindmøllerne, har risiko for at kolliderer med møllerne, giver en modellering af kollisionsrisiko, ud fra de indsamlede rådata til Thor Havvindmøllepark, meget få kollisioner med arter, der enten ikke flyver særligt meget eller som flyver lavt (se også **bilag 4**). For rødstrubet lom, sortstrubet lom, alk og lomvie gælder begge forhold, da kun 1-3 % af de observerede individer var flyvende og arterne flyver hovedsageligt under rotorhøjde. Selv for arter, der flyver højere, som f.eks. suler og måger, er det årlige antal kollisioner ikke på et niveau, der vil påvirke bestandene væsentligt, hvilket gennemgås i det følgende.

For de store måger vil der samlet set være omtrent 13 årlige kollisioner. De lave antal skyldes hovedsageligt, at der er relativt få måger i området for Thor Havvindmøllepark og at der er relativ stor frihøjde (30 m) mellem havet og møllevingerne. For den lidt mindre og mere havlevende art, ride, er det beregnede årlige antal kollisioner lidt lavere; omkring 7 i området for Thor Havvindmøllepark. Dette skal holdes op i mod, at 1 % af de biogeografiske bestande af de relevante mågearter udgør fra 3.600 individer for svartbag til 69.700 individer for ride, og samlet for alle mågearterne 141.400 individer (Clausen, Petersen, Bregnballe, & Nielsen, 2019). Dermed udgør antallet af årlige kollisioner maksimalt 0,02 % af de biogeografiske bestande for mågearterne, hvilket vurderes at have en lille påvirkning af bestandene, der ikke forhindrer opretholdelse af bevaringsstatus for bestandene.

Eftersom suler udviser en adfærd, hvor de undgår at komme i nærheden af havvindmølleparker (Orbicon og IfAÖ, 2014; Petersen & Fox, 2019; Vanermen & Stienen, 2019), er risikoen for kollisioner mellem vindmøller og suler meget lille, på trods af at de flyver i rotorhøjde. Det beregnede årlige antal kollisioner er ca. 3, hvilket er meget få sammenlignet med de 32.447 estimerede suler i den danske del af Nordsøen i 2019 (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019).

Alk og lomvie anses for at have lav sårbarhed i forhold til kollisioner med vindmøller, da de flyver lavt over vandet. Det er derfor en meget lav andel af fuglene (under 1 %), som flyver i rotorhøjden på 30 m over havet for Thor Havvindmøllepark. Kollisionsestimater for alkefugle som samlet artsgruppe baseret på vurderingerne fra Horns Rev 3 (Orbicon og IfAÖ, 2014) viser, at der vil være under 10 årlige kollisioner. Beregnet vha. Band-modellen er der for alkefugle under 1 årlige kollisioner ved Thor Havvindmøllepark.

Da lommer udviser en adfærd, hvor de undgår at komme i nærheden af havvindmølleparker (Furness, 2015), sker det sjældent, at lommer kolliderer med møller. Ydermere flyver rødstrubet lom og sortstrubet lom sjældent (kun 1-3 % af de observerede fugle var flyvende), og arterne flyver hovedsageligt under rotorhøjde. Derfor er de beregnede kollisionsestimater for rød- og sortstrubet lom under 1 årlige kollisioner.

Opsummerende er der beregnet lave kollisionantal for rastende fugle som følge af driften af Thor Havvindmøllepark. Det vurderes, at den samlede påvirkning af rastende fugle fra kollisionsrisiko med Thor Havvindmøllepark er *lille* og dermed ikke væsentlig.

16.4.2. Barrierevirkning

Vindmøller kan udgøre en total eller delvis barriere for trækkende fugle, hvis vindmøllerne er placeret på trækruten. Derfor vurderes barrierevirkning udelukkende i forhold til trækfugle nævnt i afsnit 16.2.3 (gæs og ænder).

Barrierevirkningen opstår, når fuglene ændrer deres trækrute. Generelt vil det øgede energiforbrug, som barrierevirkningen eventuelt måtte medføre, formentlig kun have ringe betydning for fuglenes samlede energibudget i forbindelse med regulære sæsontræk, da den ekstra vej, fuglene skal flyve for at komme uden om barrieren, er ubetydelig i sammenligning med den samlede distance, de trækker.

Desholm & Kahlert (2005) påviste en markant undvigerespons for trækkende gæs og ænder. Før etableringen af den undersøgte vindmøllepark ved Rødsand trak 40,4 % af de observerede andefugle således gennem vindmølleområdet, mens denne andel blev reduceret til 8,9 % i driftsfasen. Undvigeresponsen var signifikant større om dagen end om natten. Det er på baggrund af den observerede undvigerespons vurderet, at ænder og gæs enten vil undvige vindmølleparker helt eller flyve mellem vindmøllerne. Det ekstra energiforbrug, som det vil kræve for gæs og ænder at flyve uden om Thor Havvindmøllepark, er vurderet til at være uden betydning for det samlede energiforbrug i forbindelse med trækket. Da den kommende havvindmøllepark vil ligge mindst 22 km vest for kysten, vurderes antallet af trækkende ænder og gæs inden for projektområdet desuden at være begrænset, og dermed vil det kun være en meget lille del af de trækkende fugle, der vil blive påvirket.

Derfor vurderes det, at barrierevirkning i driftsfasen vil medføre en *lille* eller *ingen* påvirkning af trækkende fugle, og påvirkningen er dermed ikke væsentlig.

16.4.3. Tab og ændringer af habitater

I driftsfasen vil habitattabet for fugle omfatte det areal, der erstattes af vindmøller. Vurderingen af tab og ændringer af habitater er derfor relevant i forhold til de arter af rastende fugle, der er nævnt i afsnit 16.2.2. Habitattabet vurderes dog ikke at have en indvirkning på de rastende fugle, da det rent arealmæssigt er et meget begrænset område, der decideret tabes. Det tabte habitat begrænser sig til de områder, som møllefundamentterne og erosionsbeskyttelsen optager, og vurderes ikke at påvirke tilgængeligheden af fisk eller bundfauna, der er fødegrundlag for de rastende vandfugle.

Kunstige rev skabt af møllefundamenter og erosionsbeskyttelse kan medføre ændringer i bundfaunaens og fiske-sammensætning, og potentielt øge den samlede biomasse og dermed fødeudbuddet for de fugle, der raster i havvindmølleparken. Det er dog vurderet i afsnit 13.3.2.1 og 14.5.2, at denne 'rev-effekt' vil være af begrænset karakter for fisk og bundfauna.

Samlet vurderes påvirkningen på rastende fugle som følge af habitattab at være *ubetydelig*, og dermed er påvirkningen ikke væsentlig.

På samme baggrund vurderes det jf. fuglebeskyttelsesdirektivets artikel 4, stk. 4, at Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre forringelse af levesteder for bilag I-arterne rød- og sortstrubet lom uden for fuglebeskyttelsesområderne som følge af tab og ændringer af habitater i driftsfasen.

16.4.4. Forstyrrelse og fortrængning

I driftsfasen vil forstyrrelser og fortrængningseffekten primært skyldes vindmøllernes tilstedeværelse og i mindre grad den sporadiske tilstedeværelse af vedligeholdelsesfartøjer. Vurderingen af forstyrrelser og fortrængning er relevant for de rastende fuglearter, der er nævnt i afsnit 16.2.2 (lommer, alkefugle, sule og måger). Følsomheden overfor forstyrrelser og fortrængning varierer mellem arterne. Rider og andre måger udviser generelt lav følsomhed overfor fortrængning forårsaget af havvindmølleparker (Cook, Johnston, Wright, & Burton, 2012; Petersen & Fox, 2019), og vurderes derfor ikke at blive påvirket af forstyrrelse og fortrængning som følge af etableringen af Thor Havvindmøllepark.

Suler derimod undgår generelt at komme i nærheden af havvindmølleparker. Thor Havvindmøllepark vil derfor medføre, at sulerne fortrænges fra området. Tidligere studier af fortrængningsafstande for sulere indikerer, at 37 % af sulerne forlader områder med vindmølleparker og effekten aftager lineært ud til 16 km (Vanermen & Stienen, 2019). Men eftersom sulerne er observeret i store dele af Nordsøen, forventes det, at de ville kunne søge føde i de øvrige dele af Nordsøen efter etablering af Thor Havvindmøllepark. I driftsfasen vil der ske fortrængning af sulere indenfor et område på 1.967 km². På denne baggrund er det beregnet, at op til 348 sulere (i april) bliver fortrængt fra Thor Havvindmøllepark, hvilket svarer til ca. 2,3 % af det samlede estimerede antal sulere i forundersøgelsesområdet og langt under (udgør 2,2 %) de 16.224 individer, der blev estimeret at forekomme i den danske del af Nordsøen i 2019 (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019). I de øvrige måneder vil påvirkningen være relativt mindre svarende antallet af sulere i området for Thor Havvindmøllepark, som vurderes at følge forekomsten af fiskestimer i Nordsøen (se også 16.2.2). Derfor kan påvirkningen af sulere også delvist anses som en midlertidig påvirkning i foråret omkring april, inden sulerne bevæger sig mod ynglepladserne.

Lommer er særligt følsomme overfor vindmøllers tilstedeværelse og kan påvirkes inden for en bufferzone på flere kilometer omkring en kommende havvindmøllepark. For en art som rødstrubet lom er der i enkelte undersøgelser fundet en statistisk signifikant reduktion i tætheden af fugle helt op til 16 km fra havvindmøllerne (Heinänen, et al., 2020; Mendel, et al., 2019; Petersen, Nielsen, & Mackenzie, 2014), omend det er usikkert, om fortrængningen skyldes møllernes tilstedeværelse. Andre undersøgelser har ikke kunnet påvise en ændring i fuglenes tæthed blot 500 meter fra havvindmølleparken (Scottishpower Renewables, 2021). Der er dog konsensus om, at lommer fortrænges fra vindmølleparker i stor afstand. Derfor regnes der af forsigtighedshensyn i vurderingerne af påvirkningen fra Thor Havvindmøllepark og tilhørende vindmøller med, at 80 % af lommerne fortrænges fra områder med vindmøller og lineært aftagende ud til en afstand af 16 km fra vindmøllerne (Heinänen, et al., 2020; Mendel, et al., 2019; Petersen, Nielsen, & Mackenzie, 2014). Den øvrige del af lommerne (20 % i mølleområdet) vil fortsætte med at benytte området som normalt.

Ud fra dette er det beregnet, at op til 197 lommer fortrænges fra området for Thor Havvindmøllepark. Denne beregning er foretaget ved at tage andelen af lommer i de forskellige bufferzoner (Figur 16.1) og gange med den fortrængte andel i de enkelte områder, startende med 80 % i vindmølleområdet og aftagende lineært til 0 % efter 16 km fra vindmølleparken. De 197 individer svarer til 1,4 % af de estimerede 12.500 lommer i den danske del af Nordsøen i 2019 (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019) eller mindre end 0,1 % af den biogeografiske bestande på hhv. 300.000 rødstrubede lommer og 350.000 sortstrubede lommer (Clausen, Petersen, Bregnballe, & Nielsen, 2019).

Fortrængningen af lommer er størst i april måned, hvor fuglene er på vej nordpå til ynglepladserne og størst tættest på kysten hvor lommerne primært forekommer. Forekomsten af lommer i området for Thor Havvindmøllepark er dog forholdsvis ens i hele området. Det skal nævnes, at der er andre områder herunder bl.a. syd for Horns Rev og syd for Vesterhav Nord og Syd, hvor lommer forekommer i større antal end i området for Thor Havvindmøllepark.

Det er lidt usikkert, hvor følsomme alkefugle er overfor fortrængninger fra vindmøller. Tidligere studier angiver fortrængninger fra 0 % af fuglene i vindmølleparken og op til 75 % af alkefuglene. Et nyt meta-studie har gennemgået alle de tidligere studier og er kommet frem til, at de høje fortrængningsværdier skyldes en overvurdering af fortrængningen pga. få observationer af alkefugle (APEM, 2022). I stedet kommer de frem til en fortrængning af alkefugle på 50 % inden for vindmølleområdet ud til 2 km fra vindmøllerne baseret på 21 studier af fortrængning af alkefugle (APEM, 2022). Antallet af alkefugle (alke og lomvier), der forventes at blive fortrængt af havvindmølleparken, er derfor estimeret til at være 43-650 individer (størst i marts).

Eftersom at de alke og lomvier, der overvintrer i Nordsøen, kan stamme fra forskellige biogeografiske populationer, og at både arts- og populationsfordelingen af alkefugle i Nordsøen ikke er velkendt, er fortrængningsestimater i forhold til de biogeografiske bestande mere usikkert. I Nordsøen vil individerne af alkefugle dog hovedsageligt komme fra de store bestande i Nordatlanten, hvor 1 % af den biogeografiske bestand udgør henholdsvis 69.000 lomvier og 13.800 alke (Clausen, Petersen, Bregnballe, & Nielsen, 2019). Dette skal sammenholdes med, at der er estimeret op til 25.608 alkefugle i den danske del af Nordsøen (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019), hvilket i så fald svarer til ca. 0,31 % af den samlede biogeografiske bestand af alke og lomvie. Disse forudsætninger vil betyde, at op til 0,001 % af de samlede biogeografiske bestande af alke og lomvie vil blive fortrængt af Thor Havvindmøllepark. Eller svarende til maksimalt 2,5 % (650 ud af 25.608) af den estimerede bestand af alkefugle i dansk Nordsø. Ingen af påvirkningerne overstiger for de relevante arter af rastende vandfugle et niveau på 1 % af den biogeografiske bestand, som indikerer en væsentlig påvirkning (NIRAS, 2020).

Det vurderes derfor, at forstyrrelse og fortrængning som følge af driften af Thor Havvindmøllepark vil have en lille påvirkning af de rastende fuglearters bestande, som ikke vil forhindre opretholdelsen af bestandenes bevaringsstatus. Den samlede påvirkning som følge af fortrængning af fugle fra Thor Havvindmøllepark vurderes at være *lille* og dermed ikke væsentlig.

På baggrund af ovenstående beskrivelser for lommer vurderes det jf. fuglebeskyttelsesdirektivets artikel 4, stk. 4, at Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre forringelse af levesteder for bilag I-arterne rød- og sortstrubet lom uden for fuglebeskyttelsesområderne som følge af forstyrrelse og fortrængning i driftsfasen.

16.5. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

De nærmere detaljer i forhold til demonteringen af Thor Havvindmøllepark er endnu ikke fastlagt. Det forventes dog, at alle kabler, transformerplatform og selve vindmøllerne skal fjernes, hvormed påvirkningen er sammenlignelig med påvirkningen i anlægsfasen.

Demonteringsfasen vil derfor give anledning til ændringer af habitater og forstyrrelser som følge af fjernelse af strukturer som fundamenter, vindmøller og kabler, samt pga. arbejdsfartøjernes tilstedeværelse i området. Graden af fortrængning som følge af forstyrrelsen afhænger af aktiviteternes omfang og intensitet. Forstyrrelsesniveauet i demonteringsfasen kan maksimalt være på niveau med driftsfasen, hvilket bl.a. skyldes øget sejlads til og fra området samt støj fra f.eks. nedtagning af vindmøller og fundamenter. Det er særligt i vinterhalvåret fra oktober til april, at der forekommer mange rastende vandfugle i fugleundersøgelsesområdet. Det vurderes derfor, at den potentielle påvirkning vil være størst i denne periode. Som det er vurderet for anlægsfasen, så vil hverken sejlads eller forstyrrelser fra demontering af anlægget medføre en fortrængning, der vil overstige fortrængningen i driftsfasen. Således vurderes det, at fortrængningen i demonteringsfasen højst vil medføre en lille påvirkning på de lokale og regionale fuglebestande i Nordsøen. Ligeledes vil kollisioner mellem fartøjer/kraner og fugle på træk eller lokale fou-rageringstogter medføre en lille og dermed ikke væsentlig påvirkning af fuglebestandene, der forekommer i Nordsøen. En eventuel barrierevirkning vil i demonteringsfasen falde fra at være ens med barrierevirkningen i driftsfasen til ingen påvirkning. Da barrierevirkningen i driftsfasen er vurderet værende ubetydelig vurderes påvirkningen af eventuel barrierevirkning i demonteringsfasen ligeledes at være ubetydelig og dermed ikke væsentlig.

Fuglene vil i demonteringsfasen kun påvirkes af sedimentspild og undervandsstøj, i det omfang deres fødegrundlag påvirkes. Påvirkningen af fødegrundlaget er beskrevet i kapitel 13 om marin flora og fauna og kapitel 14 om fisk. Her vurderes påvirkningen at være af en størrelse, der er ubetydelig og dermed svare til ingen påvirkning.

Samlet vurderes demonteringsfasen at medføre en *lille* og dermed ikke væsentlig påvirkning af fugle.

16.6. Sammenfattende vurdering

Påvirkningerne af fugle vil for både anlægs- og demonteringsfasen for Thor Havvindmøllepark være af kort eller midlertidig varighed. Derimod vil påvirkningerne i driftsfasen være af en periode (30-35 år), der kan sidestilles med en permanent varighed.

Thor Havvindmøllepark vurderes samlet set ikke at medføre en væsentligt negativ påvirkning af de fuglebestande, der forekommer i eller nær projektområdet som ynglende, rastende, fældende eller trækkende. Det vurderes, at påvirkningen fra Thor Havvindmøllepark af de relevante fuglebestande i regionen vil være beskedent og i et omfang, der er lig en *lille* og dermed *ikke væsentlig* påvirkning. Dette gælder for de vurderede typer af påvirkninger herunder antal af kollisioner, barriereeffekt, habitattab samt forstyrrelse og fortrængning.

Det er vurderet jf. fuglebeskyttelsesdirektivets artikel 4, stk. 4, at anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre forringelse af levesteder for arter på fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I uden for fuglebeskyttelsesområderne.

Vurderingerne af den overordnede påvirkning af fugle som følge af anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark er opsummeret i Tabel 16.7.

Tabel 16.7: Opsummering af vurderinger af påvirkninger på fugle som følge af anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark. Ingen af de vurderede påvirkninger er væsentlige.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad for fugle
Forstyrrelse og fortrængning	Anlæg	Lille
	Drift	Lille
	Demontering	Lille
Tab og ændringer af habitater	Anlæg	Ingen/lille
	Drift	Ingen
	Demontering	Ingen/lille
Kollisionsrisiko	Anlæg	Ingen/lille
	Drift	Lille
	Demontering	Ingen/lille
Barrierevirkning	Anlæg	Lille
	Drift	Lille
	Demontering	Lille

16.7. Kumulative effekter

I miljørapporten for Planen for Thor Havvindmøllepark er beskrevet tyske og engelske havvindprojekter, der kan være relevante i forhold til den kumulative vurdering for fugle og havpattedyr (Rambøll, 2021a). For fugle er det i miljørapporten vurderet, at der ikke forventes at være kumulative påvirkninger, men at betydningen af de kumulative virkninger kun i begrænset omfang er klarlagt, og at ny viden skal inddrages i de efterfølgende miljøvurderinger af projekter i Nordsøen. Derfor er der i det følgende inddraget viden om påvirkningerne fra eksisterende vindmølleparker i den danske del af Nordsøen (Horns Rev 1-3, Vesterhav Nord og Syd) samt planlagte parker og energiområder udlagt i havplanen. Thor Havvindmøllepark anlægges ikke samtidig med andre havvindmølleparker og

derfor vil eventuelle kumulative påvirkninger af fugle udelukkende være knyttet til driftsfasen. Da det direkte habitattab fra Thor Havvindmøllepark er meget begrænset, vurderes Thor Havvindmøllepark ikke at tilføje nogen kumulativ påvirkning på fugle sammen med projekter om råstofvindning eller kystbeskyttelse i Nordsøen og derfor inddrages denne type aktiviteter og projekter ikke i den kumulative påvirkning.

16.7.1. Trækkende fugle

Området for Thor Havvindmøllepark vil, med en placering ca. 22 km fra kysten, ikke være en del af en hovedtrækkorridor for vandfugle, og det er i afsnittene 16.3.1–16.3.2 samt 16.4.1–16.4.2 vurderet, at projektet i sig selv ikke vil medføre en barriereeffekt eller udgøre en kollisionsrisiko for trækkende fugle. I miljøkonsekvensrapporterne for de kystnære havvindmølleparker, Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, vurderes det, at de to parker ikke vil påvirke trækkende fugle væsentligt. Ligeledes er påvirkningen på trækkende fugle som følge af Horns Rev 1, 2 og 3 vurderet at være af ubetydelig karakter og dermed ikke væsentlig (ELSAM, 2000; DONG, 2006; Orbicon, 2014b). Da påvirkningerne fra hvert af de enkelte projekter er så begrænsede (WSP, 2020a; WSP, 2020b), vurderes det, at de kystnære havvindmølleparker samt Horns Rev 1, 2 og 3 i kumulation med Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre en væsentlig påvirkning på trækkende fugle.

Det er i miljøvurderingen af Danmarks Havplan beskrevet, at der ikke er kendskab til specifikke trækruter gennem de udlagte områder til vedvarende energi, men at trækkende fugle generelt koncentrerer sig i den sydlige del af Nordsøen samt langs vestkysten (COWI, 2021), og det er efterfølgende vurderet, at *"såfremt der sker en gradvis koncentration af anlæg til vedvarende energi i Nordsøen som følge af havplanen, kan det ikke udelukkes, at der kan være en negativ påvirkning af trækkende fugle"*. Dette er på baggrund af de potentielle barrierevirkninger, som kan medføre et større energiforbrug for visse migrerende arter. Det anbefales i miljøvurderingen, at der i forbindelse med sektorplanlægningen indsamles nye data og gennemføres detaljerede analyser af potentielle påvirkninger på trækkende fugle med henblik på at fastlægge den præcise placering af nye parker, som tilgodeser eksisterende trækruter. Det bemærkes i miljørapporten, at de store arealudlæg i Nordsøen til vedvarende energi i havplanen giver mulighed for at fremtidige parker kan placeres, så de ikke påvirker trækkende fugle væsentligt.

Såfremt den fremtidige planlægning af havvindprojekter inden for udviklingszonerne for vedvarende energi i havplanen tilgodeser eksisterende trækruter for fugle i sammenhæng med på det tidspunkt øvrige etablerede parker, vil en væsentlig kumulativ påvirkning på trækkende fugle som følge af en realisering af havplanen og Thor Havvindmøllepark kunne undgås.

16.7.2. Rastende vandfugle

Thor Havvindmøllepark vil være i drift samtidigt med en række andre havvindmølleparker, herunder Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, og sandsynligvis i fremtiden med andre parker i forbindelse med den potentielle udvidelse af havvind i Nordsøen, der er udlagt i havplanen. Derudover vil store engelske havvindmølleparker tæt beliggende ved den danske EEZ-grænse, tyske parker mv. være i drift. De potentielle kumulative påvirkninger i driftsfasen vil kunne omfatte barriereeffekter, risiko for kollision eller fortrængning som beskrevet herunder.

Som beskrevet i afsnit 16.2.2 omfatter de relevante arter af rastende vandfugle i og nær området for Thor Havvindmøllepark lommer, sule og alkefugle samt måger. Alle disse arter forekommer generelt i ret lave tætheder inden for projektområdet for havvindmølleparken. Men de samlede områder, der påvirkes af havvindmølleparker i Nordsøen, kan dog i fremtiden være så store, at enkelte arter potentielt kan påvirkes betydeligt. I det følgende gennemgås påvirkninger fra eksisterende og planlagte parker for de enkelte arter, mens der for Danmarks Havplan laves en mere overordnet vurdering af den kumulative påvirkning på fugle.

Forekomsten af lommer er begrænset i området for Thor Havvindmøllepark og primært i de sene forårsmåneder. En beregnet samlet fortrængning af lommer fra Thor Havvindmøllepark i driftsfasen er op til 197 individer. Fortrængningen er af rastende lommer, da arten ikke yngler i området. Det beregnede antal er lavere end det maksimale beregnede antal fortrængte lommer fra Vesterhav Nord og Syd, som er op til hhv. 610 og 601 ved fortrængning ud til 16 km. Disse fortrængninger er beregnet ud fra modellerede data i 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b). Den beregnede fortrængning fra de tre projekter er samlet 5,5 % af de op til 25.000 lommer, der raster i den danske del af Nordsøen eller mindre end 0,1 % af den biogeografiske bestand af både rødstrubet og sortstrubet lom (Clausen, Petersen, Bregnballe, & Nielsen, 2019). En fortrængning af denne størrelse vurderes at have en påvirkningsgrad der er lille og dermed ikke væsentlig for lommer i området for Thor Havvindmøllepark. Tidligere vurderinger af fortrængningen fra Vesterhav Nord og Syd (Vattenfall, 2020a; Vattenfall, 2020b) har brugt mindre fortrængningsafstande for lommer (2 km), og derfor afviger vurderingerne her fra tidligere vurderinger, men de overordnede konklusioner om graden af påvirkning er de samme i miljøvurderingerne for Vesterhav Nord og Syd (Vattenfall, 2020a; Vattenfall, 2020b).

I forhold til vindmølleparkerne på Horns Rev (1-3) er der ikke foretaget nye beregninger, da disse er indeholdt i en modellering af fortrængning af lommer i hele dansk farvand fra vindmølleprojekter (Topping & Petersen, 2011; Orbicon og IfAÖ, 2014). Det vurderes, at den samlede påvirkning af lommer i denne modellering af påvirkningen fra vindmølleparkerne er, at der er en ubetydelig nedgang den biogeografiske bestand på 0,1 % (Orbicon og IfAÖ, 2014). Vurderingen bygger hovedsageligt på påvirkningen fra vindmølleparkerne omkring Horns Rev, og ud fra modelleringen vurderes den kumulative påvirkning af eksisterende vindmølleparker og vindmølleparker under konstruktion i Nordsøen (Vesterhav Nord og Syd) ikke at påvirke bestanden af lommer med mere end en lille påvirkning.

Påvirkningerne af de øvrige hyppige arter (alkefugle og måger) er meget mindre og næsten ubetydelig som følge af Thor Havvindmøllepark, og derfor vil påvirkningen af disse fuglegrupper ikke medføre en større påvirkning i kumulation med de øvrige eksisterende og planlagte havvindmølleparker i Nordsøen. Disse betragtninger bekræftes af hollandske undersøgelser af udvalgte arter, bl.a. lomvie og alk i forhold til planlagte havvindmølleparker i Holland og i Nordsøen (van Kooten, et al., 2019).

Da suler udviser stor fleksibilitet i valg af fødeemner og fourageringsområder, vurderes påvirkningen som følge af tab eller ændring af habitat samt fortrængning at være af mindre betydning. I driftsfasen vil suler dog blive fortrængt fra et område på 1.967 km² som følge af etableringen af Thor Havvindmøllepark. Dette resulterer i, at op til 348 suler (i marts) bliver fortrængt fra området for Thor Havvindmøllepark, hvilket svarer til ca. 2,3 % af det samlede estimerede antal suler i forundersøgelserområdet og langt under (udgør 2,2 %) de 16.224 individer, der blev estimeret at forekomme i den danske del af Nordsøen i 2019 (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019). Da suler hovedsageligt forekommer mere end 20 km fra kysten i Nordsøen (Skov, Durinck, Leopold, & Tasker, 1995) er påvirkningen fra Vesterhav Nord og Syd meget mindre og fortrængningen beregnet til op til 270 suler, hvilket ikke vil ændre på de overordnede vurderinger. Denne beregning bygger på de nye modellerede data fra 2019 men er i samme størrelsesorden som antallet i de oprindelige vurderinger (Vattenfall, 2020a; Vattenfall, 2020b).

Udover vurderinger af kumulative påvirkninger fra enkelte projekter sammen med Thor Havvindmøllepark er der i miljøvurderingen af Danmarks Havplan vurderet, at "*en gradvis koncentration af havmøller i den sydlige del af Nordsøen kunne medføre en væsentlig påvirkning af kyst- og havfugle i dette område*", hvilket begrundes med, at flere af udviklingszonerne ligger inden for beskyttelsesområdet IBA DK123 Østlige Tyske Bugt (COWI, 2021). Placeringen af Thor Havvindmøllepark overlapper dog ikke med dette område, og for de øvrige områder af Nordsøen vurderes

"en potentielt øget koncentration af anlæg til vedvarende energi ikke at medføre væsentlig negativ påvirkning af overvintrende, rastende eller ynglende fugle" i miljøvurderingen af Danmarks Havplan (COWI, 2021).

Samlet vurderes det i miljøvurderingen af Danmarks Havplan, at *"kumulativt med den massive udbygning af havvind i hhv. den svenske og tyske EEZ, kan det dog ikke udelukkes, at kyst- og havfugle fortrænges fra områderne, og at den gunstige bevaringsstatus for visse arter ikke kan opretholdes."*

Den kumulative påvirkning på fugle som følge af den potentielle udbygning af havvind som udlagt i havplanen kan derfor ikke afvises at have en negativ påvirkning af bestandene af rastende fugle. Dette gælder også i Nordsøen, hvor en femtedel af den danske del af Nordsøen er udlagt til havvindmølleparker og tilsvarende er planlagt for Tyskland, Holland og Storbritannien. Men påvirkningen fra Thor Havvindmøllepark og de eksisterende vindmølleparker (Horns Rev 1-3 samt Vesterhav Nord og Syd) har ikke kumulativt nået et niveau, hvor der er væsentlige negative påvirkninger af de biogeografiske bestande af rastende fugle og bestandenes bevaringsstatus.

16.8. Afværgeforanstaltninger

Idet der ikke er identificeret væsentlige påvirkninger på fugle som følge af etableringen af Thor Havvindmøllepark, vil afværgeforanstaltninger i forhold til fugle ikke være nødvendige.

16.9. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Grundlaget for vurderingerne af fugle vurderes at være tilstrækkeligt.

17. Fiskeri

I dette kapitel beskrives typerne og omfanget af det nuværende erhvervsfiskeri i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark. På baggrund heraf, vurderes påvirkningen på erhvervsfiskeriet i henholdsvis anlægsfasen, driftsfasen og demonteringsfasen af Thor Havvindmøllepark. Påvirkningen af fisk og fiskesamfund som følge af anlægs-, drifts- og demonteringsfasen for Thor Havvindmøllepark er beskrevet og vurderet i kapitel 14. Det kan på baggrund heraf sammenfattende opsummeres, at påvirkningerne af fisk vil være lille eller ingen under anlægs-, drifts- og demonteringsfasen for Thor Havvindmøllepark. Der er således ikke risiko for væsentlige påvirkninger af erhvervsfiskeriet som følge af ændringer i fisk og fiskebestandene i projektområdet, og emnet beskrives ikke yderligere. I det følgende beskrives og vurderes derfor alene på fiskeriets muligheder for at operere i og i nærheden af projektområdet og kabelkorridoren.

Erhvervsfiskeriet vil blive påvirket som følge af etableringen af restriktionsområder omkring anlægsaktiviteterne samt i mølleområdet i anlægs- og driftsfasen. Endvidere forventes det i udgangspunktet, at der etableres en 200 meter bred sikkerhedszone på hver side af ilandføringskablerne, hvor brugen af bundslæbende redskaber ikke vil være tilladt, jf. kabelbekendtgørelsen (BEK nr 939 af 27/11/1992).

17.1. Metode og datagrundlag

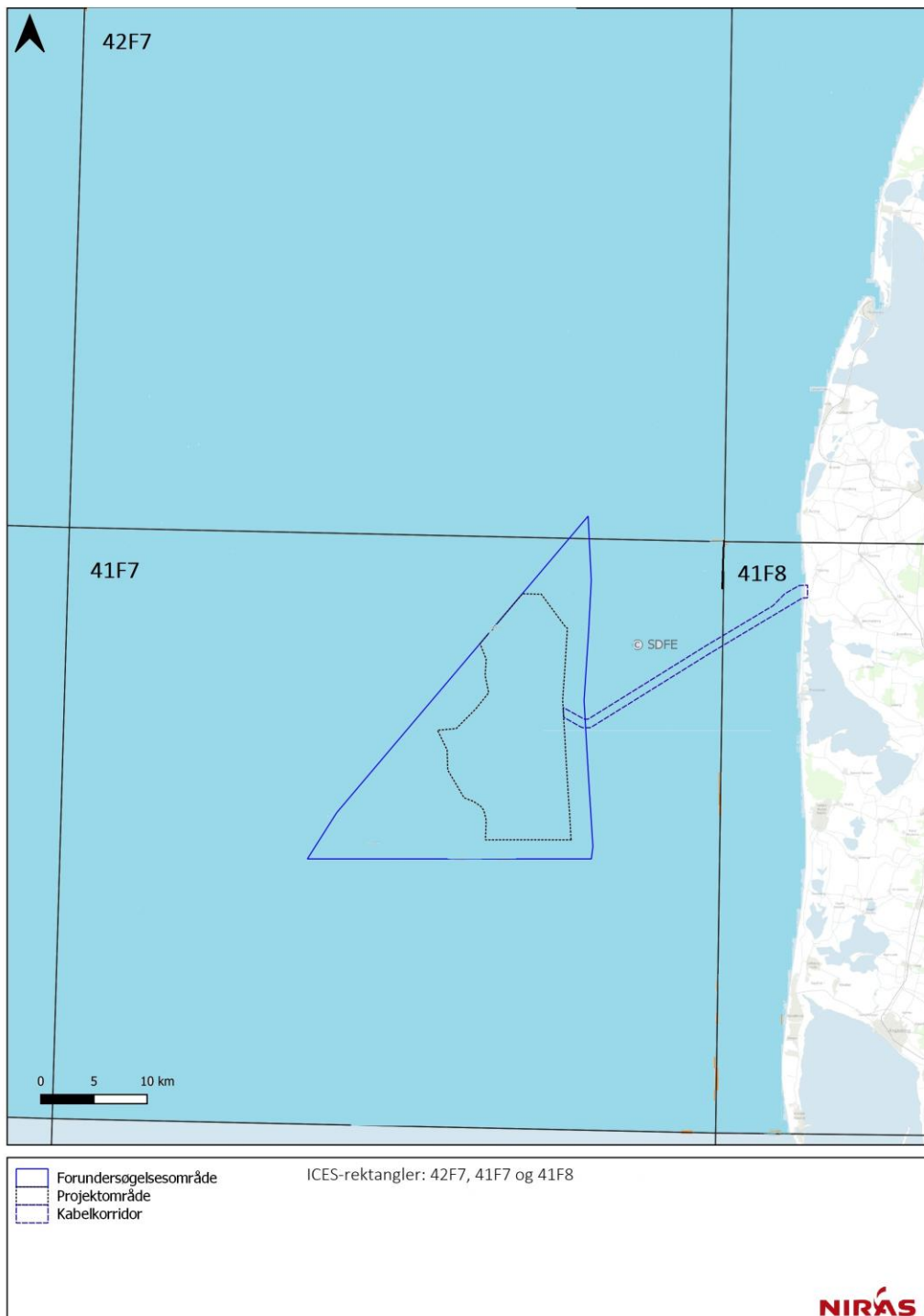
Til beskrivelse og vurdering af de fiskerimæssige påvirkninger benyttes data fra den tekniske rapport om det kommercielle fiskeri i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Rambøll, 2021i) samt fra miljøvurderingen af Planen for Thor Havvindmøllepark (Rambøll, 2021g). Oplysningerne heri er baseret på data fra de officielle fiskeristatistikker. Ved belysning af mulige ændringer i fiskeriet de senere år blev der opdaget en fejl ved den tidligere kortlægning af fiskeriet ved brug af satellitregistreringer af fiskeriaktiviteter (såkaldte VMS-registreringer) i den tekniske rapport for Thor Havvindmøllepark (Rambøll, 2021i). Derfor er der i nærværende rapport fortaget en opdateret kortlægning af fiskeriet baseret på en sammenføring af data fra henholdsvis logbogsregisteret, hvor fangstredskabet for hver enkelt fangstrejse registreres, og VMS-databasen. Hermed er fiskeriet kortlagt fra 2012-2022 i forbindelse med nærværende rapport.

Hertil kommer oplysninger indhentet ved interviews af en række fiskere, som er anvendt til at supplere og verificere fiskeribeskrivelsen. Oplysningerne om fiskeriet i projektområdet for Thor Havvindmøllepark, som indgår i ovennævnte redegørelser, er i nærværende kapitel blevet opdateret med interviews af flere fiskere, som har aktivitet i det berørte farvandsområde.

Den officielle fiskeristatistik

I Danmark skal alle fiskefartøjer føre logbog (logbogsbekendtgørelsen, (BEK nr 793 af 02/06/2022), hvor alle fangster (vægt, art mm.) noteres. Det Internationale Havforskningsråd (ICES) har opdelt samtlige farvande i rektangler af ca. 30x30 sømil (ca. 3.500 km²). I Nordsøen skal fartøjer ≥ 10 meters længde, notere sin fangst for hver af de respektive ICES-rektangler, hvor fangsterne er foretaget. Mindre fartøjer (<10 m) skal alene udfylde såkaldte farvands-erklæringer, hvor fangsterne blot henføres til ICES-underområder, i dette tilfælde i hele den centrale del af Nordsøen, som er betegnet som ICES IVb (www.ices.dk, 2017). ICES rektanglerne 41F7, 41F8 og 42F7 er relevante i forhold til forundersøgellesområdet for Thor Havvindmøllepark, da disse overlapper med selve opstillingsområdet for møllerne samt området for ilandføringskablerne (Figur 17.1). Arealet af forundersøgellesområdet for Thor Havvindmøllepark er ca. 440 km², mens arealet af projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren er hhv. ca. 200 km² og 20 km². Hele projektområdet for havvindmølleparken (hvor møllerne og transformerplatformen placeres) er indenfor ICES 41F7 og vil således optage ca. 5,8 % af arealet på ICES-rektangel 41F7. Ligeledes vil kabelkorridoren optage et areal på ca. 5,6 km², svarende til yderligere 0,16 % af ICES-rektangel 41F7 areal samt en andel af

vandarealet i ICES rektangel 41F8 på ca. 2,4 km², eller ca. 0,6 %. Hermed er projektområdet for Thor Havvindmøllepark, set i forhold til ICES-rektanglerne, relativt lille. Af den grund kan de officielle fiskeridata fra ICES-rektanglerne umiddelbart kun anvendes til at give et overordnet indblik i fiskeriets omfang og karakter i et farvandsområde, som er langt større end projektområdet og kabelkorridoren, som er de primære områder, der vil blive påvirket af den kommende Thor Havvindmøllepark (www.ices.dk, 2017).



Figur 17.1: Kort over forundersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark og den tilhørende kabelkorridor med angivelse af de 3 ICES-rektangler som projektet berører: 41F7, 41F8 og 42F7.

Alle danske fiskefartøjer med en længde over 15 meter har siden 2005 været pålagt et krav om VMS-registrering. Kravet blev i 2012 udvidet til at gælde for alle fartøjer med en længde på 12 meter eller derover. VMS-registreringerne anvendes dels til at lokalisere fartøjernes placering, og dels til at bestemme den hastighed, hvormed de bevæger sig. Ud fra viden om hvilken hastighed fartøjerne normalt bevæger sig ved under fiskeri, kan der gennemføres en kortlægning af de specifikke områder, hvor fartøjerne rent faktisk fisker. For fiskeriet omkring Thor Havvindmøllepark er det valgt at definere fiskende fartøjer som dem, der bevæger sig med en hastighed på 0-5 knob (Rambøll, 2021i). Antallet af VMS-registreringer pr. arealenhed kan anvendes som mål for fiskeriintensiteten, eventuelt fordelt på fiskeritype, i et givet område. Ikke alle fartøjer, der opererer i den del af Nordsøen, hvor projektområdet for Thor Havvindmøllepark er placeret, har en længde på 12 meter eller derover. De er derfor ikke omfattet af VMS-registreringen. Det er derfor vigtigt at pointeres, at fiskerikortlægningen i det følgende ikke omfatter data fra fartøjer under 12 meter. I udgangspunktet, og efter bekræftelse af fiskere ifm. interviews, antages det dog, at disse fartøjers fiskerimønster i Nordsøen ikke adskiller sig væsentligt fra de større fartøjers.

Interviews af fiskere

I forbindelse med indsamling af viden om det kommercielle fiskeri i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Rambøll, 2021i) er der blevet interviewet 3 fiskere. Som supplement blev der senere afholdt et møde (1. juli 2022) i Thyborøn med flere fiskere, som opererer i det berørte farvand, samt med repræsentanter fra Danmarks Fiskeriforening. Der er yderligere blevet gennemført telefoniske interviews med garnfiskere om garnfiskeriet i og omkring projektområdet, da oplysninger om denne fiskeriform skulle suppleres yderligere. Ved at kombinere resultaterne fra fiskerinterviewene med fiskeridata er det muligt at give et relativt detaljeret indblik i fiskeriaktiviteterne i projektområdet for havvindmølleparken.

17.2. Eksisterende forhold

I den berørte del af Nordsøen foregår der et meget forskelligartet erhvervsfiskeri, som dels anvender såkaldt aktive fiskeredskaber såsom bundtrawl, bomtrawl, pelagisk trawl og vod (Tabel 17.1), der aktivt flyttes henover havbunden eller igennem vandet, og dels passive redskabstyper som gællegarn, krabbetejner, ruser m.fl., der fokuserer på fangst af fisk og skaldyr, som under deres bevægelse, fastholdes i stationære fangstredskaber.

Tabel 17.1: Fiskeriformer i Nordsøen omkring projektområdet for havvindmølleparken fordelt på passive og aktive redskaber.

Passive redskabstyper	Aktive redskabstyper
Garn	Bundtrawl
Krabbetejner	Bomtrawl
Ruser	Pelagisk trawl
	Snurrevod

Fiskeriet kan også opdeles efter fangsternes anvendelse; i industrifiskeriet anvendes fangsterne (primært tobis og brisling) til fremstilling af fiskemel- og olie, mens fangsterne af diverse fladfiskearter, torskefisk m.fl. i konsumfiskeriet primært anvendes til konsum. Industrifiskeriet gennemføres udelukkende med trawl, hvilket omfatter både bundtrawl og pelagisk trawl, og i de senere år også semipelagisk/pelagisk trawl, hvor der fiskes efter tobis i nærheden af bunden. Målarterne for industrifiskeriet i regionen af projektområdet for Thor Havvindmøllepark består overvejende af tobis og brisling. Konsumfiskeriet efter arter som fladfisk og torsk gennemføres overvejende med bundtrawl og semipelagisk trawl samt med bundsatte garn.

Vigtige skaldyrsarter i Nordsøen, som hesterejer og jomfruhummere, fiskes udelukkende med trawl. Her foregår fiskeri efter hesterejer med bomtrawl primært langs kysten på relativt lavt vand, mens fiskeri efter jomfruhummer,

som fanges på mudder/blød bund på dybder større end 25 m, foregår med bundtrawl. Der foregår ligeledes et fiskeri efter taskekrabber, primært med tejer, men også med bundsatte garn i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark. De vigtigste kommercielle fiskearter i konsumfiskeriet i denne del af Nordsøen omkring projektområdet er diverse fladfiskearter (rødspætte, tunge, pighvarre, slethvarre, rødtunge og ising), samt torsk, som typisk fiskes med bundtrawl og bundsatte garn.

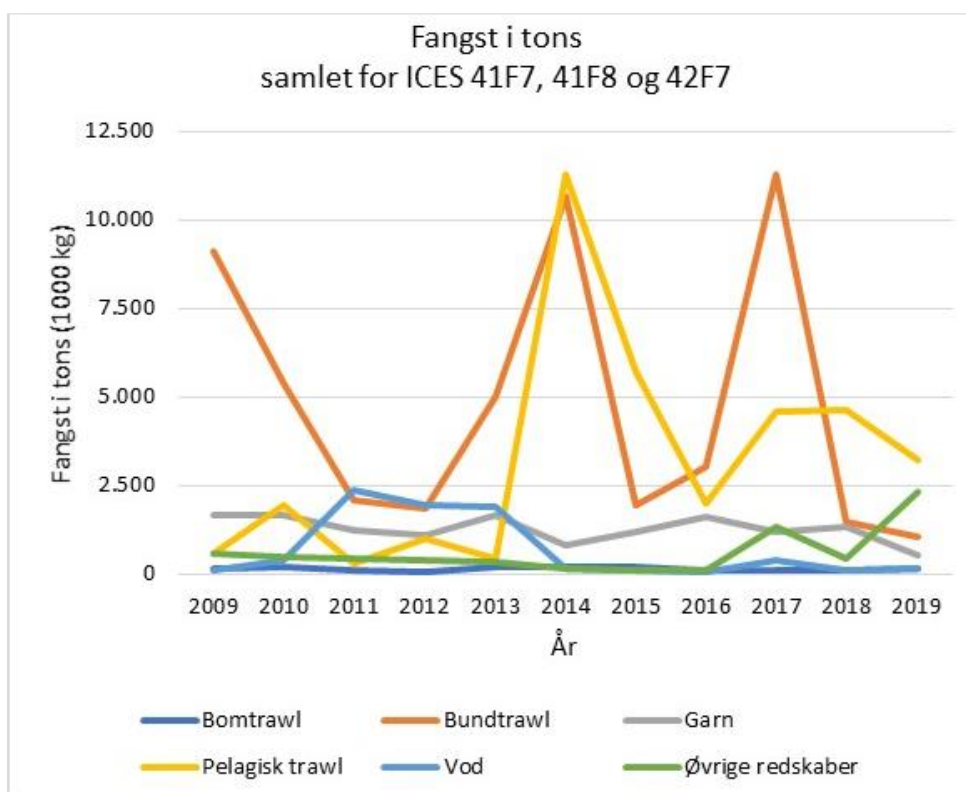
17.2.1. Fiskeriet i ICES-rektanglerne 41F7, 41F8 og 42F7 (fiskefartøjer og landinger)

17.2.1.1. Fiskefartøjer og havne

Antallet af fiskefartøjer i havnene på den jyske vestkyst har udvist en nedadgående tendens igennem de sidste 10 år. I de tre centrale fiskerihavne nær projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Hvide Sande, Thorsminde og Thyborøn) har der været en nedgang i antallet af fiskefartøjer på 17 %, fra 247 fartøjer i 2009 til 203 fartøjer i 2019. Nedgangen har omfattet alle fartøjstyper, dog ses en tendens til, at der er kommet flere mindre garnbåde (<10 m) i løbet af den samme 10-årige periode (Rambøll, 2021).

17.2.1.2. Landinger

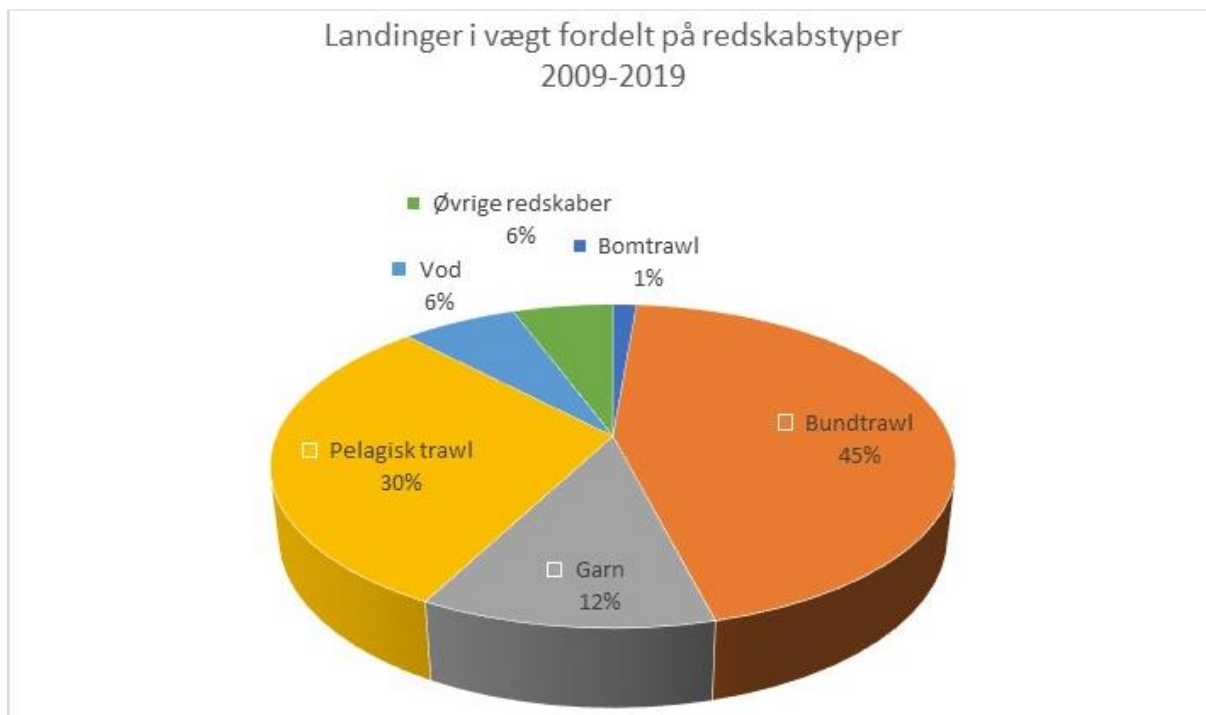
De årlige gennemsnitlige landinger fra alle de 3 berørte ICES-rektangler (41F7, 41F8 og 42F7) i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark er i perioden 2009-2019 opgjort til at udgøre 10.769 tons med en værdi på 62 mio. kr. (Fiskeristyrelsen, 2022). Især landingerne fra trawlfiskeriet, både med bund- og pelagisk trawl, har udvist meget store fluktuationer i vægt igennem opgørelsesperioden (Figur 17.2). Begrundelsen er, at en stor del af fangsterne i trawl består af industri-fiskearter (tobis og brisling), som forekommer i store men fluktuerende bestande (Figur 17.2). I de seneste år (fra 2016-2019) er der observeret en stigning i fangsterne gjort med "øvrige" redskabstyper, som inkluderer krabbetejner og ruser.



Figur 17.2: Udvikling i de årlige landinger (tons) i perioden 2009-2019 fordelt på redskabstyper (bundtrawl, garn, pelagisk trawl, vod og "øvrige" redskaber) samlet set for ICES-rektanglerne 41F7, 41F8 og 42F7 (Rambøll, 2021) (Fiskeristyrelsen, 2022).

Mængdemæssigt set er trawlfiskeriet (bund-, pelagisk og bomtrawl) den vigtigste type fiskeri i regionen omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark (ICES rektanglerne 41F7, 41F8 og 42F7) og landingerne herfra udgjorde således ca. 76 % af de samlede landinger i perioden 2009-2019 (Figur 17.3).

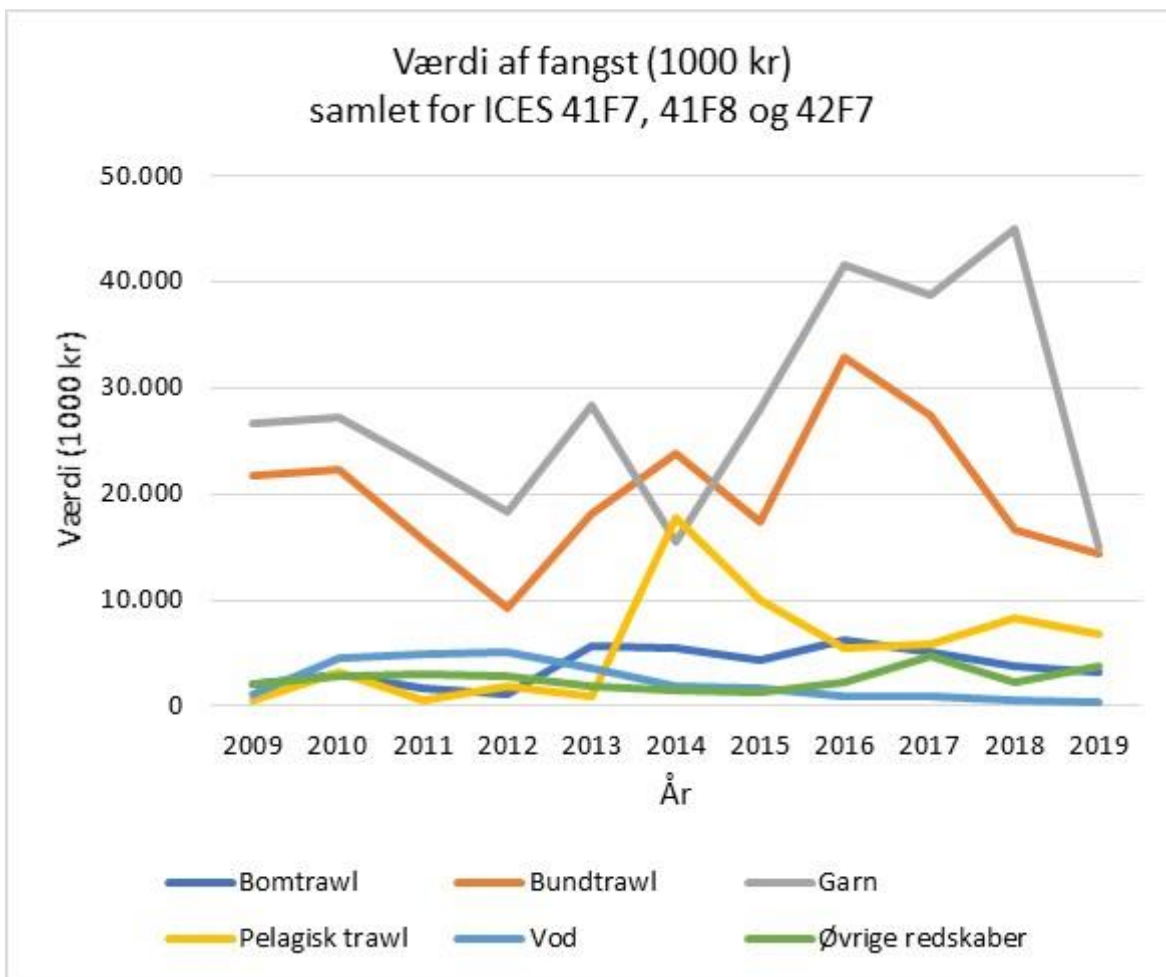
Til sammenligning udgjorde landingerne fra garnfiskeriet kun ca. 12 % af de samlede landinger, mens landingerne fra hvert af fiskerierne med henholdsvis vod og "øvrige" redskaber udgjorde ca. 6 % af den samlede landingsmængde.



Figur 17.3: Den procentuelle fordeling af landinger i perioden 2009-2019 fordelt på redskabstyper (bundtrawl, garn, pelagisk trawl, vod og "øvrige" redskaber) i ICES-rektanglerne 41F7, 41F8 og 42F7 (Rambøll, 2021) (Fiskeristyrelsen, 2022).

I det seneste årti (2009-2019) har de årlige gennemsnitlige landinger fra garnfiskeriet fra alle de 3 berørte ICES-rektangler (41F7, 41F8 og 42F7) i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark fluktueret mellem 15-45 mio. kr. og repræsenterer den største værdi sammenlignet med landingsværdierne fra andre fiskerier (Figur 17.4).

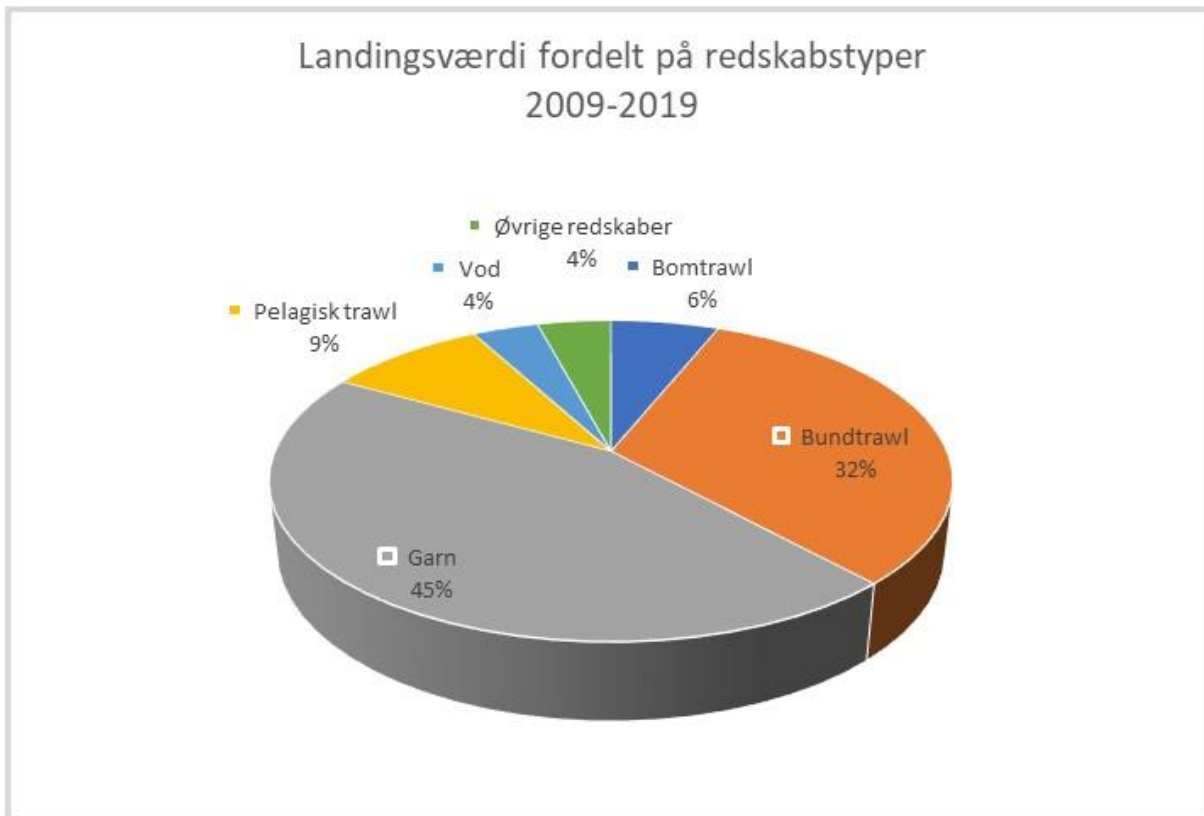
Landingerne fra bundtrawlfiskeriet havde i perioden den næststørste værdi og har ligeledes udvist store fluktuationer i værdien i opgørelsesperioden.



Figur 17.4: Udvikling af de årlige landingsværdi (DKK) over 11 år (2009-2019) for de enkelte redskabstyper (bundtrawl, garn, pelagisk trawl, vod og "øvrige" redskaber) i ICES-rektangler 41F7, 41F8 og 42F7 (Rambøll, 2021) (Fiskeristyrelsen, 2022).

Den gennemsnitlige årlige estimerede værdi af landinger fra garnfiskeriet i 2009-2019 var på cirka 28 mio. kr., hvilket svarer til 45 % af den samlede værdi af alle fangster fra området (Figur 17.5). De vigtigste fiskearter for garnfiskeriet i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark er diverse fladfiskearter (rødspætte, pighvar, tunge, slethvar, samt torsk, som alle er værdifulde konsumarter.

Til sammenligning har landingerne fra fiskeriet med bundtrawl i den nævnte periode haft en gennemsnitlig årlig estimeret værdi på 20 mio. kr. svarende til 32 % af den samlede værdi (Figur 17.5), mens landingerne fra det pelagisk trawlfiskeri har udgjort ca. 5,6 mio. kr., svarende til ca. 9 % af de gennemsnitlige årlige landinger (Figur 17.5). En stor del af trawlfangsterne udgøres af industriarterne brisling og tobis, som fanges i store mængder, men som har en lav kilopris.



Figur 17.5: Den procentuelle fordeling af landingsværdien på redskabstyper (bundtrawl, garn, pelagisk trawl, vod og "øvrige" redskaber) i perioden 2009-2019 fra ICES-rektanglerne 41F7, 41F8 og 42F7 (Rambøll, 2021) (Fiskeristyrelsen, 2022).

Da stort set hele projektområdet (mølleområdet og kabelkorridoren) for Thor Havvindmøllepark er indenfor ICES kvadrat 41F7 og 41F8, vil den efterfølgende beskrivelse af fiskeriet fokusere på disse to ICES-rektangler.

ICES kvadrat 41F7

De gennemsnitlige årlige landinger fra ICES-rektangel 41F7 i perioden 2009-2019 var 3.164 tons med en anslået værdi på 25,6 mio. kr. (Tabel 17.2).

Hjemmehørende fartøjer fra de lokale havne i Hvide Sande, Thyborøn og Thorsminde står for lidt mere end 60 % af de samlede landinger i område 41F7, svarende til en årlig, gennemsnitlig værdi på godt 21 mio. kr. Fartøjer fra andre havne har i samme periode landet fisk og skaldyr til en årlig, gennemsnitlig værdi på ca. 4,65 mio. kr. Vægtmæssigt har brislingen været den vigtigste fiskeart i perioden 2009-2019, med en årlig, gennemsnitlig landing på 1.519 tons (Tabel 17.2), hvoraf de lokale fartøjer har landet cirka halvdelen. Rødspætten har med en årlig, gennemsnitlig landing på 652 tons i perioden 2009-2019 udgjort den næst vigtigste art for de lokale fiskere. Dette, sammenholdt med den relativt høje kilopris for rødspætter, har betydet, at rødspætten i værdimæssig henseende har været den vigtigste art for de lokale fiskere i perioden 2009-2019, med en gennemsnitlig, årlig værdi på godt 8 mio. kr. Landinger af rødspætte fra lokale fartøjer udgjorde 85 % af de samlede landinger af rødspætte fra ICES-rektangel 41F7. De relativt små fangster, mængdemæssigt, af konsumarterne tunge og pighvarre, som ligeledes har en høj kilopris, udgør i værdi de næst vigtigste fiskearter for fiskeriet fra de lokale havne, med en samlet, gennemsnitlig årlig landingsværdi svarende til værdien af landingerne af rødspætte.

Tobis var vægtmæssigt den næst vigtigste art for både de lokale fiskefartøjer og for fartøjer fra andre

havne, men da tobis afregnes med en lav kilopris har den samlede værdi af landingerne heraf udgjort mindre end 10 % af værdien af de samlede landinger af rødspætte.

Tabel 17.2: De gennemsnitlige årlige landinger (tons) og landingsværdi (DKK) fra ICES 41F7 i perioden 2009-2019 fra hjemmehørende lokale fartøjer (fra Hvide Sande, Thyborøn og Thorsminde) og "andre" fartøjer (fartøjer fra alle andre havne) (Rambøll, 2021i) (Fiskeristyrelsen, 2022).

ICES 41F7 Arter	Lokale fartøjer		Andre fartøjer	
	Landinger (tons)	Landingsværdi (DKK)	Landinger (tons)	Landingsværdi (DKK)
Rødspætte	652	8.058.159	115	1.410.385
Pighvarre	40,1	2.771.185	6,9	488.257
Tunge	63	5.189.001	8,2	686.432
Rødetunge	2,2	76.945	0,2	7.605
Slethvarre	6,6	306.550	2,7	124.736
Ising	29	230.327	4,6	34.354
Torsk	91	1.582.287	4,9	89.485
Kulmule	4,2	62.966	0,7	10.485
Havtaske	1,5	57.430	0,04	1.569
Tobis	226	328.368	304	362.998
Brisling	745	1.267.578	774	1.294.793
Sild	13,1	38.179	17,1	50.832
Hesterejer	3,7	86.025	0,57	13.152
Taskekrabbe	42	968.865	3,5	78.341
Total	1.920	21.023.864	1.243	4.653.423

ICES kvadrat 41F8

Eftersom ICES-rektangel 41F8 omfatter et langt mindre fiskeriområde end ICES-rektangel 41F7, er det forventeligt, at den samlede fangstmængde og -værdi er væsentligt mindre her. De lokale fartøjer har landet fisk og skaldyr svarende til godt 80 % af den samlede landingsværdi fra området. De samlede gennemsnitlige årlige landinger fra ICES-rektangel 41F8 har i perioden 2009-2019 været på godt 1.300 tons med en anslået værdi på ca. 7,3 mio. kr. (Tabel 17.3).

Den vigtigste art for især de lokale fiskere i dette farvandsområde har været hestereje, som udelukkende fanges af mindre bomtrawlere. Værdien af hesterejefangsterne har i gennemsnit udgjort knap halvdelen af de lokale fartøjers samlede landingsværdi svarende til ca. 2,6 mio. kr. årligt i gennemsnit. Mængdemæssigt har brislingen udgjort den vigtigste art i perioden 2009-2019, idet der samlet set, og ligeligt fordelt mellem hhv. lokale og andre havne, i gennemsnit årligt er landet ca. 755 tons. I værdi har brislingen udgjort den næst vigtigste art for fiskeriet i området. For de lokale fartøjer har fangst af sild været vigtig med en værdi svarende til landingsværdien af hver af de vigtigste konsum-fiskearter, tunge og rødspætte.

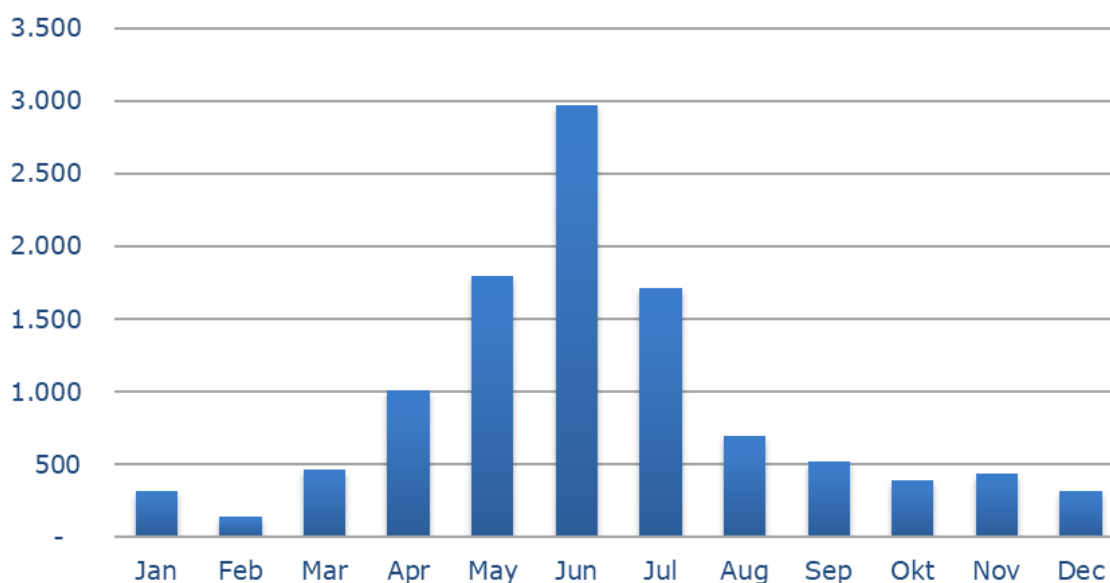
Tabel 17.3: De gennemsnitlige årlige landinger (tons) og landingsværdier (DKK) fra ICES 41F8 i perioden 2009-2019 fordelt på hhv. lokale fartøjer (fra Hvide Sande, Thyborøn og Thorsminde) og på "andre" fartøjer (fartøjer fra alle andre havne) (Rambøll, 2021) (Fiskeristyrelsen, 2022).

ICES 41F8	Lokale fartøjer		Fjerne fartøjer	
	Landinger (tons)	Landingsværdi (DKK)	Landinger (tons)	Landingsværdi (DKK)
Rødspætte	46	535.210	11,80	135.043
Pighvarre	2,8	197.906	1,49	104.309
Tunge	8,4	691.635	0,34	28.729
Rødetunge	0,04	1.357	0,01	245,21
Slethvarre	0,45	21.592	1,01	47.018
Ising	6,04	49.618	1,13	8.390
Torsk	6,2	124.230	0,19	3.223
Kulmule	0,07	1.142	0,17	2.708
Havtaske	0,001	14,48	0,001	117,00
Tobis	77	95.465	123	158.628
Brisling	367	642.658	388	663.828
Sild	196	656.800	11,66	39.418
Hesterejer	77	2.625.299	7,28	257.270
Taskekrabbe	10,8	247.515	0,19	4.723
Total	798,11	5.890.448	547,21	1.453.655

Generelt fokuserer de lokale fiskefartøjer deres fiskeri i ICES 41F7 og 41F8 på værdifulde konsumarter såsom rød-spætte, tunge, pighvarre, slethvarre, torsk m.fl., og skaldyr som hesterejer og taskekrabber, mens fartøjer fra andre havne typisk fisker med trawl primært efter industrifisk såsom brisling og tobis.

17.2.1.3. Fiskesæsoner

Fiskeriet i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark (ICES 41F7, 41F8 og 42F8) er tydeligt sæsonopdelt med langt de største samlede landinger, målt i både mængde og værdi, i perioden april-juli, hvorimod der er langt færre landinger om efteråret og vinteren, især i perioden december til februar (Figur 17.6).



Figur 17.6: De gennemsnitlige månedlige landinger i mængde (tons) fra fiskeriet i ICES 41F7, 41F8 og 42F8 i perioden 2009-2019 (Rambøll, 2021)(Fiskeristyrelsen).

Hovedsæsonen for fiskeriet af de vigtigste fiskearter er angivet i Tabel 17.4. De største samlede landinger i perioden maj til august skyldes de store landinger af industriarterne tobis og brisling, som dominerer vægtmæssigt i disse måneder. Fiskeriet efter den værdimæssigt set vigtigste art, hesterejen, foregår overvejende i april og maj. Fiskeriet efter fladfiskearterne foregår i foråret/forsommeren, hvor rødspætte og tungefiskeriet tilsyneladende har højsæson lidt tidligere end fiskeriet efter ising, pighvarre og slethvarre. Selvom landingerne af rødspætter er særligt store i marts-april, så er de også i mængde betydeligt større end landingerne af de øvrige arter i den resterende del af året. De største landinger af sild ses i april-maj. Der fanges torsk det meste af året, dog med de største landinger i vinterperioden (november-januar).

Tabel 17.4: Oversigt over høj (rød), lav (grøn) og meget lav/ingen (ingen farve) fiskeperioder for de vigtigste arter i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark (ICES 41F7, 41F8 og 42F8) i perioden 2009-2019 (Rambøll, 2021)(Fiskeristyrelsen). Tallene er tons om året.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Rødspætte	25	73	284	264	149	103	94	124	153	137	81	32
Ising	4	3	5	13	14	11	9	9	6	7	11	6
Pighvarre	1	1	3	8	19	15	6	5	4	3	2	1
Slethvarre	0	0	2	5	4	1	0	1	1	1	1	0
Tunge	1	0	26	61	17	1	0	0	0	1	1	1
Torsk	40	24	23	21	18	28	21	19	17	26	40	49
Hesterejer	3	1	6	26	26	9	3	1	1	2	6	5
Stenbider	0	1	4	1	0	0	-	-	-	-	-	0
Sild	40	0	11	111	71	18	15	11	6	2	0	4
Brisling	30	-	-	0	13	605	685	445	283	184	113	12
Tobis	-	-	-	371	1.426	1.997	775	0	-	-	-	-

17.2.1.4. Fordeling af fiskeriet i ICES-rektanglerne 41F7, 41F8 og 42F7

Fordeling af fiskeriet i og omkring Thor Havvindmøllepark blev kortlagt ved brug af VMS-registreringer for perioden 2012-2022. Figur 17.7 til Figur 17.11 viser denne kortlægning af, hvor fiskeriindsatsen fordelt på fiskeriformer er koncentreret i den centrale, østlige del af Nordsøen, inklusive forundersøgesområdet og dermed projektområdet.

Kortlægningen er foretaget adskilt for hver fiskeriform (bundtrawl, bomtrawl, pelagisk trawl, garn, vodfiskeri og øvrige redskaber: primært krabbetejner og ruser), og er baseret på VMS-registreringer fra fiskerfartøjer større end 12 meter.

17.2.1.4.1. Bundtrawl

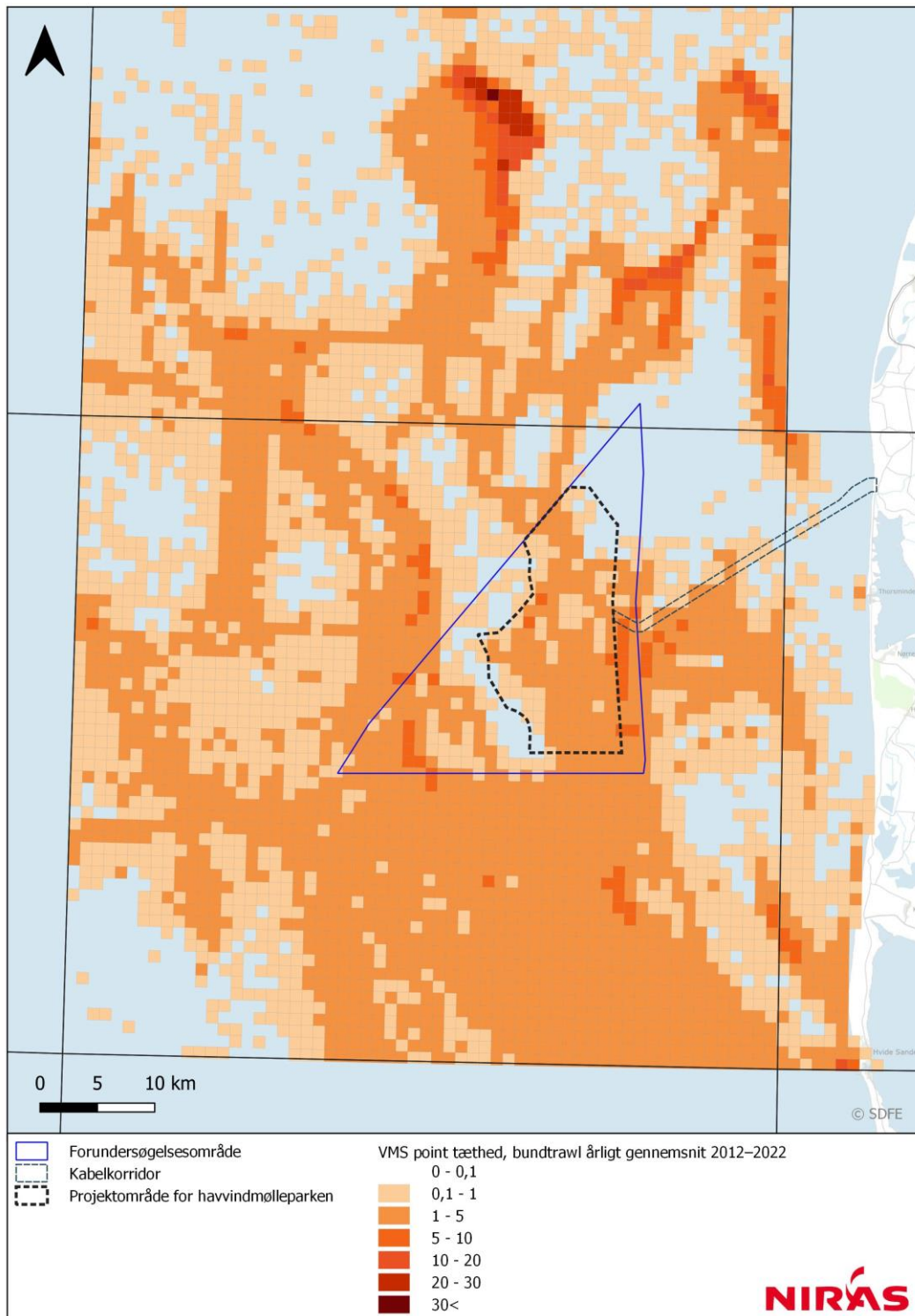
Det fremgår af Figur 17.7, at fiskeriet med bundtrawl overvejende foregår i en bane i den vestlige del af forundersøgesområdet og i en bred bane fra nord til syd midt i projektområdet. Samtidig viser VMS-registreringer, at der forgår et forholdsvis mere intenst fiskeri med bundtrawl i en mindre bane i den østlige del af projektområdet og syd for den yderste del af kabelkorridoren for ilandføringskablerne.

Umiddelbart syd for projektområdet foregår et jævnt fiskeri med bundtrawl over et bredt område. I og omkring kabelkorridoren er der kun registreret et begrænset fiskeri med bundtrawl. Det skal dog bemærkes, at der godt kan være en vis aktivitet af mindre trawlere, som ikke fremgår af kortlægningen, der som tidligere anført kun omfatter fartøjer med en længde på 12 meter eller derover.

Den primære fiskesæson for erhvervsfiskeriet med bundtrawl i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark er i tredje kvartal (juli-september).

Langt det vigtigste fiskeri med bundtrawl i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark udgøres af fiskeri med fokus primært på rødspætte men også torsk og en del andre fladfiskearter (tunge, rødtunge og ising) samt knurhane.

Trawlfiskeriet gennemføres ofte med trawlsleb, der kan strække sig over flere timer (4-8 timer), og med en slæbehastighed på eksempelvis 3-4 knob kan slæbene derfor have en længde på mange kilometer.

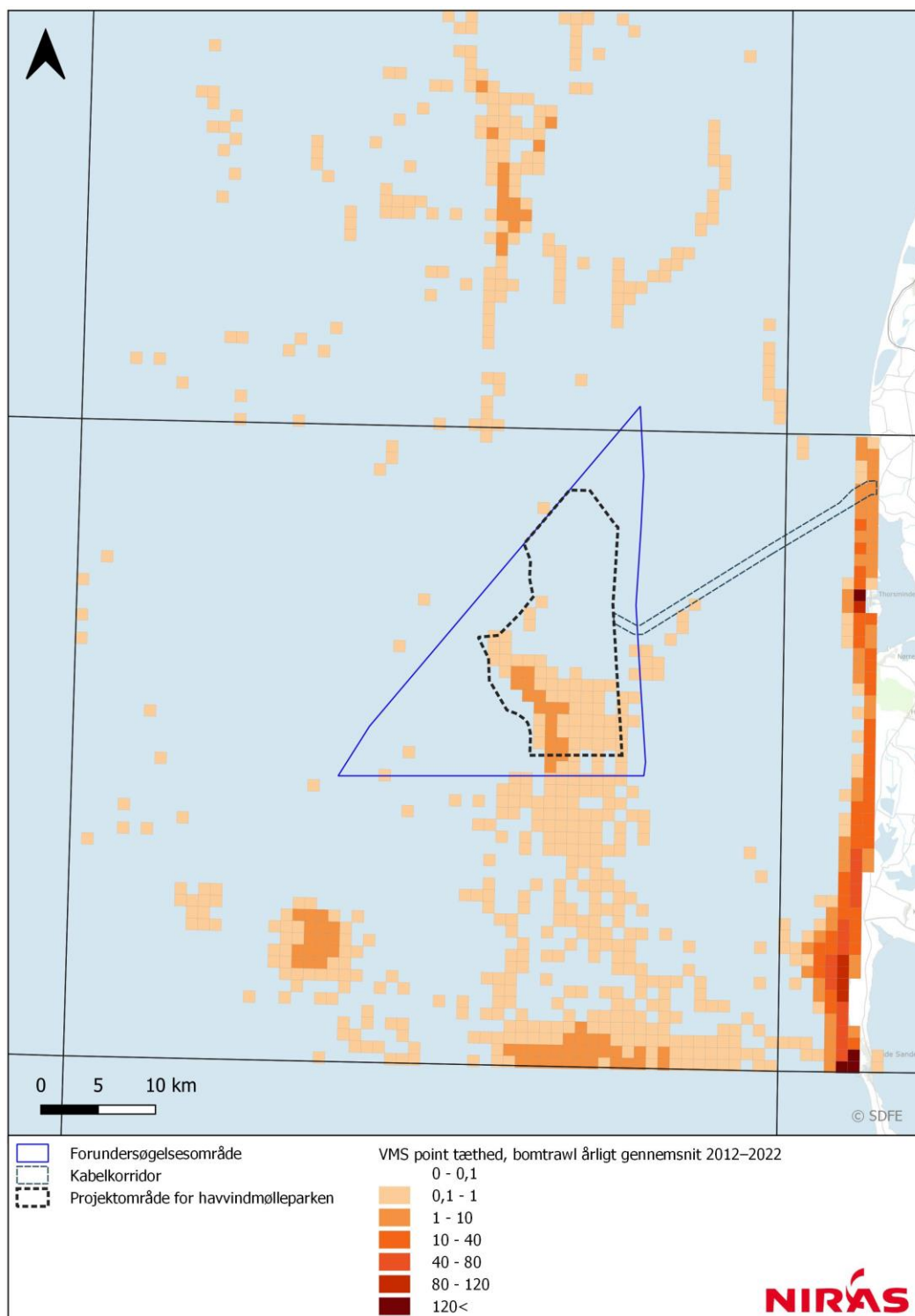


Figur 17.7: Fordeling af fiskeri med bundtrawl i og omkring forundersøgelsesområdet, projektområdet og kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark baseret på VMS-registreringer fra perioden 2012-2022 (Fiskeristyrelsen, 2022).

17.2.1.4.2. Bomtrawl

Der foregår kun et begrænset dansk fiskeri med bomtrawl i projektområdet for Thor Havvindmøllepark og det gennemføres stort set kun i den syd- og sydvestlige del af projektområdet og i en bane, der strækker sig mod syd

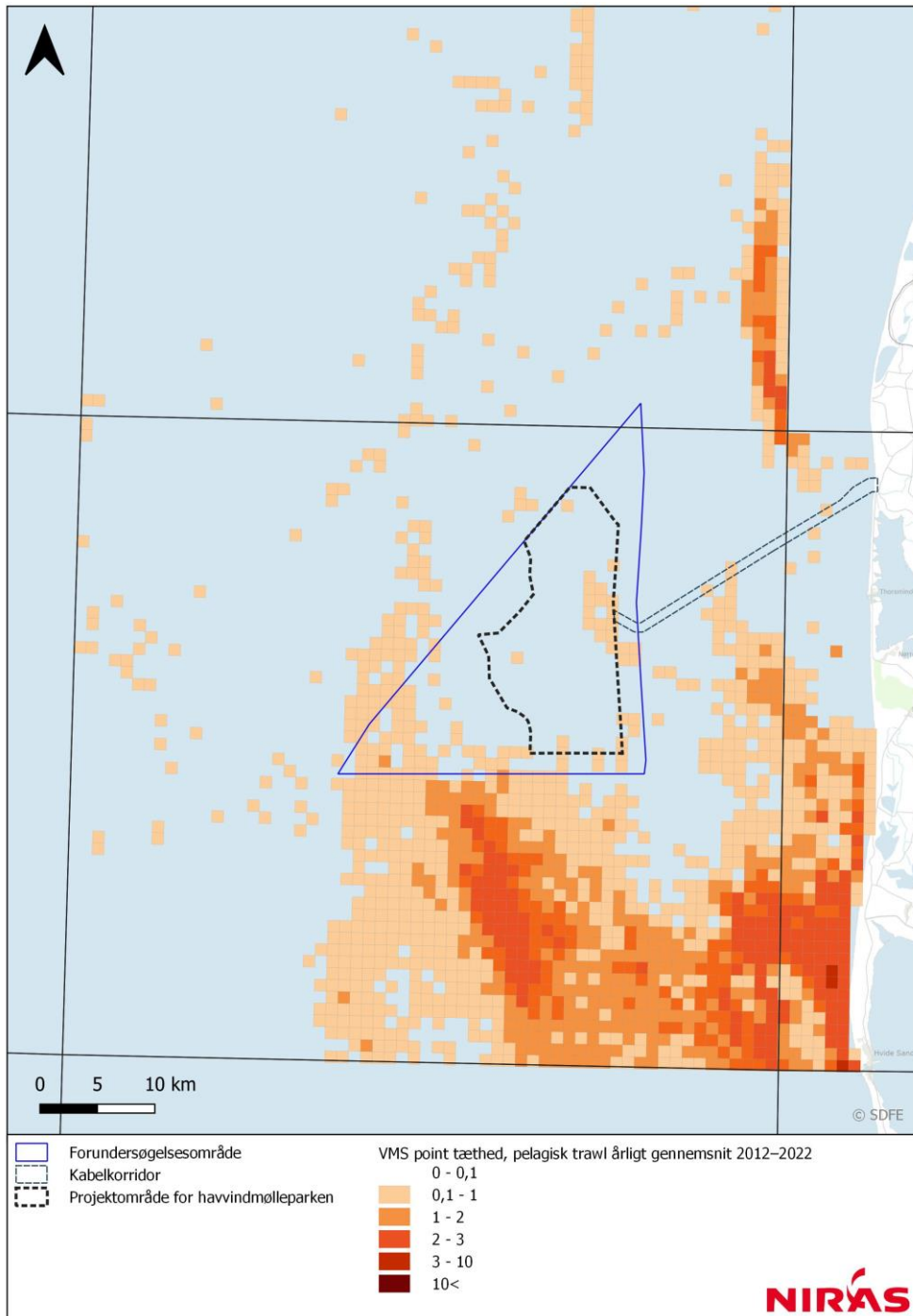
(Figur 17.8). Tæt på kysten, bl.a. ved ilandføringspunktet, forgår i forårs- og sommerperioden et relativt intensivt fiskeri med bomtrawl efter hesterejer. Fiskeriet her foregår overvejende i nord-sydgående retning. I vinterperioden (januar-marts) fiskes hesterejer på dybere vand og primært syd for Thor projektområdet (Rambøll, 2021j).



Figur 17.8: Fordeling af fiskeri med bomtrawl i og omkring forundersøgelsesområdet, projektområdet og kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark baseret på VMS-registreringer fra perioden 2012-2022 (Fiskeristyrelsen, 2022).

17.2.1.4.3. Pelagisk trawl

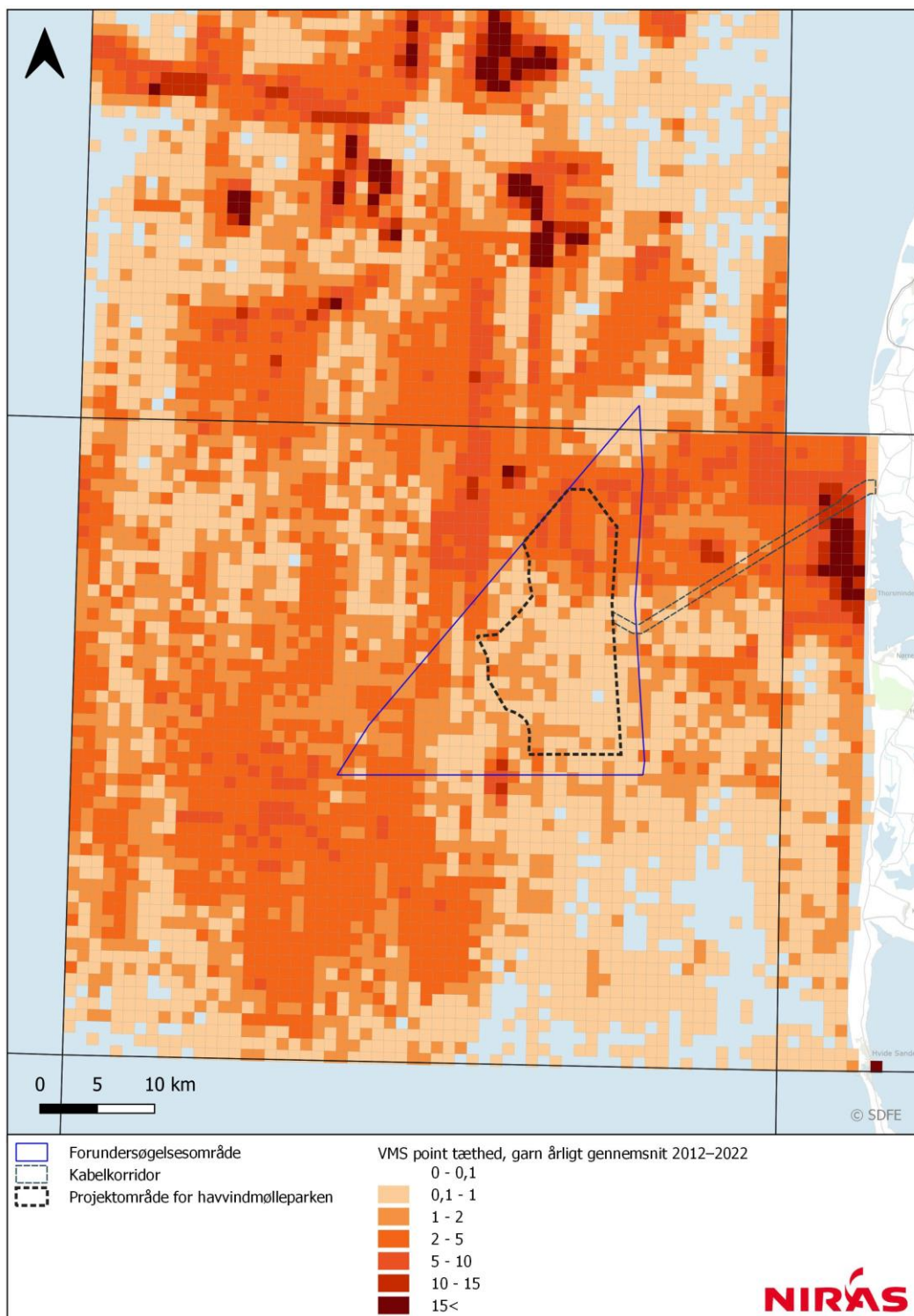
Figur 17.9 viser fordelingen af fiskeri med pelagisk trawl baseret på VMS-registreringer i perioden 2012-2022. Som det fremgår af figuren, har der de seneste 10 år været meget få registreringer i selve forundersøgelsesområdet, projektområdet og kabelkorridoren. Det indikerer, at projektområdet for Thor Havvindmøllepark ikke er et vigtigt fiskeområde for pelagiske trawlere. Logbogsdata indikerer, at brisling er den primære fokusart for det pelagiske fiskeri i denne del af Nordsøen (Fiskeristyrelsen, 2022).



Figur 17.9: Fordeling af fiskeri med pelagisk trawl i og omkring forundersøgelsesområdet, projektområdet og kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark baseret på VMS-registreringer fra perioden 2012-2022 (Fiskeristyrelsen, 2022).

17.2.1.4.4. Garnfiskeri

Figur 17.10 viser fordelingen af garnfiskeri baseret på VMS data i perioden 2012-2022. Her har fiskeriaktiviteten været meget spredt med varierende intensitet over en stor del af regionen.



Figur 17.10: Fordeling af garnfiskeri i og omkring forundersøgelsesområdet, projektområdet og kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark baseret på VMS-registreringer i perioden 2012-2022 (Fiskeristyrelsen, 2022).

Garnfiskeriet foregår også spredt i det meste af projektområdet, dog med større intensitet i den nordlige del heraf. VMS-registreringerne indikerer også, at der foregår et forholdsvis intensivt garnfiskeri i området mellem den nordlige del af projektområdet for havvindmølleparken og kystlinjen, herunder i området hvor ilandføringskablerne forventes placeret.

Eftersom en del af det kystnære garnfiskeri gennemføres af mindre fartøjer med en længde under 12 meter, som derfor ikke indgår i VMS-registreringen, viser Figur 17.10 ikke det fulde omfang af fiskeriindsatsen med garn. Det antages dog, at garnfartøjerne uanset størrelse fisker i de samme områder og dermed at kortlægningen af garnfiskeriet er retvisende.

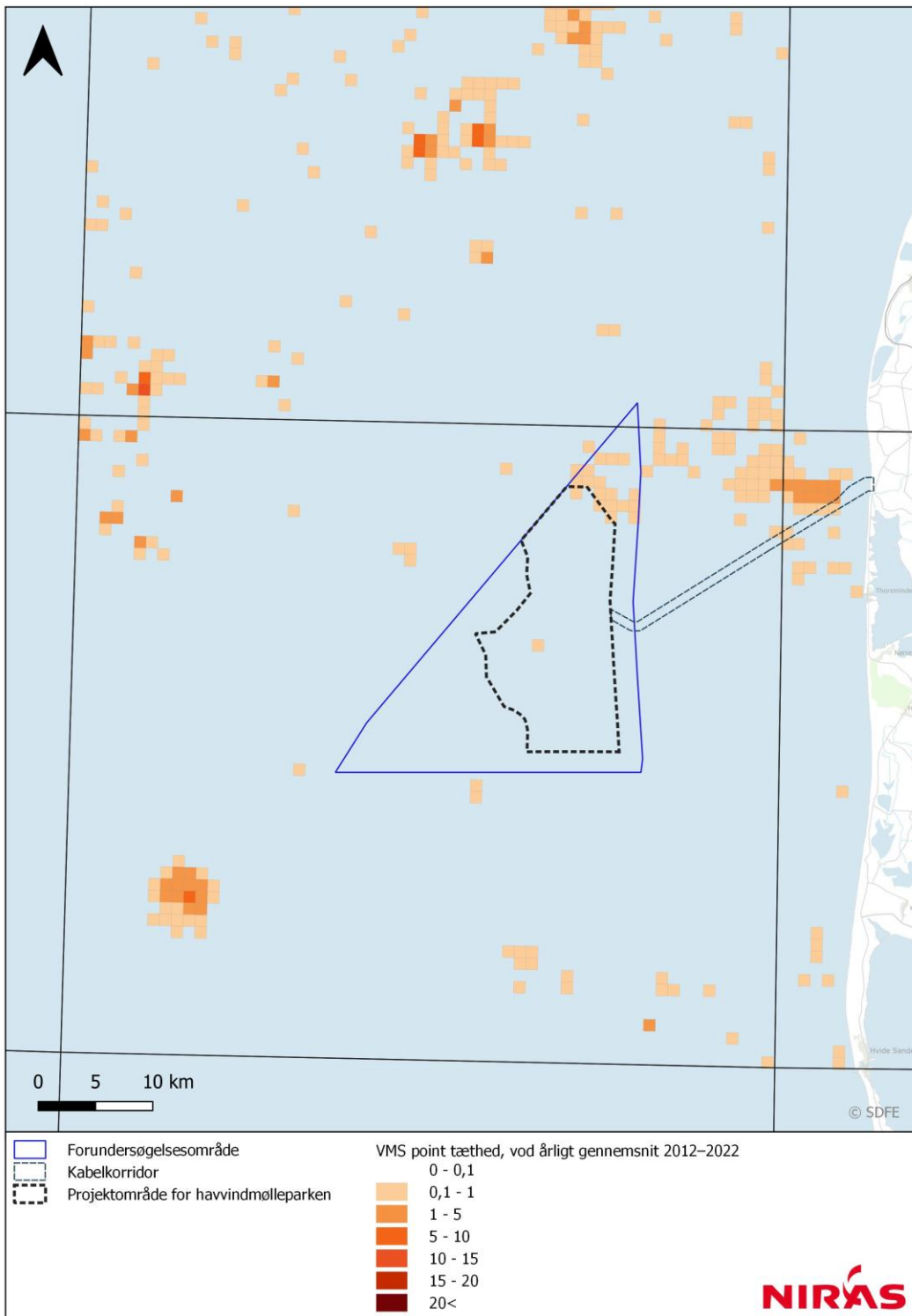
De vigtigste fiskearter for garnfiskeriet i denne del af Nordsøen, herunder i projektområdet er rødspætte, pighvar, tunge, slethvar og torsk, samt taskekrabber.

Garnfiskeriet i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark forgår året rundt, men den primære fiskesæson er forår og sommer, hvor målarterne er rødspætte, tunge og pighvarre. Senere på sommeren og hen i efteråret indgår fangsten af taskekrabber som en vigtig del af fangsten. Også om efteråret og i vinterperioden foregår der et vist fiskeri med garn efter primært rødspætter og torsk. Interviews med garnfiskere indikerer, at de mindre, ikke VMS-pligtige garnbåde fisker i de samme områder som de større garnbåde.

Det skal bemærkes, at fiskerne afpasser deres fiskeri med henholdsvis trawl og garn efter hinanden med henblik på at undgå en ellers uundgåelig konflikt om fiskepladserne.

17.2.1.4.5. Vodfiskeri

Figur 17.11 viser fordeling af vodfiskeriet og indikerer, at denne form for fiskeri kun gennemføres i enkelte områder og i beskedent omfang i den centrale, østlige del af Nordsøen, og at der stort set ikke foregår noget fiskeri med dette redskab i projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren. Det efterhånden meget begrænsede fiskeri med vod praktiseres overvejende i 2.,3. og 4. kvartal (Rambøll, 2021i).



Figur 17.11: Fordeling af vodfiskeri i og omkring forundersøelsesområdet, projektområdet og kabelkorridoren for Thor Havindmøllepark baseret på VMS-registreringer i perioden 2012-2022 (Fiskeristyrelsen, 2022).

17.2.2. Interviews af fiskere

Den tekniske rapport om fiskeri indeholder oplysninger fra interviews med tre bund- og bomtrawlfiskere med hjemhavn i henholdsvis Hvide Sande og Thorsminde (Rambøll, 2021i). Der er efterfølgende blevet gennemført et supplerende møde med flere fiskere, som opererer i det berørte farvand, samt med repræsentanter fra Danmarks Fiskeriforening og interviews med to garnfiskere fra Thyborøn.

Det blev oplyst, at det bundtrawlfiskeri, der forgår i den sandede sydvestlige del af forundersøgelsesområdet, samt enkelte steder i den sydlige del af forundersøgelsesområdet, primært er rettet mod fladfisk som rødspætte, pighvar og slethvar med bifangst af især ising og knurhane. Det blev endvidere oplyst, at fiskeriet med de mindre, mere manøvredegtige trawlfartøjer også forekommer i den centrale del af forundersøgelsesområdet og projektområdet for Thor Havvindmøllepark, hvor substratet er mere blandet og derfor vanskeligt at befiske med bundsløbende redskaber. Målarterne er her især pighvar og slethvar, som foretrækker denne sedimenttype. Bundtrawlfiskeriet foregår primært fra marts til oktober.

Det blev bekræftet, at det bomtrawlfiskeri, der er VMS-registreret, blandt andet helt tæt på kysten, er rettet mod fangst af hesterejer og ikke mod fangst af fisk.

De interviewede garnfiskere kunne bekræfte, at garnfiskeriet primært er rettet mod diverse fladfiskefiskearter såsom rødspætte, tunge, pighvarre, slethvarre og mod torsk. I de varmere måneder af året indgår også fangsten af taskekrabber som en vigtig del af fangstgrundlaget. Fiskerne bekræfter, at garnfiskeriet finder sted i det meste af forundersøgelsesområdet, herunder også i projektområdet for Thor Havvindmøllepark, samt i farvandet mellem mølleområdet og kysten. Garnene kan sættes ud næsten overalt, dog med forsigtighed hvor der er særlige stenrev eller hvor nettene kan blive hængende og beskadiget.

De mindre fiskefartøjer (<12 m) har en begrænset maskinkraft og fisker generelt tættere på kysten (indenfor 25 sømil) end de større fartøjer.

De tre fiskere, der blev interviewet i første fase af forundersøgelserne, blev bedt om at udpege de områder, hvor placeringen af møllerne ville forårsage de mindste forstyrrelser af deres fiskeri. Det største fartøj (21 m) pegede på hele den østlige del af forundersøgelsesområdet. De nævnte, at substratforholdet her var for blandet til, at de kunne manøvrere bundtrawlet rundt om stenene og strukturerne på havbunden. For de to mindre fartøjer (<12 m) ville den mindst forstyrrende placering af møllerne være i den nordlige del af forundersøgelsesområde, og muligvis også i det centrale område mod nordvest. Underlaget her er for blandet og hårdt til, at selv de mindre trawlere kan operere.

Nordvest for forundersøgelsesområdet pointerer fiskerne, at der forefindes vigtige fiskeriområder og at en vigtig sejlroute mod disse områder krydser den centrale del af projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Fiskerne udtrykte deres bekymring for at blive tvunget til at sejle rundt om anlægsområdet, hvis det lykkes for sejlads. I værste fald vil sejladstiden blive forlænget med flere timer hver vej fra havn og ud til fiskeripladserne nordvest for forundersøgelsesområdet.

Fiskerne nævnte også, at fiskeriet med garn i projektområdet for Thor Havvindmøllepark udelukkende drives ved at sætte garn fra nord til syd eller modsat. Garnfartøjer bruger alt fra 30 til 100 garn, som hver er omkring 50 meter i længde. Hermed kan garnlængder variere fra 1,5 km til 6 km. Derfor har fiskerne udtrykt bekymring for, om møllepositionerne kan komme i konflikt med længderne af garn. Fiskerne pointerer vigtigheden af, at den endelige placering af møllerne besluttet under hensyntagen til, at garnfiskeri med lange garnlænker kan gennemføres uden at blive begrænset af møllerne.

17.3. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

Thor Havvindmøllepark vil hovedsageligt komme til at berøre fiskeriet indenfor ICES-rektanglerne 41F7 og 41F8, primært i den centrale og østlige del af projektområdet for havvindmølleparken og enkelte steder langs kabelkorridoren.

I anlægs-, drifts- og demonteringsfasen vil fiskeriet blive påvirket, dels som følge af indskrænkninger i fiskeriets muligheder for at operere i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark samt i kabelkorridoren på grund af sikkerhedszoner. Påvirkningen på erhvervsfiskeriet vil være afhængig af, hvor stor en del af projektområdet, der midlertidigt eller permanent vil blive lukket for fiskeri i henholdsvis anlægs-, drifts- og demonteringsfasen.

I forbindelse med etableringen af havvindmølleparken vil der blive udlagt en sikkerhedszone omkring anlægsarbejderne. Det antages i vurderingen, at der i anlægsfasen forventes indført et adgangs- og sejladsforbud i hele projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Det betyder, at vurderingerne af de fiskerimæssige konsekvenser i anlægsfasen tager udgangspunkt i den længst mulige periode, hvor hele vindmølleområdet i hele anlægsperioden med en varighed på op til ca. 2 år, vil være lukket for al fiskeri uanset redskabstype. Desuden vil et adgangs- og sejladsforbud igennem anlægsområdet betyde en "blokering" af sejlruiter til de nuværende fiskeområder vest for projektområdet. Det betyder, at for nogle fiskefartøjer vil turen til fiskeområder være længere, når det kun er muligt at passere projektområdet for havvindmølleparken enten nord eller syd om, med et øget brændstof forbrug og reduceret fiskerieffektivitet til følge.

Der må gerne udføres fiskeri i kabelkorridoren i anlægsfasen indtil påbegyndelse af etableringen af kabelforbindelsen til land. Herefter vil fiskeriet i kabelkorridoren i anlægsfasen blive påvirket som følge af forstyrrelser af rullende adgangsrestriktioner på 500 meter om bl.a. kabelinstallationsfartøjet under selve kabeludlægningsprocessen. Herefter vil der være en beskyttelseszone på 200 meter på hver side af kablerne mod brugen af bundslæbende redskaber såsom bundtrawl og bomtrawl, og mod forankring, jf. kabelbekendtgørelsen (BEK nr 939 af 27/11/1992).

En forventet udelukkelse fra hele projektområdet under anlægsperioden samt kabelkorridoren under kabelinstallationen og efterfølgende beskyttelseszone på 200 meter på hver sin side af ilandføringskabler vil have en negativ effekt på fiskeriet, hvilket er uddybet for de enkelte redskaber i de følgende afsnit.

17.3.1. Bundtrawl

Kortlægningen af bundtrawlfiskeriet i perioden 2012-2022 viser, at der foregår et fiskeri med bundtrawl i en bred bane fra nord til syd midt i projektområdet. Fiskeriet med bundtrawl praktiseres desuden i en mindre bane i den østlige del af projektområdet og syd for den yderste del af kabelkorridoren for ilandføringskablerne. En udelukkelse af fiskeriet i projektområdet for havvindmølleparken vil have en negativ effekt på fiskeri med bundtrawl i anlægsfasen. Hertil kommer, at en "blokering" af sejlruiterne for fiskefartøjer igennem projektområdet vil betyde, at for nogle fiskefartøjer vil turen til fiskeområder være længere, når det kun er muligt at passere projektområdet enten nord eller syd om.

På baggrund af ovenstående kan det konkluderes, at området i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark er af middel betydning for bundtrawlfiskeriet. Derudover vil etablering af en sikkerhedszone omkring projektområdet resultere i en udelukkelse fra projektområdet i hele anlægsperioden, samt længere sejlads for nogle fiskefartøjer, når de skal sejle rundt om projektområdet til fiskeområder. Derfor vurderes påvirkningen af bundtrawlfiskeriet i anlægsfasen at være *moderat*.

17.3.2. Bomtrawl

Der er kun registreret en beskeden indsats med bomtrawl i den syd- og sydvestlige del af projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Påvirkningen af bomtrawlfiskeriet, som følge af en forventet udelukkelse fra projektområdet i anlægsfasen, vurderes derfor som værende *lille*.

Der foregår et intensivt fiskeri med bomtrawl efter primært hesterejer tættere på kysten og i enkelte områder, som passerer af kablerne mellem projektområdet for havvindmølleparken og kysten. I anlægsfasen vil fiskeriet med bomtrawl blive underlagt rullende adgangsrestriktioner langs kabelkorridoren ifm. etableringen af kabelforbindelsen til land for at udelukke fiskeriet med den bundslæbende redskab bomtrawl i en 500 m bred beskyttelseszone på tværs af ilandføringskabler. For bomtrawlfiskeriet vil det derfor blive nødvendigt at afbryde fiskeriet, når kabelkorridoren passerer/krydses, hvilket vil betyde en forstyrrelse og dermed en reduceret fiskerieffektivitet. Det vurderes derfor, at der vil være en *moderat* påvirkning på bomtrawlfiskeriet efter hestereje i perioden, hvor ilandføringskablerne anlægges.

17.3.3. Garnfiskeriet

Den gennemførte kortlægning af de større (>12 m) garnfartøjers fiskeriaktivitet ved brug af VMS-registreringer samt udtalelser fra garnfiskere ved interviews viser, at der foregår en del garnfiskeri i og i nærheden af projektområdet for havvindmølleparken (Figur 17.10). Der foregår desuden også en del garnfiskeri i og omkring kabelkorridoren. En eventuel udelukkelse fra projektområdet (mølleområdet) i hele anlægsperioden vil have en negativ effekt på garnfiskeriet. Selvom garnfiskeri gennemføres over store områder, og der kan findes alternative fiskepladser som erstatning for midlertidigt mistede fiskepladser, vurderes påvirkningen af fiskeri med garn som følge af en udelukkelse fra projektområdet over en anlægsperiode på op til 2 år at være *moderat*.

I anlægsfasen må der gerne fortsat udføres garnfiskeri inden for kabelkorridoren til ilandføringskabler indtil der kommer en midlertidig og rullende beskyttelseszone af 500 meter omkring kabelinstallationsfartøjet under selve kabeludlægningsprocessen. Når kablerne er lagt og begravet (beskyttet), må der igen udføres garnfiskeri i kabelkorridoren. Da perioden med restriktioner for garnfiskeriet er kortvarig og i begrænset omfang, og da garnfiskeriet kan flyttes til andre nærliggende fiskepladser i tilfælde af de midlertidige restriktioner, vurderes påvirkning at være *lille*. Den største potentielle påvirkning på garnfiskeriet i kabelkorridoren vi ske, hvis anlægsarbejdet udføres i løbet af foråret og sommer, hvor fiskeriet efter værdifulde fladfiskearter primært finder sted.

17.3.4. Pelagisk trawl og vodfiskeri

Kortlægningen af fiskeriet med pelagisk trawl og vod indikerer, at fiskeriet med disse redskaber i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark er meget beskedent. Påvirkningen på fiskeriet med disse redskaber, som følge af en forventet udelukkelse fra projektområdet for havvindmølleparken i anlægsfasen vurderes derfor som værende meget begrænset og *ubetydelig*.

17.4. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

Driftsfasen omfatter perioden efter etablering af Thor Havvindmøllepark med tilhørende kabelforbindelser til land. De mulige konsekvenser for fiskeriet i området i driftsfasen er vurderet i det følgende.

17.4.1. Bundtrawl

Som tidligere beskrevet foregår der en del fiskeriaktivitet med bundtrawl i en stor del af projektområdet, samt et spredt fiskeri med bundtrawl i nærheden af dele af kabelkorridoren. Fiskeri med bundslæbende redskaber som bundtrawl forventes ikke at blive tilladt i havvindmølleparken i driftsfasen på grund af forbud mod brug af bundslæbende fiskeredskaber og opankring i en 200 m zone på hver side af samtlige søkabler, som forbinder møllerne indbyrdes, og heller ikke hen over ilandføringskablerne som følge af bestemmelser i kabelbekendtgørelsen (BEK nr

939 af 27/11/1992). I princippet kan fiskeriet med bundtrawl omlægges til andre fiskeriområder, men ikke uden negative konsekvenser for bundtrawlfiskeriet, som langvarigt mister et fiskeområde i hele driftsperioden af Thor Havvindmøllepark på 30-35 år, samt at bundtrawlfartøjer bliver generet af at skulle afbryde fiskeriet, når kabler passerer/krydses, hvilket vil betyde en forstyrrelse og dermed en reduceret fiskerieffektivitet. På baggrund heraf, vurderes det, at påvirkningen på fiskeriet med bundtrawl i driftsfasen af Thor Havvindmøllepark vil være *moderat*.

17.4.2. Bomtrawl

Fiskeriet med bomtrawl er ligeledes omfattet af kabelbekendtgørelsen, ifølge hvilken der ikke må fiskes med bundsløbende redskaber over kabler. Omfanget af fiskeriet med bomtrawl er dog beskedent i projektområdet for havvindmølleparken, og derfor vurderes det, at der kun vil være en *lille* påvirkning af fiskeriet med bomtrawl i dette område i driftsfasen af Thor Havvindmøllepark.

Der er dog et kystnært fiskeri med bomtrawl over og omkring kabelkorridoren. Her vil fiskeri med bomtrawl i hele driftsfasen på 30-35 år blive besværliggjort i det kystnære farvand, som følge af forbud mod brug af bundsløbende fiskeredskaber i en 200 m zone på hver side af ilandføringskablerne, som forbinder mølleparken med landanlægget. Det vil således blive nødvendigt for bomtrawlfiskeriet at afbryde fiskeriet når kabelkorridoren passerer/krydses, hvilket vil reducere fiskerieffektiviteten. Der vurderes således, at være en *moderat* påvirkning af det kystnære bomtrawlfiskeriet i driftsfasen som følge af et tab af fiskeriområde og en reduceret fiskerieffektivitet hver gang kabellinjeføringen skal passeres/krydses.

17.4.3. Garnfiskeri

Eftersom fiskeri med garn ikke er omfattet af bestemmelserne i kabelbekendtgørelsen, er der en forventning om, at det i driftsfasen vil blive tilladt at fiske med garn (og andre passive redskaber) i og omkring kabelkorridoren og projektområdet, dog bortset fra møllernes nærmeste omgivelser. Da fiskeriet med garn i denne del af Nordsøen og i projektområdet for Thor Havvindmøllepark næsten udelukkende drives ved at sætte garn fra nord til syd eller modsat, og at garnlænker kan være mellem 1,5-6 km i længden, kan garnfiskeriet muligvis blive begrænset eller generet af møllerne. Ved den nuværende placering af møllerne i projektområdet er der mindst 1,4 km mellem møllerne. Det vurderes, at selv med flere kilometer lange garnlænker er der plads og mulighed for at sætte disse i nord/sydgående retning uden at være forhindret eller væsentlig generet af møllerne.

På baggrund heraf, vurderes påvirkningen på fiskeriet med garn og andre passive redskaber i driftsfasen at være *ubetydelig*.

17.4.4. Pelagisk trawl og vodfiskeri

Fiskeriet med pelagisk trawl og vod i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark er meget beskedent, og påvirkningen på fiskeriet med disse redskaber, som følge af en forventet udelukkelse fra projektområdet i driftsfasen vurderes derfor som værende meget begrænset og *lille*.

17.5. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

Hvordan demonteringsfasen kommer til at forløbe, er endnu ikke fastlagt, men processen vil i vid udstrækning indeholde de samme aktiviteter som under anlægsfasen, men i kortere tid. Øget skibstrafik i demonteringsfasen, samt etablering af midlertidige arbejdszoner med adgangsrestriktioner, kan påføre både garnfiskeriet og fiskeriet med andre passive redskaber tæt på demonteringsaktiviteter kortvarige og begrænsede gener. Set i lyset af dels garnfiskeriets omfang i området og dels at der kun er tale om midlertidige adgangsrestriktioner, samt endelig at garnfiskeriet midlertidigt kan flyttes til andre fiskepladser, vurderes det, at påvirkningen på garnfiskeriet i demonteringsfasen vil være *lille*.

I demonteringsfasen fjernes søkabler, og det er en forudsætning, at erosionsbeskyttelse omkring møllefundamenter mm. fjernes fra havbunden. På baggrund heraf vurderes det, at påvirkningen på fiskeriet med bundslæbende trawl (f.eks. bundtrawl og bomtrawl) i havvindmølleparken og kabelkorridoren i demonteringsfasen vil være *ubetydelig*.

På grund af en forventning om det pelagiske fiskeri og vødfiskeriets meget begrænsede omfang i området, og at der kun er tale om midlertidige adgangsrestriktioner, vurderes det, at påvirkningen på pelagisk fiskeri og vødfiskeri i demonteringsfasen vil være *ubetydelig*.

17.6. Sammenfattende vurdering

Vurderingerne af påvirkninger på erhvervsfiskeri som følge af anlægs-, drift- og demonteringsfasen for Thor Havvindmøllepark er opsummeret i Tabel 17.5.

Overordnet vurderes det, at etableringen af Thor Havvindmøllepark kan gennemføres uden væsentlige påvirkninger på erhvervsfiskeriet.

Tabel 17.5: Opsummering af vurderinger af påvirkninger på erhvervsfiskeri som følge af anlæg-, drifts- og demonteringsfasen for Thor Havvindmøllepark. Ingen af de vurderede påvirkninger er væsentlige.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Bundtrawl	Anlæg	Moderat
	Drift	Moderat
	Demontering	Ubetydelig
Bomtrawl	Anlæg	Lille/moderat
	Drift	Lille/moderat
	Demontering	Ubetydelig
Garnfiskeri	Anlæg	Moderat
	Drift	Ubetydelig
	Demontering	Lille
Pelagisk trawl og vødfiskeri	Anlæg	Ubetydelig
	Drift	Lille
	Demontering	Ubetydelig

17.7. Kumulative effekter

Der vil kunne forekomme kumulative effekter på erhvervsfiskeriet hvis negative effekter som følge af etablering af Thor Havvindmøllepark forstærkes af negative effekter fra de eksisterende samt planlagte og/eller godkendte øvrige projekter i regionen. Negative effekter for fiskeri vil hovedsageligt udgøres af de arealmæssige begrænsninger og tab af fiskeriområder, som anlæg på havet kan medføre.

Følgende projekter, der er beskrevet i afsnit 3.2.5 om kumulative effekter, kan sammen med Thor Havvindmøllepark potentielt medføre kumulative effekter i forhold til fiskeri:

- De eksisterende havvindmølleparker i dansk Nordsø (Horns Rev 1-3)
- De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Syd og Vesterhav Nord

- Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan
- Marin infrastruktur som søkabler og rørledninger

Der er etableret restriktionszoner i og omkring de eksisterende havvindmølleparker Horns Rev 1-3, og der kan potentielt komme restriktioner omkring de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Syd og Vesterhav Nord, samt de potentielle kommende havvindmølleparker og kabeludlægninger til udbygningen af havvind i Nordsøen, som beskrevet i Danmarks Havplan. Derudover er der også et antal eksisterende søkabler og rørledninger i Nordsøen, som også medfører restriktionszoner for fiskeriet, og er med til at indskrænke fiskeriet i regionen (Figur 3.6).

Længerevarende negative kumulative effekter vil især kunne forekomme på fiskeriet med bundslæbende redskaber såsom bundtrawl, bomtrawl og vod, men også fiskeriet med pelagisk trawl vil kunne blive væsentligt påvirket afhængigt af, hvilke muligheder/betingelser der vil blive fastlagt med hensyn til adgang til fiskeri i områderne for de eksisterende havvindmølleparker og de tilhørende restriktioner omkring ilandføringskabler, samt andre søkabler og rørledninger. For ledningsanlæg i havbunden vil effekten på fiskeriet i praksis være større end den angivne zone, idet det ikke vil være praktisk muligt at fiske med slæbende redskaber imellem restriktionszonerne omkring de enkelte søkabler og rørledninger, hvis de er placeret med kort indbyrdes afstand.

I miljøvurderingen af Danmarks Havplan (COWI, 2021) er det påpeget at havplanen ikke i sig selv medfører begrænsninger for fiskeriet, men at udnyttelsen af udviklingszonerne til konkrete projekter vil kunne medføre begrænsninger og restriktioner for fiskeriet. Det kan dog ikke uden undersøgelser afvises, at kumulative effekter kan opstå ved udbygning i udviklingszonerne fra havplanen i kumulation med øvrige eksisterende havvindmølleparker. Emnet vil indgå i den screening og miljøvurdering af storskala udbygning af havvind i Danmark som Energistyrelsen har igangsat ultimo 2022 (Energistyrelsen, 2022b).

Selvom der kan findes alternative fiskepladser for erhvervsfiskeriet med bundslæbende redskaber til erstatning for midlertidigt og permanent mistede fiskepladser ved etablering af Thor Havvindmøllepark, vurderes det, at de permanente restriktioner og forhindringer for fiskeriet med disse redskaber på op mod 30-35 år ved etablering af Thor Havvindmøllepark, vil bidrage til at forstærke den kumulative påvirkning og negative betydning for fiskeriet med bundslæbende redskaber i Nordsø regionen. På grundlag heraf vurderes det, at den kumulative negativ betydning af Thor Havvindmøllepark i kombination med eksisterende og kommende anlæg i regionen vil have en *moderat* påvirkning på fiskeriet med bundslæbende redskaber.

Der forventes ikke nogen længerevarende negativ kumulativ effekt på garnfiskeriet eller fiskeriet med andre passive (stationære) redskaber som følge af etablering af Thor Havvindmøllepark i kumulation med de nuværende og fremtidige havvindmølleparker og projekter. Derfor vurderes påvirkning fra Thor Havvindmøllepark i kombination med eksisterende og kommende anlæg i regionen at have en *ubetydelig* påvirkning på fiskeriet med passive redskaber

17.8. Afværgeforanstaltninger

Der er ikke væsentlige påvirkninger på fiskeriet som følge af etableringen af Thor Havvindmøllepark. Dog er det vurderet, at Thor Havvindmøllepark vil have en moderat påvirkning på fiskeri med bundtrawl samt bomtrawl efter hestereje i både anlægs- og driftsfasen. Derudover er det vurderet, at der vil være en moderat påvirkning på garnfiskeriet i anlægsfasen. For at imødegå påvirkningen på fiskeriet vil det være et vilkår i etableringstilladelsen, at byggherre skal tage kontakt til berørte fiskere med henblik på forhandlinger om erstatning for gener og permanente tab.

17.9. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Der er begrænsninger i kendskabet til de mindre fiskerfartøjers fiskeriaktivitet eftersom det kun er fartøjer på eller over 12 meter, som har pligt til at deltage i VMS-registreringer. Samtidig er mindre fiskerfartøjer (<10 m) ikke logbogspligtige, men skal alene udfylde såkaldte farvandserklæringer, hvor fangsterne blot henføres til større områder i Nordsøen og ikke specifikke ICES fiskeriområder. Datagrundlaget til at kunne opgøre den samlede fangstmængde og -sammensætning inden for mindre farvandsområder er således ikke til stede. Det skal dog understreges, at de mindre fartøjers (længde <10 m) fangster kun udgør en ganske lille del af de total landinger, og det er vurderet, at logbogslandinger for fiskeriet i regionen, belyst i ICES rektangler, repræsenterer langt det meste af fiskeriet for regionen. Hovedparten af fangstdata (logbogsdata) for fiskeriet er opgivet i relativt store ICES rektangler (ca. 3500 km²), mens arealet af projektområdet indenfor disse ICES rektangler er langt mindre. Det betyder, at de officielle fiskeridata kun kan anvendes til at give et overordnet indblik i fiskeriets omfang og karakter i farvandsområdet, som er langt større end projektområdet og kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark, der kun optager henholdsvis ca. 5,8 % og 0,6 % af arealet af de relevant ICES-rektangler.

Hertil kommer, at selvom VMS-registreringerne kun kan anvendes til at udpege vigtige fiskeområder for de større fartøjer, antages det dog, at disse områder, især for de mere kystnære dele, sandsynligvis også benyttes af de mindre fartøjer. Det vurderes på baggrund heraf, at yderligere indsamling af data ikke vil kunne ændre dette billede og at data er tilstrækkelige til at vurdere potentielle påvirkninger på erhvervsfiskeriet.

18. Sejlads

I Nordsøen findes flere sejlruter i og omkring bruttoprojektområdet for Thor Havvindmøllepark, som benyttes af blandt andet fragtskibe, tankere, fiskere, lystsejlere og servicefartøjer.

Der er foretaget en analyse af sejladsforholdene omkring Thor Havvindmøllepark for at vurdere, i hvilket omfang havvindmølleparken vil ændre det eksisterende sejladsmønster, samt for at estimere den ændrede risiko for kollisioner som følge af parkens tilstedeværelse.

Dette kapitel er baseret på Rambølls tekniske rapport, der indeholder en sejladsrisikovurdering (Rambøll, 2022), samt HAZID konsultationen fra Rambølls foreløbige sejladssikkerhedsvurdering, der blevet lavet i forbindelse med den strategiske miljøvurdering af Planen for Thor Havvindmøllepark (Rambøll, 2021h).

18.1. Metode og datagrundlag

Metoden for sejladsrisikovurderingen er en Formal Safety Assessment (FSA) baseret på guidelines fra International Maritime Organization (IMO) (IMO, 2018). Fremgangsmåden for en FSA er en indledende fareidentifikation (hazard identification, HAZID) efterfulgt af en risikovurdering, som inkluderer evaluering af muligheder for risikokontrol, hvilket slutteligt resulterer i en række anbefalinger, der kan reducere risikoen for påvirkninger på sejladssikkerheden.

18.1.1. HAZID

En (af sundhedsmæssige årsager) skriftlig HAZID konsultation for farvandets brugere blev afholdt i maj og juni 2020 i forbindelse med udarbejdelsen af den strategiske miljøvurdering af Planen for Thor Havvindmøllepark. Søfartsstyrelsen har vurderet, at der ikke er behov for en ny HAZID konsultation af det endelige projekt for Thor Havvindmøllepark, da projektet ikke har ændret betydende karakter med henblik på sejladssikkerhed i forhold til Planen for Thor Havvindmøllepark.

HAZID konsultationen adresserede primært anlægs- og driftsfasen af Thor Havvindmøllepark og antog at nedtagningsfasen var sammenlignelig med anlægsfasen. Svar fra konsultationen kan findes i den foreløbige sejladssikkerhedsvurdering (Rambøll, 2021h).

18.1.2. Risikovurdering

Sejladsrisikovurderingen er baseret på en kortlægning af skibstrafikken i området for Thor Havvindmøllepark. Denne kortlægning er udført på baggrund af Automatic Identification System (AIS) data fra år 2021. AIS er et maritimt radiosystem, som giver information om et fartøjs identitet og position, og er et krav for alle fartøjer over 300 BRT (bruttoregister-ton), alle passagerfartøjer samt alle fiskerfartøjer med en længe over 15 meter.

Skibstrafikken i og omkring bruttoprojektområdet er modelleret ved brug af IALA Waterways Risk Assessment Program (IWRAP) software. Ved analysing af skibstrafikken identificeres nuværende trafikmønster og sejladsruter. De ulykkesfrekvenser, der er inkluderet i modellernes beregninger, omfatter skib-skib kollisioner, skib-mølle (også omfattende transformerplatform) kollisioner og grundstødninger. På baggrund af de modellerede ulykkesfrekvenser er der givet et frekvensindeks for hver ulykkestype baseret på Søfartsstyrelsens vurderingskema for vurdering af sejladssikkerheden ved arbejder til søs (Søfartsstyrelsen, 2020), se oversigt i Tabel 18.1. Indekset omfatter en skala fra 0-7, hvor 0 er en frekvens på en ulykke hvert 1.000.000 år, og 7 er en frekvens på en ulykke hver måned.

Konsekvenserne af en ulykke er ikke estimeret i detaljer i forhold til personskader eller skader på udstyr eller miljøet. I stedet er der givet en kvalitativ vurdering baseret på Søfartsstyrelsens vurderingsskema for vurdering af sejladsikkerheden ved arbejder til søs (Søfartsstyrelsen, 2020), se Tabel 18.1. Denne metode klassificerer konsekvensen på en skala fra 0-4 afhængigt af ulykkens totalomkostninger (hvor 0 er ca. 20.000 DKK og 4 er ca. 200.000.000 DKK), og bruges her som en indikator for risikoniveauet.

Tabel 18.1: Oversigt over konsekvenstal og frekvens for ulykker ifølge Søfartsstyrelsens risikovurderingsskema (Søfartsstyrelsen, 2020). Summen af konsekvensindeks og frekvensindeks giver risikoindekset for en hændelse.

Konsekvens (samlet beløb for miljøoprydning, tab af værdier, tab af liv/tilskadekomst pr. år)		Frekvens (sandsynlighed)		
0 (begrænset)	20.000 kr.	0 (usandsynligt sjældent)	0,000001 ulykke/år	En gang hvert 1.000.000 år
1 (mindre)	200.000 kr.	1 (ekstrem sjældent)	0,00001 ulykke/år	En gang hvert 100.000 år
2 (betydelig)	2.000.000 kr.	2 (meget sjældent)	0,0001 ulykke/år	En gang hvert 10.000 år
3 (alvorlig)	20.000.000 kr.	3 (sjældent)	0,001 ulykke/år	En gang hvert 1000. år
4 (katastrofal)	200.000.000 kr.	4 (mulig)	0,01 ulykke/år	En gang hvert 100. år
		5 (sandsynlig)	0,1 ulykke/år	En gang hvert 10. år
		6 (forholdsvis ofte)	1 ulykke/år	En gang om året
		7 (ofte)	10 ulykker/år	Ca. en gang om måneden

Eftersom de to kystnære havvindmølleparker, Vesterhav Syd og Vesterhav Nord, anlægges i løbet af 2023 og starten af 2024, er de medtaget som eksisterende forhold i analyserne. Derfor er de eksisterende forhold beskrevet som en skibstrafikmodellering, baseret på AIS data fra 2021, hvor trafikken vil være omlagt grundet placeringerne af de to kystnære havvindmølleparker.

I Danmark inddrages Søfartsstyrelsen som berørt myndighed i forbindelse med miljøkonsekvensrapportens behandling af mulige virkninger på sejlads. Søfartsstyrelsen har myndighedskompetencen til efterfølgende at godkende Thor Havvindmøllepark i forhold til sejladsikkerheden under anlæg og drift, og til at stille, og om nødvendigt kræve, afværgeforanstaltninger eller tilpasninger af projektet, baseret på en konkret vurdering af projektets virkninger på sejladsikkerheden. Søfartsstyrelsen fastsætter også, hvilken dokumentation, der er påkrævet, for at kunne godkende Thor Havvindmøllepark i forhold til sejladsikkerheden i anlæg og efterfølgende drift.

18.2. Eksisterende forhold

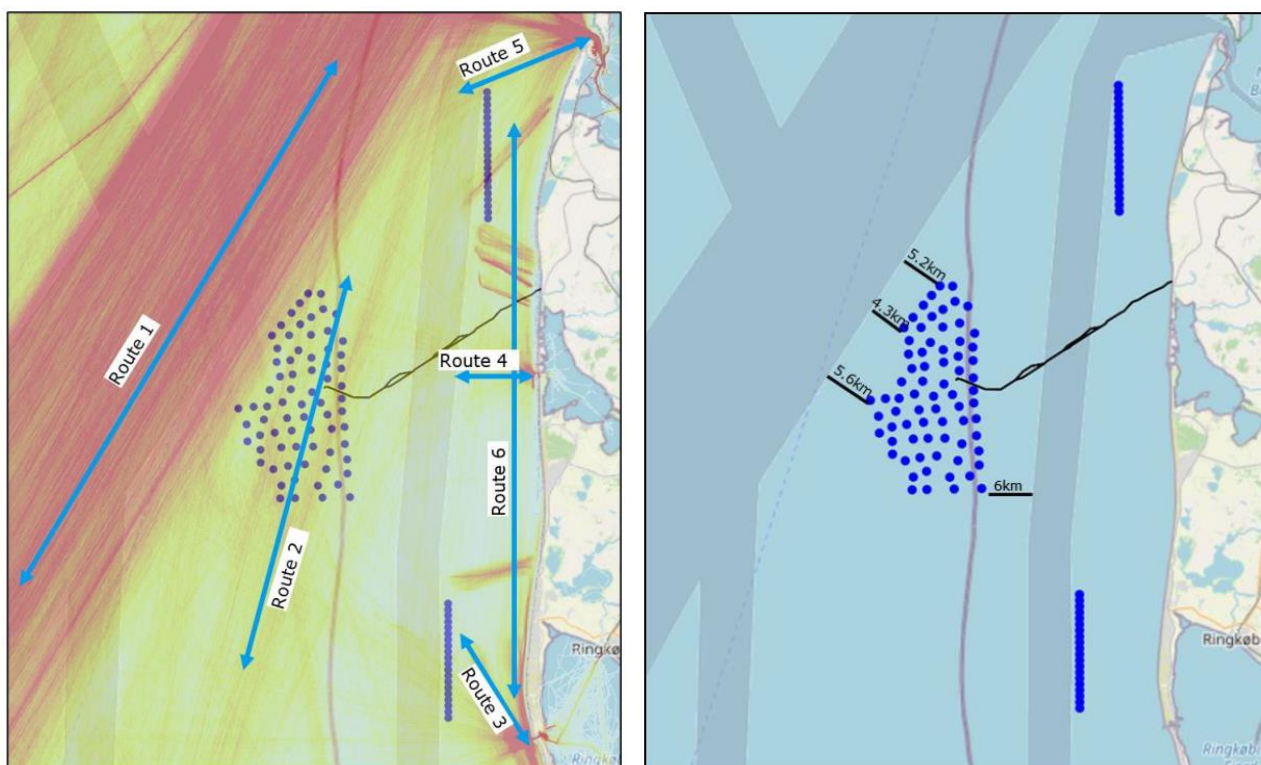
I det følgende beskrives de eksisterende forhold for sejlads i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Da de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Syd og Vesterhav Nord vil være etablerede, når anlægsarbejdet for Thor Havvindmøllepark påbegyndes, behandles de som værende en del af de eksisterende forhold.

18.2.1. Skibstrafik

Venstre panel af Figur 18.1 viser tætheden af skibstrafikken i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark baseret på AIS data indhentet i 2021. Generelt ses et bredt bånd af nord-sydgående trafik, der går vest for havvindmølleparken. Derudover er trafikken i nærområdet for havvindmølleparken koncentreret nær havne og fjorde i et vifteformet mønster. Langs kysten er desuden flere mindre øst-vest gående trafikspor, hvilket afspejler områder, hvor Kystdirektoratets servicefartøjer benyttes til kystfodring af den jyske vestkyst (Kystdirektoratet, 2022b).

Trafikken vist i venstre panel kan sammenlignes med højre panel i Figur 18.1, som viser placeringen af møllepositionerne for Thor Havvindmøllepark i forhold til de nationale sejladskorridorer i området, der er udlagt af Danmarks Havplan. Det ses, er der er omtrent 4,3 km mellem møllepositionerne for Thor Havvindmøllepark og hovedsejladskorridoren, der går vest om parken, mens at der er omtrent 6 km fra havvindmølleparken og ind til den nord/syd-lige sejladskorridor langs kysten.

Ud fra kortlægningen af skibstrafikken er der identificeret seks sejlruiter (Figur 18.1, venstre panel), som gennemgås kort i det følgende (se Tabel 18.2 for yderligere beskrivelser af ruterne). Ruterne er definerede i overensstemmelse med HAZID konsultationen.



Figur 18.1: **Venstre:** Tætheden af skibstrafik i området nær Thor Havvindmøllepark baseret på AIS data fra 2021. På kortet er også vist de 72 møllepositioner for havvindmølleparken samt møllepositionerne for de kystnære havvindmølleparker, Vesterhav Nord og Vesterhav Syd. Skibsruiter er indikerede med blå pile. **Højre:** Placeringen af møllepositionerne for Thor Havvindmøllepark, Vesterhav Nord og Vesterhav Syd i forhold til nationale, danske skibruter udlagt i Danmarks Havplan (Rambøll, 2022). I forslaget til ændring af Danmarks Havplan, som var i høring fra d. 27. november 2023 til d. 5. februar 2024, er der indlagt yderligere afstand mellem projektområdet for Thor Havvindmøllepark og hovedsejladskorridoren vest for projektområdet.

Rute 1 betegner hovedruten for skibstrafik i området for Thor Havvindmøllepark. Ruten er domineret af fartøjer med en længde på mellem 75 m og 250 m, men har også tilstedeværelse af fartøjer på op til 400 m. Dybgangen for de fleste fartøjer på ruten er mellem 5 og 11 m. Dette stemmer overens med den høje hyppighed af fragtskibe og tankere på ruten (Tabel 18.2).

Tabel 18.2: Ruter i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark med rutebeskrivelser, antallet af skibe registreret på ruterne i 2021 (AIS data) samt angivelse af de hyppigste skibstyper på ruterne.

Rute ID	Rutebeskrivelse	Antal skibe registreret på ruten i 2021 (omtrentligt)	Sammensætning af trafik (hyppigste skibstyper)
Rute 1	Hovedsejlrute, som benyttes af den kommercielle trafik mellem Holland og Skagerrak. Bredden af ruten er ca. 15 sømil.	17.800	Fragtskibe (66 %), tankere (20 %) og fiskerbåde (6 %)
Rute 2	Mindre rute, som krydser igennem projektområdet for havvindmølleparken i en nord-sydgående retning. Benyttes sandsynligvis af skibe, der sejler mellem Skagerrak og Holland, Tyskland eller Esbjerg.	4.000	Fragtskibe (49 %), fiskerbåde (30 %), servicefartøjer (8 %), øvrige* (7 %) og tankere (4 %)
Rute 3	Sejlrute som angiver trafikken ind og ud af Hvide Sande, som generelt går frem eller tilbage fra område for Thor Havvindmøllepark.	2.500	Fiskerbåde (66 %), lystfartøjer (12 %) og øvrige* (14 %)
Rute 4	Sejlrute for trafikken ind og ud af Thorsminde, som generelt går frem eller tilbage fra område for Thor Havvindmøllepark.	2.800	Fiskerbåde (63 %), øvrige* (33 %) og lystfartøjer (3 %)
Rute 5	Sejlrute for trafikken ind og ud af Thyborøn som til dels bevæger sig i retning til og fra området for Thor Havvindmøllepark.	2.900	Fiskerbåde (49 %), fragtskibe (15 %), lystfartøjer (15 %), servicefartøjer (10 %) og øvrige* (10 %)
Rute 6	Ruten benyttes af den kystnære skibstrafik, der bevæger sig i nord/sydgående retning langs den jyske vestkyst.	2.200	Fiskerbåde (64 %), fragtskibe (14 %), øvrige* (10 %), lystfartøjer (7 %) og servicefartøjer (4 %)

* Betegner fartøjer, der ikke har angivet fartøjstype i deres AIS registrering.

Rute 2 er mindre trafikeret sammenlignet med rute 1, men er stadig domineret af tilstedeværelsen af fragtskibe. Ruten krydser projektområdet for havvindmølleparken i en nord-sydgående retning. Længden af fartøjerne på ruten er opdelt i to grupper; første gruppe med længde på mellem 10 m og 40 m og anden gruppe med en længde på mellem 80 og 400 m. Dette illustrerer, at de hyppigste typer af fartøjer på ruten er fragtskibe (anden

længdegruppe) og derefter fiskerbåde (første længdegruppe) (Tabel 18.2). Dybgangen for de fleste fartøjer på ruten er mellem 2 og 11 m.

Rute 3, 4 og 5 beskriver trafikken ind og ud af henholdsvis Hvide Sande, Thorsminde og Thyborøn havne. Størstedelen af skibene på rute 3 og 4 er fiskerbåde, hvilket stemmer overens med at størstedelen af de registrerede skibslængder er omkring 20 m. Dog er fragtskibe, lystfartøjer og servicefartøjer også hyppigt forekommende på rute 5 (Tabel 18.2), hvor skibe med længder på op til 145 meter er registreret. Den registrerede dybgang for skibe på de tre ruter er mellem 1-9 m.

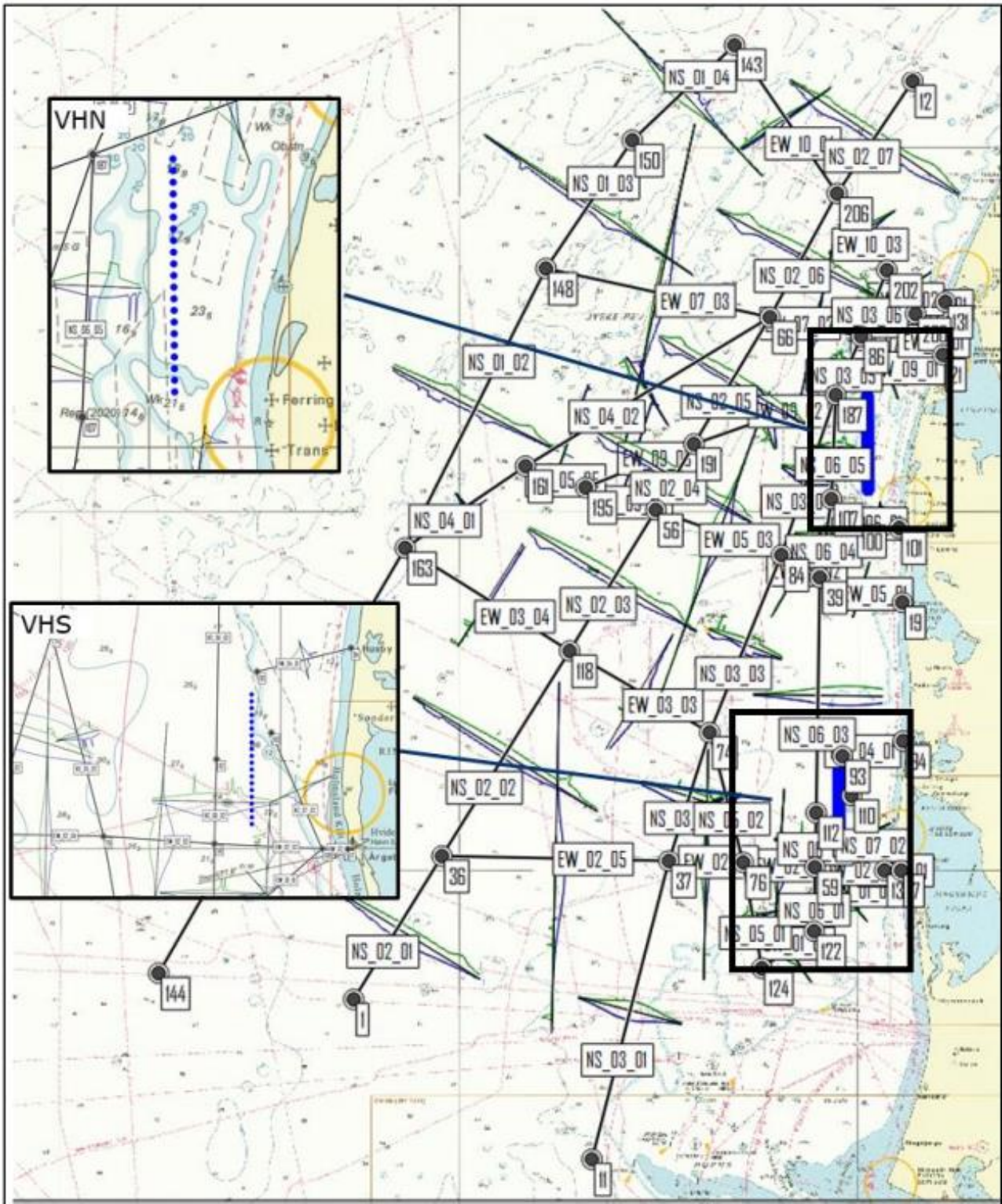
Rute 6 dækker over den kystnære trafik langs den jyske vestkyst. Skibene på denne rute er også primært registreret som fiskerbåde, dog er der også tilstedeværelse af fragtskibe, lyst- og servicefartøjer på ruten. De fleste skibe på ruten har en længde mellem 10-30 m, mens en mindre gruppe af skibe har længder mellem 75-95 m. Dybgangen for skibe registreret på ruten er mellem 1-10 m.

18.2.2. Modellering af eksisterende forhold med Vesterhav Nord og Vesterhav Syd

Eftersom de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd anlægges i løbet af 2023 og starten af 2024 og vil være etablerede, når Thor Havvindmøllepark skal anlægges, er de medtaget i kortlægningen af eksisterende forhold i relation til skibstrafik og sejlruiter. Derfor er der foretaget en trafikmodellering af sejladsen i området, hvor møllepositionerne for de to kystnære havvindmølleparker er inkluderet, hvilket resulterer i en ændring af sejladsen i området i forhold til den nuværende (anno 2021) situation, da fartøjer vil skulle manøvrere udenom Vesterhav Nord og Vesterhav Syd.

Trafikmodelleringen af eksisterende forhold (inkl. Vesterhav Nord og Syd) kan ses af Figur 18.2. De modellerede ruter er et mere detaljeret billede af skibstrafikken sammenlignet med de overordnede ruter beskrevet i afsnit 18.2.1, og de modellerede ruter vist med hver deres ID, hvor NS betegner ruter i nord-sydgående retning, mens EW betegner ruter i øst-vestgående retning.

Ifølge modelleringen er der identificeret syv forskellige ruter i nord-sydgående retning (NS_01_XX til NS_07_XX) og ti forskellige ruter i øst-vestgående retning (EW_01_XX til EW_10_XX).



Figur 18.2: Trafikmodel for sejlads baseret på AIS data fra 2021 samt tilstedeværelsen af havvindmølleparkerne Vesterhav Nord og Vesterhav Syd. De to indsatte kort er for henholdsvis Vesterhav Nord og Syd (Rambøll, 2022).

18.2.3. Kollisioner og grundstødning

Ifølge IWRAP frekvensmodelleringen, som angiver frekvensen af ulykker (kollisioner og grundstødninger), er der under eksisterende forhold en grundstødningsfrekvens på 0,037, hvilket svarer til en grundstødning hvert ca. 27. år. For skib-skib kollisioner er frekvensen 0,013, hvilket svarer til en kollision hvert ca. 77. år, mens at frekvensen for skib-mølle kollisioner er 0,0004, hvilket svarer til en kollision hvert ca. 2500. år. Se Tabel 18.4 for detaljeret information om ulykkesfrekvenser under eksisterende forhold. På baggrund af frekvenserne er der givet et frekvensindeks for hvert ulykkestype, som kan ses af Tabel 18.3.

De fleste (80 %) motoriserede grundstødninger sker som følge af skibe, der sejler langs den kystnære rute 6 (den modellerede rute NS_06_02), som sejler nord/syd mellem Vesterhav Nord og Syd. De fleste fartøjer, der sejler langs denne rute er mindre både som f.eks. fiskerbåde, og konsekvensen af grundstødningerne er derfor af mindre omfang (konsekvensindeks angivet i Tabel 18.3 er 0-1). For drivende grundstødninger kommer omtrent 50 % fra rute 1, hvor ruten kommer tæt på kysten vest for Thyborøn. Da kysterne og bundforholdene består af blødt og løst materiale vil konsekvensen være lille (1-2). Da drivende skib-mølle kollisioner kan være af større eller mindre omfang afhængigt af skibets størrelse er konsekvensindekset angivet som værende mellem 1-3 (Tabel 18.3), mens at motoriserede skib-mølle kollisioner ofte vil resultere i større skade grundet den højere energi i sammenstødet, og derfor har et konsekvensindeks på 2-3. Da skibstrafikken i området er ureguleret og præget af ruter med brede trafikfordelinger, er konsekvensindeksen for skib-skib kollisioner estimeret til 1-4.

Tabel 18.3: Frekvensindeks, konsekvensindeks og risikoindeks for ulykkestyper i området for Thor Havvindmøllepark under eksisterende forhold (Rambøll, 2022).

Ulykkestype	Frekvensindeks	Konsekvensindeks	Risikoindeks
Drivende grundstødninger	5	1-2	6
Motoriserede grundstødninger	4	0-1	5
Drivende skib-vindmølle kollisioner	2	1-3	4
Motoriserende skib-vindmølle kollisioner	3	2-3	5
Skib-skib kollisioner	4	1-4	6

På baggrund af frekvens- og konsekvensindekser for de forskellige ulykkestyper er der givet et estimat af risikoindekset (se Tabel 18.3). For anlægsprojekter vil et risikoindeks over 5 betragtes som værende en forhøjet risiko, som under normale omstændigheder vil kræve afværgeforanstaltninger. Men eftersom de modellerede frekvenser er eksisterende forhold, benyttes risikoindekset her til at sammenligne med forholdende risikoindekset efter Thor Havvindmølleparks etablering. Thor Havvindmølleparks påvirkning på sejlads som følge af kollisioner og grundstødninger vurderes derfor ud fra forskellen mellem risikoindekset for eksisterende forhold og risikoindekset for scenariet med Thor Havvindmøllepark.

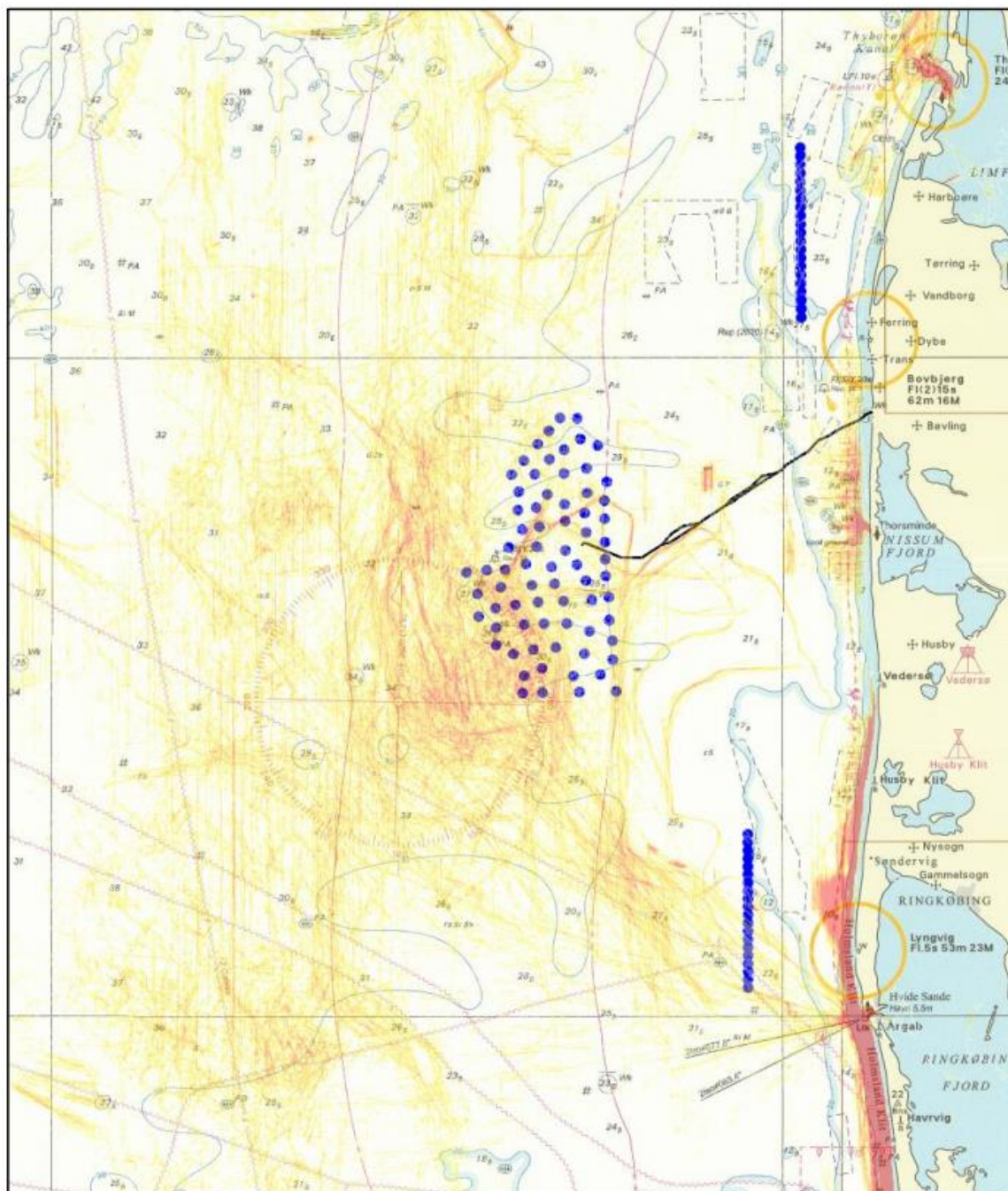
18.2.4. Fiskeri

Aktiviteten af fiskeriaktiviteter i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark er indikeret ud fra tætheden af registrerede fiskerbåde, der sejler med en hastighed på mellem 2-4 knob. Dette kan ses af kortet vist på Figur 18.3. Kortet viser følgende karakteristika:

- Der er fiskeriaktiviteter umiddelbart ud for kysten for Thyborøn, Thorsminde og Hvide Sande havne.
- Kysten langs Hvide Sande har den mest intense fiskeritrafik i området.

- Hovedparten af fiskeriaktiviteter ude på havet foregår vest og sydvest for projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

Den mest intense trafik af fiskerbåde, der findes lang kysten nær Hvide Sande stammer fra fiskeri med bomtrawl efter hesterejer, og derudover udgøres aktiviteten af fiskerbåde i projektområdet for havvindmølleparken primært af bundtrawl og garnfiskeri (se afsnit 17.2.1.4 i kapitlet om fiskeri). AIS data vist på Figur 18.3 stemmer derfor i rimelig grad overens med de VMS data fra 2012-2022, der er rapporteret i kapitel 17 om fiskeri.



Figur 18.3: Tætheden af fiskerbåde, der sejler med en hastighed på 2-4 knob, i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Rambøll, 2022).

18.2.5. Resultater fra HAZID konsultation

I forbindelse med HAZID konsultationen i 2020 blev der i alt fundet 8 farer, hvoraf 6 er relevante for havvindmølleparkens driftsfase, én er relevant i anlægsfasen og én er relevant til både anlægs- og driftsfasen (Rambøll, 2021h). Alle farebeskrivelserne omhandler enten skib-mølle kollisioner eller skib-skib kollisioner, og kan opsummeres således:

- Erhvervsfartøjer med fuld kraft på rute 1 kan kollideres med møller i den vestlige eller sydvestlige del af forundersøgningsområdet eller med øvrige skibe, der sejler vest for forundersøgningsområdet.
- Erhvervsfartøjer med fuld kraft på rute 2 kan kollideres med møller, da ruten går igennem parken.
- Fiskerfartøjer kan kollideres med møller, når de fisker i området.
- Lystsejlere kan kollideres med møller, hvis de sejler nær parken i anlægs- eller driftsfasen for at se nærmere på parken/møllerne.
- Fartøjer kan drifte og kollideres med møllerne på grund af motorstop.
- Fartøjer kan kollideres med anlægsfartøjer i havvindmølleparkens anlægsfase.

Hovedresultaterne af konsultationen er, at der ikke er større bekymringer i forhold til sejladsikkerheden i området ved etablering af en havvindmøllepark inden for forundersøgningsområdet for Thor Havvindmøllepark. Der er dog enkelte opmærksomhedspunkter, der er beskrevet i det nedenstående:

- Møller placeret i den vestlige del af forundersøgningsområdet kan potentielt forstyrre trafikken på rute 1.
- Opstilling af møller i et mønster, der følger retningen af hovedtrafikken på rute 1 vest for området, vil kunne betragtes som et risikoreducerende tiltag.
- Der bør sikres tilstrækkelig information om havvindmølleparken til lystfartøjer.
- Et simpelt layout af møllerne vil gøre sejladsen i området lettere for fiskere, og et bedst muligt hensyn til fiskeriaktiviteter vil være at placere møllerne uden for de bedste fangstområder.
- Det skal afklares, om der etableres en sikkerhedszone omkring kabelkorridorerne.

18.3. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

Anlægsfartøjer forventes kun at resultere i en lille risikoforøgelse i forhold til sejladsikkerheden under eksisterende forhold. De fartøjer, der forventes at være tilstede under anlægsfasen, inkluderer jack-up fartøjer, kabelinstallationsfartøjer, sværgodsskibe, servicefartøjer, forsynings- og mandskabstransportskibe samt støttefartøjer og afviserfartøjer. Der vil være omtrent 30-60 skibe til stede gennem hele anlægsfasen (**bilag 2**). Anlægsfartøjerne forventes at sejle med lav hastighed gennem anlægsområdet.

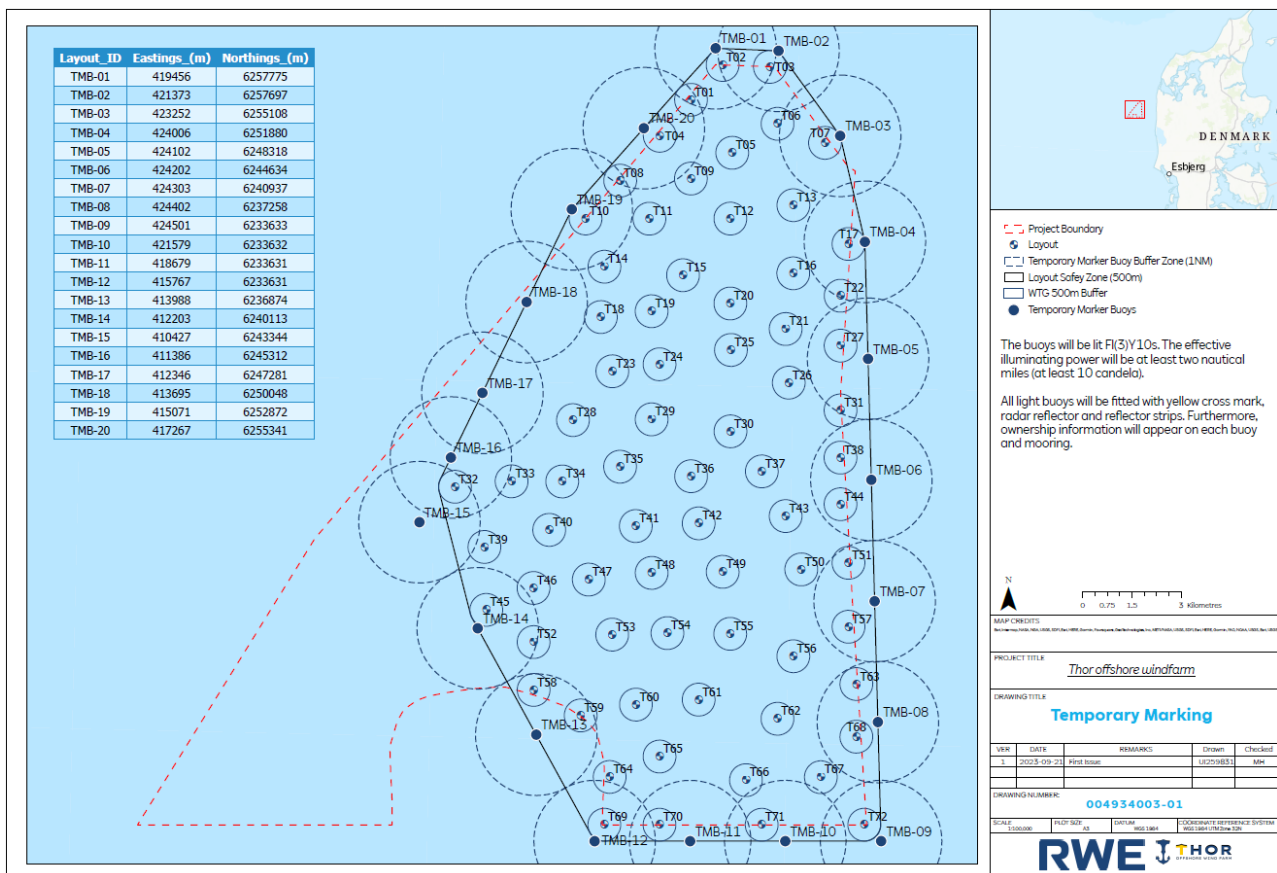
Den højeste sejladsrisiko under anlægsfasen (som identificeret ved HAZID konsultationen) vil være:

- Kollisioner mellem lystfartøjer og møller, da etableringen af havvindmølleparken potentielt vil blive genstand for "sightseeing".
- Kollisioner mellem skibe og anlægsfartøjer, da der vil forekomme en øget trafik af anlægsfartøjer i anlægsperioden.

Søfartsstyrelsen fastlægger krav til opretholdelse af sejladsikkerheden under anlægsarbejde efter bestemmelserne i bekendtgørelsen om sejladsikkerhed ved entreprenørarbejder i danske farvande (BEK nr 1351 af 29/11/2013).

Det forventes, at en sejladsforbudszone, som strækker sig omkring anlægsområdet med en bufferafstand på 500 m, vil blive etableret omkring anlægsområdet, hvor fundamenter, transformerplatform, møller og inter-array kabler vil blive installeret i farvandene. For installationen af ilandføringskabler er der tale om en dynamisk sikkerhedszone omkring anlægsfartøjet. Når ilandføringskablerne er lagt er de omfattet af en kabelbeskyttelseszone jf. kabelbekendtgørelsen (BEK nr 939 af 27/11/1992), hvilket kommunikerer ud til søfarten gennem Efterretninger for Søfarende. Formålet med etableringen af sejladsforbudszonen og sikkerhedszoner er at beskytte søfarende mod de risici, der er forbundet med opførelsen af havvindmølleparken. Bygherres forslag til afmærkning af den midlertidige forbudszone er vist på Figur 18.4.

Søfartsstyrelsen kan desuden fremstille krav om anvendelse af afviserfartøj for at håndhæve sejladsforbudszonen, såfremt styrelsen finder det nødvendigt under anlægsfasen. Bygherre forventer, at anvende afviser fartøjer under anlægsfasen.



Figur 18.4: Kortet viser bygherres forslag til afmærkning af den midlertidige sejladsforbudszone rundt om Thor Havvindmøllepark i anlægsfasen. Afmærkningen forventes at bestå af 20 bøjer, som på kortet er vist med gul markering. Møllernes placering er desuden vist med en 500 m bufferzone omkring hver mølle (blå cirkler).

Kystdirektoratet varetager kystbeskyttelse (sandfodring af kysten) langs den jyske vestkyst. Det fremgår i kapitel 22 om råstoffer, at Kystdirektoratet har indvindingsstilladelse til to råstofområder, der ligger hhv. nordøst og sydøst for Thor Havvindmøllepark, hvorfra der hentes sand til sandfodringen i området. Sejladsen mellem råstofindvindingsområderne og kysten kan ses af den eksisterende skibstrafik i området som nævnt i afsnit 18.2.1, og trafikken overlapper med kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark. Under anlægsfasen kan sejladsen med

sandindvindingsfartøjerne derfor potentielt påvirkes af anlæg af ilandføringskablerne. Kystdirektoratet har dog meddelt at sandindvindingsfartøjerne vil kunne sejle uden om anlægsaktiviteter for Thor Havvindmøllepark (KDI, 2022).

På baggrund af ovenstående vurderes det, at påvirkningen af sejlads og sejladsikkerhed i anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark vil være *lille*.

18.4. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

Resultaterne af sejladsrisikovurderingen (Rambøll, 2022) danner grundlag for vurderingerne af påvirkningerne af sejladsforholdene i driftsfasen for Thor Havvindmøllepark.

Opførelsen af havvindmølleparken vil resultere i forhindringer (møller og transformerplatform), som skibstrafikken skal undgå. Hvis ikke dette sker, vil trafikken potentielt kolliderer med parkens møller eller transformerplatform. For at undgå kollision med møllerne, vil skibstrafikken skulle tilpasse og omlægge ruter og sejlads mønstre, hvilket vil ændre på risikoen for kollisioner og grundstødninger.

Under driften af Thor Havvindmøllepark vil der være trafik af fartøjer i forbindelse med service og vedligehold af parkens anlæg. Trafikken vil bestå af sejlads med et mandskabstransportsfartøj (CTV), der vil sejle mellem parken og Thorsminde Havn, samt af et servicefartøj (SOV), der vil servicere møllerne. Derudover vil der forekomme inspektioner af transformerplatformen, søkabler etc.

Det forventes, at trafikken i forbindelse med drift og vedligehold af Thor Havvindmøllepark vil være begrænset og ikke give ændringer i den overordnede sejladsikkerhed i området.

18.4.1. Skibstrafik

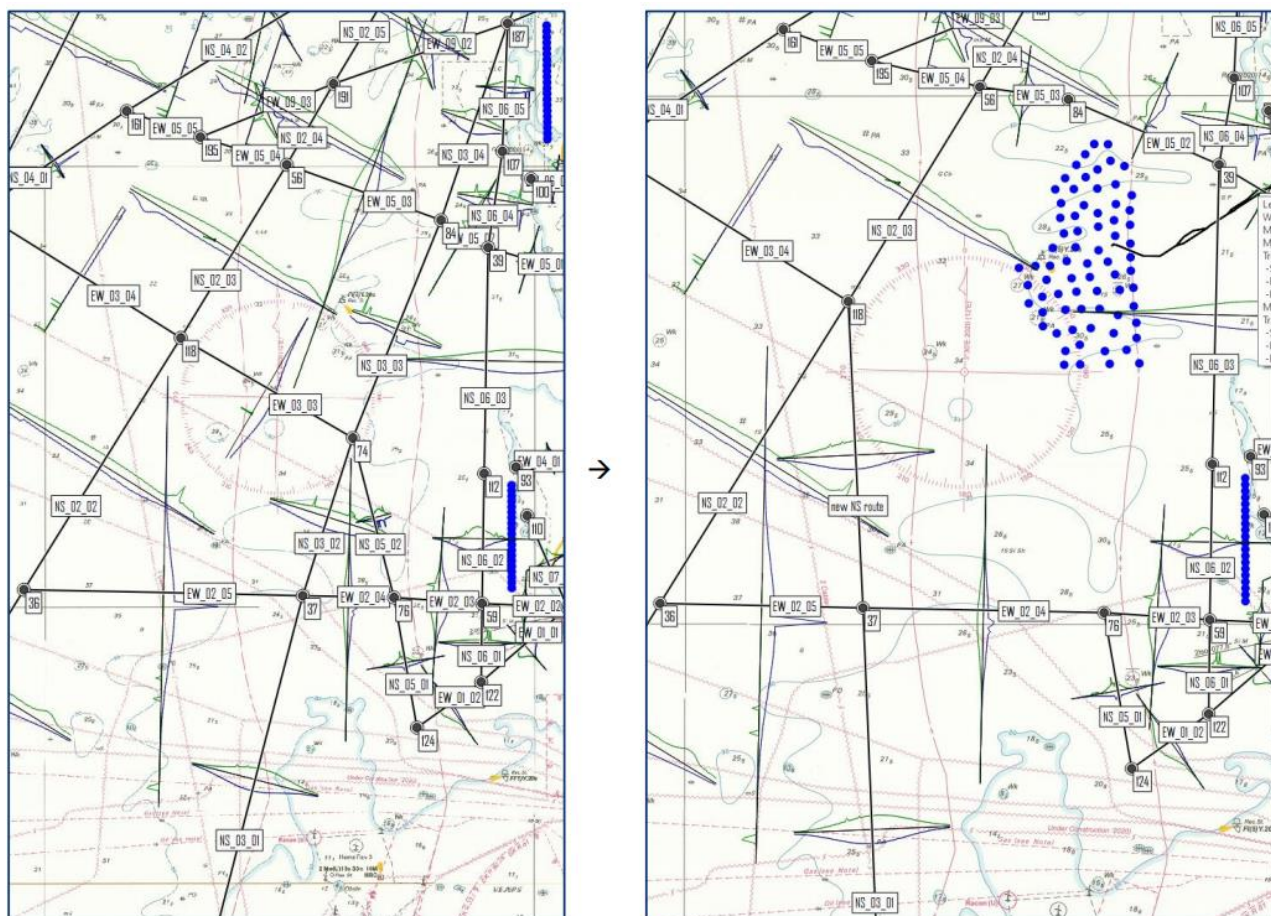
De modellerede sejlrufter efter etableringen af Thor Havvindmøllepark kan ses af Figur 18.5 og Figur 18.6, og er uddybet i det efterfølgende.

Det vil ikke længere være muligt at benytte rute 2, som løber gennem parken (se Figur 18.1), og derfor vil de modellerede ruter NS_03_XX ikke længere kunne benyttes. I stedet vil trafikken bevæge sig vest om Thor Havvindmøllepark, langs en ny rute ("new NS route") hvor den vil flette med den eksisterende trafik på rute 1 (de modellerede ruter NS_02_XX), se Figur 18.5. Det betyder, at knudepunkt 74 vil forsvinde og dermed også trafikken, der løber langs ruterne NS_05_02 og EW_03_03.

Principielt vil trafikken på NS_05_01 fortsat have mulighed for at sejle mod knudepunkt 74 og derfra ud mod NS_02_03, efter at Thor Havvindmøllepark er etableret. Men da den lidt mere kystnære rute NS_03_03 ikke længere kan benyttes igennem området for havvindmølleparken, forventes de nordgående skibe fra NS_05_01 allerede fra en sydligere position at sejle længere vestover. Dette kunne i praksis ske ved at knudepunkt 76 flytter lidt vestover og trafikken herfra sejler direkte imod knudepunkt 118. Der er generelt begrænset trafik langs NS_05_01, og trafikken, der følger ruten, består hovedsageligt af servicefartøjer og fragtskibe. På grund af den begrænsede trafik og for at forsimple modellen er det valgt at bibeholde knudepunkt 76 i scenariet efter Thor Havvindmølleparks etablering og blot lade trafikken fra NS_05_01 følge EW_02_04 vestover og derfra nordpå fra knudepunkt 37 til knudepunkt 118.

Det kan yderligere nævnes, at trafikken langs EW_03_03 desuden langt overvejende tæller fiskeskibe, som udgår fra Hvide Sande, og som på grund af Vesterhav Syd forventes at sejle længere sydover allerede inden etablering af

Thor Havindmøllepark. Trafikken fra NS_05_01 anvender derfor ikke på nuværende tidspunkt EW_03_03, men fortsætter sandsynligvis op igennem området for Thor Havindmøllepark, som beskrevet ovenfor.



Figur 18.5: Modellerede skibsruter i området syd for Thor Havindmøllepark før (venstre) og efter (højre) parkens etablering (Rambøll, 2022).

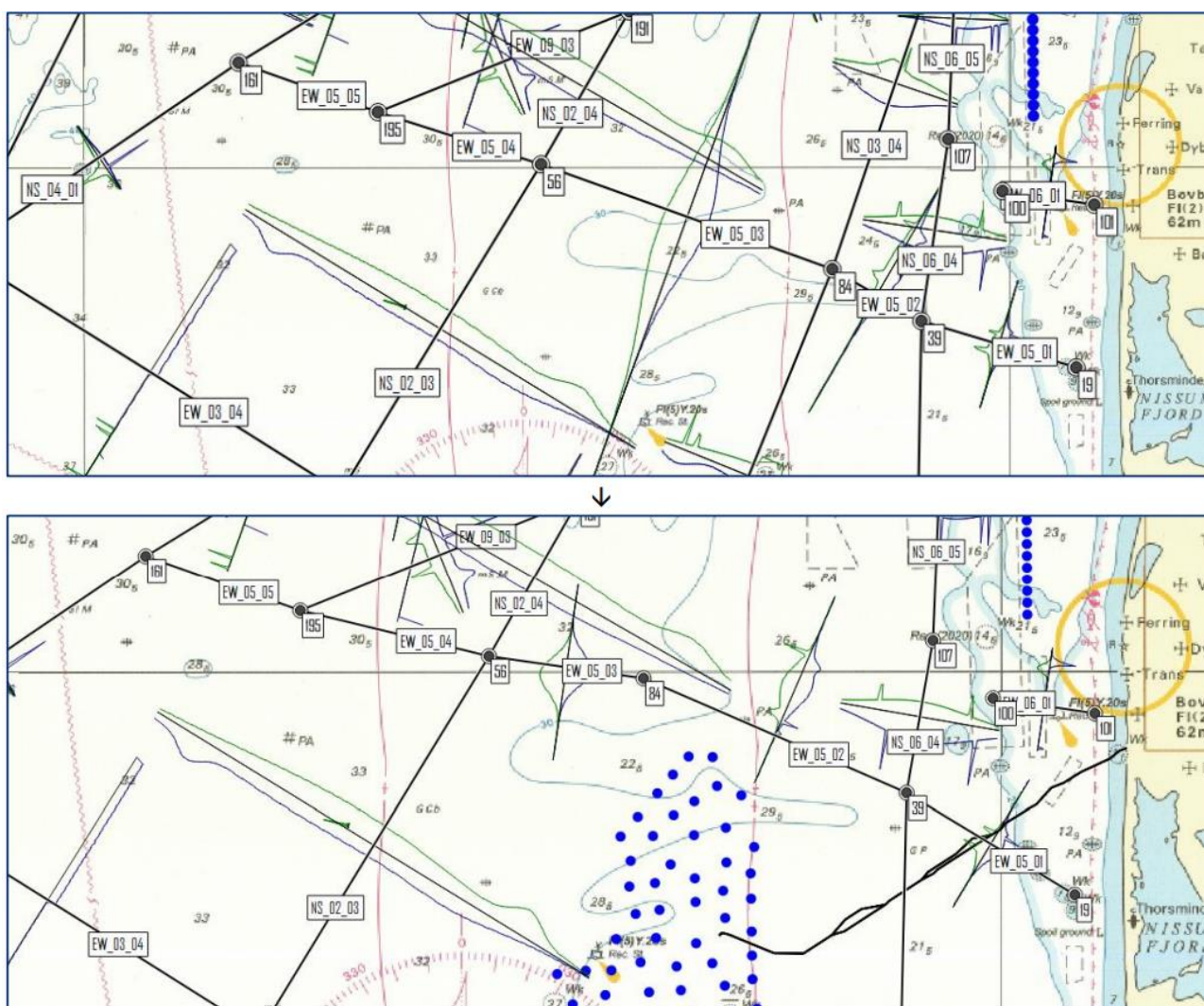
Den modellerede rute EW_05_XX beskriver trafikken, der går til og fra Thorsminde Havn, og denne rute flyttes længere mod nord efter Thor Havindmøllepark er etableret (se Figur 18.6). Dette vil resultere i en fortætning af skibstrafikken, der følger rute EW_05_XX. Dette kan potentielt øge antallet af skib-skib kollisioner og skib-mølle kollisioner, da skibene vil sejle tættere på hinanden og være begrænset af hhv. Thor Havindmøllepark og Vesterhav Nord. Trafikintensiteten på EW_05_XX ruterne er dog lav, og trafikken består primært af omkring 100 årlige passager af fiskeskibe i hver retning. Fortætningen af trafikken giver derfor kun en meget lille stigning i frekvensen for skib-skib kollisioner i området. For både EW_05_02 og EW_05_03 tilsammen estimeres frekvensen for skib-skib kollisioner at blive øget fra en årlig returperiode på ca. 4 millioner år til ca. 1,5 million år efter Thor Havindmølleparks etablering, hvilket er af samme størrelsesorden (usandsynligt sjældent) ifølge Søfartsstyrelsens vurderingskema vist i Tabel 18.1 (for de samlede frekvenser af kollisioner og grundstødninger før og efter etablering af Thor Havindmøllepark henvises til afsnit 18.4.2).

Af øvrige ændringer flyttes rute NS_02_03, der er en del af hovedruten vest for parken (rute 1), længere mod vest, således at trafikken kan passere Thor Havindmøllepark i sikker afstand.

I havindmølleparkens driftsfase vil der ikke være en sejladsforbudszone omkring møllerne, men der vil være en 200 m beskyttelseszone langs med og på hver side af søkablerne, hvor der ikke må kastes anker eller fiskes med bundslæbende redskaber jf. kabelbekendtgørelsen (BEK nr 939 af 27/11/1992).

Vindmøllerne vil blive markeret i overensstemmelse med bedste praksis og internationale standarder (IALA, 2021). Der vil være en frihøjde mellem møllernes nederste vingspids og havoverfladen på 25-30 m, hvilket er større end Søfartsstyrelsens krav på 20 m (Søfartsstyrelsen, 2022a). Det forventes derudover, at der i god tid vil være informeret om anlæg af Thor Havindmøllepark i Efterretninger for Søfarende, og at parken vil være at finde i opdaterede søkort mv. således sejladsen uden vanskeligheder kan ændre kurs uden om vindmølleparken.

På baggrund af ovenstående vurderes det, at der vil være en *lille* påvirkning af skibstrafikken i området for Thor Havindmølleparken, når parken er i drift.



Figur 18.6: Modellerede skibsruter i området nord for Thor Havindmøllepark før (øverst) og efter (nederst) parkens etablering (Rambøll, 2022).

18.4.2. Kollisioner og grundstødning

Resultatet af IWRAP frekvensmodelleringen af ulykker (kollisioner og grundstødninger) før og efter etablering af Thor Havvindmøllepark er angivet i Tabel 18.4. I det følgende gennemgås resultaterne for de forskellige ulykkestyper i detaljer.

Årsagen til den reducerede risiko for grundstødning, efter at Thor Havvindmøllepark er etableret, skyldes, at en del af skibstrafikken flyttes længere væk fra kysten for at passere vest om parken.

Den øgede frekvens af motoriserede kollisioner mellem skibe og møller efter Thor Havvindmølleparks etablering skyldes placeringen af parken vest for hovedsejladsruten (rute 1), som derved introducerer yderligere forhindringer for sejladsen langs ruten. Modsat er frekvensen for drivende skib-mølle kollisioner lavere efter at parken er etableret. Isoleret set vil kollisionsfrekvensen for drivende skibe på rute NS_02_03 (del af rute 1, hovedsejladsruten) stige efter etablering af Thor Havvindmøllepark. Dog vil trafikken på denne rute generelt passere Thor Havvindmøllepark med en større afstand, end den mere kystnære trafik vil passere Vesterhav Nord og Vesterhav Syd. Vindmøllerne i de to kystnære parker står desuden tættere end vindmøllerne i Thor Havvindmøllepark, og derfor vil også mindre skibe med stor sandsynlighed drive til en kollision med en af vindmøllerne i de to kystnære parker i tilfælde af motorstop. Det estimeres derfor, at der vil ske flere drivende kollisioner fra den mere kystnære trafik imod Vesterhav Syd og Vesterhav Nord end fra hovedtrafikken imod Thor Havvindmøllepark. Frekvensen for drivende kollisioner mod vindmøllerne vurderes dog i alle tilfælde at være væsentligt lavere end frekvensen for øvrige kollisioner.

Noget af den mere kystnære trafik, der under eksisterende forhold passerer igennem området for Thor Havvindmøllepark, passerer derudover også tæt forbi Vesterhav Nord. Efter etablering af Thor Havvindmøllepark forventes denne trafik at have flyttet sig ud iblandt hovedtrafikken på NS_02_XX, og dermed længere væk fra Vesterhav Nord. Omend dette er med til at øge risikoen for drivende kollisioner mod Thor Havvindmøllepark, så reducerer det også risikoen for drivende kollisioner mod Vesterhav Nord. Dette er medvirkende til samlet set at reducere sandsynligheden for drivende kollisioner mod vindmøller i området efter etableringen af Thor Havvindmøllepark.

For såvel kollisioner mod Vesterhav Nord og Vesterhav Syd som mod Thor Havvindmøllepark er vestenvinden medvirkende til at bestemme drivretningen ind mod vindmøllerne.

Tabel 18.4: Ulykkesfrekvenser før og efter anlæg af Thor Havvindmøllepark.

Ulykkestype	Før anlæg		Efter anlæg		% forskel
	Frekvens (pr. år)	År mellem tilfælde	Frekvens (pr. år)	År mellem tilfælde	
Drivende grundstødning	2,91E-02	34,35	2,81E-02	35,64	-4 %
Motoriserede grundstødning	7,59E-03	131,7	8,05E-03	124,2	6 %
Total grundstødninger	3,67E-02	27,25	3,61E-02	27,69	-2 %
Drivende skib-vindmølle kollision	9,44E-05	10.590	8,06E-05	12.410	-17 %
Motoriserende skib-vindmølle kollision	3,05E-04	3.275	1,39E-03	721,2	78 %
Total skib-vindmølle kollisioner*	4,00E-04	2.501	1,47E-03	681,6	73 %
Kollision ved overhaling	2,29E-03	436,4	2,41E-03	415,5	5 %
Direkte frontal kollision	7,01E-03	142,7	8,22E-03	121,7	15 %
Kollision med krydsende trafik	3,07E-03	325,6	2,59E-03	385,8	-18 %

Kollision med flettende trafik	4,24E-05	23.600	5.70E-05	17.550	26 %
Kollision under kursændring	5,04E-04	1.985	8.54E-04	1.171	41 %
Total skib-skib kollisioner	1,29E-02	77,43	1.41E-02	70,8	9 %

* Omfatter også kollisioner mellem skibe og transformerplatform.

Eftersom en del af de modellerede skibsruiter under eksisterende forhold må fjernes som følge af etablering af Thor Havvindmøllepark, forekommer der færre krydsninger af ruter, hvilket forklarer den reducerede frekvens af kollisioner mellem krydsende skibstrafik. Dog resulterer fjernelsen af ruterne i en stigning af kursændringer og sammenfletninger, som derfor oplever en stigning i kollisionsfrekvenser. For skib-skib kollisioner er der samlet set en stigning på 9 % efter etableringen af Thor Havvindmøllepark.

Modelleringen viser, at der overordnet set vil være flere kollisioner efter etableringen af Thor Havvindmøllepark i forhold til de eksisterende forhold. Dog er frekvenserne sammenlignelige for de to scenarier, når inddelingerne af frekvensindekser fra Søfartsstyrelsens vurderingsskema benyttes (se Tabel 18.1). Det er især for skib-vindmølle kollisioner, at der er en relativ stor stigning i frekvensen af ulykker, som går fra hvert 2.500. år til hvert 680. år, men dette er stadig vurderet at være inden for frekvensindeks 3, der angiver en ulykke hvert 1000. år.

Konsekvensindekset og risikoindekset efter etablering af Thor Havvindmøllepark er uændret i forhold til de værdier angivet for eksisterende forhold i Tabel 18.3. Dette skyldes, at frekvensindekset for de forskellige ulykkestyper ikke ændres væsentligt. En forskel mellem sejladsforholdene før og efter anlæg af Thor Havvindmøllepark, som ikke kan ses af de modellerede frekvenser, er, at under eksisterende forhold er Vesterhav Nord skyld i de fleste kollisioner, mens at det efter Thor Havvindmølleparks etablering er denne park, der er skyld i flest kollisioner. Dette skyldes omdirigeringen af skibstrafikken mellem de to scenarier.

Generelt konkluderer sejladsrisikovurderingen, at det er muligt at opretholde et acceptabelt niveau af sejladsikkerhed i området for Thor Havvindmøllepark efter parkens etablering. Frekvensmodelleringen viser at sejladsruterne i området nødvendigvis må tilpasse sig, så skibe kan navigere uden om havvindmølleparken, og at ulykkesfrekvensen i området vil stige som følge af parkens etablering. Dog er forøgelsen af ulykkesfrekvensen relativt lille og ikke nok til at ændre på den kvalitative vurdering af sejladsikkerheden i området. Derudover er risikoen for grundstødninger og skib-skib kollisioner større end risikoen for skib-mølle kollisioner efter etableringen af Thor Havvindmøllepark.

Der er i projektet for Thor Havvindmøllepark desuden taget højde for nogle af opmærksomhedspunkterne identificeret under HAZID konsultationen (se afsnit 18.2.5). De 72 møllepositioner er placeret i den østlige del af det tidligere forundersøgelsesområde, og der er dermed ikke placeret møller i den sydvestlige del, hvilket begrænser risikoen for skib-mølle kollisioner langs rute 1. Derudover er møllerne placeret næsten parallel med rute 1, hvilket også bidrager til reduktion af risikoen for skib-mølle og skib-skib kollisioner langs denne rute.

På baggrund af ovenstående vurderes det, at påvirkningen på risikoen for kollisioner og grundstødninger som følge af driften af Thor Havvindmøllepark vil være *lille*.

18.4.3. Eftersøgnings- og redningsaktioner

Der forventes ingen væsentlige påvirkninger på muligheden for at gennemføre eftersøgnings- og redningsaktioner i området som følge af havvindmølleparkens etablering, da der vil være en afstand på mindst 1.000 meter mellem møllerne (forventet mindstefstand mellem møllerne i parken er ca. 1.400 m), og da afstanden mellem nederste vingspids og havoverfladen vil være mellem 25-30 meter. Dette muliggør uhindret sejlads med redningsbåde

gennem parken og mellem møllerne. Forsvarskommandoen har i forbindelse med HAZID konsultationen ligeledes vurderet, at Thor Havvindmøllepark vil have ingen eller lille påvirkning på Thorsminde redningsstations funktion og aktiviteter. Det vurderes derfor at påvirkningen på eftersøgnings- og redningsaktioner som følge af driften af Thor Havvindmøllepark vil være *lille*.

18.4.4. Fiskeri

Under driften af Thor Havvindmøllepark vil det være muligt for fiskerbåde at fiske i området mellem møllerne. Der vil dog være begrænsninger i forhold til typer af fiskeudstyr, der kan benyttes i området mellem møllerne. Dette skyldes, at der jf. kabelbekendtgørelsen (BEK nr 939 af 27/11/1992) ikke må fiskes med bundslæbende redskaber 200 m på hver side af kablerne, hvilket kan forhindre fiskeri med bundslæbende redskaber i store dele af havvindmølleparken. Dette vil mindske sejladsen af fiskerbåde i området for Thor Havvindmøllepark.

Under HAZID konsultationen blev der gjort opmærksom på, at man ved at have et simpelt layout af møllerne kan gøre sejladsen i området lettere for fiskere. Eftersom positionerne af møllerne i Thor Havvindmøllepark er placeret samlet og med nogenlunde samme afstand til hinanden, vil sejlad og fiskeri mellem møllerne være muligt. Derudover er det i layoutet forsøgt undgået at placere møller i den sydvestlige del af bruttoprojektområdet, hvor hovedparten af fiskeriaktiviteterne længere ude på havet forekommer.

På baggrund af ovenstående vurderes det, at der vil være en *lille* påvirkning på fiskeriets sejlad som følge af driften af Thor Havvindmøllepark.

18.4.5. Kystbeskyttelse

Driften af Thor Havvindmøllepark vil ikke have konsekvenser for Kystdirektoratets sandfodringsaktiviteter, da havvindmølleparken vil blive placeret sydvest for råstofvindingsområdet ved Ferring (Figur 22.1). Påvirkningen på sandfodringsaktiviteterne som følge af øget aktivitet af servicefartøjer vil derfor være *ingen*.

18.4.6. Samlet vurdering

Det vurderes, at påvirkningen på skibstrafik, kollisioner og grundstødninger, eftersøgnings- og redningsaktioner samt fiskeri vil være *lille* som følge af driften af Thor Havvindmøllepark.

18.5. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

Skibene, der forventes at være tilstede under demonteringsfasen for Thor Havvindmøllepark, inkluderer jack-up fartøjer, kabelfartøjer, pramme, servicefartøjer, forsynings- og mandskabstransportskibe samt støttfartøjer.

Påvirkningen på sejlad og sejladssikkerhed ved demontering af havvindmøller, fundamenter, transformerplatform samt søkabler vurderes at være den samme eller mindre end i anlægsfasen, og kan således sammenlignes med den vurderede påvirkning i anlægsfasen. Antallet af skibe, der indgår i demonteringen forventes således kun at resultere i en lille risikoforøgelse i forhold til skibstrafikken under eksisterende forhold.

Ud fra dette vurderes det, at påvirkningen på sejlad i demonteringsfasen af Thor Havvindmøllepark vil være *lille*.

18.6. Sammenfattende vurdering

I Tabel 18.5 ses en sammenfatning af de vurderinger i anlæg-, drift- og demonteringsfasen, der er gennemført i afsnittet om sejlad. De vurderede påvirkninger på sejlad vurderes at alle være *lille* og dermed *ikke væsentlige*.

Tabel 18.5: Den samlede vurdering af Thor Havvindmølleparks påvirkning på sejlads. Ingen af de vurderede påvirkninger er væsentlige.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Skibstrafik	Anlæg	Lille
	Drift	Lille
	Demontering	Lille
Kollisioner og grundstødninger	Anlæg	Lille
	Drift	Lille
	Demontering	Lille
Eftersøgnings- og redningsaktioner	Anlæg	Lille
	Drift	Lille
	Demontering	Lille
Fiskeri	Anlæg	Lille
	Drift	Lille
	Demontering	Lille

Det vurderes, at der ikke vil være væsentlig forstyrrelse af de normale kommercielle trafikmønstre under anlæg, drift eller demontering. Dette gør sig også gældende for den kommercielle trafik mellem Holland og Skagerrak, der sejler langs rute 1, da projektområdet for Thor Havvindmøllepark er placeret mere end 4 km fra sejladskorridoren for sejlads langs rute 1 i Danmarks Havplan. De typer af skibe, der vil blive mest påvirket af havvindmølleparken, skal holde sikker afstand ved at omdirigere rundt om havvindmølleparken. Den samlede påvirkning er derfor vurderet som *lille*, og dermed *ikke væsentlig*.

18.7. Kumulative effekter

I dette afsnit vil de potentielle kumulative virkninger på sejlads i og nær området for Thor Havvindmøllepark blive gennemgået og efterfølgende vurderet. Følgende projekter, der er beskrevet i afsnit 3.2.5 om kumulative effekter, kan sammen med Thor Havvindmøllepark potentielt medføre kumulative effekter i forhold til sejlads:

- De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Syd og Vesterhav Nord
- Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan
- Kystdirektoratets kystbeskyttelsesprojekt langs den jyske vestkyst

For de ovenstående havvindmølleprojekter vil det primært være overlap mellem parkernes driftsfaser og driftsfasen for Thor Havvindmøllepark, der vil påvirke sejladsen.

De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd kan potentielt medføre påvirkninger på sejlads i kumulation med Thor Havvindmøllepark. I miljøkonsekvensrapporterne for de to kystnære parker er det vurderet, at påvirkningen på sejladsforhold og -sikkerhed vil være ubetydelig eller mindre (WSP, 2020a; WSP, 2020b). Der er dog i sejladsrisikovurderingen for Thor Havvindmøllepark taget højde for de vurderede påvirkninger af Vesterhav Nord og Syd, da de er indarbejdet under eksisterende forhold (Rambøll, 2022). Dette skyldes, at de kystnære parker vil være etableret inden anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark. På baggrund af vurderingerne i afsnit 18.4 vurderes det derfor, at den kumulative påvirkning på sejlads, herunder skibstrafik, kollisioner og grundstødninger,

eftersøgnings- og redningsaktioner, fiskeri samt kystbeskyttelsesaktiviteter, som følge af Vesterhav Nord og Syd og Thor Havvindmølleparken vil være *lille*.

Udlægning af udviklingszoner til vedvarende energi og energigør i Danmarks Havplan kan have indvirkning på fiskeri og sejlads, da en realisering af havplanen vil betyde at bestemte typer af anlæg – herunder vedvarende energianlæg – koncentrerer i bestemte områder, hvilket kan indskrænke områderne, hvor der kan fiskes og sejles frit. Det er i miljøvurderingen af Danmarks Havplan vurderet, at påvirkningen på sejlads og fiskeri som følge af realiseringen af havplanen ikke vil være væsentlig (COWI, 2021). I sejladsrisikovurderingen for Thor Havvindmøllepark er det bemærket, at realiseringen af vedvarende energi og energigør i Nordsøen potentielt vil betyde en indskrænkning af trafikken langs rute 1 på den vestlige side af ruten, hvor Thor Havvindmøllepark sammen med den yderligere udbygning af vedvarende energi i området syd for Thor Havvindmøllepark indsnævrer den østlige side af ruten (Figur 3.3). Bredden af sejladskorridoren er dog 10,5 sømil, hvilket er nok til at trafikken langs rute 1 kan passere. I tilfælde af at sejladskorridoren langs rute 1 indsnævres yderligere i fremtiden, eller trafikmængden i ruten øges betydeligt som følge af fremtidig etablering af større havvindmølleparker i overensstemmelse med havplanen jf. Figur 3.3, kan der i fremtiden opstå behov for yderligere kollisions-afværgeforanstaltninger herunder, men ikke afgrænset til, afmærkningstiltag.

Kystdirektoratets sandfodring langs den jyske vestkyst medfører øget trafik af sandfodringsmaskiner mellem sandindvindingsområder og kysten. Som nævnt i afsnit 18.2.1 kan denne dette ses af den eksisterende skibstrafik i området, og den kumulative påvirkning på sejlads som følge af kystbeskyttelsesprojektet er derfor delvist belyst. Dog varierer behovet og dermed udførelsen af sandfodring fra år og år, og Kystdirektoratet fastlægger løbende tidsplan for sandfodringsaktiviteter. Det er i miljøkonsekvensrapporten for kystbeskyttelsen mellem Lodbjerg og Nymindegab vurderet, at der ikke er øgede risici for skibstrafik forbundet med kystbeskyttelsesprojektet (Rambøll, 2020). På baggrund af ovenstående samt vurderingen af påvirkningen fra Thor Havvindmøllepark vurderes det, at den kumulative påvirkning af sejlads som følge kystbeskyttelsen langs den jyske vestkyst og Thor Havvindmøllepark vil være lille.

18.8. Afværgeforanstaltninger

Der vurderes ikke at være væsentlige påvirkninger på sejladsen som følge af anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark. Der er derfor ikke behov for afværgeforanstaltninger.

Dog vil der, som nævnt i afsnit 18.3, blive etableret en sejladsforbudszone markeret med specialafmærkning i havvindmølleparkens anlægsfase.

Som nævnt i afsnit 18.1.2 er det Søfartsstyrelsen der træffer den endelige afgørelse om godkendelsen af sejladsikkerheden i forbindelse med etableringen af Thor Havvindmøllepark samt eventuelle krav om afværgeforanstaltninger.

18.8.1. Anbefalinger

Følgende anbefalinger er forslået under HAZID konsultationen og risikovurderingen, og kan blive inddraget i Søfartsstyrelsens afgørelse.

Under anlæg og demontering:

- Anlægsfartøjer kan følge de primære sejlruiter i området i forbindelse med sejlads til og fra området for havvindmølleparken.

- Søfartsstyrelsens vurderingsskema for vurdering af sejladsikkerheden ved arbejder til søs skal benyttes under planlægningen af projektet og risikoreducerende tiltag skal planlægges i dialog med Søfartsstyrelsen.
- Der skal informeres om alt anlægsarbejde via Efterretninger for Søfarende. Yderligere information til fiskere og lystfartøjer skal også overvejes.
- For fartøjer med begrænset manøvreedygtighed skal et eller flere tiltag overvejes: Sikkerhedszoner omkring fartøjet, hjælpemidler til navigation i området og brugen af afviserfartøjer.
- Under anlægsfasen vil Søfartsstyrelsen oprette en 200 m sikkerhedszone omkring ilandføringskablerne som gælder fra oprettelsen af denne i Efterretninger for Søfarende. I denne zone vil ankring, udgravning samt brug af bundslæbende redskaber være forbudt.
- Informering af Efterretninger for Søfarende altid bør ske rettidigt og efter gældende frister angivet i Entreprenørbekendtgørelsen for at opnå den fulde sejladsikkerhedsmæssige effekt af efterretningerne.

Under drift:

- Havvindmølleparken skal markeres på søkort, havvindmøllerne skal afmærkes efter IALA standarden for afmærkning til søs, og der skal navigationslys på møllerne. Yderligere skal møllefundamenterne designes, så skader ved kollision minimeres, og der skal oprettes en nødprocedure for møllestop på grund af en farlig hændelse.
- Det kan overvejes, om lysafmærkningen på møllerne skal følge samme standard som Vesterhav Nord og Syd så de fremstår visuelt ens i mørke.
- Der skal være en frihøjde mellem nederste vingspids og højeste astronomiske vandstand på mindst 20 m.

18.9. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Det vurderes, at den gennemførte HAZID konsultation og efterfølgende sejladsrisikovurdering udgør et tilstrækkeligt grundlag for belysningen af Thor Havvindmølleparks påvirkninger af sejladsikkerheden.

19. Flytrafik

Thor Havvindmølleparks placering i forhold til lufthavne, flyvepladser, flyvestationer og militære øvelsesområder kan påvirke flytrafikken, ligesom havvindmølleparken kan påvirke den civile og militære lufttrafik i området. Påvirkningen kan dels forekomme som følge af kollisionsrisiko, turbulensrisiko og påvirkning af ind- og udflyvningsprocedurer til lufthavne, men også grundet forstyrrelser af radionavigationshjælpemidler samt radarsystemer benyttet til overvågning af luftfarten.

Kapitlet om flytrafik indeholder en beskrivelse af relevante lovkrav og en gennemgang af krav til afmærkning af havmøller i forhold til luftfart samt procedurer for anmeldelse af vindmølleprojekter i forhold til luftfart. Desuden beskrives de eksisterende forhold i luftrummet ved Thor Havvindmøllepark og efterfølges af en beskrivelse af den nye havvindmølleparks placering i forhold til nærhed af lufthavne, flyvepladser og flyvestationer.

Potentielle påvirkninger af radar og andre radionavigationsanlæg, som anvendes af luftfarten, er behandlet i kapitel 20 omhandlende radar og radiokæder.

19.1. Metode og datagrundlag

Til beskrivelse af de eksisterende forhold vedrørende flytrafik omkring Thor Havvindmøllepark er der foretaget en kortlægning i relation til projektområdet. Kortlægningen, som er indeholdt i beskrivelsen af eksisterende forhold i afsnit 19.3, indeholder informationer om nærliggende lufthavne mv., og er baseret på data indhentet fra Trafikstyrelsens hjemmeside, Plandata.dk, Naviair, det marine Danmarkskort, Danmarks Havplan, private flyvepladsers hjemmesider mv.

Kapitlet om flytrafik skal betragtes som en screening af relevante problemstillinger, som kan indgå i myndighedernes stillingtagen til, om projektet vil kunne frembyde en fare for lufttrafikken. Proceduren for anmeldelse af et vindmølleprojekt i forhold til luftfartshindringer er nærmere beskrevet i afsnit 19.2.1.

19.2. Lovgivning

I henhold til lov om luftfart, § 67a, fremgår det, at projekter til anlæg, der ønskes opført i en højde af 100 m eller mere over terræn uden for de for flyvepladser godkendte planers område, skal anmeldes til Trafikstyrelsen (tidligere Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen) (LBK nr 1149 af 13/10/2017). Opførelsen af anlægget må ikke påbegyndes, før sagen er behandlet, og der af Trafikstyrelsen er udstedt attest om, at hindringen ikke skønnes at ville frembyde fare for lufttrafikens sikkerhed. Dette er et vilkår for alle anlæg uanset type.

Vindmøller adskiller sig dog fra andre hindringer (master, skorstene m.m.) på ét punkt, nemlig hvordan disse skal afmærkes. Afmærkningen af vindmøller og de generelle krav dertil kan findes i BL 3-11, Bestemmelser om luftfartsafmærkning af vindmøller (Trafikstyrelsen, 2014a), og den tilhørende vejledning (Trafikstyrelsen, 2021).

Kravene til et eventuelt vindmølleprojekt betinges af forskellige faktorer. Der er fire primære faktorer, som er følgende:

- 1) **Totalhøjden på vindmølleprojektet:**
 - a) Under 150 meter over terræn eller Dansk Vertikal Reference (DVR 90)
 - b) Over 150 meter over terræn eller DVR 90

- 2) **Projektet realiseres på hav eller land**

3) Beliggenhed i forhold til flyvepladser:

- a) Beliggenhed uden for flyvepladsers indflyvningsplan
- b) Beliggenhed inden for flyvepladsers indflyvningsplan

4) Gennemskæring af flyvepladsers indflyvningsplan

De fire faktorer er kort gennemgået nedenfor.

1) Totalhøjden på vindmølleprojektet

- Minimumsflyvehøjden for visuel flyvning (se afsnit 19.3.1 for forklaring af visuel flyvning) uden for tæt bebygget område mv. i Danmark er 500 fod, svarende til ca. 150 meter over terræn eller vandområder. Flyvning i lavere højde er dog tilladt i forbindelse med start og landing. Der skelnes bl.a. derfor mellem kravene til afmærkning af anlæg i forhold til om vindmøllernes totalhøjde er over eller under minimumsflyvehøjden.

2) Projektet realiseres på hav eller land

- Kravene til afmærkning af et vindmølleprojekt differentieres også i forhold til, om projektet ønskes opført på hav eller land. De fleste visuelle flyvninger med mindre fly sker over land eller så tæt som muligt på land. Hvis det er nødvendigt at krydse store vandområder, flyves der oftest så højt som muligt, således at land kan nås i tilfælde af en nødsituation. En stor forskel på flyvning over land i forhold til hav er, hvordan navigationen foregår. Ved visuel flyvning navigeres der bl.a. efter landkending. Det vil sige, at byer, motorveje, store skove mv. bruges som prominente navigationspunkter, hvorfra positionen stadfæstes. Dette kan ikke lade sig gøre over vandområder, hvilket gør, at luftfartshindringer får en anden karakter, end hvis de var opsat på land. Dette forhold skal der tages højde for, når der opføres vindmølleparker.
- Over vandområder opføres der stort set kun vindmølleparker, mens der på land opføres både vindmølleparker og enkeltstående vindmøller.

3) Beliggenhed i forhold til flyvepladser

- Flyvepladser er omkranset af en række hindringsbegrænsende flader, her kaldet indflyvningsplaner, som bl.a. er til for at sikre flyvepladsers ind- og udflyvningsprocedurer og derved opretholde flyvepladsers kapacitet og flyvesikkerheden generelt.
- Indflyvningsplanerne er bestemmende for, hvilke steder og hvor højt der må bygges omkring flyvepladser. Restriktionerne er større, jo tættere man kommer på banesystemerne.

Omfanget af flyvepladsers indflyvningsplaner afhænger af kompleksiteten og størrelsen af den enkelte flyveplads.

3a) Beliggenhed uden for flyvepladsers indflyvningsplaner

- Vindmøller, der alene opføres uden for flyvepladsers indflyvningsplaner, skal anmeldes til Trafikstyrelsen, hvis de har en totalhøjde på mere end 100 meter over terræn, jf. lov om luftfart.
- Derudover vil man med stor sandsynlighed skulle tage højde for en række objektive kriterier, som bl.a. tager udgangspunkt i BL 3-11, Bestemmelser om luftfartsafmærkning af vindmøller (Trafikstyrelsen, 2014a).

3b) Beliggenhed inden for flyvepladsers hindringsfrie flader

- Højderestriktioner inden for flyvepladsers hindringsfrie flader vil enten fremgå af en servitut på matriklen eller som en tinglysning.

- Opstilling af vindmøller inden for de hindringsfrie flader kan aflede en negativ effekt på flyvepladsens ind- og udflyvningsprocedurer. Dette gør sig især gældende ved større lufthavne, som bruger radionavigationsanlæg til at afvikle flytrafikken.
- Ved henvendelse til flyvepladser kan der udleveres en kopi af kort over indflyvningsplanerne. Planerne kan også tilgås via kort.plandata.dk.

4) Gennemskæring af indflyvningsplaner

- Vindmøller, der opføres inden for lufthavnens indflyvningsplaner, og som gennemskærer disse flader, forventes at indebære en ikke ubetydelig udfordring i relation til opretholdelse af flyvesikkerheden.
- Trafik-, Bygge og Boligstyrelsen giver kun dispensation til at opføre vindmøller inden for indflyvningsplaner, hvis der foreligger en fuldt udbygget risikovurdering, der gennemføres efter anerkendte metoder, og som dokumenterer, at flyvesikkerheden opretholdes. Risikovurderingerne skal redegøre for, om der er behov for at iværksætte kompenserende sikkerhedsforanstaltninger for at opretholde flyvesikkerhedsniveauet omkring en given lufthavn.
- Aktører, der påtænker at lave risikovurderinger, kan kontakte Trafikstyrelsen med henblik på en indledende drøftelse om krav og forventninger.
- Hvis koncessionshavere ønsker at søge om dispensation til at opføre vindmøller inden for flyvepladsers indflyvningsplaner, opfordrer Trafikstyrelsen dem til at kontakte de berørte flyvepladser med henblik på en indledende afstemning.
- Ved henvendelse til flyvepladser kan der udleveres en kopi af kort over de relevante indflyvningsplaner. Planerne kan også tilgås via kort.plandata.dk.

19.2.1. Anmeldelse af et vindmølleprojekt

Et vindmølleprojekt skal anmeldes til Trafikstyrelsen (Trafikstyrelsen, 2022a), og projektet må kun opføres, hvis der foreligger en attest herfra.

Forud for anmeldelsen er det muligt at sende en forespørgsel til Trafikstyrelsen for at afstemme, om det er muligt i forhold til luftfartslovgivningen at opstille en bestemt hindring, og hvilken afmærkning der i givet fald vil blive krævet. Forespørgslen giver derfor ikke tilladelse til opsætningen, men skal ses som en forhåndstilkendegivelse alene ift. lysafmærkning. En vejledende udtalelse vedrørende luftfartsafmærkning, som er Trafikstyrelsens svar på en forespørgsel, indebærer derfor ikke nødvendigvis nogen indikation af, hvorvidt den påtænkte placering vil være uproblematisk ift. lufttrafikkens sikkerhed.

Ved den endelige anmeldelse af projektet vil Trafikstyrelsen foretage en nærmere vurdering af, om hindringen vil frembyde fare og bl.a. forholde sig til hindringens højde og placering i forhold til nærliggende navigationshjælpe-midler for luftfarten, påvirkning af en-route trafikken, flyvepladsers placeringer og Forsvarets behov. Under sagsbe-handlingen af anmeldelsen foretager Trafikstyrelsen de relevante høringer hos Forsvaret m.fl. Hvis projektet kan godkendes, attesterer Trafikstyrelsen, at vindmøllerne ikke skønnes at ville frembryde fare for lufttrafikkens sikkerhed.

19.2.2. Afmærkning af havvindmølleparken

Afmærkning af vindmøller skal følge Trafikstyrelsens afmærkningskrav til vindmølleprojekter, som fremgår af Bestemmelser om luftfartsafmærkning af vindmøller, BL 3-11, (Trafikstyrelsen, 2014a), og den tilhørende vejledning (Trafikstyrelsen, 2021). Bygherre, Thor Wind Farm I/S, har ved anmeldelse af Thor Havvindmøllepark til Trafikstyrelsen fået en tilkendegivelse af, at eftersom afstanden mellem møllerne i parken er mellem 1,4 km og >3 km, skal havvindmølleparken afmærkes som 72 enkeltstående møller. Alle møller afmærkes derfor som beskrevet i afsnit 4.8.1.2 i anlægsbeskrivelsen.

Det står derudover beskrevet i vejledningen til BL 3-11 (for vindmølleparker på havet med møller med en totalhøjde over 150 m) at:

- Den uafmærkede del af vindmøllen (det vil sige vindmøllevingerne) ikke må overstige toppunktsafmærkningen med mere end 120 meter. Lysafmærkningen i vindmølleparken bør være synkroniseret.
- For at undgå unødige lysgener vil Trafikstyrelsen lægge vægt på, at vindmøllens hindringslys kan synkroniseres med blinkende lys på andre luftfartshindringer i området omkring vindmølleparken.
- For at lette synkroniseringen bør alle blinkende lys kunne synkroniseres med starttid flash 00:00:00 UTC og en tolerance på 0,01 sec.

Derudover vil Trafikstyrelsen ved godkendelse af luftfartsafmærkning have fokus på, at lysintensiteten på vindmøller kan reguleres i forhold til den aktuelle sigtbarhed for at undgå unødige lysgener for vindmøllernes naboer (Trafikstyrelsen, 2021). Som beskrevet i afsnit 4.8.1.2 i anlægsbeskrivelsen vil sigtbarhedsmålere blive benyttet til regulering af lystintensiteten for Thor Havvindmøllepark, således at når lysintensiteten er på 2.000 candela eller derover, reduceres denne til 30 %, hvis den målte sigtbarhed er mere end 5 km, og reduceres til 10 % ved sigtbarhed på mere end 10 km.

Trafikstyrelsen kan i særlige tilfælde dispensere fra bestemmelserne i BL 3-11, når det skønnes foreneligt med de hensyn, der ligger til grund for de pågældende bestemmelser, herunder internationale regler på området, og det forudsatte sikkerhedsniveau skønnes opretholdt. Dispensation fra BL 3-11 forudsætter, at der skal laves en dokumenteret risikovurdering for projektet, som fastlægger vindmølleparkens indflydelse på flyvesikkerheden med mulige kompenserende foranstaltninger.

19.3. Eksisterende forhold

I dette afsnit beskrives lufttrafikregler og luftrumets anvendelse, militærets interesser i luftrummet samt en beskrivelse af eksisterende lufthavne, flyvepladser og flyvestationer i området nær projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Da de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Syd og Vesterhav Nord anlægges i løbet af 2023 og starten af 2024, behandles de som værende en del af de eksisterende forhold.

19.3.1. Luftrummet og flyveregler

I Danmark er luftrummet under FL195 (flight level 195, som svarer til 19,500 fod eller ca. 6 km) inddelt i fire forskellige luftrumsklasser: C, D, E og G, hvor luftrumsklasse C er det mest restriktive og luftrumsklasse G er det mindst restriktive. Luftrummet over Nordsøen er luftrumsklasse G (ukontrolleret luftrum) op til FL195 (Naviar, 2018). Både IFR og VFR (se forklaring nedenstående) trafik er tilladt i denne luftrumsklasse og modtager flyveinformationstjeneste efter anmodning.

I henhold til lufttrafikreglerne skelnes der mellem regler for IFR-flyvning (instrumentflyveregler) og VFR-flyvning (visuelflyveregler). Bortset fra under start og landing gælder følgende regler:

- Instrumentflyvning (IFR) skal normalt ske med en mindstehøjde på 1000 fod, dvs. ca. 300 m, over den højeste hindring beliggende inden for en radius af 8 km fra luftfartøjets beregnede position. Størstedelen af den kommercielle flytrafik gennemføres efter instrumentflyvning. Sikker minimumsflyvehøjde for IFR-flyvninger angives som Minimum Safe Altitude (MSA).
- Visuel flyvning (VFR) skal normalt ske med en mindstehøjde på 500 fod, dvs. ca. 150 m over jorden og vandet. Ved passage hen over tæt bebyggelse mv. skal visuel flyvning ske ved en højde på 1000 fod, dvs. ca. 300 m over den højeste hindring inden for en radius af 600 m fra luftfartøjet.

19.3.1.1. Flyvesikkerheden i luftrummet ved Thor Havvindmøllepark

Når vindmøller opnår højder på 150 meter eller højere, medfører det en forøget risiko for den civile luftfart, da flyvning (med undtagelse under start og landing, hvor lavere højder er tilladt) som beskrevet ovenfor er tilladt for VFR-flyvninger fra 150 meter (500 fod) over terræn eller hav. Flyvninger under 150 meter over terræn eller hav er typisk begrænset til sikkerhedsrelaterede opgaver og militære operationer (Trafikstyrelsen, 2014b).

Flyvning med større fly foregår under normale omstændigheder efter instrumentflyvereglerne IFR i flere kilometers højde, og vil derfor normalt ikke blive påvirket af en havvindmøllepark. Der kan dog potentielt ske en påvirkning af større og mindre fly, der flyver efter IFR, hvis der ligger en lufthavn i nærheden, og indflyvningsplaner eller ind- og udflyvningsprocedurerne dækker området, hvor havvindmøllerne er placeret. Derudover er der til lufthavne udlagt høringszoner for større lufthavne, der er op til 60 km i radius fra lufthavnene og vedrører hindringer som vindmøller, der skal opføres over 100 m over terræn (Erhvervsstyrelsen, 2020).

Mindre luftfartøjer, der flyver efter visuelflyvereglerne, vil kunne operere i nærheden af havvindmølleparker ved god sigtbarhed. Visuel flyvning er ikke tilladt i dårligt vejr eller ved dårlig sigtbarhed, og minimumskravene til Visual Meteorological Conditions (VMC-minima) skal være opfyldt, før visuel flyvning er tilladt.

Havvindmølleparker som Thor Havvindmøllepark vil normalt blive markeret på flyvekort som hindringer for både IFR- og VFR-lufttrafik med angivelse af højde og udbredelse.

Anlæg på havet som eksempelvis olie- og gasplatforme samt andre havvindmølleparker serviceres af helikoptere, som kan flyve både efter visuelflyveregler og instrumentflyvning. Fra den jyske vestkyst er der en række helikopter-ruter, der transporterer udstyr og personale, men de flyver primært fra områder nær Esbjerg (Naviair, 2022). Ligeledes vil mulig helikoptertrafik i forbindelse med servicering af de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Syd foregå mellem parkerne og kysten. På baggrund af ovenstående forventes der ikke at være helikopterruter over Thor Havvindmøllepark.

19.3.2. Militærets interesser i luftrummet

Militære flyvninger adskiller sig fra civile flyvninger på enkelte områder:

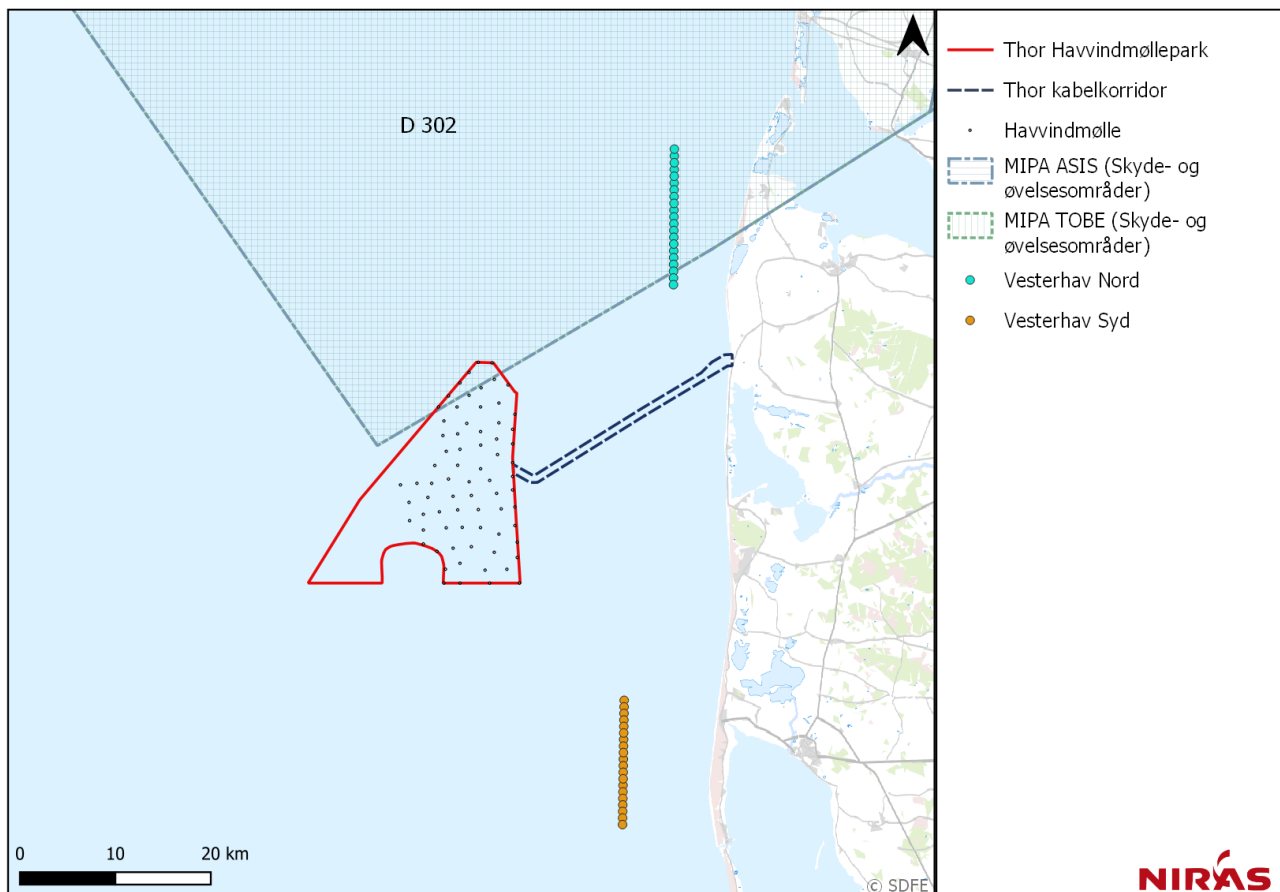
- Nogle flytyper opererer ved højere hastigheder end civile fly, også i lave højder.
- Lette fly og specielt helikoptere kan operere i meget lav højde (ned til få meter over jorden), bl.a. i forbindelse med eftersøgnings- og redningstjeneste (SAR).
- Ved flyvning om natten kan anvendes lysforstærkende udstyr – Night Vision Goggles (NVG), der er følsomt over for lys i spektret inden for bølglængderne 645-905 nanometer.

Lysforstærkende udstyr (NVG) anvendes ofte til flyvning om natten i lav højde, og for at tage hensyn til den type flyvninger har man i vejledningen til BL 3-11 (beskrevet, at ved tilladelse til afmærkning af vindmøllerne med rødt LED-lys, skal belysningen falde inden for det spektrum, som kan ses af NVG (Trafikstyrelsen, 2014a).

Der kan i forbindelse med eftersøgnings- og redningstjeneste være visse udfordringer ved redning inden for en vindmøllepark på havet. Det skyldes bl.a. turbulensen nær vindmøllerne, og at det kan være svært at lokalisere de forulykkede med radar eller termografering nær og bag ved vindmøllerne. Udfordringen bliver større ved dårligt vejr (Brown C. , 2005).

Militære flyvninger kan foregå både efter IFR- og VFR-lufttrafikreglerne, og adskiller sig på dette punkt normalt ikke i forhold til civile flyvninger, når de foregår i samme luftrum. Dog findes der særlige for Forsvaret reserverede øvelsesområder normalt adskilt fra den civile lufttrafik (Det marine Danmarkskort, 2022; Naviair, 2022).

Det vides fra Vesterhav Nord og Syd, at Flyvevåbnet betragter hele Vesterhavet som øvelsesområde til flyvning i høj fart. Vesterhav Nord overlapper desuden med det militære øvelsesområde D302. Som det ses af Figur 19.1, er der også overlap mellem det militære øvelsesområde D302 og den nordligste del af Thor Havvindmøllepark.



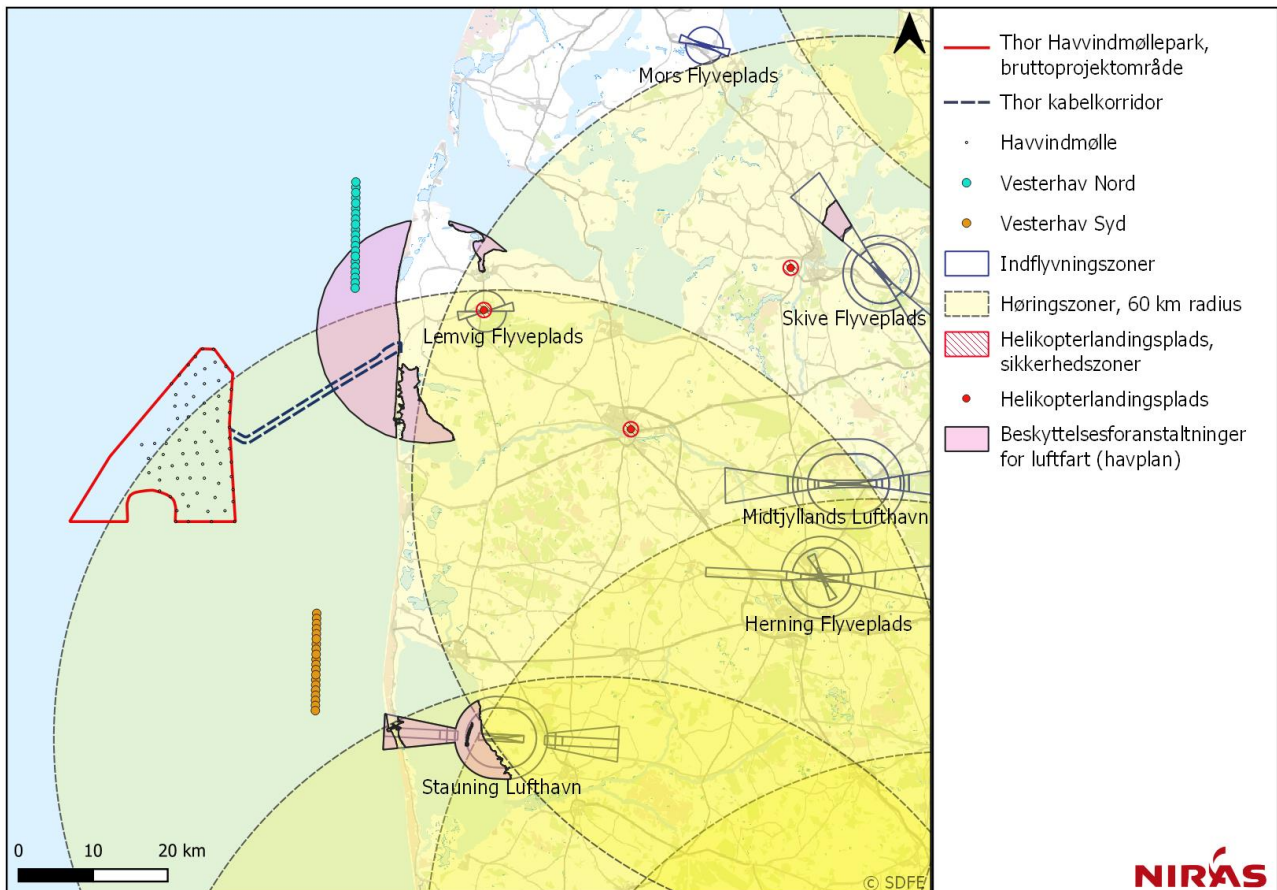
Figur 19.1: Placeringen af Thor Havvindmøllepark samt de kystnære havvindmølleparker i forhold til nærmeste militære øvelsesområder. Placeringen af militære øvelsesområder er indhentet fra det marine Danmarkskort.

19.3.3. Lufthavne, flyvepladser og flyvestationer

Der skelnes generelt mellem offentlige og private flyvepladser. Flyvepladser, der anvendes til fast kommerciel flyvning, kategoriseres som lufthavne, mens ubetjente flyvepladser og private flyvepladser ofte kategoriseres som flyvepladser. Militære flyvepladser er benævnt flyvestationer.

Som nævnt i indledningen i nærværende kapitel kan havvindmøller påvirke sikkerhed og regularitet for lufttrafikken på lufthavne og flyvepladser. Indflyvningsplanerne omkring en lufthavn beskytter den ind- og udflyvende lufttrafik mod kollision med luftfartshindringer som vindmøller, da en indflyvningsplan sætter grænser for, hvor højt der må bygges i nærheden af anlæggene. Indflyvningsplaner og beskyttelsesområder for lufthavnsanlæg mv. er vist på

Erhvervsstyrelsens kort på Plandata.dk (Erhvervsstyrelsen, 2020). På Figur 19.2. vises et kort over nærliggende lufthavne, flyvepladser, flyvestationer samt tilhørende indflyvningsplaner. Kortlægning og vurdering af potentiel påvirkning på lufthavnsanlæg er behandlet i kapitel 20 om radar og radiokæder.



Figur 19.2: Oversigt over nærliggende lufthavne, flyvepladser og flyvestationer samt deres respektive indflyvningsplaner. Derudover er helikopterlandingspladser og tilhørende sikkerhedszoner også vist. Placeringen af luftfartsanlæg er indhentet fra plandata.dk, mens zoner for beskyttelsesforanstaltninger for luftfart er angivet i Danmarks Havplan. Flyvestation Karup deler baner med Midtjyllands Lufthavn.

Derudover viser Figur 19.2 placeringen af hav- og fjordområder, der er udlagt som beskyttelsesforanstaltninger for luftfart i Danmarks Havplan. Områderne omfatter indflyvningsplaner og respektafstande til offentlige flyvepladser, og formålet med udlægningen er at sikre, at der ikke lægges hindringer i vejen for ud- og indflyvning, samt at sikre luftfartens sikkerhed (Søfartsstyrelsen, 2021b).

19.3.3.1. Lufthavne

De nærmeste lufthavne er Stauning Lufthavn og Midtjyllands Lufthavn, der er beliggende hhv. ca. 45 km og 82 km fra projektområdet for havvindmølleparken. Stauning Lufthavn er en IMC AFIS⁸ lufthavn, hvilket betyder, at lufthavnen er udstyret, så den kan belyses under stort set alle vejrforhold døgnet rundt og året rundt (Stauning Lufthavn, 2022). Lufthavnen benyttes af private eller mindre luftfartøjer og beliggenheden tæt på Nordsøen gør den oplagt som base for helikopter operationer på havet. Da en del af Thor Havvindmøllepark ligger inden for høringszonen

⁸ Instrument meteorological conditions (IMC). Aerodrome Flight Information Service (AFIS).

for Stauning Lufthavn, skal lufthavnen høres i forbindelse med planlægningen af projektet, hvilket foregår gennem orientering om projektet til Trafikstyrelsen, se Figur 19.2.

Midtjyllands Lufthavn (tidligere Karup Lufthavn) er en civil lufthavn, der benytter Flyvestation Karups baner, og hvor der bl.a. tilbydes indenrigsflyvninger til og fra København (Midtjyllands Lufthavn, 2022).

Thor Havindmøllepark ligger uden for indflyvningsplanerne til de to lufthavne.

19.3.3.2. Flyvepladser

Flyvepladser benyttes fortrinsvist af private eller mindre luftfartøjer, der flyver efter visuelle flyveregler. Disse flyvepladser benyttes ofte til rekreative formål eller træning. Det er ikke alle private flyvepladser, der er registreret.

De nærmeste registrerede flyvepladser i forhold til Thor Havindmøllepark er Lemvig, Mors, Herning og Skive Flyvepladser (se Figur 19.2). Lemvig Flyveplads er nærmest havindmølleparken med en afstand på ca. 34 km, mens de andre nævnte flyvepladser ligger mere end 75 km fra havindemølleparken.

Af Figur 19.2 fremgår også de nærliggende helikopterlandingspladser og deres respektive sikkerhedszoner (1 km i radius), som er Lemvig HEMS, Skive HEMS og Holstebro Hospital (Plandata.dk, 2022a). Thor Havindmøllepark ligger uden for flyvepladsernes indflyvningsplaner.

19.3.3.3. Flyvestationer

Den nærmeste militære flyvestation er Flyvestation Karup, der som tidligere nævnt deler baner med Midtjyllands Lufthavn og ligger ca. 82 km fra havindmølleparken. Flyvestation Karup er Danmarks største militære arbejdsplads og huser alle Forsvarets helikoptere, luftrumsovervågning, Flyveskolen og andre støttefunktioner. Flyvestation Karup huser også dele af Forsvarskommandoen samt de tre værnskommandoer: Flyverkommandoen, Søværnskommandoen og Hærkommandoen (Forsvaret.dk, 2022). Thor Havindmøllepark ligger uden for Flyvestation Karups indflyvningsplaner.

19.4. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

Potentiel påvirkning af luftfartstrafikken i anlægsfasen skyldes tilstedeværelse af arbejdsfartøjer med høje objekter, f.eks. jack-up ben eller kraner, der kan påvirke flyvesikkerheden ved kollisionsrisiko. Tilstedeværelsen af havindmøller behandles under vurdering af påvirkning i driftsfasen (afsnit 19.5). Påvirkning på radarer og andre radionavigationshjælpemidler for luftfarten er behandlet særskilt i kapitel 20 om radar og radiokæder.

Under anlægsfasen vil havindmøller og andre høje objekter blive afmærket efter gældende regler, og der skal sendes advarsler til lufttrafikken ved en NOTAM (Notice to Airmen) om anlægsarbejderne. Disse NOTAMs vil blive udsendt i hele byggeperioden og opdateres hvis nødvendigt. Ved hjælp af disse lovpåbudte foranstaltninger er potentielle farer for luftfarttrafikken i forhold til kollisionsrisiko mv. reduceret til acceptable niveauer under anlægsfasen.

Thor Havindmøllepark ligger langt fra nærmeste lufthavne (Stauning og Midtjyllands, hhv. 45 og 82 km) og flyvepladser (Lemvig, 34 km) og deres tilhørende indflyvningsplaner og er derfor ikke berørt af restriktioner i forhold til indflyvningsplanerne. Da Thor Havindmøllepark ligger inden for høringszonen for Stauning Lufthavn, jf. kort.plandata.dk, kan det ikke udelukkes, at vindmølleparken kan have en indflydelse på instrumentproceduren til Stauning Lufthavn.

Sandsynligheden for forekomst og dermed påvirkning på helikopteraktiviteter i projektområdet for havvindmølleparken antages at være minimal. I forbindelse med anlæg af Thor Havvindmøllepark forventes der at forekomme nogle få (4-8) helikopterflyvninger i forbindelse med installationen af transformerplatformen, hvilket ikke giver anledning til yderligere påvirkning på helikoptertrafikken i området.

På baggrund af ovenstående vurderes der at være en *lille* påvirkning på den civile flytrafik i anlægsfasen.

Det vurderes, at en påvirkning af den militære luftfart i anlægsfasen af Thor Havvindmøllepark vil være *lille* eller *ubetydelig*, da anlægsaktiviteterne i forbindelse med havvindmølleparken vil være placeret langt fra nærmeste flyvestationer. Derfor vil anlæg af Thor Havvindmøllepark ikke være berørt af restriktioner i forhold til dette.

I forbindelse med eftersøgnings- og redningsarbejde på havet vurderes der at være en *lille* eller *ubetydelig* påvirkning i anlægsfasen, da antallet af arbejdsfartøjer, der kan påvirke redningsarbejdet, vurderes at være lavt.

19.5. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

Potentielle påvirkninger på luftfartstrafikken i driftsfasen kan dels forekomme som følge af kollisionsrisiko og turbulensrisiko og påvirkning af ind- og udflyvningsprocedurer for nærliggende lufthavne. Påvirkning på radarer og andre radionavigationshjælpemidler for luftfarten er behandlet særskilt i kapitel 20.

Havvindmøllerne har en totalhøjde på 266 m fra havoverfladen til øverste vingetip. Det vil derfor være nødvendigt, at afmærke møllerne, og afmærkning vil blive foretaget efter gældende regler (Trafikstyrelsen, 2014b; Trafikstyrelsen, 2021).

På baggrund af byherres dialog med Trafikstyrelsen forventes det (se afsnit 19.2.1), at Thor Havvindmøllepark vil blive afmærket som 72 enkeltstående havvindmøller, da afstanden mellem de individuelle møller som minimum er ca. 1400 m, og nogle steder i perimeteren er omkring de 3000 m, og derfor ikke kan afmærkes udelukkende med perimeterafmærkning. Afmærkningen vil bestå af toppunktafmærkning og tårnlys på alle 72 vindmøller. Toppunktafmærkningen placeres på nacellens overdel og består af to mellemintensive blinkende lys med hvide lys på 20.000 candela i dagtimerne, og røde lys på 2.000 candela i natperioden. De to lys på nacellens overdel placeres således, at der er uhindret synlighed fra enhver retning (360 grader) i vandret plan uanset møllevingernes position. Desuden afmærkes alle mølletårnene med minimum tre, faste lavintensive røde lys på 32 candela. Lysene placeres i samme niveau og fordeles jævnt på mølletårnets omkreds, så synlighed fra alle retninger sikres.

I driftsfasen vil det være muligt at regulere lysintensiteten for lys på 2.000 candela eller derover ved brug af sigtbarhedsmålere (afsnit 4.8.1.2 og 19.2.2). Lysintensiteten reguleres i forhold til den aktuelle meteorologiske sigtbarhed, således at lysintensiteten kan reduceres til 30 %, hvis den målte sigtbarhed er 5-10 km, og reduceres til 10 % ved sigtbarhed på mere end 10 km. Det er den dårligste sigtbarhed, som måles i vindmølleparken, der benyttes som reference for hele parken.

Der kan forekomme turbulens i læsiden fra vindmøller, der under rotation skaber randhvirvler fra vingetippene. Turbulensrisiko skabt af vindmøller er et kendt, men på nuværende tidspunkt ikke et velundersøgt eller ved lovgivning reguleret fænomen.

Det bemærkes, at den endelige vurdering af, om projektet vurderes at ville frembyde fare for lufttrafikkens sikkerhed, foretages af Trafikstyrelsen i forbindelse med anmeldelse af projektet.

19.5.1. Civil flytrafik

Havvindmølleparken er placeret langt fra nærmeste indflyvningsplaner til offentlige lufthavne, flyvestationer og flyvepladser og er således ikke berørt af restriktioner i forhold til dette. De nærmeste lufthavne er Stauning og Midtjyllands (hhv. 45 og 82 km) og Lemvig Flyveplads (34 km). Thor Havvindmøllepark er ligeledes placeret uden for de i havplanen udlagte områder til beskyttelsesforanstaltninger for luftfart. Passerende fly, som flyver efter instrumentflyvereglerne, vil normalt passere i flere kilometers højde, og passerende fly vil således ikke berøres af tilstedeværelsen af havvindmølleparken. Da Thor Havvindmøllepark ligger inden for høringszonen for Stauning Lufthavn, jf. kort.plandata.dk, kan det ikke udelukkes, at vindmølleparken kan have en indflydelse på instrumentproceduren til Stauning Lufthavn.

Ved flyvning i mindre fly vha. visuel navigation, hvor flyvning er tilladt i en højde ned til 150 m over havoverfladen, vil havvindmøllernes tilstedeværelse betyde, at flyvninger i området skal foretages i en passende sikkerhedsmæssig højde over de 266 m høje havvindmøller, eller at der flyves udenom området ved flyvning i lavere højde. Officielle flyvekort til brug for visuel navigation vil blive opdateret efter normal procedure af Trafikstyrelsen, når havvindmølleparkens layout er fastlagt. Ved afmærkning af møllerne og opdatering af flyvekort over området vurderes havvindmølleparken ikke at give anledning til påvirkninger af den civile flytrafik, der flyver efter visuel navigation, i driftsfasen i forhold til risiko for kollision og turbulens.

Der er ingen kendte helikopterruter over projektområdet for havvindmølleparken, og driften af Thor Havvindmøllepark forventes i sig selv at medføre omkring 200 timers flyvetid med helikopter årligt i forbindelse med vedligeholdelse af møller og transformerplatform. På baggrund af dette vurderes sandsynligheden for påvirkning af helikopteraktiviteter i området omkring havvindmølleparken at være minimal.

Den overordnede påvirkning på den civile flytrafik i driftsfasen vurderes således at være *lille*.

19.5.2. Militær luftfart

Det vurderes, at der vil være en *lille* påvirkning på den militære luftfart i driftsfasen af Thor Havvindmøllepark, eftersom havvindmølleparken ikke placeres indenfor flyvestationers indflyvningsplaner, og da afmærkning vil blive foretaget efter gældende regler. At de nordligste af havvindmølleparkens vindmøller er placeret inden for det militære øvelsesområde D302 vurderes ikke at påvirke de militære øvelsesflyvninger, da møllerne er faste objekter, som står samlet i et mindre område (WSP, 2020a).

19.5.3. Eftersøgnings- og redningsaktioner

I relation til sikkerhed i forbindelse med eftersøgnings- og redningsaktiviteter inden for havvindmølleparkens område vurderes påvirkningen at være *lille*, da møllernes tilstedeværelse kan være til gene for aktiviteterne, men ikke hindre dem.

19.6. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

Havvindmølleparkens potentielle påvirkninger i forhold til demontering vil være dækket af beskrivelserne af påvirkningerne i anlægs- og driftsfasen.

Ved demontering vil vindmøllerne blive nedtaget, og aktiviteterne vil i relation til påvirkning af flytrafik være sammenlignelige med aktiviteterne i anlægsfasen. Så længe der står havvindmøller i området, vil der være påvirkninger svarende til dem, der er beskrevet under driftsfasen, og det vurderes således, at der vil være en *lille* påvirkning af den civile flytrafik og en *lille* eller *ubetydelig* påvirkning af den militære luftfart samt eftersøgnings- og redningsaktioner som følge af demonteringen af Thor Havvindmøllepark.

19.7. Sammenfattende vurdering

For anlæg-, drift- og demonteringsfasen er det vurderet, at der vil være en *lille* og dermed *ikke væsentlig* påvirkning af civil flytrafik (Tabel 19.1). Påvirkningen af den militære luftfart, samt sikkerheden i forbindelse med eftersøgnings- og redningsaktiviteter vurderes ligeledes at være *lille* eller *ubetydelig* og dermed *ikke væsentlig*.

Tabel 19.1: Sammenfattende vurdering af Thor Havvindmølleparks påvirkning på flytrafik. Ingen af de vurderede påvirkninger er væsentlige.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Civil flytrafik	Anlæg	Lille
	Drift	Lille
	Demontering	Lille
Militær luftfart	Anlæg	Lille/ubetydelig
	Drift	Lille
	Demontering	Lille/ubetydelig
Eftersøgnings- og redningsaktioner	Anlæg	Lille/ubetydelig
	Drift	Lille
	Demontering	Lille/ubetydelig

19.8. Kumulative effekter

De tidligere afsnit har haft til formål at se isoleret på Thor Havvindmøllepark. I dette afsnit vil de potentielle kumulative påvirkninger på flytrafik i området blive gennemgået og vurderet. Dette vil omfatte alle eksisterende, godkendte eller vedtagne planer og projekter. Følgende projekter og planer kan potentielt give kumulative påvirkninger på flytrafikken sammen med Thor Havvindmøllepark (se afsnit 3.2.5) for uddybende information om projekterne/planerne):

- De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd
- Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan

Da flere havvindmølleparker i Nordsøen kan skabe yderligere forhindringer for flytrafikken, og dermed potentielt øge kollisionsrisikoen, turbulensrisikoen og påvirkningen af ind- og udflyvningsprocedurer, er den potentielle kumulative påvirkning for de listede planer og projekter vurderet i det nedenstående.

Det er i miljøkonsekvensvurderingerne for Vesterhav Nord og Syd vurderet, at der ingen påvirkning vil være på den civile flytrafik som følge af anlæg, drift og demontering af de to havvindmølleparker (WSP, 2020a; WSP, 2020b). Påvirkning på civil flytrafik fra Thor Havvindmøllepark er vurderet at være lille. Samlet set vurderes det derfor, at der vil være en lille kumulativ påvirkning af den civile flytrafik som følge af Thor Havvindmøllepark, Vesterhav Syd og Nord samt den udvidelse af havvind, som havplanen måtte indebære. Det er dog som tidligere nævnt Trafikstyrelsen, der giver den endelige vurdering af, om de fremtidige konkrete projekter vurderes at ville frembyde fare for luftrafikens sikkerhed.

Det er i miljøkonsekvensvurderingen for Vesterhav Nord vurderet, at der ikke vil være en påvirkning på de militære øvelsesflyvninger på trods af, at den kystnære havvindmøllepark er placeret inden for det militære øvelsesområde D 302 (WSP, 2020a). Dette skyldes, at møllerne er faste objekter, som er placeret samlet i et mindre område sammenlignet med hele Nordsøen. Udviklingszonerne for vedvarende energi udlagt i havplanen grænser op til, men

overlapper ikke, de militære øvelsesområder i Nordsøen. Eftersom Thor Havvindmøllepark kun overlapper perifert med øvelsesområde D 302, og at påvirkningen på de militære øvelsesområder i sig selv er vurderet til at være lille, vurderes den kumulative påvirkning fra Thor Havvindmøllepark og Vesterhav Nord på militære øvelsesområder ligeledes at være *lille*.

Eftersøgnings- og redningsaktioner vil med høj sandsynlighed ske med redningshelikoptere i lave højder. Det kan være nødvendigt at flyve mellem møllerne, hvor der kan være udfordringer for flyvningen på grund af turbulens og lokalisering af forulykkede med radar. Begge typer af udfordringer bliver større ved dårlige vejrforhold (Brown C. , 2005). De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Syd vurderes begge at have en lille påvirkning på eftersøgnings- og redningsaktioner i parkernes driftsfase. Hvis der etableres flere havvindmølleparker i udviklingszonen for vedvarende energi, som Thor Havvindmøllepark er en del af, kan dette yderligere påvirke sikkerheden for eftersøgnings- og redningsaktioner i Nordsøen. Den kumulative påvirkning på eftersøgnings- og redningsaktioner vurderes som værende *lille*, eftersom møllernes tilstedeværelse kan være til gene for aktionerne, men ikke forhindre dem.

19.9. Afværgeforanstaltninger

Afmærkning af havvindmølleparken med hindringslys, bemaling mv. vil blive foretaget i henhold til gældende regler. Typen af afmærkning bestemmes i samråd med Trafikstyrelsen, som en del af anmeldelsen af det endelige projekt, se afsnit 19.2.

Der vurderes på det foreliggende grundlag ikke at være behov for andre afværgeforanstaltninger.

19.10. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Der er ikke identificeret tekniske mangler eller behov for yderligere viden i relation til flytrafikken i området omkring Thor Havvindmøllepark.

Det bemærkes, at uanset gennemgangen af forhold i denne rapport skal det konkrete havvindmølleprojekt anmeldes til Trafikstyrelsen. Anmeldelse og sagsbehandling af havvindmølleprojekter skal fortages som beskrevet i afsnit 19.2.1.

20. Radar og radiokæder

Erfaringer fra andre havvindmølleparker viser, at radarer, luftfartsanlæg og radiokæder kan blive påvirket af skyggeeffekter og refleksioner fra havvindmøller. Havvindmøller kan påvirke skibs- og landbaserede radarsystemer samt radarer benyttet til overvågning af luftfartstrafikken. Årsagen til interferensen er møllernes strukturer, store højde og rotorbevægelser, som kan reflektere, forstyrre og skygge for radar- og radiosignalerne. Desuden kan signalerne for telekommunikation og datatransmission forringes, hvis havvindmøllerne placeres i sigtelinjer for radiokæder eller indenfor luftfartsanlægs respektområder.

20.1. Metode og datagrundlag

Der er gennemført en kortlægning af skibs- og landbaserede radarsystemer og flyradarer samt luftfartsanlæg og radiokæder anvendt til telekommunikation og datatransmission i området omkring Thor Havvindmøllepark.

Beskrivelsen af de eksisterende forhold er udført på baggrund af dataindsamling fra følgende relevante offentlige tilgængelige registre: Erhvervsstyrelsens frekvensregister, Retsinformation, Forsvaret, Danmarks Meteorologiske Institut og Erhvervsstyrelsens kort: plandata.dk. Desuden er betydende interessenter (Forsvaret og DMI) konsulteret for at afdække eventuelle konflikter.

Forsvaret har i forbindelse med 1. offentlighedsfase af den strategiske miljøvurdering af Planen for Thor Havvindmøllepark afgivet høringsvar (den 4. november og den 20. november 2020) vedr. havvindmølleparkens eventuelle påvirkninger på Forsvarets radaranlæg og radiokæder. Der er på foranledning af Forsvarets høringsvar udarbejdet en detaljeret analyse af påvirkningerne på Forsvarets nærliggende radarer og en vurdering af, hvilke afværgeforanstaltninger, der er nødvendige for at eliminere påvirkninger. Vurderingen og afrapporteringen er udarbejdet af Terma A/S, som er sikkerhedsgodkendt af Forsvaret, og er udført i henhold til Eurocontrol Guidelines (Terma A/S, 2021).

De indhentede oplysninger er benyttet til at beskrive mulige påvirkninger af radarsystemer og radiokæder, som følge af tilstedeværelsen af havvindmøller samt mulige afværgetiltag.

20.2. Regulering af radar og radiokæder

Lov om etablering af udbygget radarovervågning af Danmarks farvandsområder fra 2005 (LOV nr 533 af 24/06/2005) sikrer Forsvaret grundlaget for en udbygning og forbedring af Forsvarets kystradarsystemer. Aftaler omkring en potentiel påvirkning og mulige afværgeforanstaltninger i forhold til radarer er et anliggende mellem koncessionshaver og ejeren af radaren. Hvis en havvindmøllepark potentielt kan påvirke militære radaranlæg, som overvåger det danske farvand og luftrum, vil det være et politisk anliggende.

Der stilles krav til, at visse typer og størrelser af luftfartøjer og skibe skal have radarsystemer blandt andet til navigation, identificering og anti-kollisionssystem. Luftfarts- og søfartsområdet er omfattet af både nationale- og internationale regler som f.eks. EU-forordninger, hvori krav til radarsystemer indgår (Søfartsstyrelsen, 2022b; Trafikstyrelsen, 2022). Det er derfor relevant at vurdere, om disse radarsystemer bliver påvirket.

Gældende regler for radiokæder findes i bekendtgørelse af lov om radiofrekvenser fra 2016 (LBK nr 151 af 27/01/2021), som bl.a. fastsætter, hvordan der ansøges om tilladelse til brug af radiofrekvenser. Der er ingen lovgivning, der direkte sikrer radiokæder mod forstyrrelser, og der vil i tilfælde af, at havvindmølleparken forårsager påvirkninger, som kræver afværgeforanstaltninger, skulle indledes en dialog mellem koncessionshaver og ejer af

radiokæden. Hvis parterne ikke kan blive enige om en løsning, vil det i sidste ende være en domstol, som tager stilling (Energistyrelsen, 2020a).

20.3. Eksisterende forhold

20.3.1. Radaranlæg

Radare er en forkortelse for Radio Detection And Ranging. Anvendelsen af radar spænder bredt, bl.a. benyttes radarer til overvågning af luftrummet og skibstrafik, navigation, meteorologi og måleopgaver. Havvindmølleparker kan forstyrre radaranlæg, så der opstår refleksioner og skyggeeffekter, der kan resultere i upræcise, mangelfulde eller helt udeblevne registreringer.

Afstanden mellem en radar og en havvindmøllepark er bestemmende for, hvor stor påvirkningen fra havvindmølleparken vil være. Generelt gælder det, at når signifikante dele af en havvindmølle, f.eks. rotoren (vingerne), er over radarhorisonten, vil påvirkninger kunne forekomme. Jo tættere en havvindmølle er på et radaranlæg, jo større sandsynlighed er der for en uønsket påvirkning af radaren.

Desuden afhænger en påvirkning af faktorer såsom type af radarsystem og havvindmølleparkens layout. Den geografiske udbredelse og opstillingsmønster samt antal og dimensioner af møller er således definerende i forhold til, hvor meget en havvindmøllepark vil påvirke et radaranlæg.

Overordnet vil en havvindmøllepark kunne medføre dannelse af radarskygge bag møllerne, der bevirker, at bagvedliggende mål enten ikke detekteres eller kun kan følges dårligt, samt en refleksion af radarstråler i havvindmølle-tårne og vinger, hvilket kan give anledning til falske radarmål (falske ekkoer).

I forbindelse med etablering af havvindmølleparker er det vigtigt at undersøge, om der er radaranlæg i nærheden, hvilket gælder både militære og civile anlæg. I det følgende beskrives de forskellige radartyper, der potentielt kan blive påvirket af Thor Havvindmøllepark.

20.3.1.1. Forsvarets radaranlæg

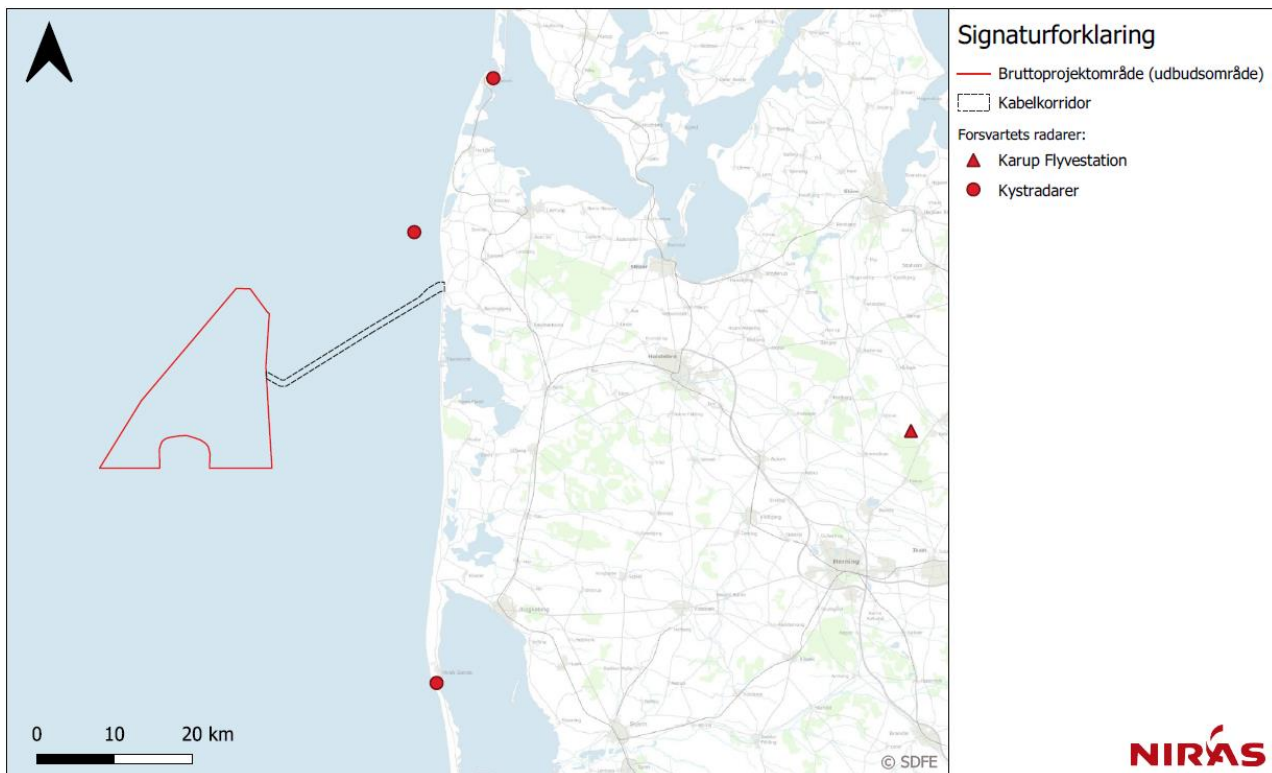
I Danmark foretager Forsvaret overvågning af det danske farvand og luftrum ved hjælp af radarer. Farvandsovervågningen ledes og koordineres af Forsvarets Operationscenter (Joint Operations Centre (JOC)) og løses i samarbejde med Søværnets forskellige centre og udkigsstationer. Overvågning af luftrummet og flyregistrering varetages af Flyvevåbnet.

Forsvarets farvandsovervågning støttes af to maritime overvågningscentre, der er placeret i Frederikshavn og på Bornholm, samt kystudkigsstationer, patruljeskibe og tre Vessel Traffic Service (VTS) centre placeret ved Storebælt, Øresund og Femern Bælt. Overvågnings- og VTS-centrene, der benyttes til overvågning af skibstrafikken, er således langt fra Thor Havvindmøllepark.

Thor Havvindmøllepark er placeret inden for radarhorisonten af Forsvarets radarer, der anvendes til farvandsovervågning og flyregistrering på dansk territorium. De potentielt berørte radarer omfatter fire af Forsvarets radarer; Kystradaren ved Thyborøn (Scanter 4000) og den planlagte nye kystradar ved Hvide Sande, gap-filler radaren installeret ved den kystnære havvindmøllepark Vesterhav Nord og Flyvestation Karups primære og sekundære radarer (Figur 20.1).

Disse radartyper vil alle potentielt blive påvirket af Thor Havvindmøllepark på grund af den relativt korte afstand mellem radarerne og havvindmølleparken. Påvirkninger indebærer refleksioner, blokeringer og ekkoer af radiosignalet, som resulterer i, at fly eller skibe "forsvinder" eller bliver fejlplaceret på radaren, når de befinder sig i og

omkring havvindmølleparken. De øvrige af Forsvarets kystradarer beliggende yderst ved den jyske vestkyst og dermed nærmest er Oksbøl og Hanstholm, der begge er af typen Scanter 2001, ligger hhv. ca. 75 km syd og 80 km nord for Thor Havvindmøllepark.



Figur 20.1: Kort over Forsvarets potentielt berørte radarer i forbindelse med Thor Havvindmøllepark. Bemærk, at punkterne kan afvige en anelse fra deres præcise placering.

20.3.1.2. Lufthavnsradarer

Til overvågning af flytrafikken i Danmark bruger lufthavnene to forskellige typer radarer: en primær radar og en sekundær radar.

En primær radar fungerer ved at en retningsbestemt antenne udsender en puls af radiobølger. Hvis bølgen rammer et objekt undervejs, reflekteres den som et ekko. Radarens modtager tager tid på, hvor længe en radiobølge er om at komme tilbage og derved kan objektets retning og afstand fra antennen beregnes og vises på radarskærmen. På primære radarer kan man ikke se, hvad der er opfanget af radarerne, blot at der er et objekt. De fleste store danske lufthavne har primære radarer, men benytter i praksis mest deres sekundære radarer til overvågning af flytrafikken. Desuden benytter f.eks. Aalborg Lufthavn såkaldte "multi radar tracks" leveret fra en fælles datakilde i København: ACC København (AIM, 2019).⁹

De sekundære radarer har en væsentligt længere rækkevidde end den primære radar og virker ved, at radarens retningsbestemt antenne sender et signal ud, som modtages af luftfartøjets transponder, som i dag findes på alle større fly. Transponderen sender en kode tilbage til radarens modtager, og ved hjælp af koden kan man

⁹ Multi radar tracks genereres ved en relativ ny teknologi kaldet Wide Area Multilateration (WAM). WAM anvender ikke klassiske roterende radarantener, men mange almindelige radioantener og modtagere, der er placeret forskellige steder i landet. Disse indsamler signaler fra flyenes transpondere og sender data til en central computer, der så beregner flyenes positioner til visning på flyveledernes radarskærme.

identificere hvert enkelt fly, samt retning og afstand til denne. Svaret fra transponderen kan desuden indeholde oplysninger om flyets højde mv.

Hvis vindmøller er indenfor en primær radars dækningsområde og er synlig for radaren, anbefales det, at der udføres særlige undersøgelser (simple assessment) med det formål at afklare, hvorvidt der skal indføres afværgeforanstaltninger. For sekundære radarer anbefales det derimod ikke at udføre nogen særlige undersøgelser, hvis vindmøllerne er placeret mere end 16 km fra den sekundære radar, uanset om vindmøllerne er synlige for radaren eller ej (Eurocontrol, 2014).

De eneste lufthavne i umiddelbar nærhed af projektområdet er Stauning Lufthavn og Midtjyllands lufthavn, der ligger hhv. 46 km sydvest og 82 km vest fra projektområdet. Der er dog ingen radaranlæg tilknyttet Stauning Lufthavn. Lufthavnsområdet for Midtjyllands Lufthavn deles med den militære Flyvestation Karup, som varetager radar-dækning og overvågning. Rækkevidden af flyvestationens primære og sekundære radar er ikke kendt. Som beskrevet indledningsvist, har der været afholdt møder med Forsvaret om projektets påvirkning af deres radarer og mulige afværgeforanstaltninger (se afsnit 20.1).

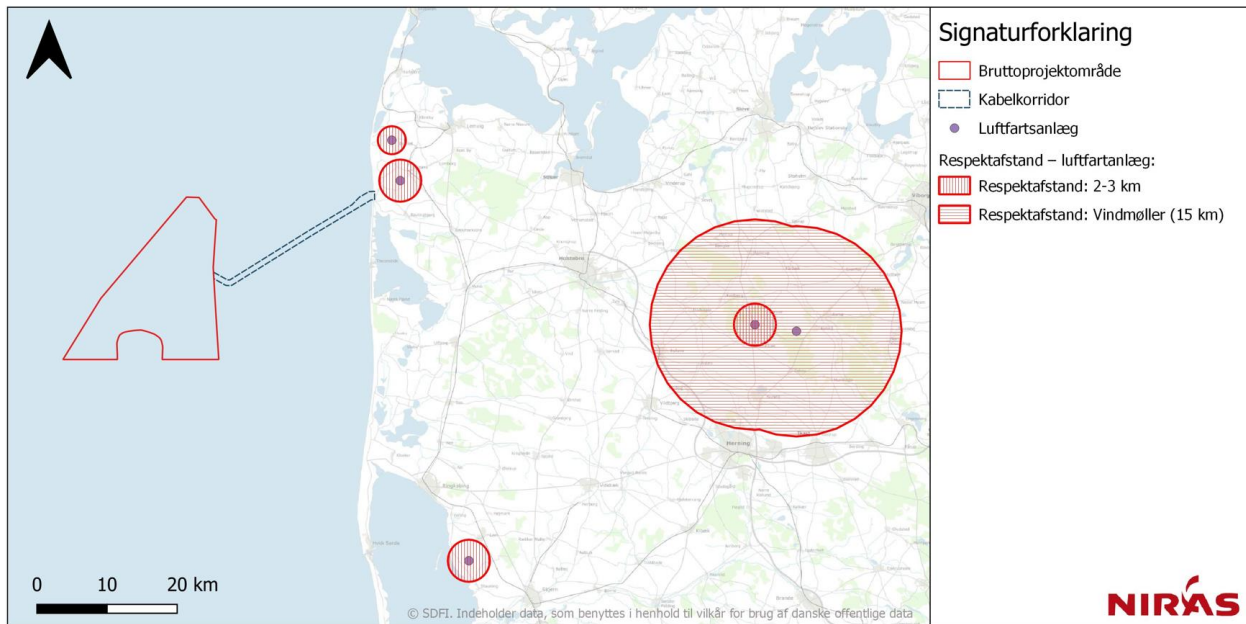
20.3.1.3. Luftfartsanlæg

Der er rundt om i Danmark opstillet en række radarer og andre luftfartsanlæg, som luftfartøjer og flyveledelse benytter sig af. Det drejer sig om kommunikationsanlæg, navigationsanlæg og overvågningsanlæg. Funktionaliteten af disse anlæg kan, som ved tidligere nævnte radaranlæg, blive påvirket ved f.eks. opførelse af bygninger, høje master eller vindmøller. En forstyrrelse af et luftfartsanlæg kan påvirke flyvesikkerheden.

Til størstedelen af landets luftfartsanlæg er der defineret respektafstande for anlæg og byggeri på op til 3 km og for vindmøller på 15 km (Plandata.dk, 2022b). Langt de fleste luftfartsanlæg ejes af Naviair, som er en selvstændig offentlig virksomhed ejet af den danske stat ved Transportministeriet. Forsvaret har også enkelte luftfartsanlæg i drift. Ved planlægning af byggeri og anlæg samt vindmøller indenfor de angivne respektafstande skal ejeren af anlægget, f.eks. nærmeste flyveplads, kontaktes (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2020).

Nærmeste luftfartsanlæg i forhold til Thor Havvindmøllepark findes i området nord for Nissum Fjord, hvor der er placeret to luftfartsanlæg (Figur 20.2). Det nordligste af disse anlæg er COM site Bovbjerg, der har en respektafstand på 2 km. Det andet luftfartsanlæg er Ramme VOR/DME,¹⁰ der har en respektafstand på 3 km. Selve anlæggene ligger mere end 27 km fra havvindmølleparken og mere end 23 km fra respektafstandszonen.

¹⁰ Ramme VOR/DME fremgår på Plandata.dk, men Ramme VOR findes ikke mere (AIP Danmark, 2022). Kun DME-funktionen fra RAMME VOR/DME vil blive videreført, hvor DME'en har en respektafstand på 3 km (DME=Distance Measuring Equipment. VOR=Very high frequency Omnidirectional Radio range), og vindmøllerespektafstanden på 15 km eksisterer derfor ikke længere.



Figur 20.2: Oversigt over nærmeste luftfartsanlæg og tilhørende respektzoner i forhold til Thor Havvindmøllepark.

20.3.1.4. Mobile radarer på skibe og fly

Mobile radarer på skibe anvendes på mange skibe til navigation og med henblik på at undgå kollisioner. Særligt under forhold med lav sigtbarhed (nat, tåge, nedbør mv.) eller i uvejrsituationer anvendes skibsradarer som vigtigt navigationsværktøj. Der er udarbejdet en separat sejl sikkerhedsrapport, herunder risikovurderinger i forhold til for eksempel skibskollisioner, som led i planlægningen af Thor Havvindmøllepark samt en sejladsrisikoanalyse for projektet for Thor Havvindmøllepark (Rambøll, 2021h; Rambøll, 2022).

Forundersøgellesområdet for Thor Havvindmøllepark ligger i kort afstand til trafikerede skibsruter i Nordsøen. Den etablerede sejlroute 1 strækker sig umiddelbart vest for forundersøgellesområdet, mens sejlroute 2 går igennem forundersøgellesområdet. Sejlroute 1 benyttes overvejende af store tank- og lastskibe (>100 m), mens sejlroute 2 benyttes af lidt mindre lastskibe samt fiskefartøjer og andre skibe (Rambøll, 2021h; Rambøll, 2022). Der henvises til kapitlet vedrørende sejlads sikkerhed (kapitel 18) for yderligere detaljer om sejlads i området.

Fastvingede fly og helikoptere kan have radarer om bord (mobile radarer). Flyenes radar anvendes i høj grad til at vise uønskede vejr fænomener og anvendes mest til at undgå at flyve ind i disse.

20.3.1.5. Meteorologiske radarer

Havvindmølleparker, der er placeret i nærheden af meteorologiske radarer, kan give anledning til falske ekkoer, der kan fejltolkes som vejr fænomener som regn/sne eller tordenvejr.

Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) har fem radarer fordelt ud over Danmark. Radarerne er placeret på jordoverfladen og inden for en rækkevidde af 240 km (af hver radar) er hele Danmark dækket flere kilometer op i atmosfæren. Radarerne er placeret på Stevns, i Sindal, i Virring, på Rømø og på Bornholm og kan ses på Figur 20.3.



Figur 20.3: Placeringen af DMI's fem vejrradarer med angivelse af rækkevidden på 240 km, inden for hvilken atmosfæren under 1 kilometers højde kan observeres (DMI, 2022).

Thor Havvindmøllepark ligger inden for rækkevidden af de tre nærmeste vejrradarer Rømø, Virring og Sindal. Den nærmeste meteorologiske radar er den, der er placeret på Rømø, som ligger mere end 120 km fra havvindmølleparken.

20.3.2. Radiokæder

En radiokæde er en dataforbindelse mellem to positioner. Radiokæder benyttes til telekommunikation og data-transmission af f.eks. radio- og TV-signaler på samme måde som kabelnettet. Det er et godt alternativ til f.eks. kabler, særligt hvor kabelføring er vanskelig på grund af landskabet, bymæssig bebyggelse eller over vand. Radiokæder benyttes typisk af mobiloperatører eller af firmaer, der tilbyder bredbånd til overførsel af data.

For at en radiokædeforbindelse kan fungere optimalt kræves det, at der er direkte sigt mellem to antenner. Potentielle påvirkninger på radiokæder fra havvindmøller omfatter således blokering eller refleksion af radiosignal i havvindmølleårne og vinger. Det anbefales, at der som minimum er 200 m fra en havvindmølle eller andre forhindringer til en sigtelinje for en radiokædeforbindelse, for at undgå indvirkning på radiokædeforbindelsen.

Fra Energistyrelsens Frekvensregister er der lavet et udtræk for radiokæder i projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Energistyrelsen, 2022d). Indenfor området eller i en afstand af 200 meter fra havvindmølleparken er der ikke identificeret udstedelse til punkt-til-punkt radiokæder eller fladedækning.

20.3.3. Andet radarlignende navigationsudstyr

Der eksisterer andre moderne radarlignende systemer til brug for navigation af skibe og fly, hvoraf de to mest anvendte gennemgås nedenfor.

Et udbredt system til marin navigation af skibe er Automatisk Identifikations System (AIS), der siden indførelsen af radar har undergået den mest markante udvikling inden for sejladsikkerhed. På grund af de store sikkerhedsmæssige fordele ved AIS, har denne teknologi siden 2002 været obligatorisk i hele verden for alle passagerskibe, færger og fartøjer på over 300 bruttotons og er i dag også et krav for mindre erhvervsfartøjer som f.eks. fiskefartøjer.

Automatisk Identifikations System (AIS) anvender en transponder, der kendes fra radartechnologien og anvendes globalt. AIS er udviklet til at give skibe og kyststationer et præcist værktøj til at lokalisere og identificere hinanden. En AIS transponder bruger VHF radio og GPS-teknologi til at kommunikere med andre nærliggende skibe. Den sender med korte intervaller oplysninger om skibets position, hastighed og kurs. Teknologien er uafhængig af klassiske radarer, men kan tilbyde lignende egenskaber og endda forbedre et radarbillede, hvis en radar allerede er monteret på fartøjet. AIS genererer et globalt radarlignende billede, der kan ses offentligt på internettet (marinetraffic.com).

Et lignende system anvendes til navigation og overvågning af fly, og går under betegnelsen ADS-B (Automatic Dependent Surveillance–Broadcast). ADS-B anvender ligeledes transpondere, der sender radiotransmitterede oplysninger ud, som kan opfanges på land og af satellitter. Systemet anvendes globalt overalt i verden af fly, og kan lige som AIS, følges på internettet (flightradar24.com).

20.4. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

Potentiel påvirkning af radaranlæg og radiokæder i anlægsfasen skyldes tilstedeværelse af høje arbejdsfartøjer såsom kraner, der kan forstyrre radaranlæg og deres registreringer. Efterhånden som havvindmølleparken anlægges, vil påvirkningen langsomt øges og når vindmøllerne er rejst, vil den svare til påvirkningerne i driftsfasen. Der er derfor ikke foretaget yderligere vurderinger af anlægsfasen, men der henvises i stedet til vurderinger af påvirkningerne i driftsfasen.

20.5. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

Potentielle påvirkninger af radaranlæg i driftsfasen skyldes tilstedeværelsen af havvindmøllerne og møllevingernes rotation. Eventuelle forstyrrelser optræder oftest på radarskærmen som refleksioner, skyggevirksomhed, upræcis registrering eller mangelfuld eller helt udebleven registrering.

Det er primært havvindmølleparkens areal og antal vindmøller, der er afgørende for, hvor stor en påvirkning vindmøllerne har på radaranlæggene. Dog afhænger påvirkningen af radarsignalerne også af afstanden mellem vindmøllerne, så jo tættere vindmøllerne står, jo større interferens og flere skygger kan vindmøllerne skabe, og dermed er det vanskeligere at detektere fartøjer mellem vindmøllerne vha. radarer.

20.5.1.1. Forsvarets radaranlæg

Forsvarets Ejendomsstyrelse har i forbindelse med 1. offentlighedsfase af den strategiske miljøvurdering af Planen for Thor Havvindmøllepark vurderet, at placeringen af havvindmøllerne kan påvirke Forsvarets radarer, herunder Forsvarets kystradarer. Påvirkningerne kan være af et sådant omfang, at der kan være behov for afværgeforanstaltninger, såsom justeringer, ombygninger eller etablering af nye gap-filler radaranlæg.

Der er på foranledning af Forsvarets høringssvar fra den strategiske miljøvurdering af Planen for Thor Havvindmøllepark udarbejdet en detaljeret analyse af påvirkningerne på Forsvarets nærliggende radarer og en vurdering af, hvilke afværgeforanstaltninger der er nødvendige for at eliminere påvirkninger. Vurderingen og afrapporteringen er udarbejdet af Terma A/S, som er sikkerhedsgodkendt af Forsvaret, og er udført i henhold til Eurocontrol Guidelines.

Analysen blev i 2021 udført for den overordnede plan for Thor Havvindmøllepark med udgangspunkt i fire worst-case scenarier. Det blev i rapporten, udarbejdet af Terma A/S, konkluderet, at der er behov for at installere op til to gap-filler radarer. Efter Thor Wind Farm I/S har fastlagt det konkrete projekt for Thor Havvindmøllepark, har Forsvaret efterfølgende vurderet, at der med det planlagte opstillingsmønster og den valgte vindmøllestørrelse, der indgår i denne miljøkonsekvensrapport, ikke vil være behov for at opdatere Terma A/S's rapport (Terma A/S, 2021). Thor Wind Farm I/S har accepteret de af Forsvarsministeriets stillede krav, som udmønter sig i etablering af to maritime gap-filler overfladevarslingsradarer. De to radarer vil blive etableret på to dertil designede møllefundamenter. Forsvaret vil således ikke stille yderligere krav i forhold til undersøgelser eller analyser til miljøkonsekvensvurderingen, da de nødvendige afværgetiltag efter Forsvarets anvisninger og tekniske kravspecifikationer i forbindelse med etablering af Thor Havvindmøllepark vil blive indført. Udgifter til afværgeforanstaltningerne afholdes af koncessionshaver.

Med indførelse af de nødvendige afværgeforanstaltninger vurderes der ikke at være en væsentlig påvirkning på Forsvarets radaranlæg.

20.5.1.2. Lufthavnsradarer

Havvindmølleparken ligger ikke indenfor lufthavns radarrækkevidde, og der vil derfor ikke være en påvirkning på lufthavns radarer. Midtjylland Lufthavns (Karup Flyvestation) radardækning varetages af Forsvaret og indgår derfor i ovenstående afsnit 20.5.1.1 om Forsvarets radaranlæg.

20.5.1.3. Luftfartsanlæg

Det vurderes, at der ikke vil være en påvirkning af luftfartsanlæg i driftsfasen, da Thor Havvindmøllepark er placeret langt fra nærmeste anlæg (>27 km) og anlæggenes tilhørende respektzoner (>24 km).

20.5.1.4. Mobile radarer på skibe og fly

Skibe

De mobile radarsystemer, der benyttes til navigation på civile skibsfartøjer, kan påvirkes på samme vis som de stationære systemer. Skyggevirksomhed fra en havvindmøllepark kan forringe radarbilledet på skibe og dermed eventuelt forøge sandsynligheden for kollision med andre skibe. Der findes på nuværende tidspunkt ingen særlige risikoreducerende tiltag at implementere, men viden på området er i løbende udvikling (Melvin, 2022). Påvirkningen på skibes mobile radarsystemer er dog primært relevant for de skibe, der befinder sig lokalt i området omkring Thor Havvindmøllepark. Radar er midlertidig ikke skibenes eneste navigationsmulighed, men et supplement til f.eks. AIS, og det vurderes på den baggrund, at der vil være en lille påvirkning af de civile skibes radarsystemer fra havvindmølleparken (Melvin, 2022). Sejladsikkerhed er yderligere gennemgået i den tekniske rapport for sejladsrisikoanalysen (Rambøll, 2022) og i kapitel 18 i nærværende miljøkonsekvensrapport.

Fly

Lavtgående luftfartøjer, som helikoptere, der har radar, vil formodentligt kunne se en havvindmøllepark på radarskærmen. Det vurderes ikke at civile fly har problemer mht. kollisionsfare med en havvindmøllepark, idet de skal navigere visuelt og havvindmølleparken skal være afmærket både dag og nat med særlig maling og hindringslys (se afsnit 4.8.1). Der vurderes derfor ikke at være en påvirkning på flys mobile radarer. Vurdering af flytrafik og sikkerhed er behandlet i kapitel 19 om flytrafik.

20.5.1.5. Meteorologiske vejrradarer

Havvindmølleparken anlægges indenfor rækkevidden af DMI's vejrradarer, og det kan derfor ikke afvises, at der kan forekomme støj på radarsignalet under særlige vejrforhold (DMI, 2022). Da havvindmølleparken ligger langt

(>120 km) fra nærmeste vejrradar (Rømmø), vurderer DMI, at arbejdsfartøjer og havvindmøller ikke vil påvirke vejrradarerne væsentligt og at der ikke er behov for en yderligere analyse af påvirkningen (DMI, 2022).

20.5.1.6. Radiokæder

Der er ikke kortlagt radiokæder i nærheden af Thor Havvindmøllepark. Havvindmøllerne placeres i en afstand på mere end 200 meter fra nærmeste udstedt tilladelser til punkt-til-punkt radiokæder eller fladedækning, og der vurderes derfor ikke at være en påvirkning på radiokæder.

20.5.2. Andet radarlignende navigationsudstyr

Som beskrevet i afsnit 20.3.3, anvender systemerne for andet radarlignende udstyr til overvågning og navigation af skibe (AIS - Automatisk Identifikations System) og af fly (ADS-B: Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) delvis satellitter til radiotransmission. Det er på nuværende tidspunkt ikke kendskab til, om en havvindmøllepark kan forstyrre disse systemer, og hvilken betydning det i så fald vil have, idet systemerne anvender både jordstationer og satellit til kommunikation. Det er dog beskrevet, at ADS-B og multilateration WAM kan afhjælpe eventuelle problemer med radardækning for luftfarten, idet de anvender flere sensorer (Eurocontrol, 2014; Pagepower.com).

Med afsæt i, at AIS og ADS-B systemerne har været benyttet i mange år og at vindmøllers eventuelle indvirkninger på systemerne ikke fremgår at være velundersøgte eller dokumenteret, efterlader det en indikation om, at indvirkninger ikke er problematiske eller forstyrrende og at behovet for afklaring af emnet dermed ikke er til stede.

20.6. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

Havvindmølleparkens potentielle påvirkninger i forhold til demontering vil være dækket af beskrivelserne af påvirkningerne i anlægs- og driftsfasen.

Ved demontering vil havvindmøllerne blive nedtaget, og aktiviteterne vil i relation til påvirkning af radarer og radiokæder være sammenlignelige med aktiviteterne i anlægsfasen. Så længe der står vindmøller i området, vil der være påvirkninger svarende til dem, der er beskrevet under driftsfasen.

Da der i driftsfasen er gennemført afværgeforanstaltninger til afbødning af virkningerne på Forsvarets radaranlæg, vil der *ingen* påvirkninger være under demonteringsfasen.

20.7. Sammenfattende vurdering

Thor Havvindmøllepark vil kunne forstyrre signaler på radarer, der anvendes til forskellige formål. Danske radaranlæg omkring Thor Havvindmøllepark er undersøgt i forhold til påvirkning fra havvindmøllerne. De nærmeste radarer i forhold til projektområdet for Thor Havvindmøllepark er Forsvarets radarer ved Thyborøn (kystradar), Hvide Sande (ny planlagt kystradar), gap-filler radaren installeret ved Vesterhav Nord og Flyvestation Karups primære og sekundære radarer. Radarerne bruges til farvandsovervågning og flyregistrering (kun Karups radar).

Vurderingerne, der er foretaget, er samlet gældende for havvindmølleparkens tre faser, dvs. anlægs-, drifts- og demonteringsfasen (se afsnit 20.4 og 20.6 for redegørelse herfor). Ved vurdering af påvirkning af Forsvarets radar-systemer og DMI's vejrradarer anvendes termene for miljøpåvirkning i Tabel 3.1 ikke. Der skelnes alene mellem om påvirkningen vil være væsentlig og dermed kræve afværgeforanstaltning eller om den vil være ikke væsentlig og ikke kræve afværgeforanstaltning.

Havvindmølleparken kan medføre, at Forsvarets kystradars evne til at opfange skibe forringes. Det er i analyse udført af Terma A/S vurderet, at der vil være behov for, at der opstilles nye radaranlæg (såkaldte 'gap-fillere'), som afværgeforanstaltninger for Thor Havvindmøllepark, og Thor Wind Farm I/S har accepteret de af

Forsvarsministeriets stillede krav, som udmønter sig i etablering af to maritime gap-filler overfladevarslingsradarer. Da påvirkningen af militære radaranlæg afværges, vurderes effektiviteten af Forsvarets radarovervågning ikke at blive påvirket væsentligt som følge af Thor Havvindmøllepark.

Påvirkningen på civile lufthavnsradarer er vurderet til at være *ingen* og dermed *ikke væsentlig*, da der ikke er luft-havne med radardækning i nærheden af havvindmølleparken. I de givne afstande fra projektområdet for Thor Havvindmøllepark vurderes DMI's radarer ikke at blive påvirket væsentligt.

Mobile skibsradarsystemer til navigation på skibe i området omkring Havvindmølleparken vil blive påvirket af en havvindmøllepark tilsvarende overvågningsradarerne på land. Påvirkningen vurderes at være *lille* og dermed *ikke væsentlig*. Sejladsikkerheden i området som følge af Thor Havvindmøllepark er beskrevet i kapitel 18 om sejlads.

20.8. Kumulative effekter

Den samlede radarovervågning af både søterritoriet og luftrummet over dansk territorium kan potentielt blive forringet af mange møller.

Radiokæder behandles ikke i nærværende afsnit om kumulative effekter, da der ikke er kendskab til, at der findes punkt-til-punkt radiokæder eller fladedækning ude omkring Thor Havvindmøllepark og den resterende danske del af Nordsøen.

For radarovervågning er følgende projekter og planer vurderet at være relevante at behandle til vurdering af kumulative påvirkninger for Thor Havvindmøllepark:

- De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd
- Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan

Vindmøller på land vurderes ikke at give anledning til kumulative effekter sammen med Thor Havvindmøllepark, hverken på civile eller militære radarsystemer, og behandles derfor ikke yderligere.

20.8.1. Vesterhav Syd og Vesterhav Nord

Vesterhav Syd og Vesterhav Nord anlægges i løbet af 2023 og starten af 2024. Driften af disse to havvindmølleparker vil overlappe med anlægsfasen for havanlæg til Thor Havvindmøllepark (medio 2024-2026), og de tre havvindmølleparker vil være i drift på samme tid fra forventeligt 2027.

I miljøkonsekvensrapporten for Vesterhav Syd er det konkluderet, at der ingen påvirkning er på stationære civile eller militære radaranlæg i anlægs-, drifts og demonteringsfasen af havvindmølleparken grundet den store afstand mellem eksisterende radaranlæg og havvindmølleparken (Vattenfall, 2022a).

I miljøkonsekvensrapporten for Vesterhav Nord er det konkluderet, at der ingen påvirkning er af radarsystemer, der benyttes til navigation på civile skibsfartøjer i anlægsfasen, og at denne påvirkning i driftsfasen vil være mindre, da skibe har andre navigationsmuligheder. Påvirkninger på øvrige civile radaranlæg er vurderet ikke at være relevante for Vesterhav Nord pga. den store afstand mellem disse anlæg og havvindmølleparken (Vattenfall, 2022b).

For militære radaranlæg, er der indført afværgetiltag efter Forsvarets anvisninger i forbindelse med etablering af Vesterhav Nord. Idet påvirkningen fra Vesterhav Nord af det militære radaranlæg i Thyborøn afværges, vurderes effektiviteten af Forsvarets radarovervågning ikke at blive påvirket, og dermed er der ingen påvirkning i anlægs-, drifts- og demonteringsfasen fra Vesterhav Nord.

I forbindelse med opførelsen af Thor Havvindmøllepark vil der ligeledes blive etableret afværgeforanstaltninger efter aftale med Forsvaret for militære radaranlæg (afsnit 20.9). Med indførelse af nødvendige afværgetiltag, er det isoleret set for Thor Havvindmøllepark og Vesterhav Nord, vurderet ikke at være en påvirkning på Forsvarets radarovervågning. En kumulativ effekt i forhold til påvirkningen på militære radaranlæg fra Thor Havvindmøllepark og Vesterhav Nord vurderes derfor ikke at være væsentlig, idet der gennemføres de nødvendige afværgeforanstaltninger til at afbøde påvirkninger på militære radaranlæg på både Thor Havvindmøllepark og den kommende havvindmøllepark Vesterhav Nord.

Der vurderes ikke at være kumulative virkninger på civile radarsystemer fra Vesterhav Nord og Syd og Thor Havvindmøllepark, da påvirkningerne isoleret set er vurderet mindre eller ingen for de enkelte havvindmølleparker, og idet der er lang afstand (>20 km) mellem parkerne.

20.8.2. Udviklingszoner for vedvarende energi (Ev) og for vedvarende energi og energigør (Ei)

Der foreligger planer om at opstille endnu flere havvindmøller i Nordsøen, jf. samt Udviklingszoner for vedvarende energi (Ev) og udviklingszoner for vedvarende energi og energigør (Ei) (Danmarks Havplan), men der foreligger endnu ikke godkendelser/tilladelser til planer eller projekter, og eventuelle miljøpåvirkninger herfra er derfor ukendte. Det kan af denne grund ikke afvises, at der kan opstå en kumulativ effekt fra Thor Havvindmøllepark og andre fremtidige havvindmølleparker og energigør i Nordsøen.

Risikoen vil være størst for havvindmølleparker inden for samme udviklingszone som Thor Havvindmøllepark (området er også kaldet Nordsø 1 i Energistyrelsens seneste finscreening af havarealer til havvind (COWI, 2022b)), der eventuelt vil blive placeret i umiddelbar tæt afstand til Thor Havvindmøllepark. Kumulative påvirkninger vil afhænge af valg af havvindmøller (størrelse, højde), placering, opstillingsmønstre mv. Analyser og vurderinger af kumulative påvirkninger på radaranlæg samt eventuelle nødvendige tiltag til etablering af afværgeforanstaltninger bør udføres, når konkrete planer- og projektforslag for fremtidige havvindmøller foreligger. Det forventes, at eventuelle kumulative effekter på den militære radarovervågning kan afbødes ved hjælp af afværgeforanstaltninger, så Forsvarets overvågning ikke vil blive påvirket i væsentlig grad.

20.9. Afværgeforanstaltninger

Etablering af Thor Havvindmøllepark vil påvirke flere af Forsvarets radaranlæg. Det er derfor nødvendigt at gennemføre afværgeforanstaltninger med henblik på at reducere påvirkningerne mest muligt. Som beskrevet indledningsvist og i vurderingerne i kapitlet, har Forsvaret vurderet, at der vil være behov for afværgeforanstaltninger for en række af Forsvarets radaranlæg. Afværgeforanstaltningerne omfatter opstilling af op til to nye radaranlæg (såkaldte 'gap-fillere'). Den endelige udformning og fastlæggelse af afværgeforanstaltningerne kræver en nærmere teknisk analyse og forhandling mellem ejerne af påvirkede radaranlæg (Forsvaret) og ejeren af Thor Havvindmøllepark, Thor Wind Farm I/S.

20.10. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Vurderingerne i denne rapport er baseret på erfaringer fra tilsvarende vindmølleparker samt dialog med Forsvaret og DMI. Der foreligger således et godt grundlag for det videre arbejde med at få fastlagt de endelige teknikaliteter af afværgeforanstaltninger. Dette kræver en nærmere teknisk analyse, og forhandling mellem ejerne af påvirkede radaranlæg og ejeren af Thor Havvindmøllepark, Thor Wind Farm I/S, for at fastlægge de endelige afværgeforanstaltninger. Det vurderes, at alle de beskrevne påvirkninger kan afbødes, uden at det nuværende niveau for overvågning og sikkerhed bliver væsentligt nedsat.

21. Emissioner og klima

I dette kapitel er emissioner af luftforurenende stoffer og drivhusgasser i anlægs-, drifts- og demonteringsfasen af Thor Havvindmøllepark kortlagt, og emissionernes virkning på klimaet og luftkvalitet vurderet.

Emissioner af luftforurenende stoffer, såsom NO_x, SO₂ og PM-10 og PM-2,5, er afledt af det nødvendige materiale- og energiforbrug i anlægs-, drifts- og demonteringsfasen og kan potentielt påvirke luftkvaliteten lokalt. Under projektets tre faser vil der også ske udledning af drivhusgasser, bestående primært af CO₂, N₂O og CH₄. Drivhusgasemissioner stammer fra produktionen af materialer til hovedkomponenterne, herunder havvindmøller og fundamenter, søkablerne og transformerplatformen samt fra den nødvendige skibstrafik i forbindelse med anlæg, drift og demontering.

21.1. Metode og datagrundlag

Luftforurening er et kompliceret resultat af udledning, spredning i luften og kemiske og fysiske omdannelser i atmosfæren. Emission af NO_x, SO₂ og PM-partikler fra lave kilder (f.eks. skibs- og vejtrafik og lokal boligopvarmning) kan give anledning til væsentlig lokal luftforurening med en helbredsskadelig effekt. På baggrund af erfaringer fra andre havvindmølleparker indgår emissioner af NO_x (en samlet betegnelse for kvælstofoxiderne NO og NO₂), SO₂ (svovldioxid) og PM10-partikler i beregningen.

CO₂ eller kuldioxid er en gasart, der dannes ved ånding og forbrænding. Afbrænding af fossile brændstoffer bidrager til et forøget CO₂-indhold i atmosfæren. Stigende CO₂-koncentrationer i atmosfæren, sammen med øvrige drivhusgasser, er den væsentligste årsag til global opvarmning med tilhørende risiko for klimaforandringer. Drivhusgasudledninger har således primært betydning i det globale perspektiv. I indeværende rapport betragtes emissioner af drivhusgasser, angivet som CO₂-ækvivalenter (CO₂-e) (sum af CO₂, metan, lattergas etc.), der bidrager til globale ændringer i klimaet.

I anlægsfasen vil emissioner til luft primært opstå fra produktion af materialer til anlæggets komponenter (afsnit 21.1.1) samt i forbindelse med drift af fartøjer og helikoptere anvendt til anlægsarbejdet (afsnit 21.1.2). Ligeledes vil emissioner fra driftsfasen primært afhænge af transportarbejde ved service og vedligeholdelse af vindmølleparken (afsnit 21.1.2). Den i driftsfasen producerede strøm, erstatter forbrænding af fossile brændstoffer på kraftværker, hvorved emissionen af drivhusgasser fra kraftværkerne vil blive reduceret i løbet af vindmølleparkens driftstid (afsnit 21.1.3). Under demonteringsfasen vil emissioner opstå fra skibstrafik i forbindelse med nedtagningsarbejdet i projektområdet for Thor Havvindmøllepark (afsnit 21.1.2). Der regnes ikke på undgåede drivhusgasudledninger ved nedtagning, genbrug eller genanvendelse af havvindmølleparken komponenter, på grund af den store usikkerhed forbundet med fremtidens demonterings- og genanvendelsesmuligheder.

De eksisterende forhold beskrives ud fra det nationale overvågningsprogram *Luftkvalitet 2019: Status for den nationale luftkvalitetsovervågning i Danmark* (DCE, 2021a) samt den generelle luftkvalitet i Danmark, og beskriver klimats tilstand, nationale og internationale klimamålsætninger mht. reduktion af drivhusgasser samt generelle klimamål for de kommende årtier. Vurderingen af påvirkningen fra projektet tager udgangspunkt i materialeforbrug i anlægs- og driftsfasen, samt energiforbrug under anlægs-, drifts- og demonteringsfasene. Anlæggets forventede energiproduktion i driftsfasen indgår også i vurderingen.

21.1.1. Produktion af materialer

Som baggrund for vurderingen er der anvendt opgørelser af det forventede materialeforbrug for 72 stk. 14 MW havvindmøller samt monopælfundamenter, en transformersplatform, 205 km inter-array kabler og 60 km (2x 30 km) ilandføringskabler (se kapitel 4).

CO₂-e udledninger forbundet med udvinding, fremstilling og transport af råmaterialer, såsom stål, kobber, aluminium, støbejern, glasfiber og beton, indgår i beregningerne, da drivhusgasser har en grænseoverskridende geografisk udbredelse. Emissioner af luftforurenede stoffer fra materialeproduktion er ikke inkluderet, da de hovedsagelig har en lokal udbredelse, og det vides ikke præcis, hvor produktionen finder sted. Materialeforbruget ved vedligeholdelse af Thor Havvindmøllerpark vil være så begrænset, at de afledte emissioner vurderes at være ubetydelige i forhold til projektets øvrige faser, derfor indgår de ikke i beregningerne.

Beregning af CO₂-e fra materialer til hovedkomponenter er baseret hovedsageligt på emissionsfaktorer i Ecoinvent-databasen i SimaPro (Ecoinvent 3.8 Substitution, consequential, long-term, 2022), som er en anerkendt database i forbindelse med livscyklusvurderinger. Emissionsfaktoren for grønt stål, som anvendes til 50% af mølletårnene som et CO₂-reducerende tiltag, er baseret på oplysninger fra bygherren (RWE, 2023).

Der vil være usikkerheder forbundet med afstanden for leverancer af materialer fra produktionsstedet, med henblik på at indarbejde CO₂-e-udledninger fra transport af materialer. Derfor er transportafstandene generelt opgjort ud fra en konservativ betragtning, om at materialerne leveres fra enten et globalt, europæisk, eller et dansk marked. Desuden indregnes afskrivning af kapitalgoder, dvs. andelen af slitage af maskiner, som etableringen af Thor Havvindmøllepark fører til igennem eksempelvis fremstilling og transport af materialer.

Hovedmaterialerne, deres antaget oprindelse og emissionsfaktorerne anvendt til beregning af CO₂-e-udledninger forbundet med materialeforbrug er angivet i Tabel 21.1.

Tabel 21.1: Emissionsfaktorerne anvendt til beregning af CO₂-e-udledninger forbundet med materialeforbrug under anlægsfasen.

Materialer	Oprindelse	Kg CO ₂ -e / ton materiale
Stål	Global	3.216
Armeringsstål	Global	3.557
Grønt stål	Europa	700
Kobber	Europa	11.832
Støbejern	Global	2.960
Aluminium	Europa	20.276
Beton	Europa	629
Glasfiber	Danmark	4.675
Polyethylene	Europa	3.143
Bly	Europa	1.440
Sten	Norge	6
Mørtel	Europa	45
Olie	Europa	1.447

Til beregning af CO₂-e emissioner forbundet med leverancer af materiale er transport afstande opgjort som 18.500 km til søs for globale markeder, 800 km for europæiske markeder (svarende til 300 km til søs og 500 km på land) og 200 km landbaseret transport for Danmark. Det antages, at sten transporteres ca. 600 km til søs. Emissionsfaktorer angives som kg CO₂-e pr. ton-kilometer og baseres på Ecoinvent-databasen i SimaPro (Ecoinvent 3.8 Substitution, consequential, long-term, 2022). Emissionsfaktorer for transport af materiale er vist i Tabel 21.2.

Tabel 21.2: Emissionsfaktorer til beregning af CO₂-e emissioner forbundet med transport af materiale.

Transport enhed	Kg CO ₂ -e / ton pr. km
Lastbil, 16–32 ton (EURO5 klasse)	0,1708
Containerskib	0,0096

Idet emissioner af drivhusgasser fra produktionen af komponenter baseres på estimerede mængder af materialer og emissionsfaktorer fra forskellige markeder, og da det ikke vides præcis, hvor produktionen vil finde sted, vil resultaterne være behæftet med en vis usikkerhed. På trods af denne usikkerhed, vurderes det, at de faktiske emissioner vil være i den estimerede størrelsesorden.

21.1.2. Emissioner fra fartøjer og helikoptere

Beregning af emissionen af luftforurenende stoffer og CO₂-e udledt fra brug af marine fartøjer er foretaget med udgangspunkt i den tekniske projektbeskrivelse (**bilag 2**) og forudsætninger for fartøjernes kapacitet, motorstørrelse og brændstoftype. Det forudsættes, at samme flåde af fartøjer varetager alle installationsopgaver, og, at vedligehold og service, samt nedtagning af havvindmølleparken vil ske ved samme type af fartøjer der bruges til installationsopgaverne (se afsnit 4.4).

Emissioner forbundet med anvendelse af fartøjer beregnes som:

$$Emission = Emissionsfaktorer * Load Factor * kWh$$

Emissionsfaktorerne for NO_x og PM₁₀ baseres på en undersøgelse af installations- og arbejdsfartøjer (EPA, 2009), og emissionsfaktoren for SO₂ baseres på den årlige danske oplysningsrapport af sektorerbaserede emissioner til UNECE (DCE, 2022b). Emissionsfaktorerne for NO_x, og SO₂ er også omfattet af internationale krav til marine fartøjer, som fremgår af Marpol Annex VI (IMO, 2008). Marpol Annex VI sætter grænser for udledning af NO_x fra forskellige skibsmotorer (Tier 0–3) og stiller krav til rensning af røggasser og til svovlindholdet i brændstoffer indenfor udpegede ECA områder (Emissions Control Area's), hvilket dækker alle farvande omkring Danmark. Emissionsfaktoren for CO₂-e tager udgangspunkt i data for CO₂ fra Energistyrelsen (2022e) og en forudsætning om at bunkerolie (MGO) anvendes som brændstoftype i alle fartøjer.

Emissionsfaktorerne for luftforurenende stoffer og CO₂-e udledt fra marine fartøjer under anlægs- og drifts- og demonteringsfasen er vist i Tabel 21.3.

Tabel 21.3: Emissionsfaktorerne for luftforurenende stoffer og drivhusgasser udledt fra marine fartøjer. Data stammer fra EPA (2009), DCE (2022b), Marpol VI Annex lovgivning (IMO, 2008) og Energistyrelsen (2022e).

Emissionsfaktorer	CO ₂ -e (g/kWh)*	NO _x (g/kWh)	SO ₂ (g/kWh)	PM ₁₀ (g/kWh)
Tier 0	268	13,00	0,12	0,30
Tier 1	268	9,80	0,12	0,30

Tier 2	268	6,80	0,12	0,30
Tier 3	268	2,00	0,12	0,30

*Baseret på en emissionsfaktor for CO₂ og antaget her at være lige med CO₂-e.

Hovedmotorkraft (kW) og motortype tager udgangspunkt i data for forskellige standardfartøjer for industrien, og antallet af arbejdsdage tager udgangspunkt i den tekniske projektbeskrivelse for Thor Havvindmøllepark (**bilag 2**). Der regnes med forskellige Load Factors (LF) for fartøjerne, som tager højde for driftsperioder uden fuld effekt på motorerne. Der regnes med hhv. en LF på 0,49 for arbejdsfartøjer (f.eks. jack-up, heavy-lift fartøj og støttefartøjer) og en LF på 0,31 for slæbebådene (EPA, 2009; Miljøstyrelsen, 2022d). Desuden regnes der konservativt med brændstofforbrug kun fra hovedmotoren, da det ikke på nuværende tidspunkt vides i hvilken grad hjælpemotoren bruges.

Der vil være et mindre bidrag af CO₂-e udledninger fra helikoptere under anlægs- og driftsfaserne. Beregning af disse er foretaget med udgangspunkt i den tekniske projektbeskrivelse (**bilag 2**) og en forudsætning at der anvendes standard flybrændstof (Avgas 100LL) som energimiddel. Desuden regnes der med et brændstof forbrug på ca. 172 kg pr. time (215 liter pr. time) og en emissionsfaktor for CO₂-e på 257 g/kWh (BEIS, 2021).

De antagne skibskategorier og LF, hovedmotorkraft og motortype samt de estimerede arbejdsdage for anlægs-, drifts- og demonteringsfasen er vist i Tabel 21.4.

Tabel 21.4: Skibskategori, hovedmotorkraft og motortype, og de estimerede arbejdsdage til projektets tre faser til beregning af emissioner fra fartøjer.

Skibskategori	Hovedmotor-kraft (kW)	Samlede arbejdsdage (anlæg og demontering)	Antal arbejdsdage pr. år (drift)	Motor-type
Jack-up	18.120	350	–	2
Heavy lift	10.051	105	–	0
Slæbebåde	2.460	90	–	2
Støttefartøjer (personale)	1.440	1.540	707	2
Støttefartøjer (udstyr)	8.000	474	347	1
Kabellægningsfartøj	18.600	214	–	2
Kabelinstallationsfartøj	7.670	164	–	3
Erosionsbeskyttelses-pramme	16.572	100	–	2
Geofysisk surveyfartøj	1.488		30	2

De estimerede emissioner til både fartøjer og helikoptere vil være behæftet med en vis usikkerhed, både på grund af usikkerheden med hensyn til de anvendte fartøjer og antallet af driftstimer, men også på grund af usikkerheden på emissionsfaktorerne, som afhænger af de i praksis anvendte motorer, fartøjer, brændstoff typer, belastninger og driftstimer m.v. Der vil også forventeligt ske en stor udvikling i den mellemliggende periode inden for både maskineri, fremdriftsmidler og demonteringsmetoder. På grund af anlæggets lange levetid (30–35 år), er der derfor

usikkerhed forbundet med de forventede emissionsfaktorer for fartøjer anvendt i drifts- og demonteringsfaserne. Det vurderes dog, at de faktiske emissioner vil være i den estimerede størrelsesorden.

21.1.3. Drift af vindmøller

Til vurdering af reduktionen af drivhusgasudledning som følge af drift af Thor Havvindmøllepark beregnes emissioner fra konventionel el ud fra CO₂-udledning pr. kWh produceret el fra naturgas. Til sammenligning dimensioneres Thor Havvindmøllepark for en effekt på 1.000 MW med en forventet årlig elproduktion på 5.000 GWh. Beregningen baseres på en fremskrivning af den danske elsektor, der viser en fortrængning af fossile brændsler, herunder en udfasning af kul fra 2028 og en reduktion i andelen af olie anvendt til elproduktion frem mod 2030 (Energistyrelsen, 2020b). Beregningen baseres på 125 %-metoden og en emissionsfaktor for CO₂ (antages her at være lig med CO₂-e) på 343 g/kWh (Energinet, 2018). 125 %-metoden er den af Energistyrelsen anbefalede fordelingsmetode mellem el og varme, med antagelse af at samproduceret varme er produceret med en varmevirkningsgrad på 125 %.

21.2. Eksisterende forhold

I det følgende beskrives de eksisterende forhold for luftkvalitet i projektområdet for Thor Havvindmøllepark samt basistilstanden for klimaet.

21.2.1. Luftkvalitet

Basistilstanden for luftkvaliteten i projektområdet for Thor Havvindmøllepark baseres på resultater fra det nationale måleprogram samt en opdateret analyse og fremskrivning af disse resultater, og den årlige danske afrapportering af emissioner til UNECE, lavet af Aarhus Universitets Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE, 2022b).

DCE har på baggrund af resultater fra det nationale overvågningsprogram udarbejdet Danmarkskort over luftkvalitet (DCE, 2021a). Programmet baseres på målinger ved målestationer placeret i de fire største danske byer samt ved baggrundsmålestationer udenfor byerne og en mindre station i et forstadsområde. Disse måleresultater suppleres med resultater fra modelberegninger udført med DCE's luftkvalitetsmodeller (DCE, 2021b). Resultaterne indregner luftforurening fra forskellige kilder, spredningen, stoffernes kemiske omdannelse, indflydelse fra bygninger samt meteorologiske forhold og viser årsmiddelkoncentrationer for NO₂ og PM₁₀ (partikler pr. kubikmeter med en diameter under 10 mikrometer). Grænseværdierne målt som årsmiddelværdien er 40 µg/m³ for NO₂ og 40 µg/m³ for PM₁₀ (BEK nr 1472 af 12/12/2017).

Overvågningsprogrammet viser, at der i 2019 ikke var overskridelser af grænseværdierne for NO₂ eller PM₁₀ i Danmark. I Ulfborg, som er nærmeste målestation (ca. 50 km og 22 km fra henholdsvis Thor Havvindmøllepark og kabelkorridoren), var årsmiddelkoncentration for NO_x ca. 4,2 µg/m³, mens modelberegningen af PM₁₀ ved Ulfborg viser en årsmiddelkoncentration på ca. 18,4 µg/m³. På Anholt, som ligger 15 km vest for den trafikerede sejlroute T i Kattegat, var årsmiddelkoncentration for NO_x 4,4 µg/m³, mens modelberegningen af PM₁₀ viser en årsmiddelkoncentration på ca. 17,3 µg/m³. Det nationale måleprogram omfatter ikke en kortlægning af emissioner i Nordsøen, men i området, hvor Thor Havvindmøllepark planlægges anlagt, findes der i dag ikke nogen stedfaste og permanente kilder til emission af luftforurenende stoffer. Forbipasserende skibstrafik vest fra området er den eneste oplagte emissionskilde (kapitel 18), men disse emissioner er spredt over et stort område og med gode fortyndingsforhold. Generelt set er den samlede udledning af NO_x emissioner i Danmark faldet med omkring 65 % siden begyndelsen af 1990'erne (DCE, 2021a)

Emissioner af SO₂ i Danmark er også faldet i mere end to årtier og den nationale måleprogram viser et yderligere fald i luftens indhold af SO₂ siden kravene til indholdet af svovl i skibsbrændstof i ECA områder blev skærpede i 2015 (DCE, 2021a). Emissioner af SO₂ i Danmark er nu langt under grænseværdierne og som følge af det meget lave SO₂-indhold i luften, gennemføres der kun begrænset monitoring af SO₂-koncentrationerne (DCE, 2020b).

Den målte luftkvalitet i 2019, samt fremskrivninger for Danmark betyder, at luftkvaliteten i projektområdet for Thor Havvindmøllepark vurderes at være tilfredsstillende set i forhold til grænseværdierne.

21.2.2. Klima

I december 2015 indgik Danmark som et af de 196 medlemslande i FN's klimakonvention (UNFCCC) (BKI nr 89 af 15/09/1994) de juridisk bindende mål under Paris aftalen,¹¹ hvor målsætningen er at holde den globale temperaturstigning under to grader i forhold til det førindustrielle niveau, samt at begrænse temperaturstigningen til 1,5 grad, gennem reduktion af den samlede udledning af drivhusgasser (Klima-, energi og forsyningsministeriet, 2015).

Danmark er forpligtet på EU-niveau til at reducere udledningen af drivhusgasser, og for tidsperioden fra 2021 til 2030 er der defineret en række klimamål (Europa-Kommissionen, 2020). I december 2020 godkendte Europakommissionen et bindende EU-mål for en indenlandsk netto reduktion af drivhusgasemissionerne på mindst 55 % inden 2030 i forhold til niveauet i 1990. Disse målsætninger er betydeligt mere ambitiøse end EU's tidligere mål for 2030 – nemlig at reducere drivhusgasemissionerne med 40 % i forhold til 1990 (Rådet for Den Europæiske Union).

I Danmark vedtog Folketinget i 2020 klimaloven (LBK nr 2580 af 13/12/2021), som angår reduktion af drivhusgasser og klimaneutralitet. Med denne lov er Danmark juridisk bundet til at reducere udledningen af drivhusgasser i 2030 med 70 % i forhold til udledningen i 1990, samt at opnå status som et klimaneutralt samfund inden 2050. I 2021 udledte Danmark ca. 44 mio. ton CO₂-e, som skal reduceres til ca. 22 mio. ton CO₂-e pr. år fra 2030 (Danmarks Statistik, 2022).

I 2021 udgav FN's Klimapanel (IPCC) den sjette hovedrapport om klimaets tilstand i fortiden og i fremtiden (IPCC, 2021). Hovedkonklusioner fra rapporten er listet herunder, som DMI gengav dem i deres pressemeddelelse om rapportudgivelsen (DMI, 2021):

- Det er utvetydigt, at menneskelig påvirkning har forårsaget opvarmning i atmosfæren, oceanerne og landjorden. Der er sket udbredte og hastige forandringer i atmosfæren, verdenshavene, kryosfæren og biosfæren.
- Hvert af de sidste fire årtier har været tiltagende varmere end noget foregående årti siden 1850. Den globale overfladetemperatur var 1,09 °C højere i 2011-2020 end i 1850-1900.
- I 2019 var atmosfærens indhold af CO₂, metan og lattergas højere end nogensinde de sidste 800.000 år, og den nuværende CO₂-koncentration har ikke været oplevet i mindst 2 millioner år.
- Den globale overfladetemperatur vil fortsætte med at stige, indtil i hvert fald midten af århundredet i alle udledningsscenerierne. Den globale opvarmning vil overstige 1,5 °C og 2°C i løbet af det 21. århundrede, medmindre der sker store reduktioner i CO₂- og andre drivhusgasudledninger i de kommende årtier.
- Ved enhver forøgelse af den globale opvarmning vil ændringerne i ekstreme blive fortsat større. Der vil være en øget forekomst af hidtil usete ekstreme vejrhændelser i takt med den globale opvarmning, selv hvis den begrænses til 1.5°C. De forventede ændringer i hyppighed er større for mere ekstreme vejrhændelser.
- Mange af de forandringer, der forårsages af drivhusgasudledninger frem til i dag og i fremtiden, er irreversible i århundreder, op til årtusinder. Det gælder særligt forandringer i havene, iskapperne og det globale havniveau.
- Hyppigheden af ekstreme vandstandshændelser vil stige i det 21. århundrede, så en stormflod, der i dag statistisk forekommer hvert 100. år, vil kunne forventes hvert år i slutningen af dette århundrede ved over halvdelen af de steder, hvor der observeres vandstand.

¹¹ Parisaftalen om klimaændringer er den første almindeligt gældende, juridisk bindende globale klimaafale. Den blev underskrevet den 22. april 2016 og blev godkendt af EU den 5. oktober 2016.

- Der er konsekvenser af global opvarmning, der har lav sandsynlighed for at ske, men som ikke kan udelades i en risikovurdering. Der bør eksempelvis tages højde for kollaps af iskapperne ved polerne, pludselige ændringer i havcirkulationen, visse sammenfaldne vejrekstremer og en langt større opvarmning end forventet.
- Hvis den menneskeskabte globale opvarmning skal begrænses til et bestemt niveau, kræver det at de akkumulerede CO₂-udledninger begrænses, at der opnås en CO₂-nettoudledning på nul samtidig med markante reduktioner i udledningen af andre drivhusgasser.

Til offentliggørelse af den seneste del af den sjette hovedrapport (Working Group III), angående afbødning af klimaændringer, skriver FN's klimapanel i en pressemeddelelse den 4. april 2022 (IPCC, 2022), at det er nu eller aldrig, hvis vi skal kunne nå at standse temperaturstigningen ved 1,5 grader. Det kræver, at udledningen af drivhusgasser falder fra og med 2025, og i 2030 er reduceret med 43 %. De vurderer, at det er opråelige mål, fordi de nødvendige teknologier er udviklet, men at det kræver handling her og nu. Som et af midlerne nævner de omfattende omlægninger af energisektoren, herunder udbredt elektrificering.

21.3. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

I dette afsnit foretages en beregning af emissionerne fra materiale- og brændstofforbrug under anlægsfasen, hvorefter emissionernes potentielle påvirkning på klimaet og den lokale luftkvalitet er vurderet.

21.3.1. Produktion af materialer

Anlægsfasen kræver et forbrug af en række råmaterialer og produkter, hvis udvinding, produktion og transport er forbundet med udledning af CO₂-e. Påvirkningen af klimaet fra produktion af materialer vil derfor afhænge af de specifikke mængder og typer af materialer, der anvendes i det endelige projekt.

De forventede emissioner af CO₂-e fra de væsentligste materialer er beregnet på baggrund af den tekniske projektbeskrivelse (**bilag 2**) og metoderne beskrevet i afsnit 21.1.1. Resultaterne er angivet i Tabel 21.5.

Tabel 21.5: Estimerede emissioner af drivhusgasser forbundet med produktion og transport af materialer til hovedkomponenter til anlæg af Thor Havvindmøllepark, angivet som CO₂-e (ton).

Materialer	Komponenter	Samlet vægt (ton)	CO ₂ -e (ton)
Stål	Monopæle; vindmøller; transformersplatform; inter-array kabler; ilandføringskabler	172.009	589.494
Armeringstål	Monopæle	7.200	26.888
Grønt stål	Vindmøller	32.400	25.540
Kobber	Vindmøller; transformersplatform; inter-array kabler; ilandføringskabler	1.595	19.013
Støbejern	Vindmøller; transformersplatform	18.290	57.387
Aluminium	Vindmøller; transformersplatform; inter-array kabler; ilandføringskabler	2.864	58.323
Beton	Fundamenter	10.800	7.745
Glasfiber	Vindmøller	4.680	22.038
Polyethylene	Transformersplatform; Inter-array kabler; ilandføringskabler	2.065	6.670

Bly	Ilandføringskabler	788	1.205
Sten	Fundamenter	331.200	3.946
Mørtel	Fundamenter	288	96
Olie (f.eks smørprodukter)	Vindmøller; transformerplatform	151	232
I alt			818.577

Produktion af materialer til hovedkomponenter er estimeret til at medføre en totaludledning på ca. 818.577 ton CO₂-e, hvoraf ca. 78 % af totaludledningen stammer fra stål- og armeringstål i monopælfundamenter og vindmølleårne. Dette skyldes de store mængder af fossile brændsler, der typisk bruges til fremstilling af stål (IEA, 2020).

21.3.2. Emissioner fra fartøjer og helikoptere

Påvirkning af klima og luftkvalitet, som følge af drift af fartøjer og helikoptere under anlægsfasen, afhænger af deres brændselstype og -forbrug og antallet af arbejdstimer, det forventes at installation af havvindmølleparken vil kræve.

Som det fremgår af Tabel 21.6, vil anlægsarbejdet medføre en totaludledning på ca. 73.236 ton CO₂-e, hvor den største emissionskilde er anvendelse af jack-up-, kabellægnings- og støttefartøjer. Jack-up fartøjet og kabellægningsfartøjet bruges til installation af hovedkomponenter, herunder vindmølleårne, monopælfundamenter, transformerplatformen samt inter-array- og ilandføringskablerne, mens støttefartøjer bruges til varetagelse af diverse opgaver, såsom transport af personale og udstyr, forberedelse af havbund samt tilslutning og sammenkobling af søkablerne.

Anlægsarbejdet medfører også emissioner af luftforurenende stoffer, der kan påvirke lokalt luftkvalitet i projektområdet for Thor Havvindmøllepark. De forventede emissioner af luftforurenende stoffer er angivet i Tabel 22.5, hvor den største emissionskilde er anvendelse af jack-up-, kabellægnings- og støttefartøjer over en toårig periode. Udledningen af luftforurenende stoffer svarer til ca. hhv. 2.026 ton NO_x, 33 ton SO₂ og 83 ton PM10.

Tabel 21.6: Estimerede emissioner af luftforurenende stoffer og drivhusgasser udledt fra marine fartøjer og helikoptere under anlægsfasen.

Skibskategori / helikoptere	CO ₂ -e (ton)	NO _x (ton)	SO ₂ (ton)	PM10 (ton)
Jack-up	22.736	579,6	10,2	25,6
Heavy lift	3.783	184,4	1,7	4,3
Slæbebåde	439	11,2	0,2	0,9
Støttefartøjer (personale)	7.950	202,7	3,6	8,9
Støttefartøjer (udstyr)	13.594	499,5	6,1	15,3
Kabellægningsfartøj	14.270	363,8	6,4	16,0
Kabelinstallationsfartøj	4.509	33,8	2,0	5,1
Erosionsbeskyttelsespramme	5.941	151,5	2,7	6,7
Helikoptere	13	–	–	–
I alt	73.236	2.026	33	83

21.3.3. Samlede emissioner

Den samlede forventede emission af CO₂-e og luftforurenende stoffer ved etablering af Thor Havvindmøllepark er angivet i Tabel 21.7. Det forventes, at anlæg af Thor Havvindmøllepark vil medføre en totaludledning på omtrent 891.813 ton CO₂-e, 2.026 ton NO_x, 33 ton SO₂ og 83 ton PM10. Det skal bemærkes, at emission af NO_x, SO₂ og PM10 fra produktion af havvindmølleparkens elementer ikke er medregnet.

Tabel 21.7: Samlede emissioner under anlægsfasen.

	CO ₂ -e (ton)	NO _x (ton)	SO ₂ (ton)	PM10 (ton)
Brug af materialer	818.577	–	–	–
Anlægsarbejde	73.236	2.026	33	83
I alt	891.813	2.026	33	83

Som det fremgår af Tabel 21.7, er det forbrug og mængden af materialer, og derved aspekter som f.eks. vindmøllestørrelsen, fundamenttype og længden af søkablerne, der er afgørende for CO₂-e emissioner i anlægsfasen (93 %) og påvirkningen af klimaet. Dette skyldes hovedsagelig forbrug af en række ressourcekrævende råmaterialer, herunder stål, kobber, aluminium, støbejern og glasfiber, hvilke kræver meget høje temperaturer til forarbejdning og fremstilling. Stål, kobber, aluminium, støbejern og glasfiber udgør ca. 98 % af en typisk vindmølles samlede vægt (NREL, 2017), og er derfor på nuværende tidspunkt uundgåelige ved opførelse af en havvindmøllepark. Samlet set vil totaludledningen af CO₂-e ved anlæg af Thor Havvindmøllepark udgøre ca. 2 % i forhold til den samlede udledning af drivhusgasser i Danmark i 2021 (Danmarks Statistik, 2022). Anvendelsen af grønt stål i mølletårnene resulterer i en besparelse på ca. 81.520 ton CO₂-e.

På baggrund af overstående, og på trods af totaludledningen på ca. 891.813 ton CO₂-e, vurderes anlægsfasen at føre til en *lille* påvirkning af klimaet, da etableringen af Thor Havvindmøllepark har til formål at fortrænge energi fra fossile brændsler og derved understøtte både nationale og internationale klimamålsætninger.

I anlægsfasen vil der være emissioner af NO_x, SO₂ og PM10 svarende til hhv. 2.023 ton, 33 ton og 83 ton, hvilket vil medføre en lokal påvirkning af luftkvaliteten i projektområdet for Thor Havvindmøllepark i en tidsbegrænset periode på ca. 2 år. Til sammenligning blev der i 2020 afrapporteret i Danmarks årlige rapport om emissionsopgørelser til UNECE en totaludledning af NO_x, SO₂ og PM10 på hhv. 89.020 ton, 9.140 ton og 22.600 ton. Da udledningen fra anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark vil ske langt fra beboelser på land, der som basis ligger under grænseværdierne for NO_x, SO₂ og PM10, og da anlægsarbejdet udføres i et område med god opblanding af luften og spredt over en stor geografi, vil den øgede udledning af luftforurenende stoffer ikke påvirke menneskers sundhed. Desuden vil den øgede udledning af NO_x, SO₂ og PM10 ikke påvirke havmiljøet eller atmosfæren, ligesom den vil ikke have grænseoverskridende effekter på andre landes natur og miljø. Dette skyldes, at udledningen af NO_x til luften vil bidrage med lille andel ud af den samlede udledning af NO_x i Danmark, og vil udgøre en lille andel af nitrogenoxider, der vil aflejres i Danmark.

Desuden forventes det, at alle fartøjer vil leve op til internationale krav om grænser for udledninger af NO_x, SO₂ og PM10 (IMO, 2008). Der vurderes derfor kun at være en *lille* påvirkning af luftkvalitet som følge af emissioner af luftforurenende stoffer i anlægsfasen.

21.4. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

Til vurdering af påvirkninger i driftsfasen foretages der en beregning af emissioner udledt fra fartøjer og helikoptere anvendt til service og vedligehold, hvorefter der regnes på reduktionen af CO₂-udledning på grund af en forventet fortrængning af fossile brændstoffer som følge af energiproduktionen fra Thor Havvindmøllepark.

21.4.1. Emissioner fra fartøjer og helikoptere

Påvirkning af klimaet og luftkvalitet som følge af emissioner under driftsfasen skyldes type af skibe og antallet af arbejdsdage der forventes i forbindelse med service og vedligehold af havvindmølleparken. Der forventes også transport af personale til og fra havvindmølleparken med helikoptere, og serviceeftersyn forventes udført i intervaller af 6-12 måneder.

Som det fremgår af Tabel 21.8, vil service og vedligehold medføre en totaludledning på ca. 12.154 ton CO₂-e pr. år. Den største emissionskilde er hovedsagelig anvendelsen af støttefartøjer, som bruges til de fleste af aktiviteterne, jf. den tekniske projektbeskrivelse (**bilag 2**). Helikoptere bruges til service og vedligehold af transformersplatformen og vindmøllerne med ca. 208 timers forbrug pr. år. Den estimerede emission af CO₂-e fra brug af helikoptere pr. driftsår er ca. 112 ton CO₂-e.

Driftsfasen vil også medføre emissioner af luftforurenende stoffer, der kan påvirke luftkvaliteten lokalt. De forventede mængder af NO_x, SO₂ og PM10 emissioner under driftsfasen er angivet i Tabel 21.8. Udledningen af luftforurenende stoffer svarer til ca. hhv. 404,9 ton NO_x, 5,4 ton SO₂ og 13,6 ton PM10.

Tabel 21.8: Årlige emissioner af luftforurenende stoffer og drivhusgasser udledt fra marine fartøjer og helikoptere under driftsfasen.

Skibskategori	CO ₂ -e (ton)	NO _x (ton)	SO ₂ (ton)	PM10 (ton)
Støttefartøjer (personale)	3.194	81,4	1,4	3,6
Støttefartøjer (udstyr)	8.708	319,9	3,9	9,8
Geofysisk surveyskib	140	3,6	0,1	0,2
Helikoptere				
Helikoptere	112	–	–	–
I alt (pr. år)	12.154	404,9	5,4	13,6

21.4.2. Drift af vindmøller

Til vurdering af reduktionen af drivhusgasudledning som følge af drift af Thor Havvindmøllepark beregnes emissionen fra konventionel el produceret fra naturgas. Dette baseres på en fremskrivning af den danske elsektor (Energistyrelsen, 2020b), den af Energistyrelsen anbefalede fordelingsmetode og en emissionsfaktor for gasproduceret el på 343 g CO₂-e/kWh (Energinet, 2018) (afsnit 21.1.3). Thor Havvindmøllepark dimensioneres for en effekt på 1.000 MW med en forventet årlig elproduktion på 5.000 GWh.

Emissionen af CO₂-e for en tilsvarende mængde el produceret ud fra naturgas vil være ca. 1.715.000 tons CO₂-e pr. år, svarende til mellem 51,5–60,0 mio. tons i vindmøllernes levetid på 30–35 år. Til sammenligning vil Thor Havvindmølleparks anlægs-, drifts- og demonteringsfaser medføre en totaludledning på mellem 1,33–1,39 mio. tons CO₂-e gennem projektets 30–35 års levetid. Resultatet af beregningen ses i Tabel 21.9.

Selvom beregningen af emissioner af CO₂-e fra projektet ikke har medtaget samtlige kilder til drivhusgasudledning, så er de væsentligste kilder medtaget. Beregningen viser at Thor Havvindmølleparks totaludledning af CO₂-e vil have en tilbagebetalingstid på ca. 10 måneder efter havvindmølleparken er sat i drift, hvorefter den vil bidrage positivt til klimaet.

Tabel 21.9: CO₂-e emissioner fra Thor Havvindmølleparks anlægs-, drifts- og demonteringsfaser sammenlignet med konventionel el produceret fra naturgas CO₂-e. Tilbagebetalingstiden er ca.10 måneder, og beregnes ved at dividere totaludledningen for Thor Havvindmøllepark med den årlige emissions fra el produceret fra naturgas (1.750.000 ton CO₂-e).

Emissioner	Thor Havvindmøllepark	Konventionel el – naturgas
Anlægsfasen (ton CO ₂ -e)	891.813	–
Driftsfasen (ton CO ₂ -e pr. år)*	12.154	1.715.000
Demonteringsfasen (ton CO ₂ -e)	73.236	–
30 års levetid		
Totaludledning (ton CO ₂ -e)	1.330.000	51.500.000
CO ₂ -e Tilbagebetalingstid (måneder)	9,4	–
35 års levetid		
Totaludledning (ton CO ₂ -e)	1.390.000	60.000.000
CO ₂ -e Tilbagebetalingstid (måneder)	9,9	–

*Fra drift og vedligehold af Thor Havvindmøllepark med en forventet årlig elproduktion på 5.000 GWh. Det bemærkes, at emissionen for den tilsvarende mængde el produceret på naturgas kun indeholder CO₂ udledning fra afbrænding af naturgas, ikke fra drift og vedligehold af anlægget.

21.4.3. Samlede emissioner

Emissioner af CO₂-e forbundet med service og vedligehold af Thor Havvindmøllepark vurderes at være meget lille sammenlignet med den årlige reduktion af drivhusgasser, som drift af Thor Havvindmøllepark vil føre til som følge af en fortrængning af fossile brændsler i den danske elsektor. Efter det første driftsår vil Thor Havvindmøllepark føre til en årlige reduktion på omtrent 1.700.000 ton CO₂-e, svarende til ca. 3,9 % af den nuværende samlede danske udledning af drivhusgasser (Danmarks Statistik, 2022). Det vurderes derfor, at driften af Thor Havvindmøllepark vil føre til en *væsentlig positiv* virkning af klimaet.

I forbindelse med den årlige service og vedligehold vil udledninger af luftforurenende stoffer fra fartøjer og helikoptere i driftsfasen medfører lokale og midlertidige påvirkninger af luftkvaliteten i projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Da alle fartøjer forventes at leve op til internationale krav om grænser for udledninger af NO_x, SO₂ og PM10 (IMO, 2008), og da emissionerne sker i et område med god opblanding af luften spredt over en stor geografisk, og med en minimumsafstand til beboede områder på 22 km, vurderes påvirkningen af luftkvalitet i driftsfasen at være *ubetydelig*.

21.5. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

På grund af den lange driftsperiode på 30–35 år vurderes meget detaljerede antagelser omkring demonteringen ikke at være retvisende. Der vil forventeligt ske en stor udvikling i den mellemliggende periode indenfor både maskineri, fremdriftsmidler, demonterings- og genanvendelsesmuligheder. Som et eksempel på udviklingen kan nævnes, at genanvendelige vinger vil blive brugt på 40 af de 72 vindmøller, hvilke giver mulighed for adskillelse og genbrug af forskellige materialer i vingerne. Men det forventes, at udviklingen over de næste 30–35 år vil betyde, at mange materialer fra havvindmølleparken vil kunne genanvendes på det tidspunkt, hvor Thor Havvindmøllepark

skal demonteres. Der er derfor ikke foretaget yderligere vurderinger af demonteringsfasen og det antages, at demonteringen vil udgøre samme påvirkning af luft og klima som anlægsfasen, dog uden bidrag fra produktionen af havvindmølleparkens elementer (se afsnit 21.3).

21.6. Sammenfattende vurdering

For anlægs-, drifts- og demonteringsfasen er påvirkningen af luftkvalitet vurderet at være *lille* eller *ubetydelig* og dermed *ikke væsentlig*. Dette skyldes, at emissionerne vil være spredt over et stort område og en længere periode (en ca. 2 års anlægsfase og en 30–35 år driftsfase), og i en del af Nordsøen med gode fortyndingsforhold.

Grundet det nødvendige forbrug af råmaterialer samt brug af fartøjer og helikoptere vil der være en påvirkning af klimaet i anlægs- og demonteringsfasen. Dog er påvirkningen vurderet at være *lille* og dermed *ikke væsentlig*, og ved idriftsættelse af Thor Havvindmøllepark vil andelen af vindmøllestrøm leveret til danske forbrugere øges. Dermed vil havvindmølleparken være med til at fortrænge el produceret af fossile energikilder, og den gennemsnitlige CO₂-emission fra el vil således falde, og Thor Havvindmøllepark vil bidrage til en klimavenlig elproduktion og en *væsentlig positiv* virkning af klimaet kort tid efter anlæg. Realisering af Thor Havvindmøllepark vil derved bidrage til den danske klimalovs målsætning om 70 % reduktion af CO₂ udledning i 2030 ift. 1990, og vil som helhed medføre en positiv påvirkning på luftkvalitet inde på land, da energiproduktion fra vindmøller ikke medfører udslip til atmosfæren af luftforureningskomponenter.

Den sammenfattende vurdering af påvirkninger af luftkvalitet og klima fremgår af Tabel 21.10.

Tabel 21.10: Sammenfattende vurdering af Thor Havvindmølleparks påvirkning på luftkvalitet og klima. Ingen af de vurderede negative påvirkninger er væsentlige.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Luftkvalitet	Anlæg	Lille
	Drift	Ubetydelig
	Demontering	Lille
Klima	Anlæg	Lille
	Drift	Væsentlig positiv
	Demontering	Lille

På baggrund af ovenstående vurderes det samlet set, at Thor Havvindmøllepark vil medføre en *væsentlig positiv* påvirkning på klimaet. Selvom den enkelte havvindmøllepark ikke er afgørende for om det lykkes at reducere drivhusgasudledningen tilstrækkeligt til at de værste klimaforandringer undgås, så er den enkelte havvindmøllepark nødvendig, hvis vi skal kunne nå de nødvendige drivhusgasreduktioner i tide. Med de scenarier som den seneste rapport fra FN's Klimapanel viser for klimaforandringerne (IPCC, 2021), vurderes det, at der er stor risiko for væsentlige negative påvirkninger af klimaet i nær fremtid, hvorfor alle tiltag til at begrænse udledning af drivhusgasser bør tillægges stor værdi i forhold til at forsøge at afværge denne risiko.

21.7. Kumulative effekter

Vurderingen af potentielle kumulative effekter som følge af etablering af Thor Havvindmøllepark tager udgangspunkt i de eksisterende havvindmølleparker og aktiviteter samt planer og projekter beskrevet under afsnit 3.2.5.

Til vurdering af kumulative påvirkninger af luftkvalitet er følgende planer og projekter vurderet at være relevante:

- Landanlæg for Thor Havvindmøllepark
- De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd
- Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan
- Nærliggende områder for råstofindvinding samt udviklingszoner for råstofindvinding
- Kystdirektoratets kystbeskyttelsesprojekt langs den jyske vestkyst

Ved etablering af landanlæggene til Thor Havvindmøllepark er der boliger langs ledningstracéet, som ligger under 100 meter fra traceet, og der vil derfor være anlægsaktiviteter tæt på beboelse, hvor der lokalt vil være en påvirkning af luftkvaliteten fra udstødningssgasserne. Anlægsarbejdet er dog kortvarigt og baggrundsniveauet er lavt samtidig med, at linjeføringen ligger i et åbent område med gode spredningsforhold. Der er ingen boliger nær projektområdet for de to højspændingsstationsområder. Det er derfor vurderet, at der samlet er ubetydelig påvirkning af den lokale luftkvalitet ved etablering af kabelanlæg (COWI, 2022a). Da anlægsarbejdet på havet til Thor Havvindmøllepark overvejende sker i stor afstand fra beboede områder, vurderes potentielle påvirkninger ikke at kumulere og øge den lokale påvirkning af luftkvaliteten fra anlæg af kabler på land.

Da anlægsfaserne for Vesterhav Nord og Vesterhav Syd vil være afsluttet inden anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark påbegyndes, vil der ikke være kumulative virkninger mellem projekterne under anlægsfasen for Thor. Ligeledes vil anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark være afsluttet inden eventuel realisering af havvindmølleprojekter inden for havplanens udviklingszoner for vedvarende energi og energigrønt. Såfremt projekter inden for udviklingszonerne bliver realiseret, vil der være et tidligt sammenfald i driftsfaserne mellem Thor Havvindmøllepark og de øvrige projekter, ligesom der vil være tidligt sammenfald mellem driftsfaserne for de kystnære havvindmølleparker og Thor Havvindmøllepark. Påvirkning af luftkvalitet under driften vurderes dog ubetydelig, da emissionerne vil ske i områder med god opblanding af luften spredt over stor afstand.

De nærliggende områder- og udviklingszoner for råstofindvinding samt Kystdirektoratets sandfodringsaktiviteter vil potentielt have tidligt sammenfald med anlægsaktiviteter for Thor Havvindmøllepark. Dog forventes anvendelse af udvindings- og sandfodringsfartøjer kun i et relativt begrænset omfang, f.eks. enkelte fartøjer og kortvarige arbejdsperioder. Desuden vil alle fartøjer overholde gældende grænseværdier for emission af stoffer (IMO, 2008).

Eftersom emissioner fra Thor Havvindmøllepark overvejende sker ude over havet i stor afstand fra beboede områder, og de øvrige projekter og planer ligeledes foregår på havet, hvor der er stor opblanding, vurderes der ikke at være tale om kumulativ påvirkning af luftkvaliteten.

Thor Havvindmøllepark vil sammen med kommende havvindmølleparker medføre stor CO₂-udledning under de forskellige parkers anlægsfaser, som vil påvirke klimaet i en vist omfang. Dette vil dog modsvares af, at havvindmølleparkerne i mange år vil have en positiv påvirkning på klimaet, grundet reduceret behov for forbrænding af fossile brændstoffer.

21.8. Afværgeforanstaltninger

Der er ikke påtænkt afværgeforanstaltninger for luftemissioner og klima for projektet, da projektet vurderes at have en væsentlig positiv påvirkning på klimaet.

21.9. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Resultaterne i denne kapitel er behæftet med en vis usikkerhed og beregningerne bygger på estimerede materialeforbrug, anvendelse af fartøjer og helikoptere (typer, driftstider mv.) og installationsprogrammet beskrevet i den tekniske projektbeskrivelse (bilag 2).

Antagelser om materialeforbrug, transport mv. er som udgangspunkt angivet konservativt, hvorfor det vurderes, at de estimerede emissioner på rimelig vis afspejler størrelsesordenen af de emissioner, som må forventes i forbindelse med projektets anlægs-drifts- og demonteringsfasen.

Besparelserne i emissioner ved genvinding af materialer i demonteringsfasen er ikke regnet med.

22. Råstoffer

I det følgende beskrives råstofinteresser i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark samt den potentielle påvirkning på disse som følge af etableringen af havvindmølleparken.

22.1. Metode og datagrundlag

Informationer om områder for råstofindvinding og råstofressourcer er indhentet fra MiljøGIS og den nationale marine råstofdatabase (MARTA), som er administreret af De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS, 2022b). Informationer om udviklingszoner for råstofindvinding er indhentet fra Danmarks Havplan (Søfartsstyrelsen, 2021b).

22.2. Eksisterende forhold

I det følgende beskrives områder og udviklingszoner for råstofindvinding samt de kortlagte råstofressourcer i og nær projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

22.2.1. Områder for råstofindvinding

Områder for råstofindvinding beliggende inden for 20 km af Thor Havvindmøllepark er medtaget i de følgende beskrivelser (se Figur 22.1). I nærheden af projektområdet for Thor Havvindmøllepark ligger der udpegede fællesområder, bygherreområdetilladelse og reservationsområder, samt et udpeget potentielt fællesområde øst for havvindmølleparken, som projektområdet for kabelkorridoren krydser.

Områder med bygherreområdetilladelse er områder, hvor en bygherre har eneret til indvinding til større projekter. Bygherrer til større opfyldningsopgaver eller til kystbeskyttelse kan få tilladelse til efterforskning eller indvinding i et område uden forudgående auktion (Miljøstyrelsen, 2022e). Der er følgende områder med bygherreområdetilladelse:

- Husby Klit (områdenr. 578-AA). Efterforskningsområde for Kystdirektoratet. Kystdirektoratet har en bygherretilladelse i området, der udløber den 10. marts 2025. Området er beliggende ca. 10 km fra bruttoprojektområdet for Thor Havvindmøllepark og ca. 19 km syd for kabelkorridoren.
- Ferring (områdenr. 562-AD). Efterforskningsområde for Kystdirektoratet. Kystdirektoratet har en bygherretilladelse i området, der udløber den 15. januar 2025. Området er beliggende ca. 13 km nordøst for bruttoprojektområdet for Thor Havvindmøllepark og ca. 3 km nord for kabelkorridoren.

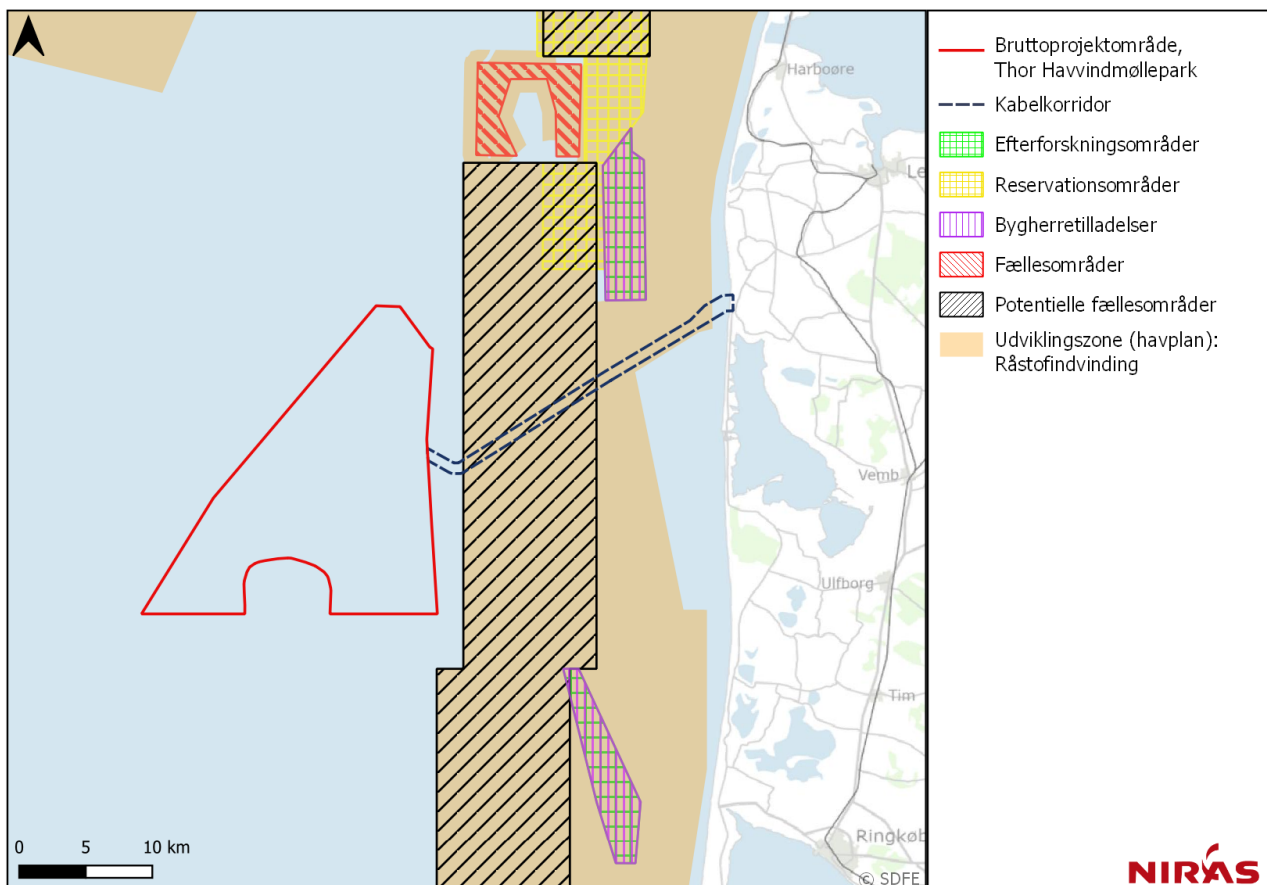
Reservationsområder er råstofområder udlagt ved en bekendtgørelse og uden tidsbegrænsning (BEK nr 133 af 01/02/2012). Der er følgende reservationsområder nær Thor Havvindmøllepark:

- Nordsøen område 2. Reservationsområde hvorfra der i fremtiden potentielt kan udvindes råstoffer. Området er beliggende ca. 10 km fra bruttoprojektområdet for Thor Havvindmøllepark og ca. 6,5 km fra kabelkorridoren.

I fællesområder kan alle få tilladelse til råstofindvinding. Den samlede maksimale indvindingsmængde samt tilladelsens varighed og områdespecifikke vilkår for hvert område fremgår af tilladelserne for de enkelte områder (Miljøstyrelsen, 2022e). Der er følgende fællesområder og potentielle fællesområder i og i nærheden af projektområdet for Thor Havvindmøllepark:

- Jyske Rev E (områdenr. 562-KD). Fællesområde, hvor der er tilladelse til indvinding af op til 3,19 mio. m³ i tilladelsesperioden på 10 år med en maksimal årlig indvinding på 800.000 m³. Tilladelsen udløber 1. december 2025. Området er beliggende ca. 13 km fra Thor Havvindmøllepark.
- Nordsøen Syd (områdenr. 7321-00258). Potentielt fællesområde. Dette område er beliggende ca. 2 km fra bruttoprojektområdet for Thor Havvindmøllepark og har en overlappende placering med kabelkorridoren.
- Nordsøen Nord (områdenr. 7321-00258). Potentielt fællesområde. Området er beliggende ca. 19 km nord for kabelkorridoren.

Derudover er der i Danmarks Havplan udlagt udviklingszoner for råstofindvinding, som primært omfatter indvindingen af sand, grus og ral. Udviklingszonerne er udlagt "på baggrund af eksisterende anvendelse samt yderligere arealer, som kan være med til at sikre råstofforsyningen til kendte og kommende kystsikrings-, bygge og anlægsprojekter. [...] Råstofindvindingsvirksomheders og bygherrens behov for udlægningen af nye områder afhænger af behovene for råstoffer og dermed af bygge- og anlægsaktiviteter samt behovene for kystbeskyttelse." (Søfartsstyrelsen, 2021a). Udviklingszoner for råstofindvinding i nærheden af området for Thor Havvindmøllepark er vist på Figur 22.1.



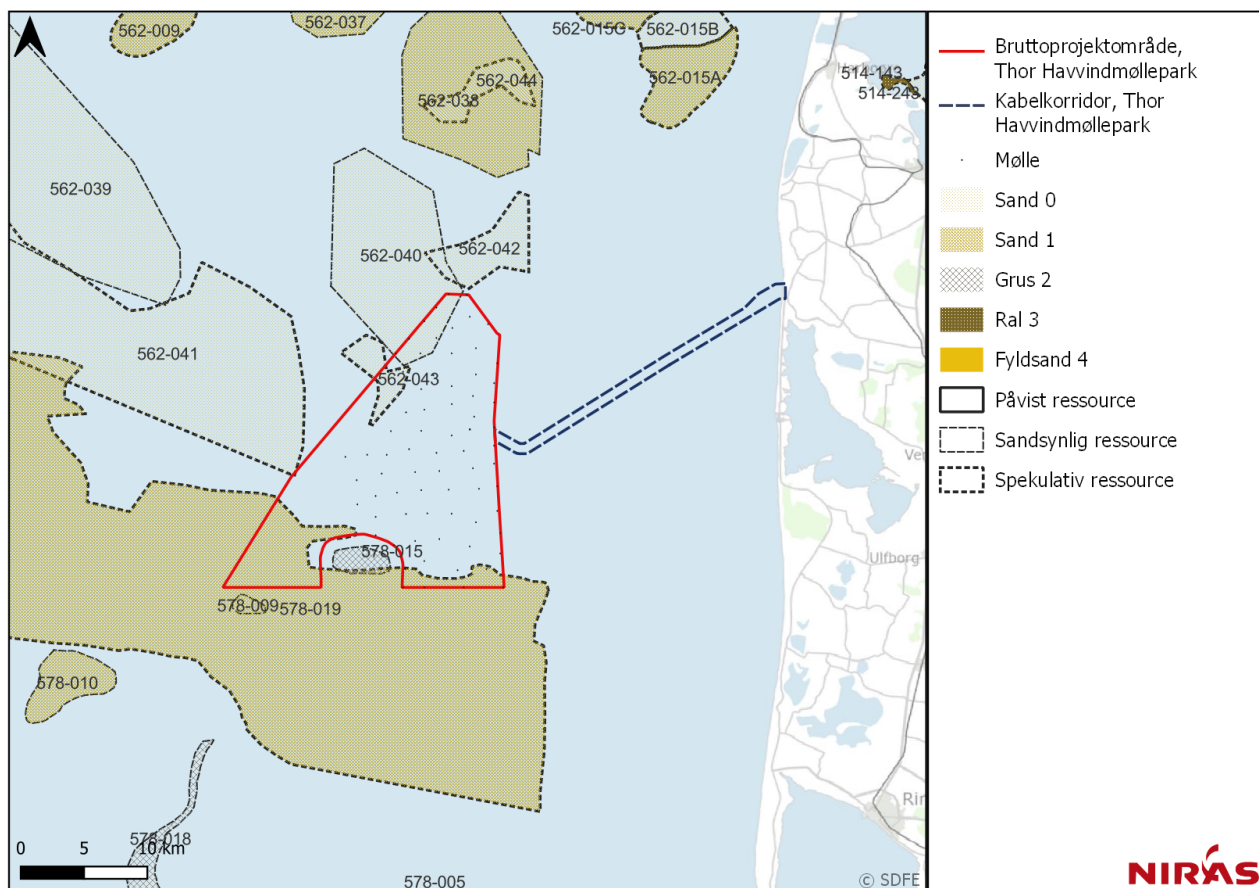
Figur 22.1: Områder til råstofindvinding samt udviklingszoner til råstofindvinding i og i nærheden af projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

22.2.2. Kortlagte råstofressourcer

Kortlægningen af råstofressourcer i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark fremgår af Figur 22.2. Det fremgår, at projektområdet for kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark ikke overlapper med de kortlagte råstofressourcer, mens at projektområdet for havvindmølleparken overlapper med områder for spekulative og sandsynlige råstofressourcer kategoriseret som sand.

Nøjagtigheden af kortlægningen afhænger af typen og tætheden af de bagvedliggende data. Kortlægningen af ressourcer er derfor illustreret i råstofdatabase MARTA med en signatur i tre niveauer: påviste, sandsynlige og spekulative ressourcer (GEUS, 2022b):

- Påviste ressourcer giver en generel vurdering af volumen og kornstørrelse og i visse tilfælde ligeledes materialekvalitet. Der gives et kvalificeret bud på hvad og hvor meget, der kan produceres og af hvilken kvalitet, med en usikkerhed på ca. 20 %.
- Sandsynlige ressourcer er afgrænset og volumen er rimeligt velkendt på basis af få seismiske linjer og prøvetagninger med tilhørende kornstørrelsesanalyser.
- Spekulative ressourcer er hovedsagelig dokumenteret ved spredte seismiske data og formodet ud fra en geologisk model.



Figur 22.2: Kortlagte råstofressourcer i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

Der er i forbindelse med indsnævringen af forundersøgelingsområdet for Thor Havvindmøllepark taget stilling til hvilke samfundsmæssige hensyn, der skal tages til råstoffer i området. Det er i indsnævningsnotatet for Thor Havvindmøllepark beskrevet, at projektområdet for havvindmølleparken vil tage hensyn til råstofområde 578-015 i den sydlige del af området, "*idet grus-ressourcen er samfundsmæssig værdifuld, og samtidig nemt kan undgås ved en udnyttelse af primært den nordlige del af området til havmølleparken*" (Energistyrelsen, 2021). Derfor ses en 1000 m buffer mellem råstofområdet og projektområdet for havvindmølleparken. Til gengæld blev det aftalt mellem Energistyrelsen og Miljøstyrelsen, at Energistyrelsen kan råde over de dele af områderne 562-040 og 562-043, som ligger inden for projektområdet (Energistyrelsen, 2021). Placeringen af otte møllepositioner overlapper med de to områder. Derudover overlapper seks af møllepositionerne med område 578-019, der er en spekulativ ressource for sand.

22.3. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

Anlægsarbejderne i forbindelse med etableringen af Thor Havvindmøllepark vil være kortvarige, og fysisk påvirkningen af havbunden vil ske indenfor selve projektområdet.

22.3.1. Områder for råstofindvinding

I forhold til råstofindvindingsområder er der overlap mellem et potentielt fællesområde og kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark. Arealet af overlappet udgør omtrent 9,4 km², hvilket er ca. 1,1 % af det samlede areal af det potentielle fællesområde på 850 km². Der er på nuværende tidspunkt ingen eksisterende tilladelser til råstofindvinding indenfor det potentielle fællesområde. Kabelkorridoren krydser også en udviklingszone for råstoffer i forhold til Havplanen (Søfartsstyrelsen, 2021b).

Da der ikke udvindes råstoffer i projektområdet for Thor Havvindmøllepark på nuværende tidspunkt, og da anlægsarbejderne kun vil påvirke en mindre del af det samlede areal, der er kortlagt som potentielle fællesområder, vurderes det, at projektet i anlægsfasen vil medføre en *lille* påvirkning af områder for råstofindvinding.

22.3.2. Kortlagte råstofressourcer

Påvirkningen på råstofressourcer kan forekomme i anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark, når kabler og møller installeres i områder, der overlapper med kortlagte råstofressourcer. Der er dog som tidligere beskrevet i afsnit 22.2.2 taget samfundsmæssigt hensyn til råstofressourcerne i projektområdet for Thor Havvindmøllepark, og derfor er der taget højde for den mulige påvirkning af Thor Havvindmøllepark på råstofressourcerne i området. For område 578-019, der er en spekulativ ressource for sand, omfatter overlappet mellem bruttoprojektområdet og område 578-019 et areal på ca. 9 km², hvilket er 0,9 % af det samlede areal på 1022 km². Inden for det område, som overlappet dækker over, vil der blive installeret møller, monopæle og inter-array kabler, hvilket kan besværliggøre eller forhindre en potentiel fremtidig råstofindvinding. Det skal desuden bemærkes, at det tilgængelige areal for den fremtidige potentielle råstofindvinding vil reduceres med et større areal, end det anlægget optager, da det vil være nødvendigt at have tilstrækkelig afstand mellem råstofindvinding og havvindmølleparkens anlæg for at forhindre erosion af for eksempel fundamenter. Men eftersom overlappet og reduktionen af tilgængeligt areal udgør en meget lille andel af det samlede areal af område 578-019, vurderes det, at påvirkningen på råstofressourcen som følge af etableringen af Thor Havvindmøllepark vil være *lille*.

22.4. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

22.4.1. Områder for råstofindvinding

Der er ikke overlap mellem projektområdet for Thor Havvindmøllepark og eksisterende efterforsknings-, reservations- og fællesområder for råstoffer. Kystdirektoratets råstofindvinding ved Husby Klit og Ferring vil derfor ikke påvirkes af driften af Thor Havvindmøllepark.

Det potentielle fællesområde med områdenr. 7321-00258 overlapper med placeringen af kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark. Potentielle fællesområder kan på sigt blive anvendt til råstofindvinding. I tilfælde af at der i fremtiden vil blive givet en indvindingstilladelse i området inden anlægsarbejdet går i gang, forventes det, at der vil blive taget højde for placeringen af kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark, da kabelbekendtgørelsen forudsætter, at søkablerne vil omfattes af en beskyttelseszone på 200 m på hver side af kablerne (BEK nr 939 af 27/11/1992). Dette vil medføre en reduktion af arealet, der kan bruges til råstofindvinding, men reduktionen vil kun omfatte et område på maksimalt ca. 9 km² sammenlignet med det totale areal på 850 km² af det potentielle fællesområde. Eftersom denne reduktion vil være af begrænset størrelsesorden sammenlignet med det totale areal af det potentielle fællesområde, vurderes påvirkningen af råstofindvinding som følge af driften af Thor Havvindmøllepark at være *lille*.

22.4.2. Kortlagte råstofressourcer

Thor Havvindmøllepark vil i driftsfasen kunne påvirke de kortlagte råstofressourcer, der overlapper med projektområdet for havvindmølleparken. Der er dog som tidligere beskrevet i afsnit 22.3 et meget begrænset overlap mellem kortlagte råstofressourcer og bruttoprojektområdet for Thor Havvindmøllepark, og der er i forbindelse med indsnævringen af forundersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark taget stilling til hensyntagen til råstoffer i området, som beskrevet i afsnit 22.2.2. På denne baggrund vurderes det, at påvirkningen af råstofressourcer som følge af driften af Thor Havvindmøllepark vil være *lille*, på trods af at påvirkningen vil være permanent (i hele parkens levetid).

22.5. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

Demonteringen af Thor Havvindmøllepark vil foregå efter de lovfæstede krav, teknologiske muligheder og foretrukne metoder, der vil være til stede på tidspunktet for demontering. Flere af havvindmølleparkens elementer forventes at ville blive fjernet helt, f.eks. møllerne og transformerplatform.

Det potentielle fællesområde for råstofindvinding, som overlapper med kabelkorridoren, kan blive påvirket under demontering af kablerne. Eftersom kablerne fjernes helt fra havbunden, vil denne påvirkning være midlertidig og kortvarig, og derfor vurderes påvirkningen på råstofindvinding som følge af demontering af Thor Havvindmøllepark at være tilsvarende den for anlægsfasen, der er vurderet som værende *lille*.

De dele af parken, der er nede i havbunden som eksempelvis monopæle, kan være nødsaget til at blive efterladt helt eller delvist i havbunden, hvilket kan påvirke råstofressourcerne i området, hvor møllefundamenterne er placeret. Denne påvirkning vurderes at have samme størrelsesorden som under driften for Thor Havvindmøllepark, hvilket er en *lille* påvirkning.

22.6. Sammenfattende vurdering

I Tabel 22.1 ses en sammenfatning af de vurderinger i anlæg-, drift- og demonteringsfasen, der er gennemført i afsnittet om råstofinteresser. På baggrund af dette vurderes den samlede påvirkning på råstofinteresser at være *lille* og dermed *ikke væsentlig*.

Tabel 22.1: Den samlede vurdering af Thor Havvindmøllepark på råstofinteresser. Ingen af de vurderede påvirkninger er væsentlige.

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Råstofindvinding	Anlæg	Lille
	Drift	Lille
	Demontering	Lille

Råstofressourcer

Anlæg	Lille
Drift	Lille
Demontering	Lille

22.7. Kumulative effekter

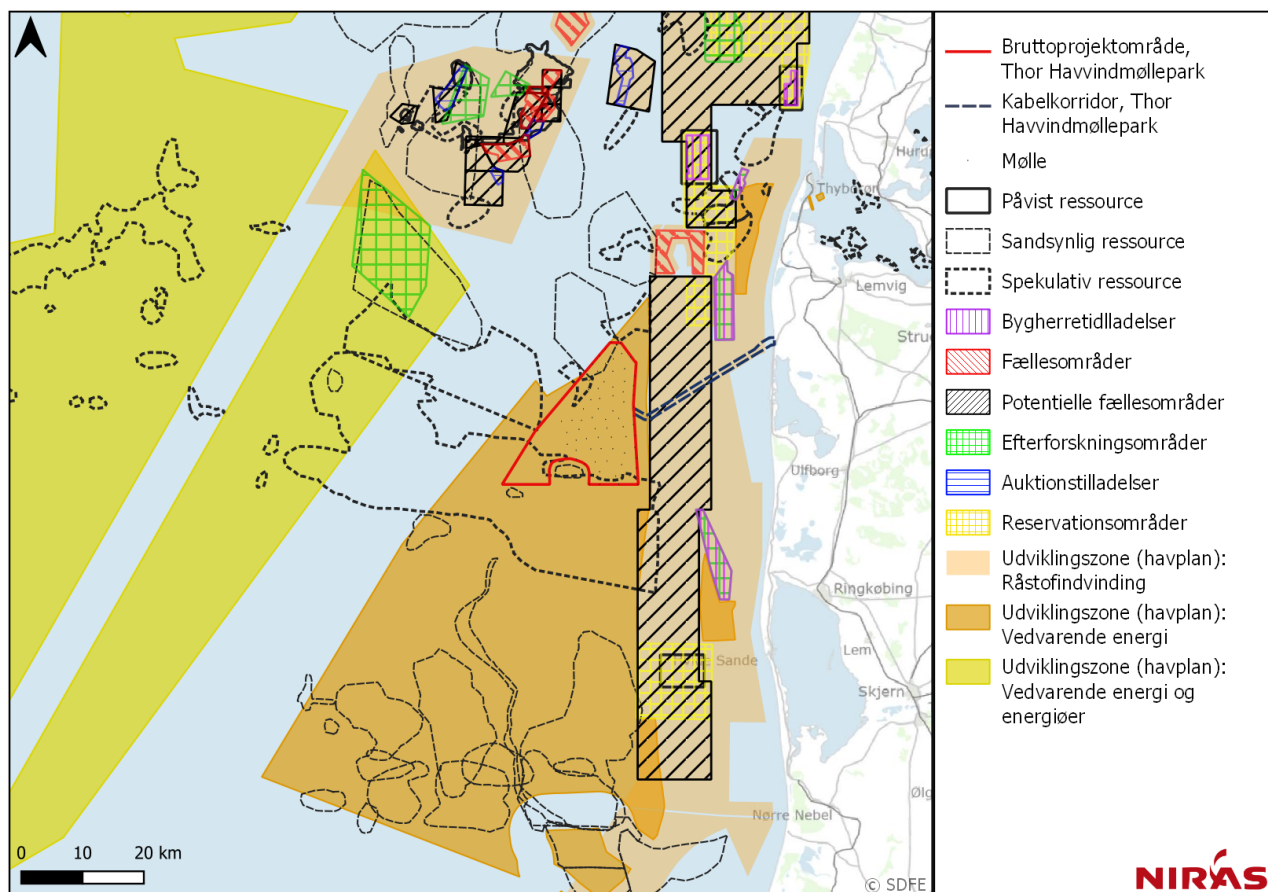
Thor Havvindmøllepark kan sammen med øvrige planer og projekter medføre potentielle kumulative effekter på råstofinteresser, hvis de øvrige planer og projekter bidrager til en reduceret mulighed for råstofindvinding eller et reduceret areal af tilgængelige råstofressourcer. Følgende projekter, der er beskrevet i afsnit 3.2.5 om kumulative effekter, kan sammen med Thor Havvindmøllepark potentielt medføre kumulative effekter i forhold til råstoffer:

- Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan

I Danmarks Havplan er Thor Havvindmøllepark en del af de områder, der er udlagt som udviklingszone for vedvarende energi (Figur 22.3). Derudover er der i området vest for Thor Havvindmøllepark udlagt områder til vedvarende energi og energigør. Udviklingszonerne overlapper med kortlagte råstofressourcer herunder område 578-019, som også overlapper med projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Hvis udviklingszonerne bliver realiseret kan det betyde at flere havvindmøller bliver placeret indenfor områder med kortlagte råstofressourcer.

I miljøvurderingen af havplanen er det beskrevet, at udstedelse af havplanen indebærer en væsentlig indskrænkning af de områder, hvor der fremover vil kunne tillades råstofindvinding. Fordi muligheden for at meddele tilladelse til råstofindvinding og -efterforskning indskrænkes til de udlagte udviklingszoner, forventes en koncentration af råstofindvinding inden for disse områder, hvilket potentielt kan føre til udtømmning af ressourcerne. Dette forstærkes af, at en realisering af projekter inden for udviklingszoner for vedvarende energi og energigør, kan medføre et øget råstofforbrug. Det beskrives dog, at hvis der i fremtiden vil blive mangel på relevante råstofmængder og -kvalitet, kan der opstå behov for nye udviklingszoner til efterforskning og indvinding af råstoffer, og at dette vil kræve udarbejdelsen af et tillæg til havplanen.

Eftersom Thor Havvindmøllepark er inkluderet i planlægningen af havarealer i Danmarks Havplan, vurderes det, at Thor Havvindmøllepark i kumulation med Danmarks Havplan vil have en påvirkning på råstoffer tilsvarende vurderingen beskrevet i miljøvurderingen af havplanen. Heri vurderes det, at havplanen vil påvirke mulighederne for at opnå tilladelse til råstofindvinding, da en realisering af flere projekter på havene vil betyde, at der vil være en væsentlig indskrænkning af de områder, hvor råstoffer vil kunne indvindes.



Figur 22.3: Kortlægningen af områder for råstofindvinding og råstofressourcer samt udviklingszoner for vedvarende energi og energier og råstofområder i Danmarks Havplan i og i nærheden af projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

22.8. Afværgeforanstaltninger

Der er ikke vurderet påvirkninger af råstofinteresser af et omfang, som vil kræve, at der skal iværksættes afværgeforanstaltninger.

22.9. Eventuelle mangler i miljøvurderingen

Det vurderes, at den eksisterende viden er tilstrækkelig for miljøvurderingerne for råstofinteresser.

23. Natura 2000-områder

Natura 2000 er betegnelsen for det internationale netværk af habitatområder og fuglebeskyttelsesområder i EU. For hvert Natura 2000-område er der en liste – det såkaldte udpegningsgrundlag – med naturtyper, arter og fugle, som det enkelte område er udpeget for at beskytte. Formålet med Natura 2000-netværket er at sikre gunstig bevaringsstatus for de arter, fugle og naturtyper, som er på udpegningsgrundlaget for de enkelte Natura 2000-områder.

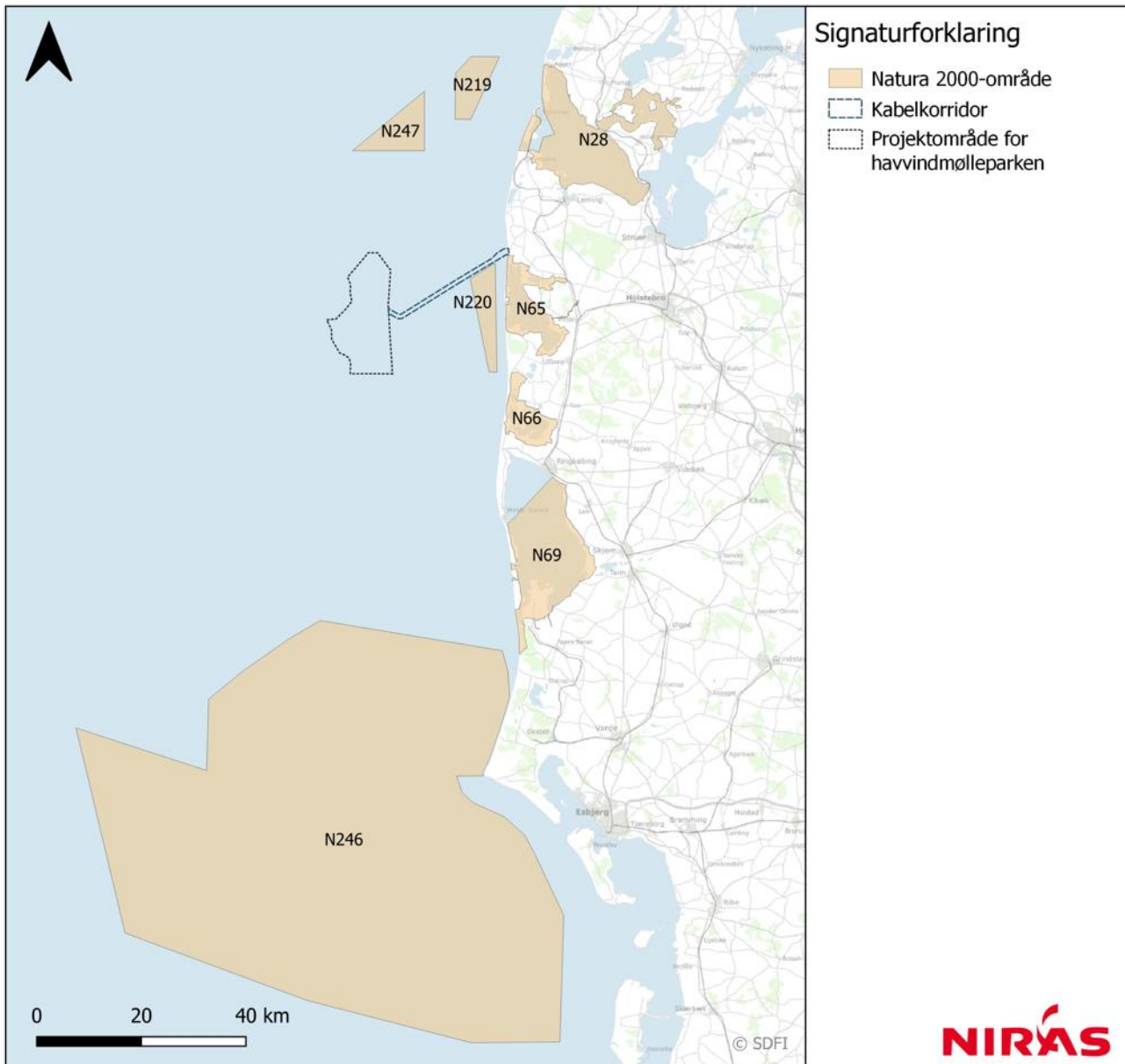
Lovgivningen, som ligger til grund for udpegnings- og administration af Natura 2000-områderne, fastlægger blandt andet, at før der kan gives tilladelse til et projekt, skal det vurderes, om projektet i sig selv eller i forbindelse med andre planer eller projekter kan medføre væsentlige påvirkninger af udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områder – ofte betegnet en væsentlighedsvurdering. Hvis det ikke kan udelukkes, at et projekt kan medføre væsentlige påvirkninger af udpegningsgrundlaget for et eller flere Natura 2000-områder, skal der gennemføres en vurdering af, om der er tale om skadelige virkninger for det eller de pågældende Natura 2000-områders bevaringsmålsætninger – en såkaldt konsekvensvurdering (uddybet i afsnit 23.2.1.1 og 23.2.1.3)

Som det fremgår af Figur 23.1, så er Thor Havvindmøllepark planlagt til blive etableret i nærheden af en række Natura 2000-områder.

I det følgende beskrives og vurderes det derfor, om Thor Havvindmøllepark vil medføre påvirkninger på udpegningsgrundlaget for relevante Natura 2000-områder. Kapitlet er opbygget, så der først indgår en beskrivelse af den gældende lovgivning, og herefter beskrives metoden til vurderingerne og det datagrundlag, som vurderingerne er baseret på. Efterfølgende beskrives de relevante Natura 2000-områder, og det er for hvert af disse områder vurderet, om projektet i sig selv eller i kumulation med andre planer og/eller projekter kan medføre væsentlige påvirkninger af udpegningsgrundlaget for disse relevante Natura 2000-områder.

Der er tidligere blevet udarbejdet en miljøvurdering af planen for Thor Havvindmøllepark (Energistyrelsen, 2022a). Som en del af miljørapporten for denne samlede plan indgik også en væsentlighedsvurdering af påvirkninger af Natura 2000-områder. Her blev påvirkninger fra det samlede projekt, som planen for Thor Havvindmøllepark giver mulighed for at realisere, beskrevet og vurderet. Derudover er der i forbindelse med miljøkonsekvensrapporten for landanlæg gennemført en Natura 2000-vurdering af projektets påvirkninger af Natura 2000-områder på land (COWI, 2022a). Der vil derfor være nogle overlap mellem nærværende vurdering af Natura 2000-områder og de to vurderinger inkluderet i miljøvurdering af planen samt miljøkonsekvensrapporten for landanlæg.

I de kumulative vurderinger i nærværende kapitel indgår der også en vurdering af, om projektet på land i kumulation med den marine del af projektet, som projektet giver mulighed for at realisere, vil kunne medføre påvirkninger af relevante Natura 2000-områder.



Figur 23.1: Projektområdet for Thor Havvindmøllepark vist i forhold til nærliggende Natura 2000-områder.

23.1. Lovgrundlag

Som beskrevet i afsnit 3.3 har EU vedtaget to naturbeskyttelsesdirektiver, som pålægger EU's medlemslande at bevare en række arter og naturtyper, der er sjældne, truede eller karakteristiske for EU-landene:

- EU's habitatdirektiv (Rådets direktiv 92/43/EØF)
- EU's fuglebeskyttelsesdirektiv (Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/147/EF)

I Danmark er habitatbekendtgørelsen (BEK nr 1098 af 21/08/2023) en væsentlig del af implementeringen af EU's habitatdirektiv og EU's fuglebeskyttelsesdirektiv, og habitatbekendtgørelsen har blandt andet til formål at udpege internationale naturbeskyttelsesområder samt fastsætte regler for administrationen af disse områder. Bestemmelserne i de europæiske naturbeskyttelsesdirektiver er desuden indarbejdet i andre danske love og bekendtgørelser.

Vurderingen af påvirkninger af internationale naturbeskyttelsesområder som følge af anlæg og drift af Thor Havvindmøllepark (havvindmølleparken og ilandføringskablerne) er således gennemført i henhold til bekendtgørelse om konsekvensvurdering vedrørende internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter ved projekter om etablering m.v. af elproduktionsanlæg og elforsyningsnet på havet (BEK nr 803 af 14/06/2023).

23.2. Metode og datagrundlag

I det følgende beskrives metoden til Natura 2000-vurderingen. Efterfølgende indgår en beskrivelse af datagrundlaget for de gennemførte vurderinger.

23.2.1. Metode

I det følgende beskrives den metode til Natura 2000-vurderingen, der er anvendt i nærværende rapport, og som er baseret på den gældende lovgivning, vejledningen til habitatbekendtgørelsen (Miljøstyrelsen, 2020b), bestemmelserne i artikel 6 i habitatdirektivet¹² (Rådets direktiv 92/43/EØF) og vejledningen til denne (Europa-Kommissionen, Vurdering af planer og projekter i forbindelse med Natura 2000-lokaliteter — Metodisk vejledning om artikel 6, stk. 3 og 4, i habitatdirektivet 92/43/EØF, 2021a) samt relevante afgørelser fra EU-domstolen og Miljø- og Fødevarerklagenævnet samt vejledninger m.m.

23.2.1.1. Afgrænsning af relevante Natura 2000-områder

Som det fremgår af Figur 23.1, så er Thor Havvindmøllepark planlagt til at blive etableret i nærheden af enkelte Natura 2000-områder. Derudover findes der i længere afstand til projektområdet en række andre Natura 2000-områder. Det første skridt i Natura 2000-vurderingen er derfor at fastslå hvilke Natura 2000-områder, der potentielt kan blive berørt af anlæg og drift af Thor Havvindmøllepark og de påvirkningsfaktorer, som dette kan afstedkomme. Afgrænsningen af relevante Natura 2000-områder er baseret på en overordnet og indledende screening, og en række af de områder, som indledningsvist vurderes at være relevante, kan derfor senere vise sig ikke at være relevante. Afgrænsningen af hvilke områder, der er relevante for Thor Havvindmøllepark, er beskrevet i afsnit 23.3.1.

23.2.1.1. Væsentlighedsvurdering

Vurderingen af, om et projekt påvirker et Natura 2000-områdes bevaringsmålsætninger væsentligt, retter sig mod påvirkningen af de karakteristika og miljømæssige forhold, der kendetegner det konkrete Natura 2000-område, og herunder særligt de konkret fastsatte bevaringsmålsætninger for de arter og naturtyper, der er på Natura 2000-områdets udpegningsgrundlag (for nærmere beskrivelse af bevaringsmålsætninger se afsnit 23.2.1.2).

I gennemgangen af udpegningsgrundlaget skal der også tages højde for, om der er foreslået ændringer i områdets udpegningsgrundlag.¹³

På baggrund af gennemgangen af udpegningsgrundlaget for de enkelte Natura 2000-områder er det for de relevante dele af udpegningsgrundlaget vurderet, om Thor Havvindmøllepark kan medføre væsentlige påvirkninger.

¹² Habitatdirektivets artikel 6 kan opdeles i tre hovedgrupper, hvor stk. 1 omfatter iværksættelse af nødvendige bevaringsforanstaltninger for de særlige bevaringsområder, stk. 2 har til formål at forebygge forringelse af naturtyper og arter, mens stk. 3 og 4 opstiller proceduremæssige og praktiske forholdsregler for planer og projekter, der kan have betydelig indvirkning på et Natura 2000-område (Europa-Kommissionen, 2019). Det er særligt stk. 3, der er relevant for denne miljøkonsekvensvurdering:

Stk. 3. Alle planer eller projekter, der ikke er direkte forbundet med eller nødvendige for lokalitetens forvaltning, men som i sig selv eller i forbindelse med andre planer og projekter kan påvirke en sådan lokalitet væsentligt, vurderes med hensyn til deres virkninger på lokaliteten under hensyn til bevaringsmålsætningerne for denne. På baggrund af konklusionerne af vurderingen af virkningerne på lokaliteten, og med forbehold af stk. 4, giver de kompetente nationale myndigheder først deres tilslutning til en plan eller et projekt, når de har sikret sig, at den/det ikke skader lokalitetens integritet, og når de - hvis det anses for nødvendigt - har hørt offentligheden.

¹³ Naturklagenævnet har i en afgørelse fra 2004 (78: MAD 2005.928) konkluderet, at kravet om vurdering af eventuelle påvirkninger som følge af en plan eller et projekt også gælder i forhold til foreslåede ændringer i udpegningsgrundlaget, selv om forslaget om justering af udpegningsgrundlag endnu ikke er endeligt besluttet og meddelt Europa-Kommissionen (Miljøstyrelsen, 2020b).

EU-Domstolen har fastslået, at det skal anses som en væsentlig påvirkning, hvis en plan eller projekt risikerer at påvirke bevaringsmålsætningen for det pågældende Natura 2000-område (EU-Domstolen, 2004).

I Europa-Kommissionens vejledning til habitatdirektivets artikel 6 indgår nedenstående beskrivelse af, hvad der er en væsentlig påvirkning af et Natura 2000-område:

"Væsentlighed varierer afhængigt af faktorer såsom en virknings omfang, type, udbredelse, varighed, intensitet, tidspunkt, sandsynlighed, kumulative virkninger og de pågældende naturtyper og arters sårbarhed (Europa-Kommissionen, 2019; Europa-Kommissionen, 2021a)".

Det fremgår desuden, at *"et tab på et hundrede kvadratmeter naturtype kan fx være væsentlig i forbindelse med en lille lokalitet for en sjælden orkidé, mens et tilsvarende tab af stor steppelokalitet kan være uvæsentlig, hvis den ikke har nogen indvirkninger på lokalitetens bevaringsmålsætninger (Europa-Kommissionen, 2019)."*

Det må imidlertid være en væsentlig påvirkning, hvis påvirkningen eksempelvis kan skade beskyttede arter eller naturtyper. Således har EU-domstolen i C-258/11. Sweetman slået fast, at en lille, men varig og uoprettelig reduktion af en prioriteret naturtype kan udgøre en væsentlig påvirkning, og dermed anses som en skade på et Natura 2000-områdes integritet (Miljøstyrelsen, 2020b).

For at vurdere, om en påvirkning af et Natura 2000-områdes bevaringsmålsætninger er væsentlig, skal alle relevante aspekter af et projekt være beskrevet, hvilket medfører, at beskrivelsen skal omfatte alle tidsmæssige faser af et projekt, herunder mulige skadevirkninger både i en anlægsfase, driftsfase og en efterfølgende demonteringsfase.

Vurderingen skal ud over effekten af projektet i sig selv også inddrage den samlede påvirkning, som projektet i forbindelse med andre planer og projekter kan medføre.

Væsentlighedsvurderingen kan i en række situationer foretages relativt enkelt. I disse situationer vil det for visse arter og naturtyper helt kunne afvises, at et projekt kan skade et Natura 2000-områdes bevaringsmålsætninger, f.eks. fordi ingen naturtyper eller arter på udpegningsgrundlaget er følsomme over for den påvirkning, som projektet medfører.

Af EU-Domstolens praksis (C-98/03, Kommissionen mod Tyskland og C-418/04, Kommissionen mod Irland) følger, at det berørte geografiske område ikke er begrænset til projektområder, der udelukkende forekommer i eller omfatter hele eller dele af et beskyttet Natura 2000-område. I det berørte geografiske område indgår også områder påvirket af projekter, der ligger udenfor Natura 2000-området, men som kan have væsentlig indvirkning på Natura 2000-områdets bevaringsmålsætninger, uanset afstanden fra det pågældende Natura 2000-område (Miljøstyrelsen, 2020b).

23.2.1.2. Bevaringsmålsætninger

Der skelnes mellem bevaringsmålsætninger for de konkrete Natura 2000-områder, der fremgår af Natura 2000-områdets Natura 2000-plan, og den overordnede målsætning som fremgår af habitatdirektivets artikel 1, om at opnå en gunstig bevaringsstatus for naturtyper og arter. Den overordnede bevaringsmålsætning for Natura 2000-områderne er at sikre eller genoprette en gunstig bevaringsstatus for de arter og naturtyper, som områderne er udpeget for at beskytte, jf. habitatdirektivets artikel 2. Vurdering af et projekts konsekvenser for et berørt Natura 2000-områdes integritet skal foretages ud fra Natura 2000-områdets konkrete bevaringsmålsætninger, jf. bevaringsmålsætningerne i Natura 2000-planerne. Alle aspekter, som kan påvirke et Natura 2000-områdes bevaringsmålsætning, skal inddrages.

Hvis der endnu ikke er fastsat bevaringsmålsætninger for en lokalitet, og indtil det sker, skal væsentlighedsvurderingen som minimum antage, at målsætningen er at sikre, at de naturtyper og levesteder for arter, der forekommer i Natura 2000-området, ikke forringes til et niveau under det nuværende niveau.

23.2.1.3. Konsekvensvurdering

Hvis det ikke kan udelukkes, at et projekt kan medføre væsentlige påvirkninger af udpegningsgrundlaget for et eller flere Natura 2000-områder, skal der gennemføres en Natura 2000-konsekvensvurdering for det pågældende område og ud fra områdets bevaringsmålsætninger. Konsekvensvurderingen skal belyse, om projektet vil skade de relevante Natura 2000-områders udpegningsgrundlag, jf. bevaringsmålsætningerne i de gældende Natura 2000-planer. Ligeledes skal der i konsekvensvurderingen redegøres for, om det planlagte vil have skadelige virkninger for Natura 2000-områdets integritet. Der kan kun gives tilladelse til et projekt, hvis det ud fra et videnskabeligt synspunkt uden rimelig tvivl kan fastslås, at projektet ikke har skadelige virkninger på Natura 2000-områdernes integritet.¹⁴

Der er i vejledningen til habitatbekendtgørelsen (Miljøstyrelsen, 2020b) ikke tydeligt defineret en grænse mellem en væsentlighedsvurdering og en konsekvensvurdering. Det fremgår af vejledningen til habitatdirektivets artikel 6, at afhjælpende foranstaltninger (dvs. foranstaltninger til at undgå eller mindske negative virkninger – og ikke at forveksle med kompensationsforanstaltninger¹⁵) ikke kan tages i betragtning i forbindelse med væsentlighedsvurderingen (Europa-Kommissionen, 2019). Det vil sige, at hvis der foreslås afhjælpende foranstaltninger, så skal disse fastlægges i en Natura 2000-konsekvensvurdering. I en dom af 15. juni 2023 (sag C-721/21, Eco Advocacy) har EU-Domstolen præciseret denne praksis (EU-Domstolen, 2023). Det blev dog også præciseret, at der i forbindelse med en væsentlighedsvurdering skal sondres mellem "afværgeforanstaltninger" og "standardkendetegn" for alle projekter af samme type. Afgørelsen slår fast, at sidstnævnte vil kunne indgå i væsentlighedsvurderingen, også selvom de faktisk har samme virkning som en afværgeforanstaltning.

EU-domstolen har i sag C-258/11 (Sweetman-dommen) fastslået, at en Natura 2000-konsekvensvurdering skal indeholde fuldstændige, præcise og endelige konstateringer og konklusioner. Der kan således kun gives tilladelse til projektet, hvis det ud fra et videnskabeligt synspunkt uden rimelig tvivl kan fastslås, at projektet ikke har skadelige virkninger på Natura 2000-områdernes integritet. Dette kommer også til udtryk i det såkaldte forsigtighedsprincip, der også er et centralt begreb i konsekvensvurderingen. Det fremgår også af vejledningen til habitatbekendtgørelsen (Miljøstyrelsen, 2020b): *Forsigtighedsprincippet indebærer, at hvis der er videnskabelig tvivl om skadevirkninger, dvs. at skade ikke kan udelukkes, skal denne tvivl komme Natura 2000-områder til gode. Hensynet til de udpegede områder skal vægtes højest.*

23.2.2. Datagrundlag

Beskrivelsen af udpegningsgrundlaget for relevante Natura 2000-områder er primært baseret på oplysninger, der indgår i Natura 2000-planer for 2022-27 for de relevante Natura 2000-områder samt de reviderede basisanalyser til disse.

Grundlaget for vurderingerne omfatter eksisterende viden fra nationale overvågningsprogrammer (herunder NOVANA). Vidensgrundlaget for en del af de emner, der er relevante for Natura 2000-vurderingen, består også af viden fra marine undersøgelser, der er gennemført af Energinet og Energistyrelsen i forbindelse med forberedelsen af udbuddet af Thor Havvindmøllepark. Eksempelvis er der gennemført undersøgelser af havpattedyr i 2019/2020.

¹⁴ Myndighederne kan i særlige tilfælde meddele godkendelse til en ansøgt plan eller projekt, selvom vurderingen viser, at dette vil skade et Natura 2000-område. Dette kan alene ske, når der foreligger bydende nødvendige hensyn af væsentlige samfundsinteresser, herunder af social eller økonomisk art, og fordi der ikke findes nogen alternativ løsning.

¹⁵ Kompensationsforanstaltninger har til formål at kompensere for eventuelle skader, som projektet kan have forårsaget. Kompensationsforanstaltninger må kun overvejes i medfør af habitatdirektivets artikel 6, stk. 4, hvis planen eller projektet er blevet godkendt som bydende nødvendige hensyn til væsentlige samfundsinteresser, og hvis der ikke findes alternativer.

Disse data omfatter resultater af fly-tællinger af havpattedyr i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark, som bruges til at estimere tætheder af havpattedyr i området. Ligeledes er der gennemført registreringer af marsvin i forundersøgelserområdet ved hjælp af Passiv Akustisk Monitering (PAM) i perioden december 2019 til november 2020. Disse data bruges til at beskrive sæsonvariationer af marsvin i området. For nærmere beskrivelser af datagrundlaget for havpattedyr og de gennemførte undersøgelser henvises til afsnit 15.1. I forhold til fuglene er der gennemført en række optællinger af fugle fra fly i 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b). Data fra disse optællinger er blandt andet suppleret med data fra DCE's optællinger af rastende vandfugle i Nordsøen (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019). For nærmere beskrivelser af datagrundlaget for fugle og de gennemførte undersøgelser henvises til afsnit 16.1. Det bemærkes, at kapitel 16 omhandler beskrivelser og vurderinger af fugle, der færdes på havet i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark, mens at nærværende kapitel omhandler beskrivelser og vurderinger af fugle, der er på udpegningsgrundlaget for de relevante Natura 2000-områder. Derfor vil der være nogle fuglearter, der udelukkende beskrives i kapitel 16, da arterne kan være rapporteret i og omkring projektområdet, uden at indgå i udpegningsgrundlagene for de relevante Natura 2000-områder. Ligeledes vil der være nogle fuglearter, der udelukkende beskrives i nærværende kapitel, da arterne er på udpegningsgrundlagene for de relevante Natura 2000-områder, men ikke er rapporteret i eller nær projektområdet.

Hvor der derudover findes beskrivelser, resultater m.m. fra tidligere gennemførte feltundersøgelser, som har relevans for kortlægningen af de eksisterende forhold, er beskrivelserne suppleret med resultater fra disse undersøgelser. Derudover er beskrivelserne af udpegningsgrundlaget baseret på skriftlige kilder og kort, herunder kortoplysninger fra Danmarks Arealinformation, samt kortgrundlaget til basisanalyserne til Natura 2000-planer 2022-27 (Miljøstyrelsen, 2020c) tillige med oplysninger fra relevante hjemmesider, rapporter og opslagsværker.

23.3. Natura 2000-områder

Der ligger en række Natura 2000-områder i nærheden af projektområdet for Thor Havvindmøllepark og kabelkorridoren (se Figur 23.1). Som beskrevet i afsnit 23.2.1 er første trin i vurderingen at afgrænse hvilke Natura 2000-områder, der skal indgå i vurderingerne. Efter en opsummering af disse, beskrives de relevante Natura 2000-områder enkeltvis i afsnit 23.3.3–23.3.7. I denne gennemgang er der taget stilling til hvilke dele af udpegningsgrundlaget for de enkelte Natura 2000-områder, der potentielt kan påvirkes af anlæg og drift af Thor Havvindmøllepark. Dette sker blandt andet på baggrund af følgende parametre:

- Eksisterende viden om arter og naturtypers udbredelse i de relevante Natura 2000-områder.
- Eksisterende viden om forekomster af disse arter og naturtyper indenfor eller i nærheden af de områder, hvor Thor Havvindmøllepark skal etableres.
- Overordnet viden om arter og naturtypers følsomhed over for påvirkninger som følge af anlæg og drift af en havvindmøllepark.

De dele af udpegningsgrundlaget, der potentielt kan påvirkes af projektet, er beskrevet under hvert Natura 2000-område, ligesom målsætninger for disse er beskrevet.

Afslutningsvist er der i afsnit 23.3.9 opsummeret, hvilke Natura 2000-områder der indgår i de følgende vurderinger.

23.3.1. Afgrænsning af relevante Natura 2000-områder

I det følgende beskrives det, hvordan afgrænsningen af henholdsvis marine Natura 2000-områder og Natura 2000-områder på land er foretaget.

Marine Natura 2000-områder

Natura 2000-områder på havet er som udgangspunkt medtaget i den indledende afgrænsning, hvis de ligger indenfor en afstand på 50 km fra projektområdet. Denne afstand er valgt ud fra erfaringer fra andre havvindmølleprojekter i forhold til påvirkningsafstande på de mobile arter, som havpattedyr og fugle, hvilket er beskrevet nærmere i det følgende. De dele af udpegningsgrundlaget for marine Natura 2000-områder, der kan påvirkes af anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark, omfatter marine habitatnaturtyper, havpattedyr og fugle.

Marine habitatnaturtyper:

Projektet vil medføre permanent inddragelse af havbund til vindmøllefundamenter og erosionsbeskyttelse heraf samt midlertidig påvirkning af havbunden til søkabler. Dette vil medføre tab af havbund. Projektområdet overlapper dog ikke direkte med Natura 2000-områder, og der vil derfor ikke ske direkte påvirkning af marine habitatnaturtyper. Den eneste påvirkning af marine habitatnaturtyper vil kunne ske som følge af, at anlægsarbejderne vil medføre et kortvarigt sedimentspild. Der er udført en sedimentspredningsberegning, for at estimere omfanget af sedimentspild i vandfasen. Sedimentspredningsberegningerne er beskrevet i kapitel 10 om bundtopografi og sediment, samt i den tekniske rapport om sedimentforhold (NIRAS, 2024). De gennemførte beregninger viser, at forhøjede suspenderede sedimentkoncentrationer i vandfasen samt efterfølgende sedimentation på havbunden vil være begrænset og forekomme inden for eller tæt på projektområdet. Sedimentspild vil derfor være begrænset til arealer, der ligger inden for få hundrede meter fra anlægsområdet. For marine Natura 2000-områder med naturtyper på udpegningsgrundlaget, som er beliggende mere end 1 km fra projektområdet, kan det umiddelbart afvises at der vil kunne ske en påvirkning fra sedimentspild i anlægsfasen ved Thor Havvindmøllepark. Denne indledende afgrænsning medfører blandt andet, at Natura 2000-område nr. 247: Thyborøn Stenvolde, der ligger cirka 21 km nord for projektområdet (se Figur 23.1), ikke medtages i det følgende, da Natura 2000-området ligger så langt fra projektområdet og udelukkende har marine habitatnaturtyper (stenrev) på udpegningsgrundlaget (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2023aa).

Havpattedyr:

I forhold til havpattedyrene vil det være udbredelsen af undervandsstøj fra etablering af møllefundamenter, der vil kunne medføre den største påvirkning. Beregningerne af undervandsstøj, der er gennemført i henhold til Energistyrelsens guidelines (Energistyrelsen, 2022c) viser, at hvis der ikke anvendes boblegardiner, vil der kunne forekomme adfærdspåvirkninger på marsvin i en afstand på ud til 46,6 km fra støjilden (NIRAS, 2023b). Der er en generel mangel på viden om adfærdspåvirkninger for sæler udsat for undervandsstøj fra nedramning af fundamenter, og de få studier, der findes, peger i forskellig retning. Studier fra installationen af engelske havvindmølleparker fandt, at spættede sæler reagerede ud til en afstand på 25 km ved nedramning af fundamenter uden brug af støjdæmpende tiltag (Russell, et al., 2016). Baseret på reaktionsafstanden foreslog Russell et al. (2016), at sælers adfærdstærskel er sammenlignelig med marsvins. Baseret på forsigtighedsprincippet antages det derfor i det følgende, at sæler reagerer på undervandsstøj fra nedramning af fundamenter ud til samme afstand som marsvin.

I følge de danske retningslinjer er det et krav, at undervandsstøjen dæmpes til et niveau, hvor permanent høretab (PTS) hos hvaler og sæler ikke vil forekomme i en radius større end 200 meter. Uden støjdæmpende tiltag vil der kunne forekomme PTS hos sæler i en afstand på 3,15 km og for marsvin i en afstand på 500 meter. Det er derfor nødvendigt at anvende støjdæmpende foranstaltninger. Der er derfor gennemført beregninger af undervandsstøjpåvirkninger ved anvendelse af støjdæmpning svarende til et enkelt boblegardin. Resultaterne viser, at anvendelse af et enkelt boblegardin både vil sikre, at afstanden for PTS kan overholdes, samt at der kun vil forekomme adfærdspåvirkninger på marsvin i en afstand på ud til 6,4 km fra støjilden. For en uddybende beskrivelse af

beregningerne og resultaterne henvises til baggrundsnotatet vedrørende undervandsstøjmodellering for anlægs- og driftsfasen af Thor Havvindmøllepark (NIRAS, 2023b).

Som tidligere beskrevet kan afhjælpende foranstaltninger ikke tages i betragtning i forbindelse med væsentlighedsvurderingen (Europa-Kommissionen, 2019). Det vil sige, at hvis der foreslås afhjælpende foranstaltninger, så skal disse fastlægges i en Natura 2000-konsekvensvurdering. I en dom af 15. juni 2023 (sag C-721/21, Eco Advocacy) har EU-Domstolen, at der i forbindelse med en væsentlighedsvurdering skal sondres mellem "afværgeforanstaltninger" og "standardkendetegn" for alle projekter af samme type. Afgørelsen slår fast, at sidstnævnte vil kunne indgå i væsentlighedsvurderingen, også selvom de faktisk har samme virkning som en afværgeforanstaltning (EU-Domstolen, 2023).

Hvorvidt anvendelse af boblegardiner eller lignende støjdæmpende foranstaltninger er at betragte som en afværgende foranstaltning eller som et standardkendetegn (for projekter, der skal gennemføres i henhold til Energistyrelsens retningslinjer), kan diskuteres. Men da der ikke altid vil være behov for at anvende støjdæmpende foranstaltninger såsom boblegardiner, så er der i det følgende taget udgangspunkt i, at anvendelse af boblegardiner er at betragte som en afværgende foranstaltning. Dette medfører også, at der for Natura 2000-områder med havpattedyr på udpegningsgrundlaget automatisk vil blive gennemført en konsekvensvurdering, hvis Natura 2000-områderne ligger inden for 46,6 km fra projektområdet. I dette tilfælde betyder det, at der vil blive gennemført en konsekvensvurdering af påvirkninger af marine pattedyr på udpegningsgrundlaget for hhv. Natura 2000-område nr. 28 og 219.

De øvrige potentielle påvirkninger af havpattedyr omfatter blandt andet undervandsstøj fra anlægsaktiviteter og i driftsfasen, påvirkninger af fødegrundlaget for havpattedyr, habitatændringer og elektromagnetiske felter. Det er vurderet i kapitel 15 om havpattedyr, at der alene vil kunne ske en ubetydelig eller lille påvirkning af havpattedyr, da påvirkningerne fra disse anlægsaktiviteter vil være lokale og forekomme i umiddelbart nærhed af anlægsaktiviteterne eller vindmøllerne i drift. På baggrund heraf, samt da det nærmeste Natura 2000-område med havpattedyr på udpegningsgrundlaget er mere end 20 km væk, og da projektområdet hverken er et vigtigt område for Nord-søpopulationen af marsvin eller sæler, vurderes det, at projektet ikke vil kunne medføre væsentlige påvirkninger af havpattedyr på udpegningsgrundlaget for nærliggende Natura 2000-områder, og påvirkninger af havpattedyr som følge af skibsstøj, habitatændringer og elektromagnetiske felter beskrives ikke nærmere i det følgende.

Fugle:

I forhold til fugle udgøres påvirkningerne fra en havvindmøllepark primært af risikoen for, at fugle kolliderer med vindmøllerne i driftsfasen. Desuden kan fugle både i anlægs- og driftsfasen blive påvirket af barriereeffekt og fortrængning fra ellers egnede levesteder som følge af havvindmøllernes tilstedeværelse. Fortrængning indebærer, at et antal fugle kan være nødsaget til at opsøge nye raste- og/eller fourageringsområder, hvormed konkurrencen om føden i disse områder forøges. Dette kan også udgøre en marginal konkurrencemæssig ulempe for de fortrængte fugle, hvis de nye fourageringsområder er marginalt mindre egnede for fuglene end deres tidligere benyttede fourageringsområder. Det er vanskeligt at fastsætte en grænse for, i hvor stor afstand fugle kan blive påvirket af en havvindmøllepark, da dette afhænger af en lang række forhold, herunder hvilke arter, der er på udpegningsgrundlaget for de nærmeste Natura 2000-områder, og om disse arter benytter området, hvor havvindmølleparken skal etableres. Desuden spiller det ind, om en havvindmøllepark etableres i en trækkorridor for fugle, samt om der i nærheden af havvindmølleparken er ynglefugle, der kan blive påvirket af støj fra anlæg og drift af en havvindmøllepark. Thor Havvindmøllepark etableres i et område uden oplagte trædesten for større trækruter, og der findes ingen vigtige trækruter igennem området (Orbicon og IfAO, 2014; Vattenfall, 2020a; Vattenfall, 2020b). Der er derfor ikke risiko for, at fugle på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområder i stor afstand vil kunne blive påvirket af projektet. Den eneste risiko for påvirkning af fugle på udpegningsgrundlaget vil kunne ske, hvis fugle anvender

projektområdet til fouragering og rast, og der vil i så fald være tale om områder, der ligger relativt tæt på projektområdet. På baggrund heraf er der medtaget marine fuglebeskyttelsesområder i en afstand på 50 km fra projektområdet, og det er belyst, om områderne har arter på udpegningsgrundlaget, som findes i eller i nærheden af området for Thor Havvindmøllepark. Denne afstand vurderes derfor at være tilstrækkelig til at kunne foretage den efterfølgende vurdering af påvirkninger af fugle som følge af realisering af havvindmølleparken.

Natura 2000-områder på land

På land er der kun medtaget Natura 2000-områder, der har fugle på udpegningsgrundlaget, som lever i tilknytning til det marine miljø, og som samtidig ligger i en afstand på 50 km fra projektområdet for havvindmølleparken. Begrundelsen for denne afstand fremgår af ovenstående afsnit om marine Natura 2000-områder. Der ligger flere Natura 2000-områder med fugle på udpegningsgrundlaget inden for denne radius, men to af disse har kun fugle på udpegningsgrundlaget, som ikke lever i tilknytning til det marine miljø. Dette drejer sig om følgende Natura 2000-områder: nr. 224: Flynder Å og heder i Klosterhede Plantage, nr. 72: Husby Sø og Nørresø. Disse Natura 2000-områder er derfor ikke beskrevet i det følgende.

Nærværende miljøkonsekvensrapport og denne Natura 2000-vurdering er foretaget for anlæg på havet, og derfor er der ikke vurderet på eventuelle påvirkninger af terrestriske naturtyper eller landlevende arter. Natura 2000-vurderingen af anlæg på land er gennemført i forbindelse med miljøkonsekvensrapporten for landanlæg (COWI, 2022a).

Opsummering

De Natura 2000-områder (samt de omfattede habitat-, fuglebeskyttelses- og Ramsarområder¹⁶), der er afgrænset til at skulle indgå i Natura 2000-vurderingen, fremgår af Tabel 23.1. Natura 2000-områdernes placering i forhold til projektområdet, fremgår af Figur 23.1. Med undtagelse af Natura 2000-område nr. 247 beskrives udpegningsgrundlaget for alle de Natura 2000-områder, der fremgår af Figur 23.1.¹⁷

Tabel 23.1: Natura 2000-områder i nærheden af projektområdet for Thor Havvindmøllepark, og som indgår i denne rapport (H = habitatområde, F = fuglebeskyttelsesområde, R = Ramsarområde).

Natura 2000-område	Habitat- (H), Fuglebeskyttelse- (F) og Ramsarområde (R)	Afstand til projektområdet
219: Sandbanker ud for Thyborøn	H253	Cirka 29 km fra projektområdet for havvindmølleparken. 26 km fra kabelkorridoren.
220: Sandbanker ud for Thorsminde	H254	Cirka 15 km fra projektområdet for havvindmølleparken. Cirka 300 m fra kabelkorridoren.
28: Agger Tange, Nissum Bredning, Skibsted Fjord og Agerø	H28, F23, F27, F28, F39, R5	Cirka 30 km fra projektområdet for havvindmølleparken. 20 km fra kabelkorridoren.

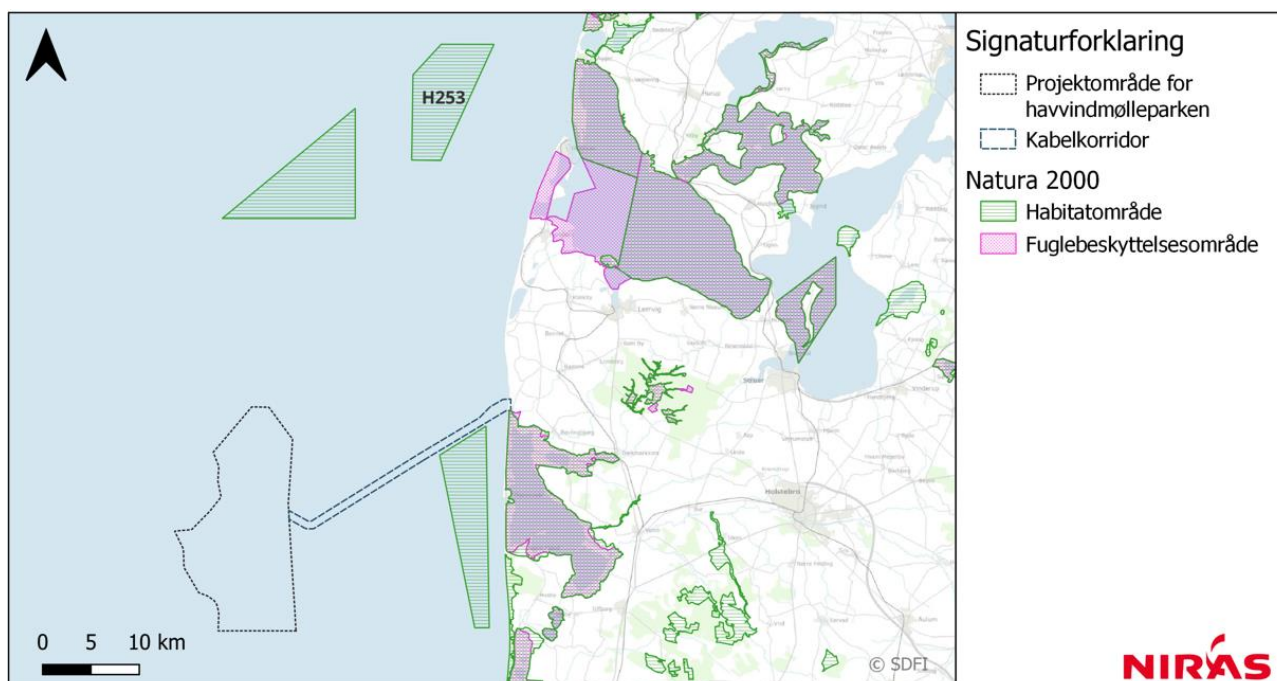
¹⁶ Som en del af Natura 2000-netværket indgår i Danmark også de såkaldte Ramsarområder. Ramsarområder er vådområder med så mange vandfugle, at de har international betydning og skal beskyttes. Ved mange vandfugle forstås her, at der jævnligt i området opholder sig mindst 20.000 individer eller findes mindst 1 % af en bestand af en art eller underart. De vådområder, der har international betydning, omfatter ikke kun områder for fugle. Det er også områder, der er vigtige for andre organismer. Det er for eksempel områder, der er væsentlige fouragerings-, gyde-, opvækst- eller rasteområder for vigtige fiskebestande. Ramsarområderne er udpeget af det enkelte land. Alle de danske Ramsarområder indgår i EF-fuglebeskyttelsesområderne, og er derfor også en del af Natura 2000-netværket.

¹⁷ Natura 2000-område nr. 247 har udelukkende stenrev på udpegningsgrundlaget (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2023a). Området ligger cirka 21 km fra projektområdet, og da der udelukkende er risiko for påvirkninger af marine habitatnaturtyper i en afstand på 1 km, er det i den indledende afgrænsning vurderet, at en påvirkning af Natura 2000-området kan udelukkes.

65: Nisum Fjord	H58, F38, R4	Cirka 21 km fra projektområdet for havvindmølleparken. Ilandføringen af søkablerne sker umiddelbart nord for Natura 2000-område nr. 65.
66: Stadil Fjord og Vest Stadil Fjord	H59, F41, R3	Cirka 23 km
69: Ringkøbing Fjord og Nymindestrømmen	H62, F43, R2	Cirka 35 km
246: Sydlige Nordsø	H255, F113	Ca. 47 km

23.3.2. Natura 2000-område nr. 219: Sandbanker ud for Thyborøn

Projektområdet for havvindmølleparken er beliggende ca. 29 km syd for Natura 2000-område nr. 219: Sandbanker ud for Thyborøn. Placeringen af Natura 2000-området i forhold til projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren for fremgår af Figur 23.2.



Figur 23.2: Afgrænsning af Natura 2000-område nr. 219 Sandbanker ud for Thyborøn (habitatområde nr. 253) samt projektområdet for Thor Havvindmøllepark og kabelkorridoren.

Natura 2000-område nr. 219 er udelukkende marint og har et areal på 6.352 ha. Natura 2000-området består af habitatområde nr. 253, og området er udpeget for at beskytte naturtyperne sandbanke og stenrev samt områdets bestand af marsvin. Natura 2000-området ligger 10 km vest for Limfjordens udmunding i Vesterhavet på kanten af israndslinjen. Områdets vanddybder varierer mellem 18 og 33 meter.

Udpegningsgrundlaget for habitatområde nr. 253 fremgår af Tabel 23.2.

Tabel 23.2: Udpegningsgrundlag for habitatområde nr. 253, der udgør Natura 2000-område nr. 219. Tal i parentes henviser til talkoder benyttet for naturtyper og arter fra habitatdirektivets bilag 1 og 2. Tabellen er baseret på Natura 2000-plan 2022-27 (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2023b).

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 253	
Naturtyper	Rev (1170)
	Sandbanke (1110)
Arter	Marsvin (1351)

Som det er beskrevet i afsnit 23.3.1, er sedimentspredning fra anlægsaktiviteterne så begrænset i udbredelse af en påvirkning af marine habitatnaturtyper fra projektet umiddelbart kan udelukkes, hvis naturtyperne ligger i en afstand på mere end 1 km fra projektområdet. Da Natura 2000-område nr. 219 ligger cirka 29 km fra projektområdet, er de marine naturtyper ikke beskrevet nærmere i det følgende. Det er derfor alene marsvin, der potentielt kan påvirkes, og som derfor er beskrevet herunder.

23.3.2.1. Marsvin

Der vurderes at være tre populationer af marsvin i danske farvande - en i Østersøen, en i indre danske farvande inkl. Kattegat (Bælthavspopulationen) samt en i Nordsøen/Skagerrak. DCE har ved habitatdirektivets artikel 17 vurdering i 2019 vurderet, at Østersøpopulationen har stærkt ugunstig bevaringsstatus, mens Nordsø- og Bælthavspopulationerne begge har gunstig bevaringsstatus. Marsvinene i habitatområde H153 tilhører populationen i Nordsøen/Skagerrak. Populationen er estimeret til 300.000-350.000 marsvin og vurderes at være stabil over den 22 årige undersøgelsesperiode. Natura 2000-området vurderes at være af middel betydning for populationen af marsvin, da der er tale om et relativt stort område med middel tæthed af marsvin i mindst en sæson (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2021a).

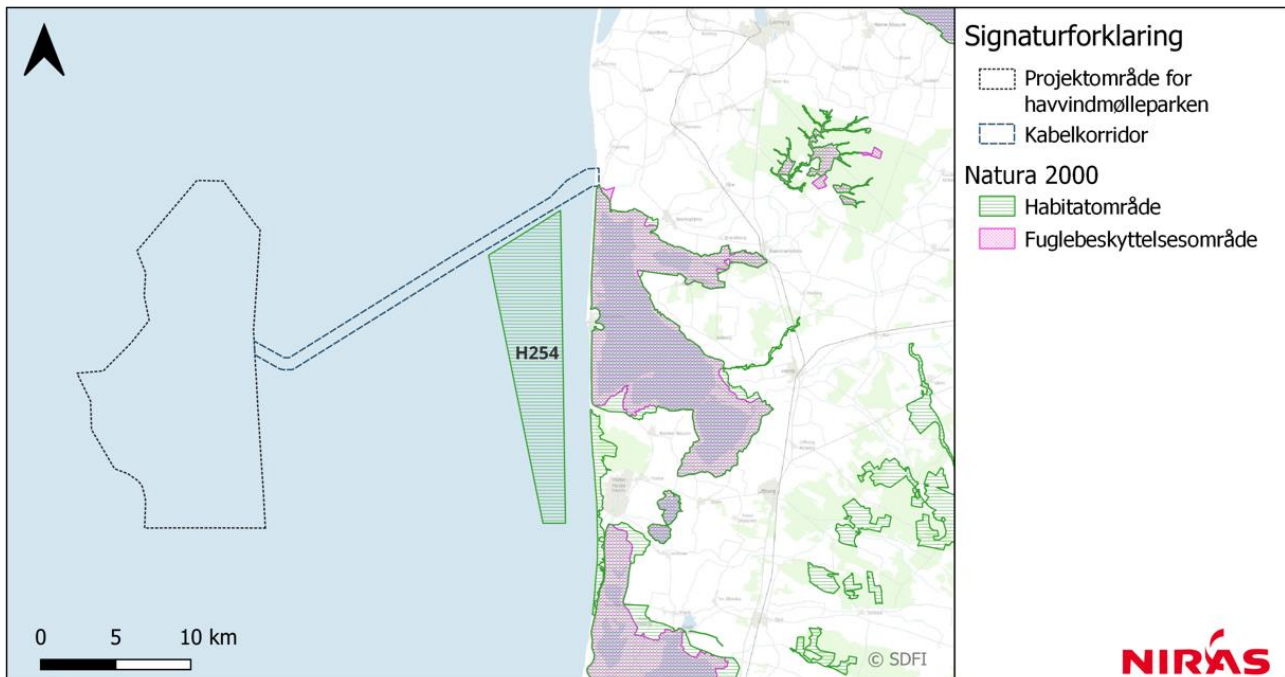
23.3.2.2. Målsætninger for marsvin

Den overordnede målsætning for marsvin er, at området skal bidrage til at opnå gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau, og at området sikres som et godt levested for den høje forekomst af marsvin.

De konkrete målsætninger for marsvin er, at den samlede forekomst af marsvin i Natura 2000-området skal være stabil eller i fremgang, såfremt de naturgivne forhold giver mulighed for det. Det er desuden et mål, at bidrage til at opnå gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau, ligesom at tilstanden af levestederne for marsvin (vurderet i form af forekomst og udbredelse) og det samlede areal skal være stabilt eller i fremgang (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2023b).

23.3.3. Natura 2000-område nr. 220: Sandbanker ud for Thorsminde

Projektområdet for havvindmølleparken er beliggende ca. 15 km vest for Natura 2000-område nr. 220: Sandbanker ud for Thorsminde. Derudover er kabelkorridoren placeret ca. 300 meter nord for Natura 2000-område nr. 220. Placeringen af Natura 2000-området i forhold til projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren fremgår af Figur 23.3.



Figur 23.3: Afgrænsning af Natura 2000-område nr. 220 Sandbanker ud for Thorsminde (habitatområde nr. 254) samt projektområdet for Thor Havvindmøllepark og kabelkorridoren.

Natura 2000-område nr. 220 er udelukkende marint og har et areal på 6.391 ha. Natura 2000-området består af habitatområde nr. 254, og området er specielt udpeget for at beskytte naturtyperne sandbanke og stenrev. Habitatområdet ligger i Nordsøen knap 2 km fra Thorsminde. Havbunden har dybder, der varierer mellem 12,5 og 25 meter (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2023c).

Udpegningsgrundlaget for habitatområde nr. 254 fremgår af Tabel 23.3. Det fremgår heraf, at der udelukkende er marine naturtyper på udpegningsgrundlaget.

Da kabelkorridoren ligger 300 meter fra projektområdet, er marine habitatnaturtyper beskrevet i det følgende.

Tabel 23.3: Udpegningsgrundlag for habitatområde nr. 254, der udgør Natura 2000-område nr. 220. Tal i parentes henviser til talkoder benyttet for naturtyper og arter fra habitatdirektivets bilag 1 og 2. Tabellen er baseret på Natura 2000-plan 2022-27 (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2023c).

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 254	
Naturtyper	Rev (1170)
	Sandbanke (1110)

23.3.3.1. Marine naturtyper

Områdets marine naturtyper er kortlagt i 2017, hvor sandbanker udgør et samlet areal på 1.222 ha og stenrev 0,5 ha. Særligt den nordøstlige del af området er dækket af naturtypen sandbanker. Derudover er der identificeret tre små spredte områder med stenrev, specielt centralt og sydligt i området (se Figur 23.4).



Figur 23.4: Afgrænsning af Natura 2000-område nr. 220 Sandbanker ud for Thorsminde, projektområdet for Thor Havvindmøllepark og kabelkorridoren samt udbredelse af naturtyperne sandbanke og stenrev (de små grå prikker), som er på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området.

Naturtypen **sandbanker** ligger på ca. 14-15 meters dybde og er ca. 4 meter høje. De nærmeste sandbanker er placeret ca. 750 meter syd for kabelkorridoren, og det kan derfor ikke udelukkes, at sedimentspild fra anlægsarbejdet kan påvirke denne habitatnaturtype, hvorfor den er beskrevet nærmere i det følgende. Sandbankernes retning relaterer sig til strømforholdene i området, som er præget af den kraftige Jyllandsstrøm. Strømmen bevæger sig fra syd mod nord langs Jyllands vestkyst og påvirker de mobile sandbankers formationer og bevægelse, som går mod nord. Epifaunaen knyttet til sandbankerne består af forskellige søstjerner, krabber, eremitkrebs og muslinger. Desuden er der fundet sandormehobe og få rør fra havbørsteorme. Blandt infaunaen er havbørsteormen den mest artsrige i området. Derudover ses tanglopper, søpindsvin, lancetfisk og slimbændler. Der er ved en kortlægning i 2017 kun registreret få fisk på sandbankerne, såsom kutlinger, alm. tunge, skrubbe, ising, tangnål og fløjfisk. Der er ingen flora tilknyttet sandbankerne, hvilket skyldes manglen på egnet substrat til fasthæftning og tilgængeligheden af lys grundet vanddybden, og ikke mindst sandbankernes konstante bevægelse (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2021b).

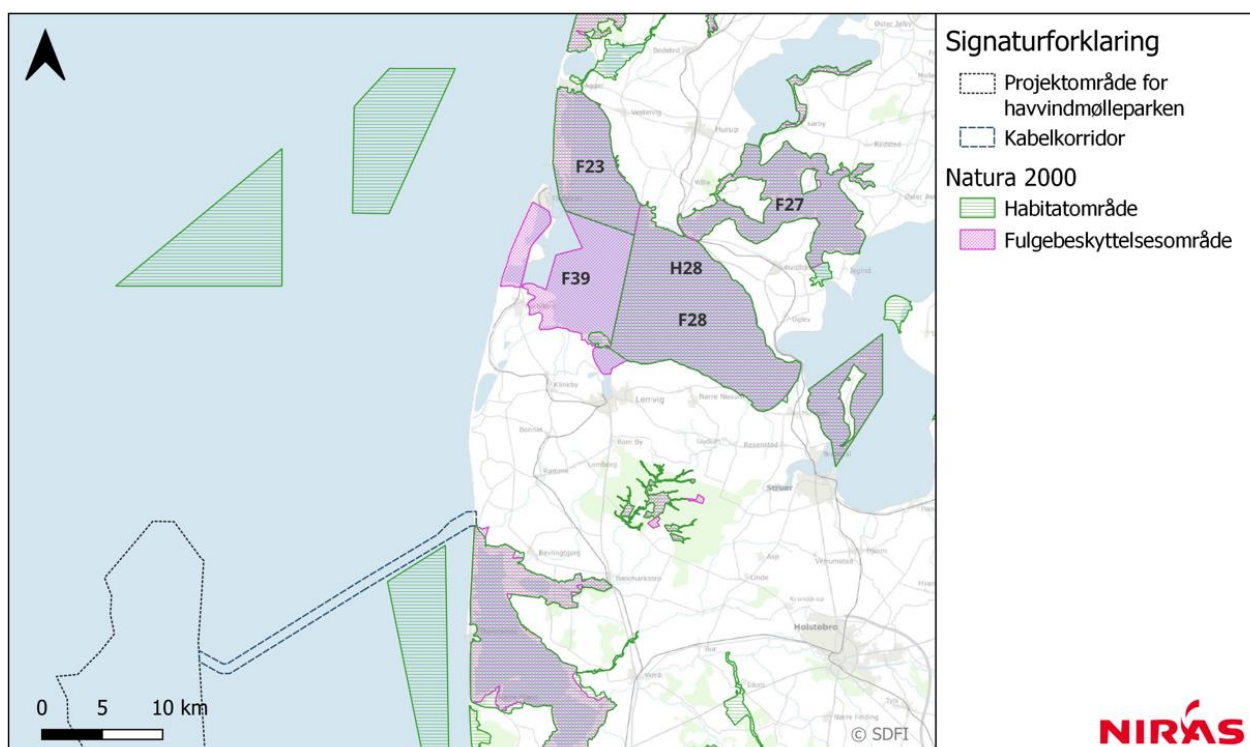
Tre **stenrev** er kortlagt i habitatområdet på dybder ned til omkring 20 meter (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2021b). Det nærmeste stenrev er placeret mere end 10 km syd for kabelkorridoren. Da de potentielle påvirkninger af marine naturtyper på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220 udelukkende vil kunne ske som følge af sedimentspild ved anlæg af kabelanlægget, så vil projektet ikke kunne medføre påvirkninger af naturtypen stenrev, da påvirkninger fra sedimentspild vil forekomme indenfor og i umiddelbar nærhed af anlægsområdet for kablet (se kapitel 10 om bundtopografi og sediment samt den indledende afgrænsning i afsnit 23.3.1). Stenrev på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220 vil derfor ikke vil blive påvirket af Thor Havvindmøllepark, og behandles ikke nærmere i væsentlighedsvurderingen. Målsætninger for marine naturtyper

Naturtyperne på udpegningsgrundlaget skal bidrage til at opnå gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau. Områdets stenrev (1170) og sandbanker (1110) har en stærk ugunstig bevaringsstatus, og målet er at sikre deres artsrige plante- og dyreliv med forekomst af udpegningsgrundlagets karakteristiske arter. Den økologiske integritet

for området sikres derudover ved god vandkvalitet gennem reduceret tilførsel af næringsstoffer og miljøfarlige stoffer, hvilket reguleres gennem vandplanerne. For de marine naturtyper skal tilstand og areal være stabile eller i fremgang og bidrage til gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2023c).

23.3.4. Natura 2000-område nr. 28: Agger Tange, Nissum Bredning, Skibsted Fjord og Agerø

Projektområdet for havvindmølleparken ligger cirka 30 km sydvest for Natura 2000-område nr. 28, mens kabelkorridoren er beliggende cirka 20 km syd for dette Natura 2000-område. Placeringen af Natura 2000-området i forhold til projektområdet fremgår af Figur 23.5.



Figur 23.5: Afgrænsning af Natura 2000-område nr. 28 (habitatområde nr. 28 og fuglebeskyttelsesområde nr. 23, 27, 28 og 39): Agger Tange, Nissum Bredning, Skibsted Fjord og Agerø samt projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

Natura 2000-området Agger Tange, Nissum bredning, Skibsted Fjord og Agerø har et samlet areal på 33.086 ha, hvoraf de 28.158 ha er hav, og de 577 ha er store søer. Området er udpeget som habitatområde nr. 28 Agger Tange, Nissum Bredning, Skibsted Fjord og Agerø samt fuglebeskyttelsesområderne nr. 23 Agger Tange, nr. 27 Glomstrup Big, Agerø, Munkholm og Katholm Odde, Lindholm og Rotholme, nr. 28 Nissum Bredning og nr. 39 Harboøre Tange, Plet Enge og Gjeller Sø. Udpegningsgrundlaget fremgår af Tabel 23.4. I forhold til den marine del af udpegningsgrundlaget er Natura 2000-området blandt andet udpeget på grund af spættet sæl og gråsæl, som benytter sandbankerne i området.

Tabel 23.4: Udpegningsgrundlag for habitatområde nr. 28 og fuglebeskyttelsesområderne nr. 23, 27, 28 og 39, der udgør Natura 2000-område nr. 28. Tal i parentes henviser til talkoder benyttet for naturtyper og arter fra habitatdirektivets bilag 1 og 2. *angiver at der er tale om en prioriteret naturtype. For fuglearter indikeres ynglefugle (Y) og trækfugle (T). Tabellen er baseret på udpegningsgrundlaget fra Natura 2000-planen for 2022-27 (Miljøstyrelsen Nordjylland, 2023).

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 28		
Naturtyper	Sandbanke (1110)	Lagune* (1150)

	Bugt (1160)	Vadeflade (1140)
	Rev (1170)	Strandvold med enårige planter (1210)
	Strandvold med flerårige planter (1220)	Kystklint/klippe (1230)
	Enårig strandengsvegetation (1310)	Strandeng (1330)
	Forklit (2110)	Hvid klit (2120)
	Grå/grøn klit* (2130)	Klithede* (2140)
	Havtornklit (2160)	Grårisklit (2170)
	Klitlavning (2190)	Kransnålealge-sø (3140)
	Næringsrig sø (3150)	Brunvandet sø (3160)
	Vandløb (3260)	Våd hede (4010)
	Tør hede (4030)	Kalkoverdrev* (6210)
	Surt overdrev* (6230)	Tidvis våd eng (6410)
	Hængesæk (7140)	Kildevæld* (7220)
	Rigkær (7230)	
Arter	Blank seglmos (6216)	Stavsild (1103)
	Stor vandsalamander (1166)	Odde (1355)
	Gråsæl (1364)	Spættet sæl (1365)
Udpegningsgrundlag for Fuglebeskyttelsesområde nr. 23		
Fugle	Rørdrum (Y)	Skestork (T)
	Pibesvane (T)	Grågås (T)
	Lysbuget knortegås (T)	Spidsand (T)
	Pibeand (T)	Krikand (T)
	Taffeland (T)	Rørhøg (Y)
	Klyde (TY)	Hjejle (TY)
	Almindelig ryle (Y)	Brushane (Y)
	Lille kobbersneppe (T)	Dværgterne (Y)
	Splitterne (Y)	Fjordterne (Y)
	Havterne (Y)	Mosehornugle (Y)
	Rødrygget tornskade (Y)	
Udpegningsgrundlag for Fuglebeskyttelsesområde nr. 27		
Fugle	Rørdrum (Y)	Kortnæbbet gås (T)

	Lysbuget knortegås (T)	Hvinand (T)
	Toppet skallesluger (T)	Klyde (Y)
	Hjejele (T)	Havterne (Y)
Udpegningsgrundlag for Fuglebeskyttelsesområde nr. 28		
Fugle	Hvinand (T)	Toppet skallesluger (T)
Udpegningsgrundlag for Fuglebeskyttelsesområde nr. 39		
Fugle	Kortnæbbet gås (T)	Bramgås (T)
	Lysbuget knortegås (T)	Klyde (TY)
	Hvidbrystet præstekrave (Y)	Almindelig ryle (Y)
	Brushane (Y)	Dværgterne (Y)
	Fjordterne (Y)	Havterne (Y)
	Mosehornugle (Y)	

Som det fremgår af Tabel 23.4, er Natura 2000-område nr. 28 udpeget på grund af marine og terrestriske habitatnaturtyper, marine og terrestriske arter samt fugle. Påvirkninger af terrestriske naturtyper samt arter, der lever på land eller i tilknytning til kysten (som f.eks. odder) kan udelukkes som følge af afstanden mellem projektområdet og Natura 2000-området (cirka 30 km) samt de mulige påvirkninger fra projektet, da der hverken vil forekomme næringstilførsel, ændret hydrologi samt eller andre, der vil kunne medføre påvirkninger på land på flere kilometers afstand ind i Natura 200-området. Ligeledes kan påvirkninger af marine habitatnaturtyper afvises, da påvirkninger udelukkende vil kunne ske som følge af sedimentspild i anlægsfasen, og da dette kun vil ske i og i umiddelbar nærhed af projektområdet. I det følgende beskrives derfor spættet sæl, gråsæl, stavsild samt fugle. I forhold til fuglene beskrives udelukkende de arter på udpegningsgrundlaget, der lever i tilknytning til det marine miljø.

Spættet sæl er den mest almindelige sælart i Danmark. Den forekommer især i de kystnære farvande, hvor der er rigelig føde, og hvor der findes uforstyrrede yngle-/hvilepladser på sandbanker, rev, holme og øer. Spættet sæl er opdelt i de fire forvaltningsområder/populationer: Vadehavet, Kattegat, den vestlige Østersø og Limfjorden (som bestandsmæssigt opgøres i vestlig Limfjord og central Limfjord). DCE har ved habitatdirektivets artikel 17 vurdering til EU i 2019, vurderet, at spættet sæl har gunstig bevaringsstatus i Danmark. Spættet sæl findes fouragerende spredt over hele habitatområdets marine del. Der er registreret hvilekolonier ved den sydlige del af Agger Tange, på Munkholm Odde og på Rotholmene. Bestanden har varieret de sidste 10 år mellem 500-800 individer. Udviklingen i sælbestanden i Limfjorden er svær at tolke, da sælerne sandsynligvis vandrer ind og ud af Limfjorden afhængig af fødetilgængelighed (Miljøstyrelsen Nordjylland, 2021).

Gråsælen er i løbet af de sidste 20 år genindvandret til Danmark efter at have været udryddet i landet i ca. 100 år. Gråsælen er ligesom spættet sæl knyttet til de kystnære farvande, hvor der er rigelig føde og uforstyrrede yngle-/og hvilepladser. I forhold til spættet sæl svømmer gråsælen over større afstande. I Danmark lever der to bestande af gråsæler, den ene i Nordsøen med hovedudbredelse omkring Storbritannien og i det tyske og hollandske Vadehav (kaldet Nordsøbestanden), og den anden i Østersøen med hovedudbredelse omkring Stockholm, Estland og det sydlige Finland (kaldet Østersøbestanden). DCE har ved habitatdirektivets artikel 17 vurdering til EU i 2019, vurderet, at begge bestande i Danmark har stærkt ugunstig bevaringsstatus. Siden år 2000 er der næsten sket en årlig tilvækst i forekomsten af gråsæler i Danmark, og der er nu regelmæssig forekomst af gråsæler på hvilepladser i

den danske Østersø, Kattegat, den vestlige Limfjord og Vadehavet. Agger Tange er en af de nyeste lokaliteter for gråsæler i Danmark. De første individer blev talt i 2009 og bestanden er siden steget til lidt over 30 individer (Miljøstyrelsen Nordjylland, 2023).

Stavsild er også på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 28. Der er tale om en vandrefisk, der yngler i ferskvand og vokser op i havet. Der er ikke sikkert kendskab til, at arten har ynglet i de danske vandløb. Herhjemme træffes den som en gæst fra landene syd for Danmark, hvor den gyder i de store mellemeuropæiske vandløb (Miljøstyrelsen Nordjylland, 2021). I Danmark har stavsilden en overvejende kystnær udbredelse på vanddybder ned til 110 meter, men arten foretrækker vanddybder på mindre end 50 meter. Der er dog også registreringer af stavsild på 200-300 meters dybde. De fleste nyere registreringer af stavsild er enten helt kystnært, som f.eks. i den vestlige del af Limfjorden eller i det dybere vand nord for Grenen i Skagerrak samt i Østersøen syd for Bornholm. Stavsilden karakteriseres som vidt udbredt, men fåtalligt forekommende (Krog & Carl, 2017). Det kan ikke udelukkes, at stavsild kan forekomme i projektområdet, men det vil i så fald være meget sporadisk. Stavsild er således ikke registreret i projektområdet i forbindelse med forundersøgelser i området, ligesom at arten ikke er registreret som bifangst i det kommercielle fiskeri, når man kigger på fiskeridata fra 2012-2021 (Rambøll, 2021d; ICES, 2022b). Det vurderes på baggrund heraf, at stavsild på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 28 ikke vil kunne påvirkes af Thor Havvindmøllepark. Stavsild beskrives derfor ikke nærmere i det følgende.

I forhold til fuglene på udpegningsgrundlaget for F23, 27, 28 og 39 så lever størstedelen af disse ikke i tilknytning til havet, og de vil derfor ikke påvirkes af projektet. Trækfuglene på udpegningsgrundlaget er arter, som primært trækker igennem landet og ikke over Nordsøen. Det er beskrevet i kapitel 16 om fugle og flagermus, at splitterne er den eneste art, der potentielt kan søge føde fra ynglepladserne ude i Thor Havvindmøllepark. Splitterne lever af små fisk, som de fanger ved at dykke fra 5-10 meters højde i områder med vanddybder under 20 meter (Grathe & Flore, 2007). Undersøgelser i den tyske del af Vadehavet har vist, at 90 % af fuglene henter deres fødeemner inden for en afstand af ca. 26 kilometer fra ynglekolonierne (Grathe & Flore, 2007). Splitteren fisker typisk langs kysterne af det åbne hav, men også over rev og lavvandede områder. Splitterne søger i Danmark føde længere til havs end de andre ternere (DOF, 2020), og er derfor mere udsat i forhold til havvindmølleparker. De splitterne, der yngler på Jyllands kyst, fouragerer primært kystnært langs Jyllands vestkyst, og i de mange fjorde/laguner langs kysten. Ved feltundersøgelserne, der er gennemført i forbindelse med projektet, var der kun 3 observationer af splitterne (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b) og ingen af de observerede fugle var indenfor projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Derfor vurderes det, at kun meget få ynglende splitterne fra kysten vil søge føde i Thor Havvindmøllepark, og at projektet derfor ikke vil medføre væsentlige påvirkninger af splitterne. Arten behandles derfor ikke yderligere.

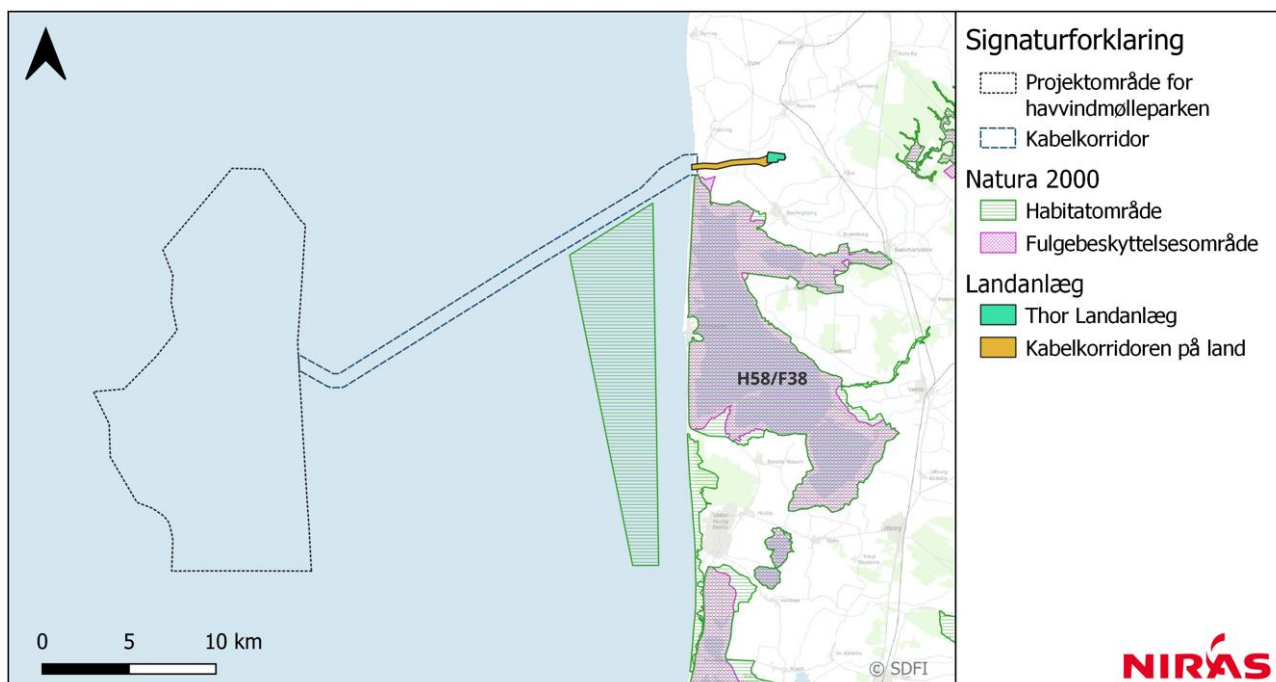
23.3.4.1. Målsætninger for sæler

Den overordnede målsætning for spættet sæl og gråsæl er, at området skal bidrage til at opnå gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau, og at områdets sikres som et godt levested for den større forekomst af spættet sæl og gråsæl.

De konkrete målsætninger for sælerne på udpegningsgrundlaget er, at den samlede forekomst af sæler i Natura 2000-området skal være stabil eller i fremgang, såfremt de naturgivne forhold giver mulighed for det. Det er desuden et mål, at bidrage til at opnå gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau, ligesom at tilstanden af levestederne for sæler (vurderet i form af forekomst og udbredelse) og det samlede areal skal være stabilt eller i fremgang (Miljøstyrelsen Nordjylland, 2023).

23.3.5. Natura 2000-område nr. 65: Nissum Fjord

Projektområdet for havvindmølleparken ligger omkring 21 km vest for Natura 2000-område nr. 65. Nissum Fjord, mens ildandføringen af søkablerne sker umiddelbart nord for dette Natura 2000-område. Påvirkninger fra kabellægningen på land er vurderet i forbindelse med miljøkonsekvensrapporten for Thor Landanlæg (COWI, 2022a). Det er heri vurderet, at projektet kan gennemføres uden væsentlige eller skadelige påvirkninger af udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 65. Placeringen af Natura 2000-området i forhold til projektområdet for kabelkorridoren fremgår af Figur 23.6.



Figur 23.6: Afgrænsning af Natura 2000-område nr. 65: Nissum Fjord (habitatområde nr. 58 og fuglebeskyttelsesområde nr. 38) samt projektområdet og kabelkorridoren for Thor Havvindmøllepark.

Natura 2000-området har et samlet areal på 11.061 ha, hvoraf de 6.313 ha er selve Nissum Fjord, og 250 ha er vandflade i de store søer. Natura 2000-området er udpeget som habitatområde H58 Nissum Fjord og fuglebeskyttelsesområde F38 Nissum Fjord. Natura 2000-området er specielt udpeget for at beskytte Nissum Fjord, og de store forekomster af vandfugle herunder en række arter af svaner, gæs, ænder og vadefugle samt naturtypen strandeng og kystnære naturtyper som havtornklit, og området er primært karakteriseret ved de store lysåbne arealer med disse naturtyper (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2021c). Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område 65 fremgår af Tabel 23.5.

Tabel 23.5: Udpegningsgrundlag for habitatområde nr. 58 og fuglebeskyttelsesområderne nr. 38, der udgør Natura 2000-område nr. 65. Tal i parentes henviser til talkoder benyttet for naturtyper og arter fra habitatdirektivets bilag 1 og 2. *angiver at der er tale om en prioriteret naturtype. For fuglearter indikeres ynglefugle (Y) og trækfugle (T). Tabellen er baseret på udpegningsgrundlaget fra Natura 2000-planen for 2022-27 (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2023d).

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 58		
Naturtyper	Lagune* (1150)	Strandvold med enårig planter (1210)
	Enårig strandengsvegetation (1310)	Strandeng (1330)

	Grå/grøn klit* (2130)	Klithede* (2140)
	Havtornklit (2160)	Klitlavning (2190)
	Visse-indlandsklit (2310)	Græs-indlandsklit (2330)
	Lobeliesø (3110)	Søbred med småurter (3130)
	Kransnålealge-sø (3140)	Næringsrig sø (3150)
	Vandløb (3260)	Våd hede (4010)
	Tør hede (4030)	Surt overdrev* (6230)
	Tidvis våd eng (6410)	Hængesæk (7140)
	Rigkær (7230)	Stilkege-krat (9190)
	Skovbevokset tørvemose * (91D0)	Elle- og askeskov* (91Eo)
Arter	Vandranke (1831)	Bæklampret (1096)
	Flodlampret (1099)	Havlampret (1095)
	Laks (1106)	Stavsild (1103)
	Odde (1355)	Bæver (1337)
Udpegningsgrundlag for Fuglebeskyttelsesområde nr. 38		
Fugle	Rørdrum (Y)	Knopsvane (T)
	Pibesvane (T)	Sangsvane (T)
	Kortnæbbet gås (T)	Bramgås (T)
	Lysbuget knortegås (T)	Spidsand (T)
	Pibeand (T)	Krikand (T)
	Toppet skallesluger (T)	Stor skallesluger (T)
	Rørhøg (Y)	Plettet rørvagtel (Y)
	Klyde (TY)	Hvidbrystet præstekrave (Y)
	Pomeransfugl (T)	Almindelig ryle (Y)
	Brushane (Y)	Lille kobbersneppe (T)
	Dværgterne (Y)	Splitterne (Y)
	Fjordterne (Y)	Havterne (Y)
	Blåhals (Y)	

Som det fremgår af Tabel 23.5, er Natura 2000-område nr. 28 udpeget på grund af marine og terrestriske habitat-naturtyper, marine og terrestriske arter samt fugle. Påvirkninger af naturtyper samt arter, der lever på land eller i tilknytning til kysten eller vandløb (vandranke, bæklampret, odde og bæver) kan udelukkes, da der hverken vil

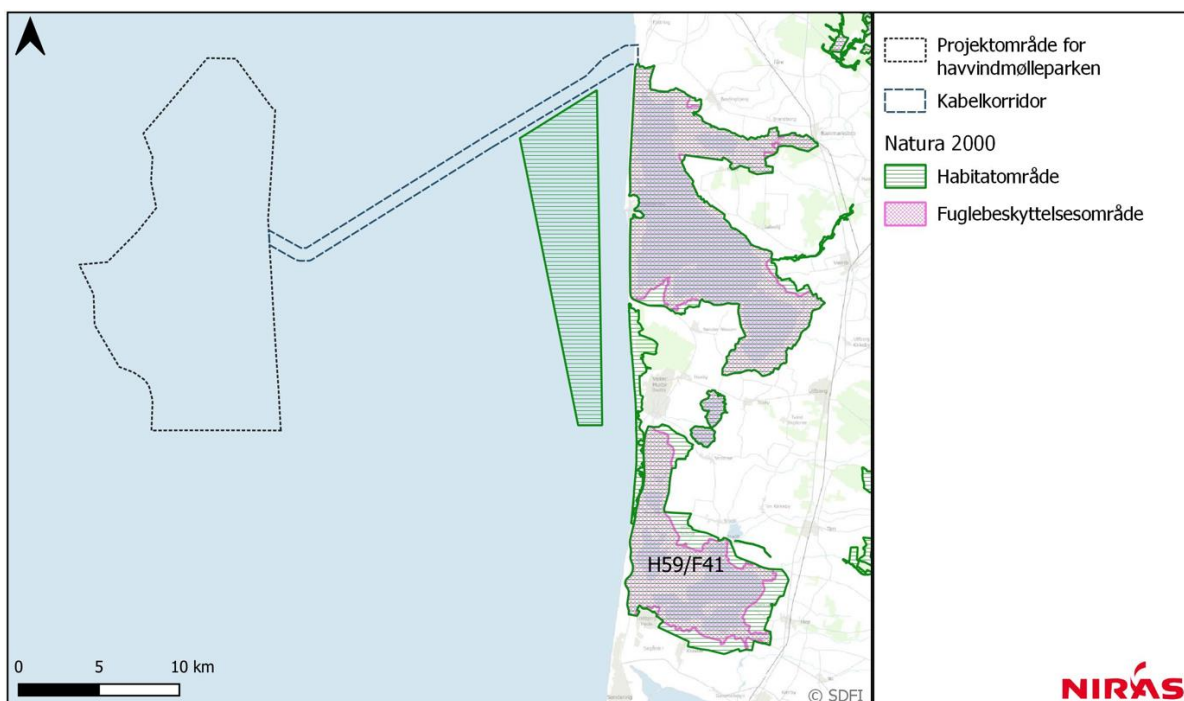
forekomme næringstilførsel, ændret hydrologi eller andre elementer, der vil kunne medføre påvirkninger på land eller af vandløb i Natura 2000-området.

I forhold til fuglene på udpegningsgrundlaget, for F38 så lever størstedelen af disse ikke i tilknytning til havet, og de vil derfor ikke påvirkes af projektet. Trækfuglene på udpegningsgrundlaget er arter, som primært trækker igennem landet. Det er beskrevet i kapitel 16 om fugle og flagermus, at splitterne er den eneste art, der potentielt kan søge føde fra ynglepladserne ude i Thor Havvindmøllepark. De splitterter, der yngler på Jyllands kyst, fouragerer primært kystnært langs Jyllands vestkyst, og i de mange fjorde/laguner langs kysten. Derfor vurderes det, at kun meget få ynglende splitterter fra kysten vil søge føde i Thor Havvindmøllepark og at projektet derfor ikke vil medføre væsentlige påvirkninger af splitterterne. For nærmere uddybning henvises til afsnit 23.3.5. Arten behandles derfor ikke yderligere.

Som det er beskrevet i kapitel 14 om fisk, så kan både flodlampret, havlampret, laks og stavsild findes langs den jyske vestkyst og dermed sandsynligvis også i projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Laks er eksempelvis fåtalligt registreret som bifangst i fiskeriet i/nær projektområdet i 2012, 2013 og 2016 (i alt 40 kg). Det kan heller ikke udelukkes, at flodlampret, havlampret og stavsild kan forekomme i projektområdet, men det vil i så fald være meget sporadisk. Arterne er således ikke registreret i projektområdet i forbindelse med forundersøgelser i området, ligesom at arterne ikke er registreret som bifangst i det kommercielle fiskeri, når man kigger på fiskeridata fra 2012-2021 (Rambøll, 2021d; ICES, 2022b). Det vurderes på baggrund heraf, at flodlampret, havlampret, laks og stavsild på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 65 ikke vil kunne påvirkes af Thor Havvindmøllepark. Arterne beskrives derfor ikke nærmere i det følgende.

23.3.6. Natura 2000-område nr. 66: Stadil Fjord og Vest Stadil Fjord

Projektområdet for Thor Havvindmøllepark ligger cirka 23 km fra Natura 2000-område nr. 66. Stadil Fjord og Vest Stadil Fjord. Afgrænsningen af Natura 2000-området i forhold til projektområdet fremgår af Figur 23.7.



Figur 23.7: Afgrænsning af Natura 2000-område nr. 66: Stadil Fjord og Vest Stadil Fjord (habitatområde nr. 59 og fuglebeskyttelsesområde nr. 41) samt projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

Natura 2000-området Stadil Fjord og Vest Stadil Fjord har et samlet areal på 6947 hektar, hvoraf de 2124 hektar er søområder. Området omfatter habitatområde nr. 59 Stadil Fjord og Vest Stadil Fjord og Fuglebeskyttelsesområde nr. 41 Stadil Fjord og Vest Stadil Fjord. Dette Natura 2000-område er karakteriseret ved sine fire store vandflader, der i kraft af sin beliggenhed lige midt i fuglenes trækrute langs kysten udgør et meget vigtigt raste- og fourageringsområde for en lang række træk- og ynglefugle. Det drejer sig om selve Stadil Fjord og Søndre dyb (laguner) og de to næringsrige søer Mellem- og Nordre Dyb. De tre sidstnævnte udgør tilsammen Vest Stadil Fjord. Stadil Fjord er et tidligere fjordområde, men betragtes i dag som et enestående laguneområde (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2021d).

Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 66 fremgår af Tabel 23.6.

Tabel 23.6: Udpegningsgrundlag for habitatområde nr. 59 og fuglebeskyttelsesområde nr. 41, der udgør Natura 2000-område nr. 66. Tal i parentes henviser til talkoder benyttet for naturtyper og arter fra habitatdirektivets bilag 1 og 2. * indikerer at der er tale om en prioriteret naturtype. Tabellen er baseret på udpegningsgrundlaget fra Natura 2000-planen for 2022-27 (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2021d)

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 59		
Naturtyper	Lagune* (1150)	Strandeng (1330)
	Grå/grøn klit* (2130)	Klithede* (2140)
	Søbred med småarter (3130)	Kransnålalge-sø (3140)
	Næringsrig sø (3150)	Vandløb (3260)
	Våd hede (4010)	Tør hede (4030)
	Surt overdrev* (6230)	Tidvis våd eng (6410)
	Rigkær (7230)	
Arter	Vandranke (1831)	Bæklampret (1096)
	Havlampret (1095)	Odder (1355)
Udpegningsgrundlag for Fuglebeskyttelsesområde nr. 41		
Fugle	Rørdrum (Y)	Pibesvane (T)
	Sangsvane (T)	Grågås (T)
	Kortnæbbet gås (T)	Bramgås (T)
	Spidsand (T)	Skeand (T)
	Krikand (T)	Rørhøg (Y)
	Plettet rørvagtel (Y)	Hjejle (T)
	Pomeransfugl (T)	Sortterne (Y)
	Blåhals (Y)	

Natura 2000-område nr. 66 udpeget på grund af marine og terrestriske naturtyper, arter samt fugle. Påvirkninger af naturtyper samt arter, der lever på land eller i tilknytning til kysten eller vandløb (vandranke, bæklampret og odder) kan udelukkes på grund af afstanden mellem Natura 2000-området og projektområdet, og da der hverken vil

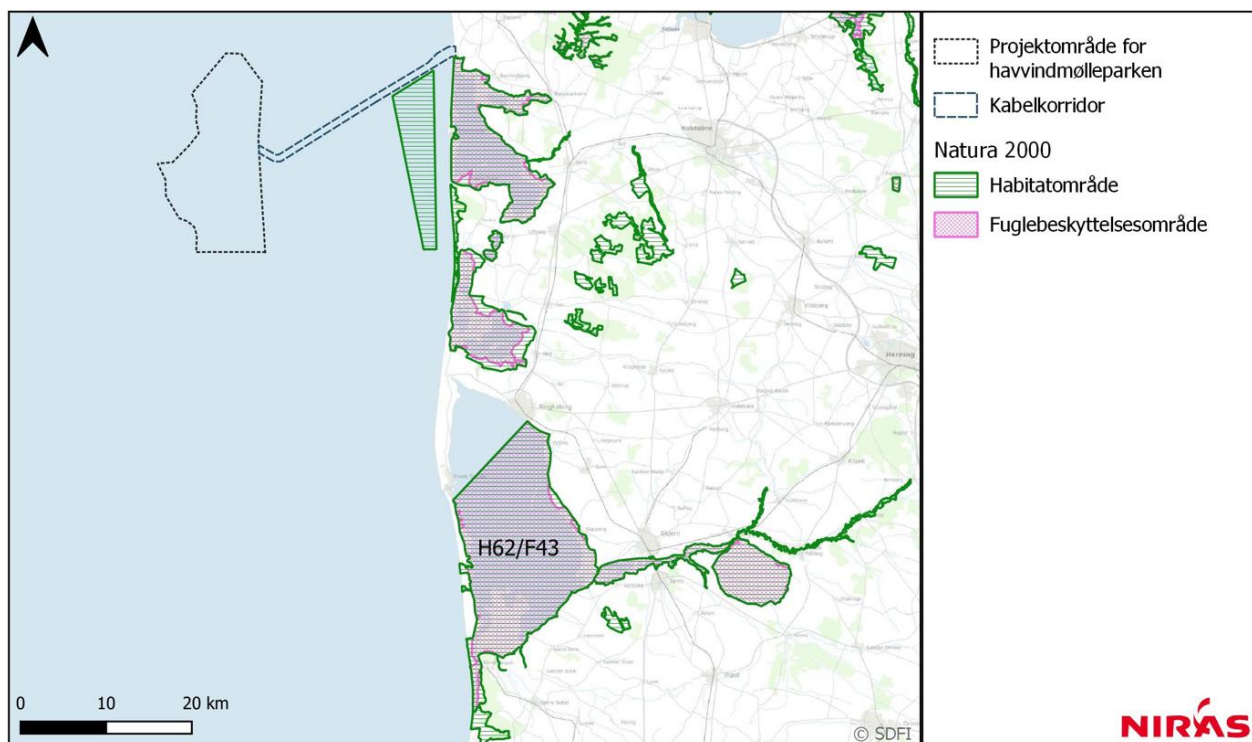
forekomme næringstilførsel, ændret hydrologi samt eller andre, der vil kunne medføre påvirkninger på land eller af vandløb i Natura 2000-området.

I forhold til fuglene på udpegningsgrundlaget, for F41 så lever størstedelen af disse ikke i tilknytning til det åbne hav, og de vil derfor ikke påvirkes af projektet. Trækfuglene på udpegningsgrundlaget er arter, som primært trækker igennem landet. Der er ingen af ynglefuglene på udpegningsgrundlaget, der vil anvende projektområdet til fødesøgning eller lignende (for nærmere beskrivelse se kapitel 16 og afsnit 23.3.5). Fuglene på udpegningsgrundlaget for F43 beskrives derfor ikke yderligere.

Som det er beskrevet i kapitel 14 om fisk, så kan havlampret findes langs den jyske vestkyst og dermed sandsynligvis også i projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Det kan derfor ikke udelukkes, at havlampret kan forekomme i projektområdet, men det vil i så fald være meget sporadisk, og arten er således ikke registreret i projektområdet i forbindelse med forundersøgelserne, ligesom arten ikke er registreret som bifangst i det kommercielle fiskeri, når man kigger på fiskeridata fra 2012-2021 (Rambøll, 2021d; ICES, 2022b). Det vurderes på baggrund heraf, at havlampret på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 66 ikke vil kunne påvirkes af Thor Havvindmøllepark. Havlampret beskrives derfor ikke nærmere i det følgende.

23.3.7. Natura 2000-område nr. 69: Ringkøbing Fjord og Nymindestrømmen

Projektområdet for Thor Havvindmøllepark ligger cirka 35 km fra Natura 2000-område nr. 69. Ringkøbing Fjord og Nymindestrømmen. Afgrænsningen af Natura 2000-området i forhold til projektområdet fremgår af Figur 23.8.



Figur 23.8: Afgrænsning af Natura 2000-område nr. 69: Ringkøbing Fjord og Nymindestrømmen (habitatområde nr. 62 og fuglebeskyttelsesområde nr. 43) samt projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

Natura 2000-området har et samlet areal på ca. 28.185 ha, hvoraf de 21.543 ha er selve Ringkøbing Fjord, og 272 ha er vandflade i de store søer især på Tipperhalvøen, som også henregnes til naturtypen kystlaguner. Natura 2000 området er udpeget som habitatområde nr. 62 Ringkøbing Fjord og Nymindestrømmen og

fuglebeskyttelsesområde nr. 43 Ringkøbing Fjord. Natura 2000-området er specielt udpeget for at beskytte de store forekomster af vandfugle som svaner, ænder, gæs og vadefugle, der yngler og raster ved og omkring Ringkøbing Fjord. Området er primært karakteriseret ved selve fjorden og dens rige fugleliv og de store lysåbne arealer med kystnaturtyper.

Området rummer vigtige arealer med strandeng, forklit, hvidklit, grå/grøn klit, havtornklit og rigkær. Området rummer en enkelt større næringsrig sø og syv store kystlaguner, heriblandt Ringkøbing Fjord, og en række småsøer, hvoraf en del er levesteder for f.eks. odder (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2021e). Udpegningsgrundlaget for dette område fremgår af Tabel 23.7.

Tabel 23.7: Udpegningsgrundlag for habitatområde nr. 62 og fuglebeskyttelsesområde nr. 43, der udgør Natura 2000-område nr. 69. Tal i parentes henviser til talkoder benyttet for naturtyper og arter fra habitatdirektivets bilag 1 og 2. * indikerer at der er tale om en prioriteret naturtype. Tabellen er baseret på udpegningsgrundlaget fra Natura 2000-planen for 2022-27 (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2023e).

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 62		
Naturtyper	Flodmunding (1130)	Lagune* (1150)
	Strandeng (1330)	Forklit (2110)
	Hvid klit (2120)	Grå/grøn klit* (2130)
	Klithede* (2140)	Havtornklit (2160)
	Grårisklit (2170)	Klitlavning (2190)
	Søbred med småarter (3130)	Brunvandet sø (3160)
	Vandløb (3260)	Våd hede (4010)
	Tør hede (4030)	Surt overdrev* (6230)
	Tidvis våd eng (6410)	Tørvelavning (7150)
	Rigkær (7230)	Kransnålalge-sø (3140)
	Næringsrigsø (3150)	
	Arter	Vandranke (1831)
Havlampret (1095)		Laks (1106)
Stavsild (1103)		Majsild (1102)
Odder (1355)		
Udpegningsgrundlag for Fuglebeskyttelsesområde nr. 43		
Fugle	Skarv (T)	Rørdrum (Y)
	Skestork (Y)	Knopsvane (T)
	Pibesvane (T)	Sangsvane (T)
	Grågåås (T)	Blisgåås (T)
	Kortnæbbet gåås (T)	Bramgåås (T)

	Mørkbuget knortegås (T)	Gravand (T)
	Knarand (T)	Spidsand (T)
	Skeand (T)	Pibeand (T)
	Krikand (T)	Hvinand (T)
	Havørn (T)	Stor skallesluger (T)
	Fiskeørn (T)	Blå kærhøg (T)
	Rørhøg (Y)	Vandrefalk (T)
	Plettet rørvagtel (Y)	Blishøne (T)
	Klyde (TY)	Hjejle (T)
	Pomeransfugl (T)	Almindelig ryle (TY)
	Brushane (Y)	Hvidklire (T)
	Stor kobbersneppe (Y)	Lille kobbersneppe (T)
	Splitterne (Y)	Fjordterne (Y)
	Havterne (Y)	Mosehornugle (Y)
	Blåhals (Y)	Rødrygget tornskade (Y)

Natura 2000-område nr. 69 er udpeget på grund af marine og terrestriske naturtyper, arter samt fugle. Påvirkninger af naturtyper samt arter, der lever på land eller i tilknytning til kysten eller vandløb (vandranke og odder) kan udelukkes på grund af afstanden mellem Natura 2000-området og projektområdet, og da der hverken vil forekomme næringstilførsel, ændret hydrologi samt eller andre, der vil kunne medføre påvirkninger på land eller af vandløb i Natura 2000-området.

I forhold til fuglene på udpegningsgrundlaget for F38 så lever størstedelen af disse ikke i tilknytning til det åbne hav, og de vil derfor ikke påvirkes af projektet. Trækfuglene på udpegningsgrundlaget er arter, som primært trækker igennem landet. Det er beskrevet i kapitel 16, at splitterne er den eneste art, der potentielt kan søge føde fra ynglepladserne ude i Thor Havvindmøllepark. Splitterne lever af små fisk, som de fanger ved at dykke fra 5-10 meters højde i områder med vanddybder under 20 meter (Grathe & Flore, 2007). I området for Thor Havvindmøllepark er der ca. 20,5 m til 32 m dybt. Undersøgelser i den tyske del af Vadehavet har vist, at 90 % af fuglene henter deres fødeemner inden for en afstand af ca. 26 kilometer fra ynglekolonierne (Grathe & Flore, 2007). Splitternen fisker typisk langs kysterne af det åbne hav, men også over rev og lavvandede områder. Da projektområdet ligger udenfor de typiske fødesøgningsområder vurderes det, at kun meget få ynglende splitterner fra kysten vil søge føde i Thor Havvindmøllepark, og at projektet derfor ikke vil medføre væsentlige påvirkninger af splitterne. For nærmere uddybning henvises til afsnit 23.3.5. Arten behandles derfor ikke yderligere.

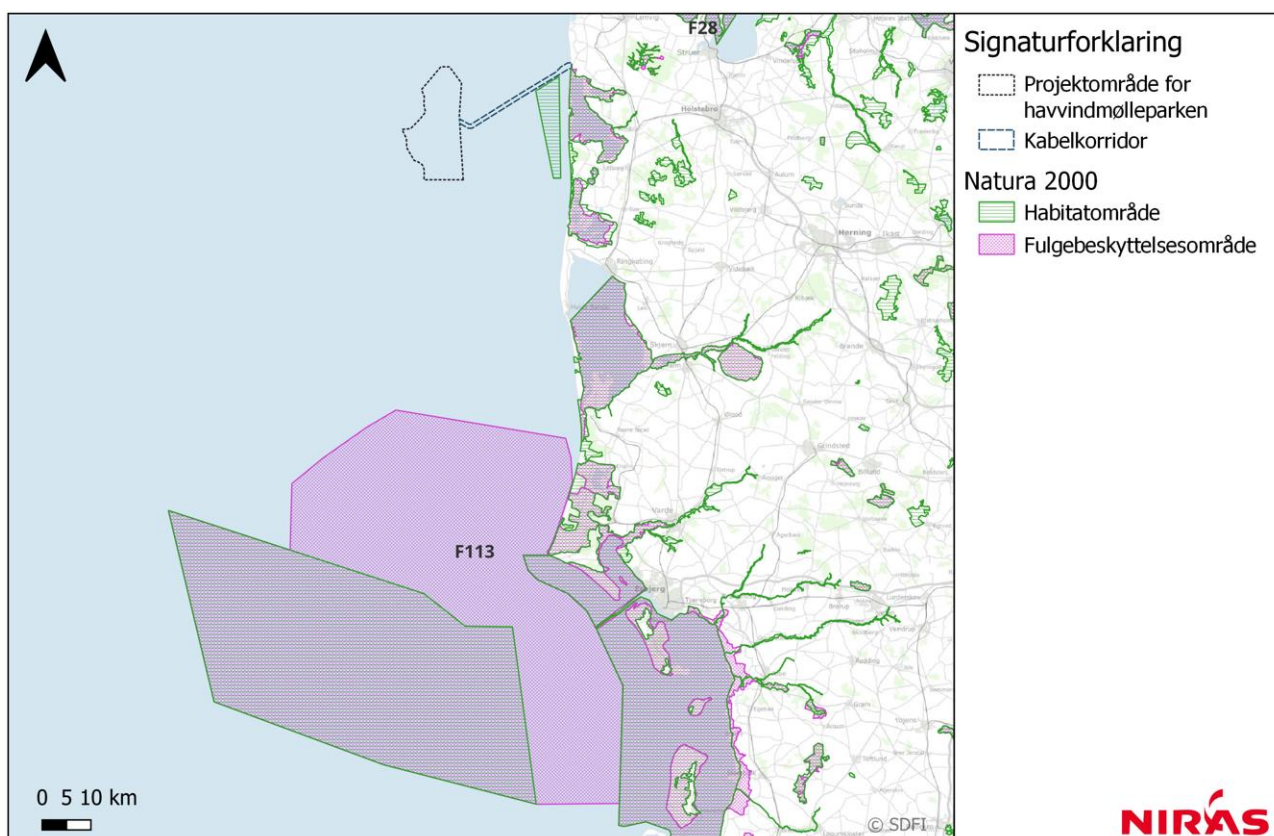
Som det er beskrevet i kapitel 14 om fisk, så kan både flodlampret, havlampret, laks, majsild og stavsild findes langs den jyske vestkyst og dermed sandsynligvis også i projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Laks er eksempelvis fåtalligt registreret som bifangst i fiskeriet i/nær projektområdet i 2012, 2013 og 2016 (i alt 40 kg). Det kan heller ikke udelukkes, at flodlampret, havlampret og stavsild kan forekomme i projektområdet, men det vil i så fald være meget sporadisk. Arterne er således ikke registreret i projektområdet i forbindelse med forundersøgelser i området,

ligesom arterne ikke er registreret som bifangst i det kommercielle fiskeri, når man kigger på fiskeridata fra 2012-2021 (Rambøll, 2021d; ICES, 2022b). I kapitel 14 om fisk er det vurderet, at øgede koncentrationer af suspenderet sediment langs kysten i forbindelse med anlægsarbejderne alene vil forekomme i en yderst begrænset periode, og ikke vil have et omfang ved munden af Nissum fjord, som vil kunne forhindre eksempelvis migrerende laks i at passere. Det vurderes på baggrund heraf, samt at projektområdet for havvindmølleparken er beliggende cirka 35 km fra Natura 2000-område nr. 69, at flodlampret, havlampret, laks, majsild og stavsild på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 69 ikke vil kunne påvirkes af Thor Havvindmøllepark. Arterne beskrives derfor ikke nærmere i det følgende.

23.3.8. Natura 2000-område nr. 246: Sydlige Nordsø

Projektområdet for Thor Havvindmøllepark ligger cirka 47 km nord for Natura 2000-område nr. 246: Sydlige Nordsø. Afgrænsningen af Natura 2000-området i forhold til projektområdet fremgår af Figur 23.9.

Natura 2000-området har ifølge Natura 2000-planen et samlet areal på ca. 247.314 ha, og er udpeget som habitat-område nr. 255 Sydlige Nordsø og fuglebeskyttelsesområde nr. 113 Sydlige Nordsø (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2021f). Miljøstyrelsen har i juni 2023 sendt et udkast til udvidelse af Natura 2000 område 246 i høring. Udvidelsen sker på baggrund af en række faglige rapporter udarbejdet af DCE, Aarhus Universitet (Miljøstyrelsen, 2023a). Det udvidede område fremgår i MiljøGIS og er opgjort til ca. 504.716 ha og udgøres stadig af F113 og H255. Fuglebeskyttelsesområde nr. 113 omfatter en stor del af IBA (Important Bird and Biodiversity Area) 123, Østlig Tyske Bygt.



Figur 23.9: Afgrænsning af Natura 2000-område nr. 246: Sydlige Nordsø (habitatområde nr. 255 og fuglebeskyttelsesområde nr. 113) samt projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

En rapport fra DCE dokumenterer, at sortand er blevet observeret i stort antal nord for det oprindelige F113 (Petersen, Nielsen, & Clausen, 2021). På baggrund af disse observationer er sortand tilføjet udpegningsgrundlaget for F113 (Miljøstyrelsen, 2023a). Derudover forventes dværgmåge og sortstrubet lom at udtages fra udpegningsgrundlaget (Miljøstyrelsen, 2022f). Sortand skal derfor vurderes som værende en del af udpegelsesgrundlaget for F113.

*Tabel 23.8: Udpegningsgrundlag for habitatområde nr. 255 og fuglebeskyttelsesområde nr. 113, der udgør Natura 2000-område nr. 246. Tal i parentes henviser til talkoder benyttet for naturtyper og arter fra habitatdirektivets bilag 1 og 2. * indikerer at der er tale om en prioriteret naturtype. Tabellen er baseret på udpegningsgrundlaget fra Natura 2000-planen for 2022-27 (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2021f).*

Udpegningsgrundlag for habitatområde nr. 255		
Naturtyper	Sandbanke (1110)	
Arter	Gråsæl (1364)	Spættet sæl (1365)
	Marsvin (1351)	
Udpegningsgrundlag for fuglebeskyttelsesområde nr. 113		
Fugle	Dværgmåge (T)	Rødstrubet lom (T)
	Sortstrubet lom (T)	

Områdets eneste naturtype udgøres af sandbanke, som findes på dybt vand langt fra kysten. Som det er beskrevet i afsnit 23.3.1, så kan en påvirkning af marine habitatnaturtyper fra projektet udelukkes, hvis naturtyperne ligger i en afstand på mere end 1 km fra projektområdet. Da Natura 2000-område nr. 246 ligger cirka 47 km fra projektområdet, er der ikke risiko for påvirkninger af marine naturtyper, og sandbanke er ikke beskrevet nærmere i det følgende.

I forhold til havpattedyrene på udpegningsgrundlaget, så er det i afsnit 23.3.1 beskrevet, at undervandsstøj fra nedramning af fundamenter til havvindmøllerne potentielt vil kunne medføre påvirkninger af marsvin og sæler, hvis de befinder sig i nærheden af projektområdet. Beregningerne af undervandsstøj, der er gennemført i henhold til Energistyrelsens guidelines (Energistyrelsen, 2022c) viser, at hvis der ikke anvendes boblegardiner eller andre støjdempende foranstaltninger, så vil der kunne forekomme adfærdspåvirkninger på marsvin i en afstand på ud til 46,6 km fra støjilden (NIRAS, 2023b). På baggrund heraf, og da habitatområde nr. 255, som har marsvin og sæler på udpegningsgrundlaget, ligger i en afstand af >80 km fra projektområdet for Thor Havvindmøllepark, så vurderes det, at undervandsstøj fra nedramning af fundamenter til havvindmøllerne ikke vil kunne medføre adfærdspåvirkninger eller andre påvirkninger af havpattedyr på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 246. Sæler og marsvin beskrives derfor ikke nærmere i det følgende. For uddybning af påvirkninger fra undervandsstøj samt andre potentielle påvirkninger af havpattedyr henvises til afsnit 23.3.1.

I forhold til fuglene, så er det i kapitel 16 beregnet, at projektet vil kunne fortrænge op mod 197 lommer fra projektområdet. Fortrængning indebærer, at et antal fugle kan være nødsaget til at opsøge nye raste- og/eller fourageringsområder, hvormed konkurrencen om føden i disse områder forøges. Dette kan også udgøre en marginal konkurrencemæssig ulempe for de fortrængte fugle, hvis de nye fourageringsområder er marginalt mindre egnede for

fuglene end deres tidligere benyttede fourageringsområder. På baggrund heraf og da projektet vil medføre fortrængning af et mindre antal rødstrubede lommer, kan der være en sandsynlighed for påvirkning fra en havvindmøllepark, og derfor indgår lommer på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 246 i væsentlighedsvurderingen. Der gennemføres således i afsnit 23.3.10 en væsentlighedsvurdering af projektets påvirkning på rødstrubet lom. I Nordsøen er der på optællingerne hovedsageligt registreret rødstrubet lom, men også få sortstrubede lommer (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b). I modsætning til lommerne findes sortand og dværgmåge så fåtalligt i projektområdet, at projektet ikke vil kunne medføre en potentiel påvirkning på disse arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000 område nr. 246, og disse arter beskrives derfor ikke yderligere. I det følgende er det alene rød- og sortstrubet lom, der beskrives.

23.3.8.1. Fugle (rød- og sortstrubet lom)

Rødstrubet lom yngler i arktiske og højarktiske områder rundt omkring Nordpolen, og overvintrer primært i lavvandede, fiskerige områder til havs. Lommerne er følsomme over for menneskelige forstyrrelser i det marine miljø, som således kan påvirke forekomsten af lommer i Nordsøen. Ifølge DCE Aarhus Universitet forekommer de fleste lommer i fuglebeskyttelsesområdet fra marts til starten af maj, og antallet af individer i fuglebeskyttelsesområdet kan variere markant. Fuglebeskyttelsesområde nr. 113 giver arten gode muligheder for at raste og fouragere forstyrrelsesfrit. Det vurderes, at der ikke er væsentlige trusler for artens fortsatte forekomst i fuglebeskyttelsesområdet (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2021f).

Sortstrubet lom er en almindelig trækfugl i Danmark, som yngler i det nordlige Asien og Europa, herunder i Norge, Sverige, De Baltiske Lande, Finland og på De Britiske Øer. I Danmark ses den typisk i Kattegat, Skagerrak og nær farvandet ud for Vadehavet, men den yngler ikke herhjemme. Om sommeren ses den sjældent i Danmark, men til gengæld udgør de danske farvande vigtige overvintringsområder for vinterbestanden af sortstrubet lom i Vesteuropa (Arter.dk, 2023). Sortstrubet lom er ligesom dværgmåge ikke til stede i fuglebeskyttelsesområde nr. 113 og er kun fåtalligt registreret i Nordsøen sammenlignet med rødstrubet lom (Miljøstyrelsen Midtjylland, 2021f). Derfor behandles sortstrubet lom ikke yderligere i det følgende, men det er vurderet, at gennemgangen af indvirkningerne på rødstrubet lom også gælder sortstrubet lom, hvorfor sortstrubet lom er inkluderet i konklusionerne.

23.3.8.2. Målsætninger for rødstrubet lom

Målsætningerne for rødstrubet lom indebærer, at trækfugle, der kan optræde med nationalt betydende forekomster i fuglebeskyttelsesområdet, skal sikres deres raste- og overnatningsområder eller være i fremgang, således at området også fremadrettet kan huse en bestand af national betydning (Miljøstyrelsen, 2023b).

23.3.9. Opsummering på gennemgang af Natura 2000-områder

På baggrund af gennemgangen i de foregående afsnit, er der i Tabel 23.9 udarbejdet en oversigt over udpegningsgrundlaget for de enkelte Natura 2000-områder (grupperet i habitatnaturtyper, pattedyr, andre arter og fugle). For hver af disse er det i afsnit 23.3.3–23.3.7 konkluderet, om påvirkninger umiddelbart kan udelukkes, eller om områderne videreføres til væsentlighedsvurderingen i afsnit 23.3.10.

Det fremgår af tabellen, at det umiddelbart kan afvises, at udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område 65, 66 og 69 vil kunne påvirkes af Thor Havvindmøllepark, og disse områder beskrives derfor ikke nærmere. Det er således udelukkende Natura 2000-område nr. 220 og 246, der indgår i væsentlighedsvurderingen i afsnit 23.3.10. For Natura 2000-område nr. 28 og 219 er det allerede i afgrænsningen af relevante Natura 2000-områder i afsnit 23.3.1 vurderet, at der skal gennemføres en konsekvensvurdering af påvirkninger af havpattedyr på udpegningsgrundlaget.

Tabel 23.9: Oversigt over arter og naturtyper indenfor de enkelte Natura 2000-områder, der inkluderes i de følgende vurderinger. 'X' angiver, at der er naturtyper og/eller arter på udpegningsgrundlaget, mens '-' angiver, at der ikke er naturtyper eller arter på udpegningsgrundlaget for det enkelte område.

Hvis det i gennemgangen af de eksisterende forhold umiddelbart kunne udelukkes, at naturtyper eller arter kan påvirkes af Thor Havvindmøllepark, er det indsat et grønt kryds. Hvis det er vurderet, at det ikke kan udelukkes, at naturtyper eller arter kan påvirkes af Thor Havvindmøllepark, er det indsat et rødt kryds, og den relevante del af udpegningsgrundlaget er tilføjet. For Natura 2000-område nr. 28 og 219 er det allerede i afgrænsningen af relevante Natura 2000-områder i afsnit 23.3.1 vurderet, at der skal gennemføres en konsekvensvurdering af påvirkninger af marine pattedyr på udpegningsgrundlaget. Disse er derfor markeret med to røde krydser.

Natura 2000-område	Habitatnaturtyper	Havpattedyr	Andre arter	Fugle
219: Sandbanker ud for Thyborøn	X	XX (marsvin)	-	-
220: Sandbanker ud for Thorsminde	X (sandbanker)	-	-	-
28: Agger Tange, Nissum Bredning, Skibsted Fjord og Agerø	X	XX (spættet sæl og gråsæl)	X	X
65: Nissum Fjord	X	-	X	X
66: Stadil Fjord og Vest Stadil Fjord	X	-	X	X
69: Ringkøbing Fjord og Nymindestrømmen	X	-	X	X
246: Sydlige Nordsø	X	X	-	X (rød- og sortstrubet lom)

23.3.10. Væsentlighedsvurdering

I de følgende afsnit er der foretaget en vurdering af, om Thor Havvindmøllepark kan medføre en væsentlig påvirkning på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områder, hvor væsentlige påvirkninger ikke umiddelbart kan udelukkes. Som det fremgår af Tabel 23.9, så kan det ikke umiddelbart afvises, at der kan være en sandsynlighed for påvirkninger af Natura 2000-område nr. 220 og 246, og disse områder indgår derfor i væsentlighedsvurderingen.

Væsentlighedsvurderingen er gennemført i henhold til metodebeskrivelsen i afsnit 23.2.1.1, hvor der tages udgangspunkt i kendskabet til projektet for Thor Havvindmøllepark (som beskrevet i anlægsbeskrivelsen i kapitel 4), den eksisterende viden om de relevante arter og naturtyper og specialist-viden om de naturtyper og arter, der kan påvirkes af projektet, samt viden og erfaringer fra andre lignende projekter herunder andre havvindmølleprojekter.

23.3.10.1. Natura 2000-område nr. 220

Som beskrevet i afsnit 23.3.3 er Natura 2000-område nr. 220 udpeget på grundlag af habitatnaturtyperne sandbanke og rev. Som tidligere beskrevet, så vil der alene være risiko for påvirkninger af sandbanke, da de nærmeste sandbanker ligger ca. 750 meter syd for kabelkorridoren, mens det nærmeste stenrev ligger mere end 10 km syd for kabelkorridoren. Kabelkorridoren for ilandføringskablerne ligger cirka 300 meter fra Natura 2000-område nr. 220, og der vil derfor ikke kunne ske direkte påvirkninger af Natura 2000-områderne, og derfor heller ikke af habitatnaturtyperne på udpegningsgrundlaget. De potentielle påvirkninger af habitatnaturtypen sandbanke på

udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220 vil udelukkende kunne ske som følge af sedimentspild ved anlæg, drift eller demontering af kabelanlægget.

Da afstanden mellem kabelkorridoren og nærmeste sandbanke er begrænset, så kan en eventuel påvirkning fra sedimentspredning ikke kan vurderes uden at gennemføre en modellering af sedimentspredning fra anlæg af kabelanlægget. Det kan derfor ikke umiddelbart afvises, at naturtypen sandbanke kan blive væsentlig påvirket af Thor Havvindmøllepark, og der er derfor i afsnit 23.3.11 gennemført en konsekvensvurdering af påvirkninger af naturhabitatypen sandbanke på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220.

23.3.10.2. Natura 2000-område nr. 246

Som beskrevet i afsnit 23.3.8 så omfatter Natura 2000-område nr. 246 habitatområde nr. 255 og fuglebeskyttelsesområde nr. 113. Afstanden mellem projektområdet for Thor Havvindmøllepark og habitatområde nr. 255 er mere end 50 km og en påvirkning af marine habitatnaturtyper og arter (marsvin, gråsæler og spættede sæler) kan dermed på forhånd udelukkes. Eneste mulige påvirkning af fuglebeskyttelsesområde nr. 113 fra Thor Havvindmøllepark vil være fortrængning af lommer (rød- og sortstrubet lom) ind i fuglebeskyttelsesområdet. Dette vil potentielt kunne føre til øget fødekongurrence og dermed lavere overlevelse og evt. lavere ynglesucces for lommerne. Påvirkningen vil primært ske i driftsfasen, og det er derfor denne, der beskrives og vurderes i det følgende. Eventuel påvirkning i anlægs- og demonteringsfasen vil være mindre eller tilsvarende påvirkningen i driftsfasen.

I driftsfasen vil lommer blive fortrængt fra havvindmølleområdet. Fortrængningseffekten vil primært skyldes havvindmøllernes tilstedeværelse og i mindre grad den sporadiske tilstedeværelse af vedligeholdelsesfartøjer. Ifølge den eksisterende viden om lommers følsomhed over for vindmøllers tilstedeværelse er der generelt ikke en forståelse af de bagvedliggende processer ved fortrængning af lommer, herunder om fortrængning skyldes adfærd eller ændret tilgængelighed af fødeemner. De fleste undersøgelser peger dog mod, at lommer er særligt følsomme over for vindmøllers tilstedeværelse og kan påvirkes inden for en bufferzone på flere kilometer omkring en havvindmøllepark. For rødstrubet lom har enkelte ældre undersøgelser fra England ikke kunne påvise en ændring i fuglenes tæthed ud over 500 meter fra havvindmølleparken (se review i (Scottishpower Renewables, 2021)), men alle nye undersøgelser tyder på fortrængningsafstande på mindst 10 km i den engelske del af Nordsø (Scottishpower Renewables, 2021) og op til 16 km i Tyske Bugt (Mendel, et al., 2019; Heinänen, et al., 2020; Dorsch, et al., 2019; Kleischmidt, et al., 2022; Garthe, et al., 2023). Fra Tyske Bugt og Horns Rev finder de seneste undersøgelser en statistisk signifikant reduktion i tætheden af lommer helt op til 16 km fra havvindmøllerne og en reduktion i antallet af lommer inden for vindmølleparken på op til 80 % (Dorsch, et al., 2019; Heinänen, et al., 2020; Mendel, et al., 2019; Petersen, Nielsen, & Mackenzie, 2014). Den allernyeste meta-analyse af den samlede påvirkning af lommer fra havvindmøller i Tyske Bugt tyder på, at den samlede påvirkning fra havvindmølleparker, der ligger nær hinanden, har en fortrængning på 94 % i mølleparkerne, inkl. en 1 km buffer omkring parkerne (Garthe, et al., 2023). Ud til 10 km fra havvindmølleparkerne fandt undersøgelsen et signifikant fald i antallet af lommer på 63 %, som dog korrigeres til, at 52 % af påvirkningen kommer direkte fra havvindmølleparkerne (Garthe, et al., 2023). Artiklens konklusioner er usikre i forhold til, hvor meget den reelle påvirkning af lommer pga. anlæg af havvindmølleparkerne udgør, om den aftager lineært fra vindmøllerne, og hvor langt ud den reelle påvirkning rækker, og det vurderes, at resultaterne understøtter de tidligere studier i, at lommer i høj grad bliver forstyrret af tilstedeværelsen af havvindmøller. Yderligere er undersøgelserne lavet omkring havvindmølleparker med kortere afstand imellem vindmøllerne end der kommer til at være i Thor Havvindmøllepark, hvorfor den teoretiske fortrængning indenfor Thor Havvindmøllepark er mindre end i de tyske havvindmølleparker. Resultaterne fra undersøgelserne af fortrængning af lommer omkring havvindmøllerne i Tyske Bugt giver således ikke anledning til at ændre på de hidtil anvendte fortrængningsgrader. Derfor er der i beregningen af fortrængning af lommer fra Thor Havvindmøllepark regnet med, at 80 % af fuglene fortrænges væk i området for Thor Havvindmøllepark (inden for et areal på 192 km²), og at

fortrængningsandelen aftager lineært fra planområdet ud til en 16 km zone rundt om havvindmølleparken (yderligere 1.967 km²). Baseret på disse data er det estimeret, at op til 197 lommer fortrænges fra området for Thor Havvindmøllepark. Dette svarer til 1,4 % af de estimerede 12.500 lommer i den danske del af Nordsøen i 2019 (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019) (se også kapitel 16).

Det må antages, at lommer, der fortrænges fra planområdet, primært vil søge mod områder med høje tætheder af lommer, da det er her, der er tilgængelig føde for lommerne, og da lommerne er relativt stedfaste i deres valg af overvintringsområde (Dorsch, et al., 2019). Med udgangspunkt i data fra 2019 (se Figur 16.3) forventes det, at lommerne hovedsageligt vil forflyttes til Jyllands vestkyst ud for Nissum Fjord og til området omkring Horns Rev, inkl. fuglebeskyttelsesområde nr. 113 Sydlige Nordsø. Derfor kan det ikke afvises, at fortrængte lommer fra Thor Havvindmøllepark vil kunne medføre en forøgelse af antallet af lommer i fuglebeskyttelsesområde nr. 113 Sydlige Nordsø.

Det kan derfor ikke umiddelbart afvises, at lommer kan blive væsentlig påvirket af Thor Havvindmøllepark, og der er derfor i afsnit 23.3.11 gennemført en konsekvensvurdering af påvirkninger af lommer på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 246. For de øvrige del af udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området er det allerede i den indledende afgrænsning vurderet, at projektet ikke vil medføre væsentlige påvirkninger.

23.3.11. Konsekvensvurdering

I de følgende afsnit er der foretaget en vurdering af, om Thor Havvindmøllepark kan medføre en skadelig påvirkning på havpattedyr på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 28 og 219. Årsagen til, at der gennemføres en Natura 2000-vurdering for disse Natura 2000-områder, er som tidligere beskrevet, at det uden anvendelse af støjdæmpende foranstaltninger ikke vil være muligt at udelukke adfærdsmæssige påvirkninger af havpattedyr i et område på op til 46,6 km fra projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Der er taget udgangspunkt i, at anvendelse af boblegardiner eller tilsvarende støjdæmpende foranstaltninger er at betragte som en afværgende foranstaltning, hvilket medfører, at der for Natura 2000-område nr. 28 og 219, som begge har havpattedyr på udpegningsgrundlaget skal gennemføres en konsekvensvurdering. Derudover er der gennemført en konsekvensvurdering af påvirkninger af sandbanker på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220, da påvirkninger fra sedimentspild i forbindelse med kabellægning ikke umiddelbart kunne udelukkes. Yderligere er der gennemført en konsekvensvurdering af lommer på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 246, idet det i kapitel 16 blev vurderet, at det ikke umiddelbart kunne udelukkes, at projektet kunne have en påvirkning på lommer på udpegningsgrundlaget for dette Natura 2000-område.

Konsekvensvurderingen tager udgangspunkt i kendskabet til projektet for Thor Havvindmøllepark (som beskrevet i anlægsbeskrivelsen i kapitel 4), den eksisterende viden om de relevante arter og specialist-viden om de naturtyper og arter, der kan påvirkes af projektet, samt viden og erfaringer fra andre lignende projekter herunder andre havvindmølleprojekter. Risikoen for skadelige påvirkninger af havpattedyr på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 28 og 219 vil alene være til stede i forbindelse med anlægsfasen, hvor der skal etableres fundamenter til havvindmøllerne. Påvirkningen af lommer på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 246 vil primært ske i driftsfasen, og det er derfor denne, der beskrives og vurderes i afsnit 23.3.11.4. Eventuel påvirkning af lommer i anlægs- og demonteringsfasen vil være mindre eller tilsvarende påvirkningen i driftsfasen.

23.3.11.1. Natura 2000-område nr. 220

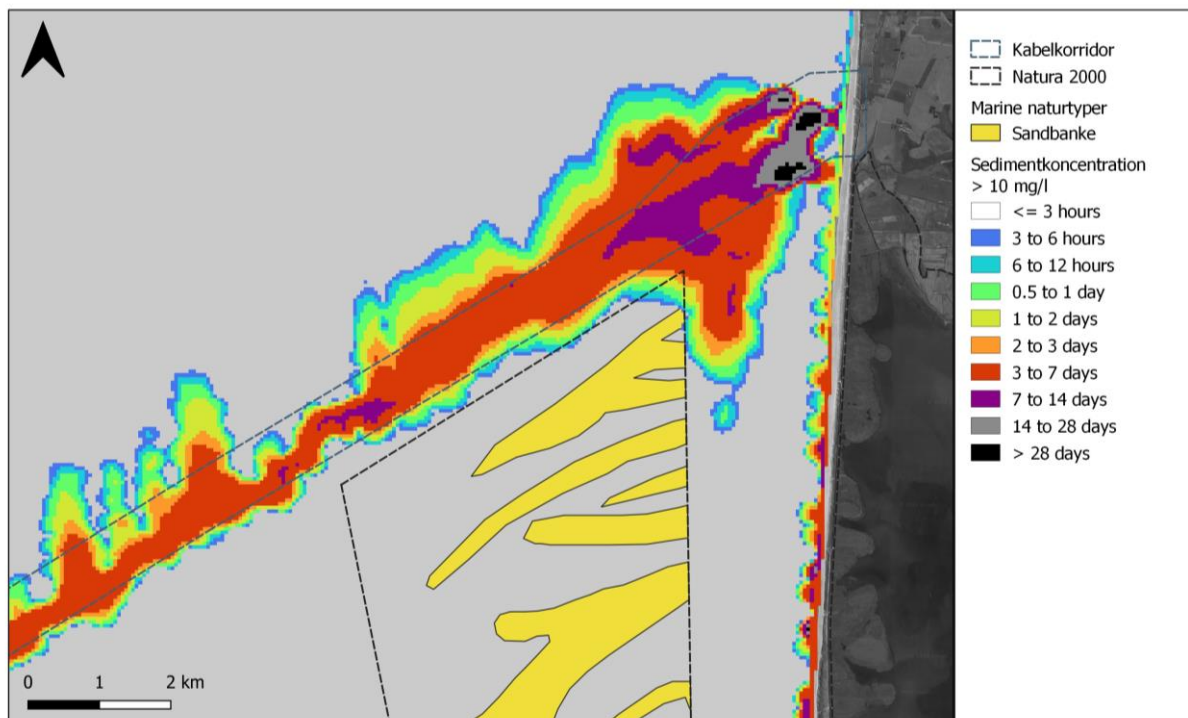
I de følgende afsnit er der foretaget en vurdering af, om anlæg, drift og demontering af ilandføringskabler til Thor Havvindmøllepark kan medføre en skadelig påvirkning på habitatnaturtypen sandbanke, som er på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220.

Anlægsfase

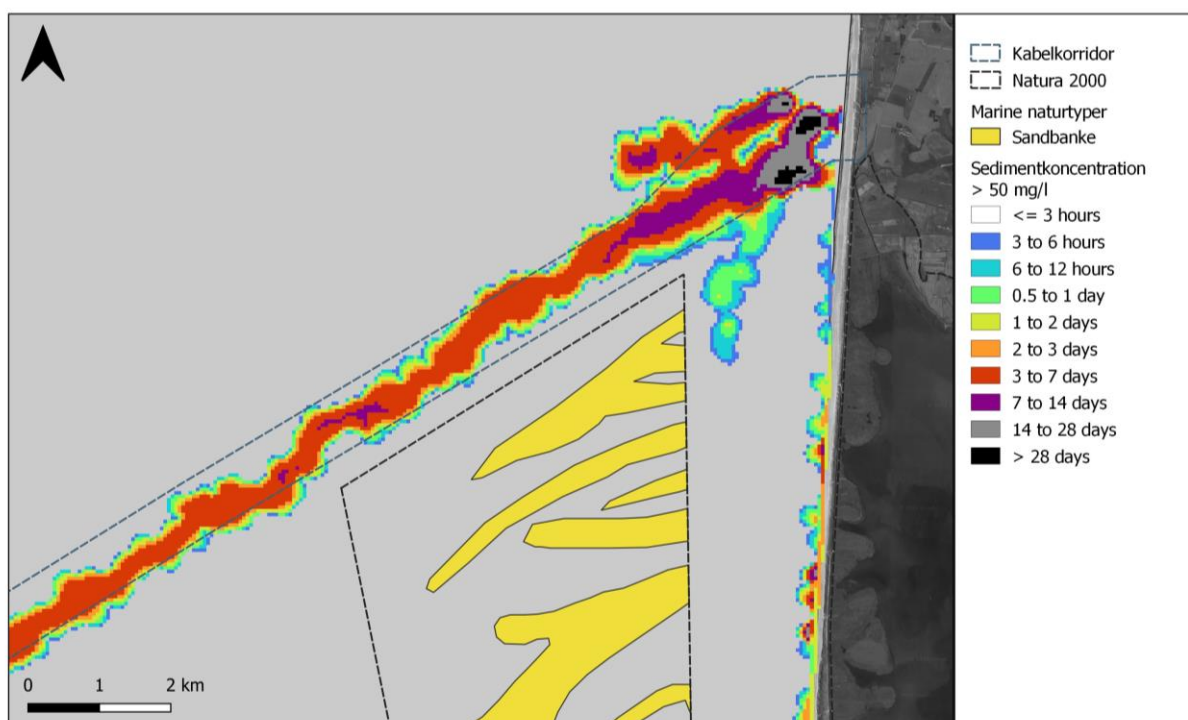
I forbindelse med spule- og graveaktiviteter på havbunden vil der kunne forekomme forhøjede koncentrationer af ophvirvlet (suspenderet) sediment i vandfasen. Bunddyr, som lever af at filtrere deres fødeorganismer fra havvandet, kan være sårbare overfor høje koncentrationer af suspenderet sediment, da deres fødeindtag kan blive reduceret. Ligeledes kan der forekomme sedimentaflejring (sedimentation) fra grave- og spuleaktiviteter på havbunden. Alt afhængig af sedimentlagets tykkelse kan det forstyrre bunddyrenes fødeindtag og i værste fald medføre kvælning. Habitatnaturtypen sandbanke og de organismer, der er karakteristiske for naturtypen, vil kunne blive påvirket som følge af henholdsvis forhøjede koncentrationer af suspenderet sediment samt sedimentation. Ophvirvlet sediment med indhold af organisk stof kan desuden føre til forøget biologisk nedbrydning af organisk stof under forbrug af ilt, hvilket potentielt kan påvirke iltforholdene i vandet og derved de vandlevende organismer og bundfaunaen. Det vurderes dog, at det lave indhold af organisk stof i sedimentet i kabelkorridoren, vil medføre et lavt forøget iltforbrug og dermed ikke medføre betydelige ændringer i iltforholdene, som i forvejen er gode i området (se afsnit 25.4.2). Forøgede koncentrationer af organisk stof i vandfasen vurderes dermed at være uden betydning for havbundens fauna og behandles ikke nærmere i det følgende. Ligesom for næringsstoffer, kan der ved ophvirvling af sediment ske frigivelse og spredning af miljøfarlige stoffer til det omkringliggende vandmiljø. Indholdet af miljøfarlige stoffer i sedimentet i kabelkorridoren er dog så lavt, at det er sammenligneligt med baggrundskoncentrationer i havbundssedimentet (se afsnit 25.4.2.3 og 25.4.3). Desuden bidrager de dynamiske hydrografiske forhold i Nordsøen til effektiv opblanding. Forøgede koncentrationer af miljøfarlige stoffer i vandfasen vurderes dermed at være uden betydning for marine habitatnaturtyper og behandles ikke nærmere i dette afsnit.

I forbindelse med anlæg af kabler vil der spildes sediment i vandet, hvilket vil øge den naturligt forekommende koncentration af suspenderet materiale og medføre øget sedimentation, når det igen bundfælder på havbunden. Der er udført en sedimentspredningsberegning for at estimere omfanget af sedimentspild i vandfasen. Sedimentspredningsberegningerne er beskrevet i kapitel 10 samt i den tekniske rapport om sedimentforhold (NIRAS, 2024). Nedenfor er foretaget en gennemgang af konklusioner fra sedimentspredningsberegning, som er relevante i forhold til projektets potentielle påvirkninger på habitatnaturtypen sandbanke i Natura 2000-område nr. 220. Der er i det følgende taget udgangspunkt i resultater fra modelberegningen af scenarie 1, da sammenligningen af spredning af sediment i vandfasen (afsnit 10.3.2.1) for scenarie 1 og scenarie 2 viser, at sedimentspredningen er næsten ens, men at scenarie 1 dog giver marginalt større sedimentspredning end scenarie 2.

Natura 2000-områdets nordlige afgrænsning ligger fra 300–400 m syd for kabelkorridoren til ilandføringskablerne. Natura 2000-område nr. 220 berøres ifølge sedimentspredningsberegningerne kun i det nordøstligste hjørne og kun af forøgelse på over 10 mg/l suspenderet sediment i få dage (maksimalt 3 dage), se Figur 23.10. Koncentrationsforøgelsen af suspenderet sediment når ikke op på 50 mg/l inde i Natura 2000 området, se Figur 23.11. De øgede mængder af suspenderet sediment kan potentielt forekomme over en marginal del af den nordligste sandbanke. Der er tale om en marginal forøgelse af koncentrationen af suspenderet sediment. Særligt set i lyset af, at den naturlige baggrundskoncentration af suspenderet materiale langs vestkysten af Jylland er estimeret til 0–7 mg/l, og at der er målt op til 185 mg/l (Rambøll, 2020), mens der på NOVANA stationer syd for Thor Havvindmøllepark er målt koncentrationer op til ca. 50–60 mg SS/l og med et gennemsnit på 15–20 mg SS/l (Miljødata.dk, 2022). Disse stationer ligger et stykke fra kysten, og nær kysten vil der være langt højere baggrundskoncentrationer af suspenderet materiale på grund af kraftig bølgebevægelse. De beregnede sedimentkoncentrationer fra anlæg af ilandføringskabler til Thor Havvindmøllepark, som vil kunne forekomme i Natura 2000-området, og som overstiger 10 mg/l men ikke når op på 50 mg/l, vil altså ligge indenfor den naturlige baggrundsvariation for sedimentkoncentrationer i området.

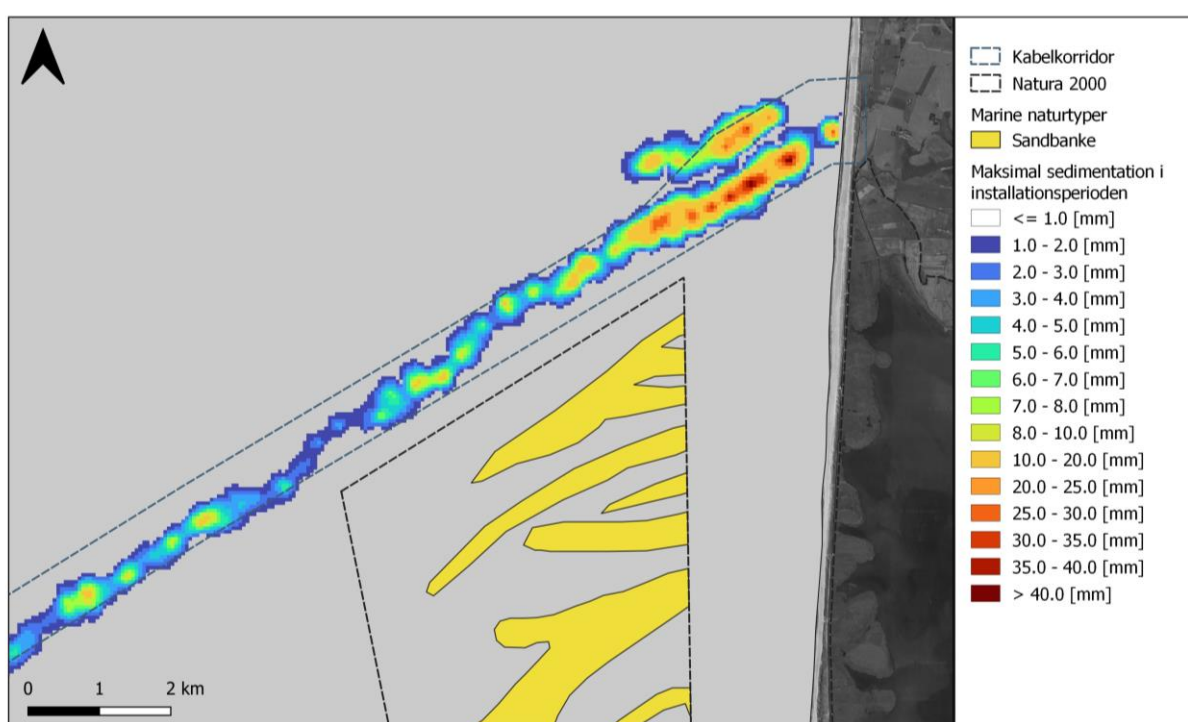


Figur 23.10: Varighed af dybdemidlet suspenderet sediment koncentrationer over 10 mg/l for de nederste 10 meter af vandsøjlen (NIRAS, 2024). På kortet ses desuden afgrænsningen af Natura 2000-området samt udbredelsen af den marine habitatnaturtype sandbanke.



Figur 23.11: Varighed af dybdemidlet suspenderet sediment koncentrationer over 50 mg/l for de nederste 10 meter af vandsøjlen (NIRAS, 2024). På kortet ses desuden afgrænsningen af Natura 2000-området samt udbredelsen af den marine habitatnaturtype sandbanke.

I forhold til påvirkninger fra sedimentation af suspenderet sediment i vandfasen vil havbunds-sediment, der graves eller spules væk i forbindelse med kabellægning, efter en kort periode sedimentere i umiddelbar nærhed af områderne, hvor anlægsarbejdet udføres. Der er foretaget modellering af tykkelse af sedimentation på havbunden (sedimentaflejringer) til et givent tidspunkt, hvor der er taget højde for kontinuert fjernelse af aflejret sediment igennem resuspension. Resultaterne viser, at aflejring af det suspenderede sediment vil forekomme meget lokalt omkring kabelkorridoren. De største sedimentaflejringer forårsaget af anlægsaktiviteter vil forekomme indenfor kabelkorridoren, hvor et aflejringslag på op til >20 millimeter kan forventes. I den inderste kystnære del af kabelkorridoren, hvor påvirkningen er størst, kan der aflejres op til 45 mm sediment i umiddelbar nærhed af nedlægningsområdet, se Figur 23.12. Det kan ikke afvises, at der kan forekomme marginale sedimentaflejringer i Natura 2000-område nr. 220, men modelleringen viser, at det vil være mindre end 1 mm tykt, hvilket vil være ikke målbart og helt ubetydeligt i forhold til den naturlige baggrundsvariation i denne del af Nordsøen, hvor der ved storme kan optræde ændringer på mere end 1 meter i havbunden (COWI, 2015).



Figur 23.12: Den maksimale tykkelse af sedimentaflejringer i løbet af installationsperioden for Thor Havvindmøllepark (NIRAS, 2024). På kortet ses desuden afgrænsningen af Natura 2000-området samt udbredelsen af den marine habitatnaturtype sandbanke.

Resultaterne af modelleringen viser, at det nordøstlige hjørne af Natura 2000-område nr. 220 og habitatnaturtypen sandbanke kan blive udsat for lave koncentrationer af suspenderet sediment i kort tid (2-3 dage). De svagt øgede sedimentkoncentrationer vil ikke medføre en målbar sedimentation indenfor Natura 2000-området og habitatnaturtypen sandbanke. Det skal dertil bemærkes, at de arter, der lever i tilknytning til den bløde bund, generelt er tolerante i forhold til et forøget indhold af suspenderet sediment og tildækning med sediment (selv om der er artsvariationer). Dette skal også ses i lyset af, at sedimenttransporten langs Danmarks vestkyst naturligt er høj på grund af de dynamiske hydrografiske forhold. I forbindelse med kraftige storme kan op til >1 m sediment omlægges (COWI, 2015). Den samlede mængde af sand, som årligt transporteres langs kysten, er beregnet til ca. 1.4 mio. m³ om året

mod syd fra Thorsminde og op til 1 mio. m³ årligt i nordgående retning mod Thyborøn (Kystdirektoratet, 2001; Vattenfall, 2020c).

Afhængig af art kan de fleste bunddyr tåle engangsflejringer af sediment på mellem 2-26 cm (Essink, 1999). Sedimentaflejringer på mindre end 3 mm forventes ikke at have en skadelig virkning på bundfaunaen helt generelt (Gibbs & Hewitt, 2004), uanset sedimentationsraten (inklusive øjeblikkelig sedimentation). Fauna tilknyttet sandbund er i stand til enten at flygte fra sådanne begivenheder, eller justere deres gravedybde i overensstemmelse med sedimentationsmængden. En potentiel aflejring af sediment på mindre end 1 mm, vil derfor ikke kunne påvirke den fauna, der findes i tilknytning til habitatnaturtypen sandbanke.

De gennemførte beregninger viser, at sedimentation og forøget koncentration af suspenderet sediment i vandfasen som følge af anlægsaktiviteter, ikke vil kunne medføre en påvirkning af habitatnaturtypen sandbanke på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220. Det vurderes derfor, at suspenderet sediment eller sedimentation ikke vil medføre skadelige påvirkninger af habitatnaturtypen sandbanke, der er på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220. Anlægsfasen vil således ikke påvirke habitatnaturtypens mulighed for at opnå gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau, eller påvirke målsætningerne om, at habitatnaturtypens tilstand og areal skal være stabilt eller i fremgang.

Driftsfase

I driftsfasen vil der ikke ske påvirkninger af marine habitatnaturtyper på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220, da der ikke skal graves i havbunden eller foretages andre aktiviteter, der kan medføre sediment-spild. Kun i tilfælde af reparationer af kabler, kan der blive behov for at påvirke havbunden og dermed potentielt også marine habitatnaturtyper i Natura 2000-område nr. 220. Der vil i så fald være tale om sedimentation og forøget koncentration af suspenderet sediment i vandfasen, som vil være langt mindre omfattende end i anlægsfasen, og det vurderes derfor, at driftsfasen ikke vil medføre skadelige påvirkninger af sandbanke på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220 eller påvirke mulighederne for at opnå målsætningerne i Natura 2000-planen.

Demonteringsfasen

Hvis søkablerne skal fjernes fra havbunden, så vil påvirkningerne af de marine habitatnaturtyper i demonteringsfasen i høj grad være sammenlignelige med påvirkningerne i anlægsfasen. Derfor vurderes sedimentation og forøget koncentration af suspenderet sediment i vandfasen at være mindre end eller tilsvarende til anlægsfasen, og det vurderes derfor, at demonteringsfasen ikke vil medføre skadelige påvirkninger af sandbanke på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220 eller påvirke mulighederne for at opnå målsætningerne i Natura 2000-planen.

23.3.11.2. Natura 2000-område nr. 28

Som beskrevet i afsnit 23.3.1 skal der anvendes støjdemning for at kunne overholde Energistyrelsen retningslinjer (Energistyrelsen, 2022c) om, at der ikke må forekomme PTS hos havpattedyrene i en afstand på mere end 200 m fra nedramningsstedet. Der er udført en undervandsstøj-modellering, hvor effekten svarende til brugen af et enkelt boblegardin er inkluderet. Resultatet for sæler er vist i Tabel 23.10.

Tabel 23.10: Worst case påvirkningsafstande for sæler, i forhold til TTS, PTS og adfærdspåvirkninger ved nedramning af et monopælefundament ved brug af støjdemning med effekt svarende til enkelt boblegardin. Påvirkningsafstanden for adfærd er baseret på påvirkningsafstanden for marsvin og dermed et konservativt estimat.

	PTS	TTS	Adfærd
Sæler	<150 meter	275 meter	6.400 meter

Ved brug af støjdempende tiltag, som svarer til et boblegardin, vil påvirkningsafstandene, hvor der er risiko for, at sæler udsættes for undervandsstøjniveauer, der kan medføre PTS, være < 150 m, mens det for TTS, vil være i en afstand på op til 275 m fra nedramningsstedet. Modelleringen viser, at adfærdspåvirkninger på marsvin vil kunne forekomme i en afstand ud til 6400 m svarende til et areal på ca. 120 km² (Figur 15.9). Der findes ikke grænseværdier for adfærdspåvirkning på sæler, og som et forsigtighedsprincip benyttes de modellerede adfærdspåvirkninger for marsvin til at vurdere adfærdspåvirkninger på sæler. Da Natura 2000-området er beliggende mere end 20 km fra Thor Havvindmøllepark, vil der ikke være undervandsstøjniveauer i selve Natura 2000-området, som kan medføre hørenedsættelse (PTS eller TTS) eller adfærdspåvirkninger. Det er kun, hvis sælerne fra Natura 2000-området befinder tæt på anlægsområdet, at de vil kunne påvirkes af undervandsstøjen,

Sandsynligheden for, at sæler befinder sig indenfor 275 m af anlægsstedet, vil være begrænset, da tilstedeværelsen og undervandsstøjen fra anlægsgartøjer vil holde sæler fra nærområdet af anlægsarbejdet. Det er derfor usandsynligt, at sæler vil kunne opleve TTS eller PTS, hverken indenfor eller udenfor Natura 2000-området.

Ovenstående viser, at det ved anvendelse af støjdempende foranstaltninger med effekten svarende til et enkelt boblegardin kan udelukkes, at anlæg af Thor Havvindmøllepark kan medføre skadevirkninger af spættet sæl og gråsæl på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 28. Projektet vil dermed ikke hindre muligheden for opnåelse af gunstig bevaringsstatus for det udpegede område eller påvirke hverken de overordnede eller konkrete bevaringsmålsætninger, som blandt andet skal sikre, at området skal være et godt levested for den større forekomst af spættet sæl og gråsæl. En skadevirkning af integriteten af Natura 2000-område nr. 28 kan dermed afvises med sikkerhed.

23.3.11.3. Natura 2000-område nr. 219

Som beskrevet i afsnit 23.3.1, skal der anvendes støjdempende foranstaltninger for at kunne overholde Energistyrelsens retningslinje (Energistyrelsen, 2022c) om, at der ikke må forekomme PTS hos havpattedyrene i en afstand på mere end 200 m fra nedramningsstedet. Der er udført en undervandsstøjmodellering, hvor effekten svarende til brugen af et enkelt boblegardin er inkluderet. Resultatet for marsvin er vist i Tabel 23.11.

Tabel 23.11: Worst case påvirkningsafstande for marsvin, i forhold til TTS, PTS og adfærdspåvirkninger ved nedramning af et monopælefundament ved brug af støjdempende foranstaltninger med effekt svarende til enkelt boblegardin.

	PTS	TTS	Adfærd
Marsvin	<100 meter	600 meter	6.400 meter

Ved brug af støjdempende tiltag, som svarer til et boblegardin, vil påvirkningsafstandene, hvor der er risiko for, at marsvin udsættes for undervandsstøjniveauer, der kan medføre PTS, være < 100 m, mens det for TTS vil være i en afstand på op til 600 m fra nedramningsstedet. Modelleringen viser, at adfærdspåvirkninger vil kunne forekomme i en afstand ud til 6.4 km svarende til et areal på ca. 120 km² (Figur 15.9). Da Natura 2000-området er beliggende mere end 29 km fra Thor Havvindmøllepark, vil der ikke være undervandsstøjniveauer i selve Natura 2000-området, som medfører hørenedsættelse (PTS eller TTS) eller adfærdspåvirkninger. Det er kun, hvis marsvin befinder sig tæt på anlægsområdet, at de vil kunne påvirkes.

Studier har vist, at tilstedeværelsen af anlægsgartøjer og den støj skibene genererer i sig selv, er tilstrækkelig til at fortrænge marsvin på en afstand op til flere kilometer fra skibene (Gall, Graham, Merchant, & Thompson, 2021; Wisniewska, et al., 2016). Sandsynligheden for, at marsvin befinder sig indenfor 600 m af anlægsstedet, vil derfor være begrænset, da tilstedeværelsen og undervandsstøjen fra anlægsgartøjer vil holde marsvinene fra nærområdet

af anlægsarbejdet. Det er der for usandsynligt, at marsvin vil kunne opleve TTS eller PTS, hverken indenfor eller udenfor Natura 2000-området.

Under nedramningen af fundamenter vil marsvin fortrænges fra nærområdet, hvor anlægsaktiviteterne foregår, på grund af de høje niveauer af undervandsstøj, svarende til en afstand på 6.4 km fra anlægsområdet. Området omkring den pågældende nedramning vil derfor ikke være tilgængeligt for marsvin til f.eks. fødesøgning. Påvirkningen er dog kortvarig og reversibel, og arealet, som dyrene fortrænges fra under hver nedramning, vil udgøre en meget lille del af deres overordnede fødesøgningsområde i Nordsøen. Endvidere forventes det, at marsvin vil vende tilbage til området efter nedramningens ophør. Adfærdsstudier udført i forbindelse med etableringen af andre havvindmølleparker viser således, at marsvin vender tilbage til mølleområdet indenfor 2-72 timer, efter pælenedramningen er ophørt (Brandt, Diederichs, Betke, & Nehls, 2011; Russel, et al., 2016; Dähne, Tougaard, Carstensen, Rose, & Nabe-Nielsen, 2017). I den korte periode, hvor nedramningen pågår, vurderes det, at marsvin vil være i stand til at søge føde i andre områder.

Ovenstående viser, at det ved anvendelse af støjdæmpende foranstaltninger svarende til et enkelt boblegardin kan udelukkes, at anlæg af Thor Havvindmøllepark kan medføre skadevirkninger af marsvin på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 219. Projektet vil dermed ikke hindre muligheden for opnåelse af gunstig bevaringsstatus for det udpegede område eller påvirke hverken de overordnede eller konkrete bevaringsmålsætninger, som blandt andet skal sikre, at området skal være et godt levested for den høje forekomst af marsvin. En skadevirkning af integriteten af Natura 2000-område nr. 28 kan dermed afvises med sikkerhed.

23.3.11.4. Natura 2000-område nr. 246

I de følgende afsnit er der foretaget en vurdering af, om Thor Havvindmøllepark kan medføre en skadelig påvirkning på lommer, som er på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 246. Årsagen til, at der gennemføres en konsekvensvurdering for dette Natura 2000-område, er, at det i afsnit 23.3.10.2 blev vurderet, at det ikke umiddelbart kunne udelukkes, at fortrængning fra havvindmølleparken vil kunne have en væsentlig påvirkning på lommer på udpegningsgrundlaget for dette Natura 2000-område. Som beskrevet i væsentlighedsvurderingen vil Thor Havvindmøllepark kunne føre til en fortrængning på op til 197 lommer. Dette svarer til 1,4 % af de estimerede 12.500 lommer i den danske del af Nordsøen i 2019 (Petersen, Sterup, & Nielsen, 2019) (se også kapitel 16). Ved antagelse af, at de fortrængte lommer fordeles i forhold til den øvrige tæthed af lommer i Nordsøen, vil 25 % af lommerne forflyttes til fuglebeskyttelsesområde nr. 113 Sydlige Nordsø, der udgør en del af Natura 2000-område nr. 246 (og baseret på et konservativt skøn ud fra Figur 16.3). En forflytning af 25 % af lommerne til Sydlige Nordsø vil betyde, at 49 lommer forflyttes til fuglebeskyttelsesområdet svarende til en forøgelse på op til 1,6 % af den formodede maksimale bestand på over 3.000 lommer i det udvidede fuglebeskyttelsesområde nr. 113¹⁸. Der er meget begrænset viden om fortrængningens effekt på fugles overlevelse. I mangel af konkret viden er det af de engelske myndigheder anbefalet at bruge 1-10 % øget dødelighed for havfugle (Smart Wind, 2014; Natural England, 2014; Natural England, 2018; NIRAS, 2020; APEM, 2022). Den øgede dødelighed fremkommer, hvis en fortrængning af lommer medfører øget konkurrence om føden, dvs. at mængden af tilgængelig føde bestemmer antallet af fugle i området. Anbefalingerne fra de engelske myndigheder er baseret på studier af overvintrende strandkader i Storbritannien (Durell, Goss-Custard, & McGrorty, 2000; Durell S. E., Goss-Custard, Stillman, & West, 2001), og er den nærmeste art i forhold til lommer, der er lavet studier på. De maksimale dødeligheder antager fødebegrænsning i de områder, der forflyttes fugle til, og derfor er der i denne konsekvensvurdering, og med anvendelse af et forsigtighedsprincip, valgt at anvende en dødelighed svarende til 10 % af de fugle, der potentielt fortrænges ind i Natura 2000-området.

¹⁸ Da der ikke foreligger er en basisanalyse eller plan for det udvidede fuglebeskyttelsesområde, er den maksimale bestand på over 3.000 lommer hentet fra en vurdering af DCE, Aarhus Universitet for IBA nr. 123 Østlige Tyskebugt, som har ca. samme udbredelse som fuglebeskyttelsesområde nr. 113, Sydlige Nordsø (Petersen, Nielsen, & Clausen, 2021).

Der er ikke kendskab til, om lommer i fuglebeskyttelsesområde nr. 113 Sydlige Nordsø er fødebegrænsede i dag; men det kan på det foreliggende datagrundlag og vidensniveau ikke afvises, at de kan være det. Eftersom tætheden af lommer i området er relativt lav, er det dog usandsynligt, at lommer i sig selv kan udpine bestandene af deres fødeemner. Dog er de samme fiskebestande, lommerne lever af, føde for marsvin og sæler samt hyppigt fiskearter af det kommercielle fiskeri. Derfor kan det ikke udelukkes, at bestandene af fisk er så lave, at lommerne har svært ved at udnytte dem i de kritiske perioder. Desuden kan det medføre, at de enkelte fugle skal bruge længere tid og mere energi på at finde føden (Dierschke V. , et al., 2017). Herigennem får de mindre oplagret energi efter vinterens ophold i Nordsøen, og det kan potentielt påvirke deres ynglesucces og energiressourcer på trækket mellem ynglepladser og vinterkvarteret (Dierschke V. , et al., 2017). Herigennem kan fortrængningen med tiden medføre bestandsnedgange, ikke bare lokalt i fuglebeskyttelsesområde nr. 113 Sydlige Nordsø, men også i den biogeografiske bestand.

Da fødetilgængeligheden er ukendt i fuglebeskyttelsesområde nr. 113 Sydlige Nordsø, må det med anvendelse af et forsigtighedsprincip antages, at den kan være begrænsende for bestanden, og at fortrængning af lommer ind i fuglebeskyttelsesområdet dermed potentielt kan medføre en forringelse af levevilkårene for bestanden af lommer i fuglebeskyttelsesområdet. Samtidigt kan fødegrundlaget for lommerne potentielt udtømmes, så der sker en varig forringelse heraf. Dette kan ske, hvis det samlede prædationstryk (inkl. fiskeri) bliver for højt, så bestande af fisk udpines i fuglebeskyttelsesområdet. Under antagelse af en maks. øget dødelighed, der svarer til 10 % blandt de fortrængte lommer, vil den øgede dødelighed i fuglebeskyttelsesområdet være på maksimalt 5 lommer eller op til 0,16 % af den oprindelige formodede maksimale bestand på over 3.000 i fuglebeskyttelsesområde nr. 113 Sydlige Nordsø. Dermed vil den teoretiske øgede dødelighed være betydeligt under 1 % af bestanden i fuglebeskyttelsesområdet. Da forekomsten af 1 % af en given bestand i et afgrænset område, i forvaltningen af nationale og internationale fuglebeskyttelseshensyn, vurderes at være af en størrelse, der kræver beskyttelse ofte gennem udlægning af fuglebeskyttelsesområder for arterne (Clausen, Petersen, Bregnballe, & Nielsen, 2019), kan 1 %-kriteriet bruges som indikation for, hvornår der kan være skade på en bestand i et Natura 2000-område (NIRAS, 2020). Det vurderes således, at risikoen for øget dødelighed i forbindelse med fortrængning af lommer ind i Natura 2000-område nr. 246 er tæt på at være en rent statistisk risiko. Derfor vurderes den maksimale øgede dødelighed at være helt uden betydning for bestanden af lommer og dermed ikke at ville kunne udgøre en skade på bestanden af lommer på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde nr. 113. .

På baggrund af ovenstående kan det udelukkes, at realisering af Thor Havvindmøllepark vil kunne medføre skadelige påvirkninger af bevaringsmålsætningerne for rød- og sortstrubet lom på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 246. Projektet vil således ikke påvirke disse arters mulighed for at opnå gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau, eller påvirke målsætningerne om, at Natura 2000-området også fremadrettet kan huse en bestand af lommer af national betydning. En skadevirkning af integriteten af Natura 2000-område nr. 246 kan dermed afvises med sikkerhed.

23.4. Kumulative effekter

Habitatdirektivet forskriver, at vurderingerne af påvirkninger af Natura 2000-områder fra en plan eller et projekt også skal indeholde en vurdering af påvirkninger i forbindelse med andre planer eller projekter. Dette betegnes som de kumulative effekter. Der er for hver af de dele af udpegningsgrundlaget, der indgår i konsekvensvurderingen i afsnit 23.3.11, gennemført en vurdering af kumulative effekter i det følgende afsnit. Derudover er der taget stilling til eventuelle kumulative effekter fra projektets landdel.

I forhold til potentielle kumulative effekter på habitatnaturtypen sandbanke, der er på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220, er sedimentspild (suspenderet og aflejret) i anlægsfasen relevant. Flere andre

projekter og aktiviteter i Nordsøen overlapper tidsmæssigt med Thor Havvindmøllepark. Det omfatter blandt andet potentiel indvinding af sand fra nærliggende råstofområder eller Kystdirektoratets sandfodring i området. Derimod vil anlægsfaserne for havvindmølleparkerne Vesterhav Nord og Vesterhav Syd være afsluttet, inden anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark igangsættes (se afsnit 3.2.5). På baggrund af resultaterne fra modelleringer af sediment-spredning vurderes det, at det arealmæssige omfang og varigheden af sedimentspild fra andre projekter også vil begrænse sig til områder i umiddelbar nærhed af anlægsaktiviteterne, og at der derfor ikke vil ske kumulative effekter på habitatnaturtypen sandbanke på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220. Dette skal også ses i lyset af de naturligt dynamiske hydrografiske forhold langs den danske vestkyst, hvor baggrundskoncentration af suspenderet sediment er meget varierende (som beskrevet i afsnit 23.3.11.1).

Potentielle kumulative effekter på marsvin og sæler omhandler primært påvirkninger fra undervandsstøj, som genereres i forbindelse med etableringen af Thor Havvindmøllepark og andre nærliggende projekter. Undervandsstøj, som genereres i forbindelse med nedramning af fundamentene for Thor Havvindmøllepark, kan i kumulation med undervandsstøj fra de nævnte havvindmølleparker have en uønsket påvirkning på marsvin og sæler på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 219 og 28, hvis støjen overlapper projekterne imellem. Projekter, som kan have påvirkninger på marsvin og sæler på udpegningsgrundlaget for henholdsvis Natura 2000-område nr. 219 og 28 i form af støj i kumulation med Thor Havvindmøllepark, omfatter de kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd samt den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan.

Anlægsfasen for de kystnære havvindmølleparker, Vesterhav Nord og Vesterhav Syd vil afsluttes i løbet af første kvartal af 2024 og vil derfor ikke overlappende med anlægsaktiviteter for Thor Havvindmøllepark (se afsnit 3.2.5.1). Sandsynligheden for, at anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark og anlægsfasen for andre fremtidige havvindprojekter i de udlagte udviklingszoner pågår på samme tid, vurderes som meget lille, da der på nuværende tidspunkt udelukkende er tale om planlægning for udbygning af havvind, og en kumulativ støjefekt som følge af sammenfald i tid og sted, vurderes derfor ikke som sandsynlig. Derfor vil miljøpåvirkninger i forbindelse med nedramning under etablering af Thor Havvindmøllepark ikke kumulere med miljøpåvirkninger fra nedramning fra Vesterhav Nord og Vesterhav Syd eller den fremtidige udbygning af havvind udlagt i havplanen.

Potentielle kumulative effekter på fugle i Natura 2000-områder er begrænset til lommer på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 246: Sydlige Nordsø. Som beskrevet i væsentlighedsvurderingen vil Thor Havvindmøllepark kunne føre til en fortrængning på op til 197 lommer. Ved antagelse af, at de fortrængte lommer fordeles i forhold til den øvrige tæthed af lommer i Nordsøen, vil 25 % af lommerne forflyttes til fuglebeskyttelsesområde nr. 113 Sydlige Nordsø, der udgør en del af Natura 2000-område nr. 246 (og baseret på et konservativt skøn ud fra Figur 16.3). En forflytning af 25 % af lommerne til Sydlige Nordsø vil betyde, at 49 lommer forflyttes til fuglebeskyttelsesområdet svarende til en forøgelse på op til 1,6 % af den formodede maksimale bestand på over 3.000 lommer i det udvidede fuglebeskyttelsesområde nr. 113.¹⁹ Sammenholdt hermed er det maksimale beregnede antal fortrængte lommer fra Vesterhav Nord og Syd op til hhv. 610 og 601 ved fortrængning ud til 16 km. Ved en tilsvarende omfordeling på 25 % til Sydlige Nordsø, bliver det til hhv. 153 og 150 lommer, der fortrænges til Sydlige Nordsø. På grund af overlap på 15 % mellem fortrængningszonerne i de tre vindmølleparker vil den samlede fortrængning til Sydlige Nordsø dog kun være på 290 lommer. Fortrængninger er beregnet ud fra modellerede data i 2019 (Petersen & Sterup, 2019a; Petersen & Sterup, 2019b). Under antagelse af en maksimal øget dødelighed, der svarer til 10 % blandt de fortrængte lommer, vil den øgede dødelighed i fuglebeskyttelsesområdet være på maksimalt 29 lommer eller op til 0,97 % af den oprindelige formodede maksimale bestand på over 3.000 i fuglebeskyttelsesområde nr. 113 Sydlige Nordsø. Dermed vil den teoretiske øgede dødelighed være under 1 % af bestanden i fuglebeskyttelsesområdet. Da forekomsten af 1 % af en given bestand i et afgrænset område, i forvaltningen af

¹⁹ Da der ikke foreligger er en basisanalyse eller plan for det udvidede fuglebeskyttelsesområde, er den maksimale bestand på over 3.000 lommer hentet fra en vurdering af DCE, Aarhus Universitet for IBA nr. 123 Østlige Tyskebugt, der har ca. samme udbredelse som fuglebeskyttelsesområde nr. 113, Sydlige Nordsø (Petersen, Nielsen, & Clausen, 2021).

nationale og internationale fuglebeskyttelseshensyn, vurderes at være af en størrelse, der kræver beskyttelse (ofte gennem udlægning af fuglebeskyttelsesområder for arterne) (Clausen, Petersen, Bregnballe, & Nielsen, 2019), kan 1 %-kriteriet bruges som indikation for, hvornår der kan være skade på en bestand i et Natura 2000-område (NIRAS, 2020). Derfor vurderes den maksimale øgede dødelighed at være uden betydning for bestanden af lommer og dermed ikke at ville kunne udgøre en skade på bestanden af lommer på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde nr. 113.

I forhold til vindmølleparkerne på Horns Rev (1-3) er der ikke foretaget nye beregninger, da vindmølleparkerne var i drift (fra hhv. 2002, 2009 og 2019) og er indeholdt i fuglebeskyttelsesområde nr. 113 Sydlige Nordsø ved udpegningsområdet og dermed indgår i basistilstanden for området og dets målsætninger.

Udover vurderinger af kumulative påvirkninger fra enkelte projekter sammen med Thor Havvindmøllepark er der i miljøvurderingen af Danmarks Havplan vurderet, at *"en gradvis koncentration af havmøller i den sydlige del af Nordsøen kunne medføre en væsentlig påvirkning af kyst- og havfugle i dette område"*, hvilket begrundes med, at flere af udviklingszonerne ligger inden for beskyttelsesområdet IBA DK123 Østlige Tyske Bugt (COWI, 2021). IBA KD123 Østlige Tyske Bugt er sammenfaldende med udvidelsen af fuglebeskyttelsesområde nr. 113 indeholdt i Natura 2000-område nr. 246. Placeringen af Thor Havvindmøllepark overlapper dog ikke med dette område, og for de øvrige områder af Nordsøen vurderes *"en potentielt øget koncentration af anlæg til vedvarende energi ikke at medføre væsentlig negativ påvirkning af overvintrende, rastende eller ynglende fugle"* i miljøvurderingen af Danmarks Havplan (COWI, 2021). Samlet vurderes det i miljøvurderingen af Danmarks Havplan, at *"kumulativt med den massive udbygning af havvind i hhv. den svenske og tyske EEZ, kan det dog ikke udelukkes, at kyst- og havfugle fortrænges fra områderne, og at den gunstige bevaringsstatus for visse arter ikke kan opretholdes."* I Nordsøen vurderes denne påvirkning at være størst på rødstrubet lom og dermed også potentielt på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 246, som arten er på udpegningsgrundlaget for. Med det nuværende vidensgrundlag om udbygningen af havvind i Nordsøen er det dog ikke muligt at fastlægge, hvilket omfang en kumulativ påvirkning potentielt vil kunne have på arten. Baseret på det nuværende vidensgrundlag er det således udelukkende muligt at vurdere påvirkningerne fra Thor Havvindmøllepark i kumulation med Vesterhav Nord og Syd Havvindmøllepark, og her er der som beskrevet i ovenstående vurderet, at der ikke vil forekomme kumulative påvirkninger, der vil kunne medføre skade på bestanden af lommer på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 246.

Som en del af miljøkonsekvensrapporten for landanlæg til Thor Havvindmøllepark (COWI, 2022a) er der gennemført en vurdering af, om anlæg og drift af projektets landanlæg kan påvirke Natura 2000-område nr. 64: Heder og klitter på Skovbjerg Bakkeø, Idom Å og Ormstrup Hede, Natura 2000-område nr. 65: Nissum Fjord og Natura 2000-område nr. 24 Flynder Å og heder i Klosterhede Plantage. Det er konkluderet, at projektet på land hverken i sig selv eller kumulativt vil kunne medføre en væsentlig eller skadelig påvirkning af udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 65, 64 og 224. Påvirkningerne fra landanlæggene vil være lokale og kortvarige, og der vil som udgangspunkt alene kunne ske påvirkninger af udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områder, hvis der i forbindelse med underboring af vandløb sker lækage med boremudder, og hvis dette udledes til et Natura 2000-område. Det er dog også vurderet, at en utilsigtet hændelse med lækage af boremudder ikke vil kunne medføre skadelige påvirkninger af Natura 2000-områder. På baggrund heraf, og da det ligeledes er vurderet, at den marine del af projektet ikke vil medføre væsentlige påvirkninger på udpegningsgrundlaget (hverken for Natura 2000-områder, der indgår i Natura 2000-vurderingen for landanlæg eller for andre Natura 2000-områder), vurderes det, at projektet på havet og projektet på land ikke vil medføre kumulative påvirkninger af Natura 2000-områder.

23.5. Sammenfattende vurdering

Der er gennemført en væsentlighedsvurdering af påvirkninger af marine habitatnaturtyper og fugle på udpegningsgrundlaget for hhv. Natura 2000-område nr. 220 og 246.

Det kan ikke umiddelbart afvises, at naturtypen sandbanke kan blive væsentlig påvirket af Thor Havvindmøllepark, og der er derfor i afsnit 23.3.11 gennemført en konsekvensvurdering af påvirkninger af naturhabitattypen sandbanke på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220. I konsekvensvurderingen viser en modellering af sedimentspredning fra anlægsaktiviteter på Thor Havvindmøllepark, at øgede sedimentkoncentrationer i vandfasen og sedimentering ikke vil have et omfang, som kan medføre en skadelig virkning på naturhabitattypen sandbanke i Natura 2000-område nr. 220. Samlet vurderes det, at anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre skadelige påvirkninger af sandbanke på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 220 eller påvirke mulighederne for at opnå målsætningerne i Natura 2000-planen.

I forhold til Natura 2000-område nr. 246 er det vurderet, at det ikke umiddelbart kan udelukkes, at projektet kan medføre skadelige påvirkninger på lommer (rød- og sortstrubet lom) på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 246, og der er derfor gennemført en konsekvensvurdering for disse. I konsekvensvurderingen af lommer på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 246 er det vurderet, at fortrængning fra Thor Havvindmøllepark ikke vil have et omfang, at det vil kunne udgøre en skade på bestanden af lommer på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde nr. 113.

Ligeledes er der gennemført en konsekvensvurdering af påvirkninger af marsvin og sæler på udpegningsgrundlaget for henholdsvis Natura 2000-område nr. 219 og 28. Vurderingerne viser, at det med anvendelse af støjdæmpende foranstaltninger ved etablering af møllefundamenter vil være muligt at gennemføre projektet uden skadelige påvirkninger af spættet sæl eller gråsæl på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 28 eller af marsvin på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 219.

Vurderingerne er gældende både for Thor Havvindmøllepark i sig selv og i kumulation med andre planer eller projekter.

24. Bilag IV-arter

Udover at EU's habitatdirektiv (Rådets direktiv 92/43/EØF) ligger til grund for udpegningen af internationale naturbeskyttelsesområder (Natura 2000-områder), så indgår i lovgivningen en generel forpligtigelse til at beskytte arter, der er opført på habitatdirektivets bilag IV. Disse arter betegnes oftest som bilag IV-arter. Ifølge habitatdirektivets artikel 12 må bilag IV-arter ikke indfanges, dræbes, forstyrres forsætligt og/eller få beskadiget eller ødelagt deres yngle- eller rasteområder.

I det følgende beskrives og vurderes det derfor, om Thor Havvindmøllepark vil medføre forsætlig fangst, drab, eller forstyrrelse, eller beskadigelse eller ødelæggelse af yngle- og rasteområder for bilag IV-arterne marsvin, snæbel, europæisk stør samt arter af flagermus. Bilag IV-arterne (på nær flagermus) er også beskrevet og vurderet i kapitel 14 og 15, og der kan derfor være overlap mellem kapitlerne. Mens vurderingerne i ovennævnte kapitler er foretaget i medfør af miljøvurderingsloven, indeholder dette kapitel en selvstændig vurdering i medfør af habitatdirektivet og den danske implementering af habitatdirektivet.

Kapitlet er opbygget, så der først indgår en beskrivelse af den gældende lovgivning, og herefter en beskrivelse af metoden til vurderingerne. Efterfølgende beskrives de relevante bilag IV-arter, herunder det datagrundlag, som vurderingerne er baseret på. For hver bilag IV-art er det vurderet, om anlæg og drift af Thor Havvindmøllepark kan påvirke den.

Det bemærkes, at habitatdirektivet også indebærer, at plantearter, omfattet af bilag IV, ikke må plukkes, graves op eller på anden måde ødelægges, men at disse ikke vurderes her, da der ikke er marine plantearter på bilag IV.

24.1. Lovgrundlag

Habitatdirektivets bestemmelser om beskyttelse af bilag IV-arter er for anlæg og drift af havvindmølleparker implementeret i bekendtgørelse om konsekvensvurdering vedrørende internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter ved projekter om etablering m.v. af elproduktionsanlæg og elforsyningsnet på havet (BEK nr 803 af 14/06/2023).

Dette lovgrundlag omfatter alle offshore dele af en havvindmøllepark (møller, inter-array kabler, transformersplatform og ilandføringskabler). I henhold til denne bekendtgørelse må der ikke gives tilladelse til projekter eller vedtages planer m.v., der forsætligt vil forstyrre bilag IV-arter, i særdeleshed i perioder, hvor dyrene yngler, udviser yngelpleje, overvintrer eller vandrer, med skadelige virkninger for arten eller bestanden, eller beskadige eller ødelægge yngle- eller rasteområder for bilag IV-arter i deres naturlige udbredelsesområder.

Habitatdirektivets bestemmelser om individbeskyttelse af bilag IV-arter er endvidere implementeret i bekendtgørelse om fredning af visse dyre- og plantearter og pleje af tilskadekommet vildt (artsfredningsbekendtgørelsen) (BEK nr 521 af 25/03/2021). I henhold til bekendtgørelsen er der forbud for alle former for forsætligt drab af arter, der er omfattet af habitatdirektivets bilag IV, samt forbud for forsætlig ødelæggelse eller indsamling af bilag IV-arters æg i naturen.

24.2. Metode til bilag IV-vurdering

Den juridiske ramme beskrevet under afsnit 24.1 danner grundlag for vurderingsmetoden for bilag IV-arter, ligesom vurderingen beror på specialistviden om de relevante dyrearter.

Ved vurdering af bilag IV-arter anvendes endvidere vejledningen om streng beskyttelse af dyrearter af fællesskabsbetydning i henhold til habitatdirektivet (Europa-Kommissionen, Vurdering af planer og projekter i forbindelse med Natura 2000-lokaliteter — Metodisk vejledning om artikel 6, stk. 3 og 4, i habitatdirektivet 92/43/EØF, 2021a) samt vejledningen til habitatbekendtgørelsen (Miljøstyrelsen, 2020b). Desuden inddrages relevante afgørelser fra EU-domstolen, Energiklagenævnet og Miljø- og Fødevarerklagenævnet m.m.

Ved vurderingen af påvirkninger af yngle- og rasteområder for bilag IV-arter anvendes princippet om den økologiske funktionalitet. Forudsætningen er, at den økologiske funktionalitet af et yngle- eller rasteområde for bilag IV-arter opretholdes på mindst samme niveau som hidtil (Miljøstyrelsen, 2020b). Med økologisk funktionalitet menes de vilkår, som er nødvendige for, at en dyreart kan yngle og raste i området med succes. Den økologiske funktionalitet er således medvirkende til at sikre forekomsten af yngle- og rasteområder, som arten er afhængig af.

De følgende vurderinger er foretaget for Thor Havvindmølleparks anlægs- og driftsfase. Det er tidligere beskrevet (afsnit 1.5 om projektets miljøpåvirkninger), at demonteringsfasen vil have et mindre eller tilsvarende omfang som anlægsfasen, og dermed vil vurderingerne for anlægsfasen også være dækkende for projektets demonteringsfase. Derfor vurderes demonteringsfasen ikke nærmere.

De bilag IV-arter, der potentielt kan blive påvirket af Thor Havvindmøllepark angår dyrearter og inddeles i hvaler, fisk og flagermus i de følgende beskrivelser og vurderinger.

24.3. Hvaler

Alle arter af hvaler er omfattet af habitatdirektivets bilag IV. Marsvin forekommer regelmæssigt i og i nærheden af projektområdet. Derudover forekommer en række andre arter af hvaler, der ligeledes er omfattet af habitatdirektivets bilag IV, sporadisk og fåtalligt i de danske farvande. Vågehvaler (*Balaenoptera acutorostrata*) og hvidnæser (*Langenorhyncus albirostris*) forekommer regelmæssigt i den centrale og nordlige del af Nordsøen. Tidligere tællinger samt modellering af udbredelsen af vågehvaler og hvidnæser tyder dog på, at arterne ikke forekommer regelmæssigt i projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Waggitt, et al., 2019; Hammond, et al., 2021). Dette understøttes af flytællinger udført i 2020 i forbindelse med de marine forundersøgelser i området for Thor Havvindmøllepark. Her blev hverken hvidnæse eller vågehval registreret (Rambøll, 2021f). Det vurderes, at disse arter ikke forekommer i projektområdet, og de beskrives derfor ikke yderligere. og det vil derfor kun være marsvin, der indgår i de følgende beskrivelser og vurderinger. Det skal dog bemærkes, at tiltag for at minimere eventuelle effekter på marsvin, ligeledes vil minimere effekter på andre arter af hvaler, såfremt disse mod forventning forekommer i eller i nærheden af projektområdet.

24.3.1. Marsvin

Marsvin er beskrevet i afsnit 15.2.1. i kapitlet om havpattedyr. Bevaringsstatus for marsvin er vurderet gunstig i den marine atlantiske region, som inkluderer Nordsøpopulationen af marsvin (Fredshavn, et al., 2019).

Som det er beskrevet i afsnit 15.2.1, så er projektområdet for Thor Havvindmøllepark ikke et vigtigt område for marsvin. Der er ikke identificeret specifikke yngleområder for marsvin i danske farvande (DCE, 2022a). I forbindelse med flytællingerne i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark udført i juni og august 2020 blev der observeret enkelte mødre med kalve udenfor projektområdet og en enkelt observation af et mor-kalve par i den sydligste del af selve projektområdet (Figur 15.2). Men tætheden af marsvin i projektområdet er generelt lavere end den gennemsnitlige tæthed estimeret for hele Nordsøen (Gilles, et al., 2023), ligesom at tætheden i kerneområdet i den sydlige Nordsø er estimeret til at været dobbelt så høj sammenlignet med tætheden estimeret for projektområdet for Thor Havvindmøllepark (se afsnit 15.2.1). Generelt er fordelingen og tætheden af marsvin i et givent område primært styret af fødetilgængeligheden (Sveegaard, et al., 2012), og derfor har marsvin i danske farvande en uens

fordeling, hvor de samler sig i kerneområder. Projektområdet vurderes derfor ikke som et vigtigt område for Nordsøpopulationen (for flere detaljer, se kapitel 15) og ikke et vigtigt yngle-/rasteområde for marsvin.

24.3.2. Vurdering

Da marsvin er på habitatdirektivets bilag IV, skal det sikres, at der ikke sker drab eller forsætlig forstyrrelse af arten i dens naturlige udbredelsesområde, samt at yngle- og rasteområder ikke påvirkes, så områdernes økologiske funktionalitet for arten ikke svækkes. Derfor sikrer artikel 12(1)(d) i habitatdirektivet, at sådanne områder ikke beskadiges eller ødelægges af menneskelige aktiviteter.

Marsvin kan potentielt blive påvirket af undervandsstøj og forstyrrelse som følge af nedramning i forbindelse med installation af de 72 monopælfundamenter til havvindmøllerne, øget skibstrafik samt anden aktivitet i projektområdet så som installation af søkabler. Sedimentspild fra nedgravning af søkabler kan desuden påvirke marsvin, hvis det hæmmer deres mulighed for at finde byttedyr eller reducerer fødegrundlaget i området. I driftsfasen vil der forekomme undervandsstøj fra vindmøllerne samt fra servicefartøjer. Vurderingen af påvirkninger på marsvin fra anlæg og drift af Thor Havvindmøllepark er udført på baggrund af nedenstående oplysninger. Det bemærkes, at uddybende beskrivelser kan findes i afsnit 15.4 og afsnit 15.5 i kapitlet om havpattedyr.

Anlæg og drift af Thor Havvindmøllepark vil ikke medføre støjpåvirkninger eller andre påvirkninger, som kan føre til forsætlig drab af marsvin. Det er derfor kun relevant at vurdere, om anlæg og drift af Thor Havvindmøllepark kan medføre forsætlig forstyrrelse af arten i dens naturlige udbredelsesområde samt yngle- og rasteområder.

24.3.2.1. Anlægsfasen

Undervandsstøj, nedramning:

Nedramning af de 72 møllefundamenter kan fortrænge marsvin fra nærområdet omkring anlægsaktiviteten, da nedramning genererer undervandsstøj, som kan forårsage en flugtrespons hos marsvin, eller medføre direkte høretab i form af enten midlertidige (TTS) eller permanente (PTS) høreskader. Beregninger af udbredelsen af undervandsstøj fra nedramning af møllefundamenter viser, at ved brug af støjdæmpende tiltag svarende til effekten af et enkelt boblegardin, reduceres støjen betydeligt. Dette er beskrevet nærmere i afsnit 15.4.1 samt i baggrundsrapporten for undervandsstøjsmodelleringen (NIRAS, 2023b). Påvirkningsafstandene for PTS og TTS er ifølge modellen henholdsvis < 100 m hvad angår PTS og < 600 m for TTS for marsvin fra stedet, hvor der rammes. Herudover viser studier, at tilstedeværelsen af anlægsfartøjer, og den støj skibene genererer i sig selv, er tilstrækkelig til at fortrænge havpattedyr på en afstand op til få kilometer fra skibene (Gall, Graham, Merchant, & Thompson, 2021; Wisniewska, et al., 2016). På den baggrund vurderes det, at risikoen for, at marsvin udsættes for undervandsstøjniveauer, der kan medføre midlertidige (TTS) som varige høreskader (PTS), kan udelukkes, da det er yderst usandsynligt, at marsvin befinder sig indenfor 600 m af anlægsfartøjet.

Beregningerne viser, at adfærdspåvirkninger på marsvin vil kunne forekomme i en afstand ud til 6,4 km svarende til et areal på ca. 120 km² rundt om støjekilden (se Figur 15.9 i afsnit 15.4.1.2 om havpattedyr). Med en tæthed på 0,47 individer/km² er der sandsynlighed for, at 57 marsvin vil opleve støjniveauer over tærsklen for adfærdspåvirkning (svarende til 0,016 % af Nordsøpopulationen) under installationen af et enkelt fundament. Adfærdspåvirkninger kan komme til udtryk ved eksempelvis ændring i svømmingshastighed, midlertidig ophør i fødesøgning eller flugt fra området (Dyndo, Wisniewska, Rojano-Donāte, & Madsen, 2015; Boye, Simon, M., & Madsen, 2010; Gall, Graham, Merchant, & Thompson, 2021). Der skal installeres 72 fundamenter, og det forventes, at der installeres et eller to fundamenter om dagen, hvilket inkluderer mobilisering af anlægsfartøj til lokaliteten, selve nedramningen samt mobilisering til næste lokalitet og nedramning af næste fundament. Hvor mange timer en nedramning varer, vil afhænge af det sediment, som fundamentet nedrammes i, ligesom at vejrlig kan have indvirkning på varigheden af

hele installationsfasen af fundamenter. Støjpåvirkningen fra nedramning vil derfor ikke være kontinuerlig igennem hele anlægsfasen, og der vil være ophør i støjen mellem de enkelte nedramninger.

Under nedramningen af fundamenter vil marsvin dog fortrænges fra nærområdet, hvor anlægsaktiviteterne foregår, på grund af de høje niveauer af undervandsstøj. Nærområdet omkring ramningen vil derfor ikke være tilgængeligt for marsvin til f.eks. fødesøgning, men det vil være muligt for marsvin at søge føde i de nærliggende områder, som har tilsvarende fødemuligheder, lige som marsvinene efter timer/dage vil kunne bevæge sig tilbage til de områder, hvor nedramningen er færdig, i takt med at anlægsarbejdet dag for dag flytter sig. Adfærdsstudier udført i forbindelse med etableringen af andre havvindmølleparker viser således, at marsvin vender tilbage til mølleområdet indenfor 2-72 timer, efter pælenedramningen er ophørt (Brandt, Diederichs, Betke, & Nehls, 2011); (Brandt, et al., 2018). Samlet set anses varigheden af støjpåvirkningen derfor som kortvarig og fuldt ud reversibel, og det forventes, at marsvin vender tilbage til området umiddelbart efter nedramningens ophør.

Der er, som nævnt, ikke identificeret specifikke yngleområder for marsvin i danske farvande. Men de estimerede tætheder og mor/kalve ratioer i Nordsøen sammenlignet med projektområdet for Thor Havvindmøllepark kan bruges som pejlemærke for områdets betydning for arten, som yngle-/rasteområde eller fødesøgningsområde. Det vurderes, at projektområdet for Thor Havvindmøllepark ikke er et vigtig yngle-/rasteområde eller fødesøgningsområde for marsvin, og at tætheden af marsvin i området er lav sammenlignet med den gennemsnitlige tæthed for Nordsøen og kerneområder i Nordsøen, hvor forekomsten er høj. Derfor vurderes det, at den midlertidige og fuldt ud reversible fortrængning af marsvin vil medføre en begrænset påvirkning på marsvin, mens nedramningen af de 72 fundamenter finder sted. Det vurderes, at påvirkningen ikke vil forringe marsvinenes muligheder for at yngle i projektområdet med succes, og ikke vil påvirke deres mulighed for at færdes i eller i nærheden af projektområdet, udover den kortvarige periode, hvor selve nedramningen sker.

Samlet vurderes det, at påvirkningen fra undervandsstøj ikke vil have et omfang, så den vil kunne påvirke projektområdets økologiske funktionalitet, som yngle- og rasteområde for marsvin eller forsætligt forstyrre marsvin, når de yngler, udviser yngelpleje eller vandrer.

Undervandsstøj, fødegrundlag:

Udover den direkte påvirkning fra undervandsstøj kan marsvin påvirkes indirekte, hvis deres fødegrundlag påvirkes af undervandsstøj. I projektområdet forekommer eksempelvis sild og brisling, hvilket er arter, som marsvin spiser. I og med at det vurderes, at påvirkningerne fra undervandsstøj på fisk er lille, og fisk vurderes at vende hurtigt tilbage til området efter nedramningen af pælefundamenter (se kapitel 14), samt at området ikke er et vigtigt fødesøgningsområde for marsvin, så vurderes den indirekte påvirkning på marsvin i form af påvirkning af deres fødegrundlag også at være begrænset. Påvirkningen af fødegrundlaget for marsvin vurderes således ikke at kunne påvirke projektområdets økologiske funktionalitet, som yngleområde for marsvin eller forsætligt forstyrre marsvin, når de yngler, udviser yngelpleje eller vandrer.

Undervandsstøj, skibstrafik:

Udover støj fra nedramning, kan marsvin også blive påvirket af støj og forstyrrelser fra skibstrafik og grave- og nedspulingsaktiviteter i havbunden. Støjen kan potentielt påvirke marsvin ved, at de skræmmes bort fra anlægsområdet. Gescha 2-projektet havde til formål at undersøge påvirkningen af marsvin ved nedramning af fundamenter i forbindelse med installationen af 11 havvindmølleparker i Tyskebugten i perioden 2014-2016. Resultaterne viste, at marsvin allerede begyndte at forlade projektområdet 24 timer før, nedramningen startede, hvilket indikerer, at anlægsfartøjer m.m. kan have en bortskræmmende effekt på havpattedyr (Rose, et al., 2019). Thor Havvindmøllepark etableres dog i et område, som allerede er under stor indflydelse af skibstrafik, både via fiskeriet i projektområdet samt en nord/sydgående skibstrafik fra Skagerrak til den sydlige Nordsø (Jomopans, 2021). Set i lyset af den

eksisterende skibstrafik samt at den øgede sejlads i forbindelse med anlægsarbejdet er periodisk og af kort/midlertidig varighed, vurderes det, at den potentielle fortrængning af marsvin som følge af skibsstøj og støj fra anlægsaktiviteter ikke vil kunne påvirke projektområdets økologiske funktionalitet som yngleområde for marsvin eller forsætligt forstyrre marsvin, når de yngler, udviser yngelpleje eller vandrer.

Sedimentspild:

Sedimentation og suspenderet sediment fra anlægsarbejderne vil potentielt kunne påvirke marsvin i og i nærheden af projektområdet. Påvirkningen vil primært kunne ske som følge af det forhøjede indhold af suspenderet sediment i vandfasen, hvilket potentielt kan påvirke marsvinenes mulighed for fødesøgning. Marsvin er dog tilpasset et liv i de kystnære vande, hvor sigtbarheden ofte er lav, og ligesom andre tandhvaler benytter marsvinet til ekkolokalisering, hvor marsvinet udsender højfrekvente lyde og lytter efter tilbagekastede ekkoer til at navigere efter og til at finde bytte (Miller, 2010). Desuden har studier vist, at marsvin fouragerer både i dag og nattetimerne (Wisniewska, et al., 2016). Da marsvin ikke er afhængige af synet, når de jager, vil midlertidigt sedimentspild ikke være problematisk for marsvin.

Ud over potentielt at kunne påvirke fødesøgning kan sedimentspild også påvirke havpattedyrene indirekte, hvis det påvirker deres fødegrundlag. Forhøjede sedimentkoncentrationer og sedimentaflejringer som følge af etablering af søkabler og nedramning af de 72 fundamenter vil forekomme lokalt omkring kabeltracéet og i mølleområdet, og det er vurderet til at have ubetydelig til lille påvirkning på bundfauna og fisk, idet påvirkningen er kortvarig og reversibel (se kapitel 13 om marin flora og fauna samt kapitel 14 om fisk). På baggrund heraf vurderes det samlet, at sedimentation og suspenderet sediment i anlægsfasen ikke vil have et omfang, så det vil kunne påvirke marsvinenes fødegrundlag eller marsvinenes evne til fødesøgning og dermed ikke påvirke projektområdets økologiske funktionalitet, som yngleområde for marsvin eller forsætligt forstyrre marsvin, når de yngler, udviser yngelpleje eller vandrer.

24.3.2.2. Driftsfasen

Habitatændring:

Når havvindmølleparken er etableret, vil der være en permanent habitatændring de steder, hvor møllefundamenterne er etableret. Fundamenterne og erosionsbeskyttelsen vil med tiden fungere som en slags kunstige rev, som vil kunne tiltrække epifauna og fisk knyttet til hård bund (kunstig reveffekt, som det er set i studier af andre havvindmølleparker i Nordsøen (Reubens, Degraer, & Vincx, 2011; Stenberg, et al., 2015; Zupan, et al., 2023). Forekomsten af kunstige rev kan potentielt øge fødegrundlaget for marsvin. Der vil i så fald kunne være tale om en meget begrænset positiv påvirkning af marsvin, men det vurderes ikke at have et omfang, så det vil få betydning for områdets økologiske funktionalitet for marsvin. Det vurderes derfor, at habitatændringer ikke vil kunne påvirke projektområdets økologiske funktionalitet, som yngleområde for marsvin eller forsætligt forstyrre marsvin, når de yngler, udviser yngelpleje eller vandrer.

Elektromagnetiske felter:

I driftsfasen vil der kunne opstå et svagt elektromagnetisk felt (EMF) omkring søkablerne. Der findes ingen viden om, hvorvidt marsvin benytter jordens magnetiske felt til at navigere efter, men da de elektromagnetiske felter omkring søkablerne er svage og begrænset til få meter fra kablerne, og da EMF er vurderet til ikke at påvirke fisk, som er hvalernes fødegrundlag (se kapitel 14.5.4 om fisk og kapitel 15.5.3 om havpattedyr), vurderes det, at elektromagnetiske felter ikke vil have et omfang, så det vil kunne påvirke områdets økologiske funktionalitet for marsvin eller forsætligt forstyrre marsvin, når de yngler, udviser yngelpleje eller vandrer.

Driftsstøj:

I forbindelse med driften af havvindmøllerne vil der forekomme lavfrekvent støj, som primært stammer fra møllernes turbiner og generatorer. For marsvin vurderes det, at påvirkninger pga. driftsstøjen vil være begrænset. En konservativ beregning viser, at det er urealistisk, at der kan opstå PTS eller TTS hos marsvin, da støjniveauerne er langt under det niveau, der potentielt kan medføre påvirkninger af dyrenes hørelse (NIRAS, 2023b). I forhold til adfærdspåvirkninger hos marsvin er det beregnet, at driftsstøjen fra en enkelt mølle samt støjen fra flere nærliggende møller vil være langt under adfærdstærsklen for marsvin i en afstand på 100 meter fra nærmeste mølle. Sandsynligheden for, at driftsstøjen medfører adfærdspåvirkning, er derfor meget begrænset. På baggrund heraf vurderes det, at undervandsstøj fra vindmøllerne i driftsfasen ikke vil have et omfang, så det vil kunne påvirke området's økologiske funktionalitet for marsvin eller forsætligt forstyrre marsvin, når de yngler, udviser yngelpleje eller vandrer.

24.3.2.3. Samlet vurdering

På baggrund af ovenstående vurderinger og da projektområdet ikke udgør et vigtigt område for marsvin, hverken som fødesøgningsområde eller som yngleområde, vurderes det samlet set, at anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre forsætlige drab eller forsætlige forstyrrelser af marsvin, herunder i perioder, hvor marsvin yngler, udviser yngelpleje eller vandrer, ligesom projektet ikke vil beskadige eller ødelægge yngle- og rasteområder for marsvin. Som følge heraf vil området's økologiske funktionalitet for marsvin ikke blive påvirket. Bestandens evne til at opretholde en levedygtig bestandstørrelse samt til at opretholde gunstig bevaringsstatus for hele Nordsøpopulationen af marsvin gennem bevarelsen af yngle- og rasteområderne påvirkes endvidere ikke af anlæg, drift af Thor Havvindmøllepark. Bilag IV-beskyttelsen af marsvin vurderes derfor at kunne opretholdes for marsvin.

24.4. Fisk

Snæblen og den europæiske stør er de eneste danske fiskearter, som optræder på habitatdirektivets bilag IV. Som det er beskrevet i kapitel 14.2.3 om fisk, kan begge arter findes langs den jyske vestkyst. I nedenstående afsnit gives en kort opsummering for stør og snæblen i projektområdet.

24.4.1. Snæbel

Snæbel er en laksefisk, der lever i vandløbene fra Varde Å til Vidå. Snæblen vokser op i Vadehavet, vandrer op i vandløbene i forbindelse med gydning, og efter endt gydning vender de tilbage til havet. De er derfor helt afhængige af, at vandløbene er uden spærringer, således at de ikke er hindret adgang til og fra gydeområderne. Selv meget små spærringer er ufremkommelige for snæblen. Bestanden af snæbel blev tidligere opretholdt ved opdræt og efterfølgende udsætninger. Den samlede bestand af snæbel er endnu meget lav, og bevaringsstatus for snæbel vurderes derfor at være stærkt ugunstig (Fredshavn, et al., 2019).

I havet forekommer snæblen primært i kystnære farvande, og i Danmark findes den i Vadehavet, ved de sydlige dele af Danmarks vestkyst og de store vandløb (Carl, Berg, & Møller, 2019). Sandsynligheden for, at der forekommer snæbel i projektområdet vurderes derfor som meget begrænset/usandsynlig, og projektområdet vurderes ikke at være en naturlig del af snæblens udbredelsesområde eller et gydeområde for arten, da den gyder i åer.

24.4.2. Europæisk stør

Den europæiske stør er primært en kystnær art, og inden for de sidste par årtier har der været flere registreringer langs den danske vestkyst (Møller & Carl, 2019). Ligesom snæblen gyder europæisk stør i floder og vandløb. Det foretrukne levested for europæisk stør, mens arten er i havet, er blødbundsområder på mindre end 50 meters dybde, hvor de lever af bentiske organismer (Møller & Carl, 2019).

Der er tidligere registreret europæiske stør ved projektområdet (Møller & Carl, 2019) og langs den jyske vestkyst. De registrerede individer stammer sandsynligvis fra den tyske flod Elben, hvor en udsætningskampagne startede i 2007. Et øget antal registreringer i Nordsøen formodes at være et resultat af dette. Det kan ikke udelukkes, at stør kan forekomme i eller i nærheden af projektområdet, men der vil i så fald være tale om meget sporadiske forekomster af arten, da støren historisk set aldrig har været talrig i danske farvande, ligesom at arten er ikke registreret i hverken det kommercielle fiskeri (2012-2021) eller i forbindelse med forundersøgelser i området (Rambøll, 2021d); (ICES, 2022b).

24.4.3. Vurdering

Da snæbel og stør er på bilag IV til habitatdirektivet skal det sikres, at der ikke sker forsætlig forstyrrelse af de to arter i deres naturlige udbredelsesområde. Yderligere skal det sikres, at gydeområderne ikke påvirkes, så områdets økologiske funktionalitet for arterne ikke svækkes. Den økologiske funktionalitet betyder bestandens evne til at nå eller opretholde en levedygtig bestandstørrelse med potentialet for at nå og opretholde en gunstig bevaringsstatus for hele arten, som følge af bevarelsen af gydeområderne. Den økologiske funktionalitet er således medvirkende til at sikre forekomsten af yngle- og rasteområder, som arten er afhængig af.

Snæbel og europæisk stør kan potentielt blive påvirket af øget suspenderet sediment i vandfasen, sedimentation, midlertidigt habitattab, samt forstyrrelser fra anlægsfartøjer og -aktiviteter samt undervandsstøj i anlægsfasen. I driftsfasen kan der potentielt være påvirkninger som følge af habitattab samt støj fra servicefartøjer og -aktiviteter.

Vurderingen af påvirkninger på snæbel og europæisk stør fra anlæg og drift af Thor Havvindmøllepark er udført på baggrund af nedenstående oplysninger. Det bemærkes, at uddybende beskrivelser kan findes i kapitel 14 om fisk og habitattyper generelt og afsnit 14.4.3 om vurderingen af undervandsstøj.

24.4.3.1. Anlægsfasen

Sedimentspild:

Anlæg af vindmøllefundamenterne og det grave- og nedspulingsarbejde, som pågår under nedlægning af interarray kabler samt ilandføringskabler, vil medføre en kortvarig øget koncentration af suspenderet sediment i vandsøjlen. Modelberegninger viser, at mængden af suspenderet sediment vil være på et niveau, som sandsynligvis dels vil udløse en flugtrespons hos de fleste fiskearter i nærheden af anlægsaktiviteterne, og dels lokalt vil kunne påføre fiskeæg og larver en forhøjet dødelighed (se afsnit 14.4.1). Varigheden af sedimentspild er dog begrænset til få dage i projektområdet og op til en uge i kabelkorridoren (med undtagelse af det helt kystnære område), og påvirkningens rumlige fordeling er lokal, kortvarig og fuld ud reversibel. Også langs kysten ved munden af Nissum Fjord vil forøgede koncentrationer af suspenderet sediment forekomme i en yderst begrænset periode, og sedimentkoncentrationen vil være på et niveau, som ikke vil forhindre eksempelvis migrerende fisk i at passere. Modelberegningerne viser, at det suspenderede sediment vil aflejres på havbunden meget lokalt omkring et sted, hvor kablerne installeres. Sedimentationen vil være størst i området omkring eksportkablerne.

Påvirkning af snæbel og europæisk stør som følge af suspenderet sediment i vandsøjlen samt den efterfølgende aflejring på havbunden vil være begrænset. Sedimentspild vil derfor ikke forhindre migration af fisk, og da projektområdet ikke er et gydeområde for hverken snæbel eller stør, vil der ikke være påvirkning af arternes gydeområder.

På baggrund heraf vurderes det, at sedimentspild i forbindelse med anlægsarbejdet ikke vil have et omfang, så det vil kunne påvirke områdets økologiske funktionalitet for stør og snæbel eller forsætligt forstyrre arterne, når de gyder eller vandrer.

Midlertidigt habitattab:

Under installationen af havvindmøller, inter-array kabler og ilandføringskabler vil der ske et midlertidigt tab af habitat på et samlet areal på op til 0,8 km² (se afsnit 14.4.2). Det er i afsnit 13.3.2.1 vurderet, at den midlertidige arealinddragelse vil have en lille effekt på den marine bundfauna og dermed fiskenes fødegrundlag. Endvidere vil det midlertidige habitattab ikke forhindre arternes migration, idet arealinddragelse ved fortrængning grundet undervandsstøj er yderst begrænset i tid og rum. Henset hertil og til, at hverken stør og snæbel forventes i projektområdet, vurderes det midlertidige habitattab derfor at være uden betydning for stør og snæbel. På baggrund heraf vurderes det, at midlertidigt habitattab i forbindelse med anlægsarbejdet ikke forsætligt vil forstyrre arterne, herunder når de vandrer.

Da projektområdet ikke er et gydeområde (yngleområde) for hverken snæbel eller stør vil der endvidere ikke være nogen påvirkningen af arternes yngleområde. På baggrund heraf vurderes det, midlertidigt habitattab i anlægsfasen ikke vil påvirke områdets økologiske funktionalitet for stør og snæbel.

Undervandsstøj fra anlægsarbejde:

Med anvendelse af støjdæmpende foranstaltninger som beskrevet i afsnit 14.4.3 om fisk, så vil undervandsstøj fra nedramning af møllefundamenter alene medføre en begrænset påvirkning af fisk. Vurderingen er baseret på, at fiskene generelt har gode muligheder for at forlade området, hvor anlægsarbejdet pågår. Dog forventes hverken tilstedeværelse af stør eller snæbel i projektområdet.

Den primære effekt vil derfor sandsynligvis være, at fiskene forlader nærområdet i de perioder, hvor anlægsaktiviteter og støjen er mest intensiv. Fiskene vil hurtigt vende tilbage, når anlægsarbejdet, som er begrænset i tid og rum er ophørt. Ligeledes er påvirkningen på fisk som følge af det forøgede støjniveau fra skibstrafik i anlægsfasen vurderet som begrænset.

Det vurderes derfor, at undervandsstøj ikke vil forhindre migration af snæbel og europæisk stør, og da projektområdet ikke er et gydeområde for hverken snæbel eller stør, vil der ikke være en påvirkning af arterne gydeområder som følge af undervandsstøj. På baggrund heraf vurderes det, at undervandsstøj i forbindelse med anlægsarbejdet ikke vil have et omfang, så det vil kunne påvirke områdets økologiske funktionalitet for stør og snæbel eller forsætligt forstyrre arterne, når de gyder eller vandrer.

24.4.3.2. Driftsfasen

Driftsstøj

I driftsfasen vil stør og snæbel potentielt kunne påvirkes af støj fra møllerne. Selvom fisk er i stand til at høre lyde fra vindmøllerne, er det ikke ensbetydende med, at de ændrer adfærd eller flygter væk fra området, og der er ingen indikationer af dette. Tværtimod er dette fænomen eksempelvis undersøgt på Horns Rev 1 Havmøllepark, hvor der syv år efter etableringen blev observeret flere arter i nærheden af vindmøllerne end tidligere (Danish Energy Agency, 2013). Det er således også i kapitel 14.5.1 om fisk vurderet, at der ikke vil ske påvirkninger af fisk som følge af undervandsstøj i driftsfasen. Det vurderes, at driftsstøjen vil være begrænset og ikke vil forhindre migration af snæbel og stør, og da projektområdet ikke er et gydeområde for hverken snæbel eller stør, vil påvirkningen af arterne være meget begrænset.

På baggrund heraf vurderes det, at undervandsstøj i forbindelse med driftsfasen ikke vil have et omfang, så det vil kunne påvirke områdets økologiske funktionalitet for stør og snæbel eller forsætligt forstyrre arterne, når de gyder eller vandrer.

Permanente habitataendringer:

I driftsfasen kan snæbel og stør påvirkes som følge af permanente habitataendringer. Substratet i forundersøgellesområdet for Thor Havvindmøllepark består primært af sand i mølleområdet og af sand og mosaikbund i kabelkorridoren. Ved etablering af havvindmøllefundamenterne og den tilhørende erosionsbeskyttelse erstattes det naturligt forekommende habitat med et introduceret hårbundssubstrat i form af beton, stensætninger og stål. Fundamenterne og erosionsbeskyttelsen vil med tiden fungere som et såkaldt kunstigt rev (se afsnit 13.3.2.1). Det kunstige rev forventes at tiltrække fiskearter, som er tilknyttet hårbundssubstrat, som det er set i studier af andre havvindmølleparker i Nordsøen (Reubens, Degraer, & Vincx, 2011; Stenberg, et al., 2015). Påvirkningen fra det introducerede substrat på stør og snæbel vil være meget begrænset, da det introducerede hårbundssubstrat vil udgøre knap 0.1 % af det samlede projektområde, som i alt er 200 km² samtidig med, at udbredelsen af de to arter i området anses for yderst minimal. Det vurderes, at permanente habitataendringer ikke vil forhindre migration af fisk, og da projektområdet ikke er et gydeområde for hverken snæbel eller stør, vil påvirkningen af arterne generelt være meget begrænset. På baggrund heraf vurderes det, at permanent habitataendring ikke vil have et omfang, så det vil kunne påvirke områdets økologiske funktionalitet for stør og snæbel eller forsætligt forstyrre arterne, når de gyder eller vandrer.

Elektromagnetiske felter:

I driftsfasen vil der opstå et elektromagnetisk felt (EMF) omkring søkablerne, som nogle fisk (særligt langs ilandføringskablerne) i nogen udstrækning vil være i stand til at registrere. Dette er beskrevet og vurderet nærmere i afsnit 14.5.1. Effekten på vandrende stør eller snæbel fra det elektromagnetiske felt vurderes at være meget beskedent, dels på grund af det lave spændingsniveau, da søkablerne nedgraves til 1,5 meter i havbunden, og dels på grund af den begrænsede rækkevidde af effektniveauer, som eventuelt vil kunne have en påvirkning på de få individer af snæbel og stør, der kan forekomme i projektområdet. På baggrund heraf vurderes det, at elektromagnetiske felter ikke vil have et omfang, så det vil kunne påvirke områdets økologiske funktionalitet for stør og snæbel eller forsætligt forstyrre arterne, når de gyder eller vandrer.

24.4.3.3. Samlet vurdering

Projektområdet vurderes ikke at være et naturligt udbredelsesområde for europæisk stør og snæbel. På baggrund af ovenstående vurderinger og da sandsynligheden for, at der forekommer snæbel eller europæisk stør i projektområdet er meget begrænset, vurderes det samlet set, at anlæg og drift af Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre forsætlige drab eller forstyrrelser, herunder i perioder, hvor snæbel og europæisk stør vandrer, ligesom projektet ikke vil beskadige eller ødelægge gydeområder for disse arter. Som følge heraf vil områdets økologiske funktionalitet for snæbel og europæisk stør ikke blive påvirket. Bestanden evne til at opretholde eller opnå en levedygtig bestandstørrelse samt til at opretholde eller opnå en gunstig bevarelsesstatus for arterne gennem bevarelsen af gydeområderne påvirkes ikke af anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark, idet området ikke er gydeområde for hverken snæbel eller europæisk stør. Bilag IV-beskyttelsen af snæbel og europæisk stør vurderes derfor at kunne opretholdes.

24.5. Flagermus

Alle arter af flagermus er omfattet af habitatdirektivets bilag IV. I det følgende beskrives hvilke arter af flagermus, der potentielt kan forekomme i området for Thor Havvindmøllepark, og det vurderes, om projektet vil medføre forsætligt drab, forsætlig forstyrrelse af flagermus og/eller beskadigelse eller ødelæggelse af yngle- eller rasteområder i arternes naturlige udbredelsesområde. Afsnittet indledes med en beskrivelse af datagrundlag og undersøgelsesmetoder for de efterfølgende beskrivelser og analyser af forekomsten af flagermus i projektområdet eller områder med tilknytning hertil.

24.5.1. Datagrundlag og undersøgelsesmetoder

Det er velkendt, at nogle arter af flagermus trækker fra ynglepladser i Nordeuropa til overvintringspladser i varmere dele af kontinentet, og registreringer på skibe og boreplatforme har i mange år indikeret, at visse flagermusarter i perioder flyver over havet (WSP, 2023). Dette er i de senere år bekræftet i undersøgelser af flagermus foretaget i forbindelse med etablering af havvindmølleparker i både Danmark og udlandet (WSP, 2023; Lagerveld, Wilkes, van Puijenbroek, Noort, & Geelhoed, 2023). Ikke alle dele af de danske farvande besøges dog lige hyppigt af trækende flagermus, og mens der er kendskab til hyppige flagermustræk over dele af de indre danske farvande, så er den danske del af Nordsøen med stor sandsynlighed et af de områder, hvor der relativt sjældent forekommer flagermus (WSP, 2023). Derfor er der i forbindelse med forundersøgelserne til Thor Havvindmøllepark (se afsnit 3.2.1) fra 2019-2020 ikke foretaget undersøgelser af flagermus, og det er i afgrænsningsudtalelsen for indeværende miljøkonsekvensrapport fra Energistyrelsen (Energistyrelsen, 2022f) beskrevet, at kortlægning og vurdering af flagermus skal baseres på nyeste eksisterende viden fra nationale og internationale datakilder.

Siden forundersøgelserne fra 2019-2020 til Thor Havvindmøllepark er der ved forundersøgelser til havvindmølleparkerne inden for Nordsø I-området samt til Energjø Nordsøen imidlertid iværksat flagermusundersøgelser i Nordsøen. Nordsø I-området er beliggende umiddelbart syd for Thor Havvindmøllepark (se også Figur 24.2), mens planområdet for Energjø Nordsøen ligger ca. 50 km fra vestkysten af Jylland og 23 km vest for projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Som følge af denne ændring i omfang af forundersøgelser for senere havindsprojekter har bygherre ud fra et forsigtighedsprincip gennemført flagermusundersøgelser i området for Thor Havvindmøllepark i efteråret 2023 samt sikret adgang til data fra forundersøgelserne i Nordsø I-området. Dette uanset at der fra videnskabelig side og som beskrevet i ovenstående ikke er forventning om flagermustræk i denne del af Nordsøen (WSP, 2023).

Flagermus yngler og raster på land (f.eks. i skove og kalkgruber), og hele vinteren er alle danske flagermusarter i dvale. Da projektområdet for Thor Havvindmøllepark er beliggende i Nordsøen ca. 22 km fra nærmeste kyst, udgør det med sin beliggenhed på havet ikke et yngle- eller rasteområde for flagermus. Ligeledes viser resultater fra undersøgelser i Østersøen, at fødesøgende flagermus ikke forekommer mere end 20 km til havs i perioder, hvor de ikke trækker, dvs. sommer og vinter (WSP, 2023). Yderligere er den jyske vestkyst domineret af pålandsvind, som blæser de fleste insekter ind over land, mens det for de indre danske farvande er gældende, at insekterne kan blive blæst ud fra de østlige kyster af den fremherskende sydvestenvind. Derfor vil langt færre flagermus vælge at søge føde ud over Nordsøen, end det vil være tilfældet i de indre danske farvande, og evt. fødesøgning vil forekomme tæt på land indenfor 20 km af kysten, hvorfor der vurderes ikke at forekomme flagermus i området for Thor Havvindmøllepark om sommeren. På denne baggrund er det vurderet, at det ikke er nødvendigt at foretage undersøgelser af flagermus i sommer- og vinterperioden. Forundersøgelserne for Nordsø I-området og bygherres undersøgelser angår dermed forår og efterår, som er trækperioder for flagermus.

Ud fra ovenstående er projektområdets betydning for flagermus vurderet på baggrund af eksisterende tilgængelig viden, samt data indsamlet i forbindelse med forundersøgelser for Nordsø I og bygherres egen undersøgelse i projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Til vurdering af stedsspecifikke forekomster af flagermus ved Thor Havvindmøllepark er hovedsageligt anvendt følgende kilder:

- Seneste nationale bestandsudviklinger angivet i resultater fra NOVANA-overvågningen (Kjær, et al., 2023).
- Resultater fra forundersøgelser til Nordsø I-området (beliggende syd for Thor Havvindmøllepark) (Energistyrelsen, 2024c).
- Bygherres undersøgelse af flagermus i efteråret 2023 (**bilag 8**).

Til at beskrive den generelle forekomst af flagermus på land og forekomsten på land nær Thor Havvindmøllepark er hovedsageligt anvendt:

- De seneste danske udbredelser af flagermus fra Forvaltningsplanen for flagermus (Møller, Baagøe, & Degn, 2013).
- Observationer fra offentligt tilgængelige databaser (Arter.dk, 2023; Naturbasen.dk, 2023).

For generel viden om forekomsten af flagermus til havs er der brugt den seneste viden fra Nordeuropa:

- Rapport om flagermus og havvind i Danmark (WSP, 2023).
- Resultater af undersøgelser i Vestlige Østersøen og i Tyske Bugt (Seebens-Hoyer, et al., 2021).
- Resultater fra overvågning af flagermus ved vindmøller i Holland (Lagerveld, Poerink, Haselager, & Verdaat, 2014; Lagerveld, Poerink, & Geelhoed, 2021; Lagerveld, Wilkes, van Puijenbroek, Noort, & Geelhoed, 2023).

De anvendte metoder i bygherres undersøgelse af flagermus i efteråret 2023 samt i forundersøgelser til Nordsø I-området beskrives i det følgende. Bemærk at der som supplement til vejrdata er indhentet meteorologiske data fra nærmeste station, Hvide Sande, i DMI's vejrarkiv (<https://www.dmi.dk/vejrarkiv>), derfor er vindhastigheder i afsnittet om flagermus middelvind over 10 minutter målt i 10 meters højde over terræn, hvis ikke andet er nævnt.

24.5.1.1. Bygherres undersøgelse i efteråret 2023

Bygherres undersøgelse af tilstedeværelse af flagermus i området for Thor Havvindmøllepark er foretaget i september, oktober og november 2023 i forbindelse med, at der blev gennemført havbundsundersøgelser i projektområdet fra to forundersøgelsesfartøjer. En lytteboks indeholdende en flagermusdetektor og en mikrofon blev installeret på hvert af de to forundersøgelsesfartøjer d. 1. september 2023 (se Figur 24.1), og data blev indsamlet i perioden 5. september til 17. november, hvor de to fartøjer befandt sig i projektområdet for havvindmølleparken. Detektorerne blev tømt for data hver uge, og samtidig blev registrering af skibenes positioner i perioden indhentet. I forbindelse med dårligt vejr (mere end frisk vind, >8-11 m/s) opholdt skibene sig i havn, hvorfor der ikke er data fra området i disse perioder, men dette udgør ikke et problem for dataindsamlingen, eftersom flagermus normalt ikke er aktive under disse forhold.

Som beskrevet i WSP (2023) kan lyttebokse monteret på skibe (herunder skibe, der foretager undersøgelser af andre miljøforhold i en planlagt havvindmøllepark) være en effektiv metode til at observere flagermus, da der vil være en konstant lytning efter flagermus inden for det relevante område. Det væsentlige ved denne type af undersøgelse er at sikre, at tidsperioden for undersøgelserne er relevante for observationer af flagermus (WSP, 2023). Dette gør sig gældende for bygherres undersøgelser af flagermus, hvor tidsperioden for dataindsamling dækker perioden for efterårstræk af flagermus, der foregår fra september til november (Møller, Baagøe, & Degn, 2013; WSP, 2023). Hertil kommer, at de to fartøjer også har befundet sig i projektområdet fra solnedgang til solopgang. De indsamlede lydoptagelser er efterfølgende behandlet i et program specielt lavet til analyse af flagermuslyde (Batsound 4.4), og antal og arter af flagermus er identificeret på baggrund af de optagede kald. Se **bilag 8** for yderligere informationer om bygherres undersøgelse i efteråret 2023.



Figur 24.1: Placering af lytteboks med flagermusdetektor og mikrofon (hvh. til venstre og højre i billedet) på et af de to forundersøgelsesfartøjer, der gennemførte havbundsundersøgelser til Thor Havvindmøllepark i september, oktober og november 2023. Foto: Rasmus Bisschop-Larsen.

24.5.1.2. Forundersøgelser i Nordsø I-området

I forbindelse med forundersøgelser til Nordsø I-området, der ligger syd for Thor Havvindmøllepark, er der i 2023 udlagt et netværk af bøjler med passivt akustisk lytteudstyr specielt til optagelse af flagermus. For at dække det mulige forårstræk, der foregår fra sidst i april til slut maj (Møller, Baagø, & Degn, 2013; WSP, 2023), er der i de følgende beskrivelser medtaget data, der er offentliggjort af Energistyrelsen (Energistyrelsen, 2024c) fra de 7 nordligste bøjler, der ligger inden for eller tættest på Thor Havvindmøllepark (se Figur 24.2). Ligeledes er der medtaget data fra efteråret 2023 på samme bøjler som supplement til bygherres egne undersøgelser. Data er indsamlet med samme type udstyr, som blev anvendt på forundersøgelsesskibene i området for Thor Havvindmøllepark i efteråret 2023. Udstyret på bøjlerne blev udlagt den 21. april 2023 og indhentet i starten af juli 2023. I efteråret blev udstyret udlagt igen primo august og indhentet i løbet af december 2023. Udstyret har dog ikke optaget i hele perioden fra udlæggelse til indhentning. Station NS30 har i foråret optaget indtil den 25. april 2023, NS21 til den 1. maj 2023, NS14 til den 26. maj,

NS 13 til den 29. maj, T3_NS26 til den 5. juni 2023, NS35 til den 9. juni og NS31 til den 10. juni. Disse perioder ligger inden for perioden for forårstrækket for flagermus (sidst i april til slut maj). I efteråret har station NS14 optaget indtil den 6. september 2023, NS13 til den 15. september, hvor den strandede, T3_NS26 til den 21. september, NS30 til den 23. oktober, NS31 til den 1. november og NS35 til den 15. november. Stationen NS21 begyndt at drive mod Norge d. 15. november og er sandsynligvis gået tabt.



Figur 24.2: Oversigt over lyttestationer i forbindelse med Nordsø 1, der stilles til rådighed for miljøvurderingerne for Thor Havvindmøllepark (Energistyrelsen, 2024c).

24.5.2. Eksisterende forhold

Normalt forekommer ingen af de 17 arter af flagermus, der er registreret i Danmark, i den danske del af Nordsøen, men i den sydlige del af Nordsøen (området syd for Blåvandshuk) forekommer enkelte af arterne kystnært (WSP, 2023). Alle flagermusarter trækker dog mellem sommer- og vinterkvarterer, og enkelte arter krydser fåtalligt den sydlige del af Nordsøen. Dette er dokumenteret af undersøgelser i Tyske Bugt (Seebens-Hoyer, et al., 2021). Der er desuden kendskab til enkelte registreringer af flagermus fra olieplatforme i den centrale del af Nordsøen. Observationer af flagermus over Nordsøen stammer overvejende fra Tyskland, Holland og nær de engelske kystlinjer (Seebens-Hoyer, et al., 2021).

Flagermus findes mere talrigt tæt på kystlinjen, særligt i de områder, hvor der foregår træk. I Tyske Bugt er det estimeret, at ca. 3.700 troldflagermus og ca. 990 brunflagermus trækker inden for en zone på 200 km fra den østfrisiske kyst (SKIBA, 2007). Det er dog tydeligt, at antallet af flagermus falder med afstanden til kysten (Seebens-Hoyer,

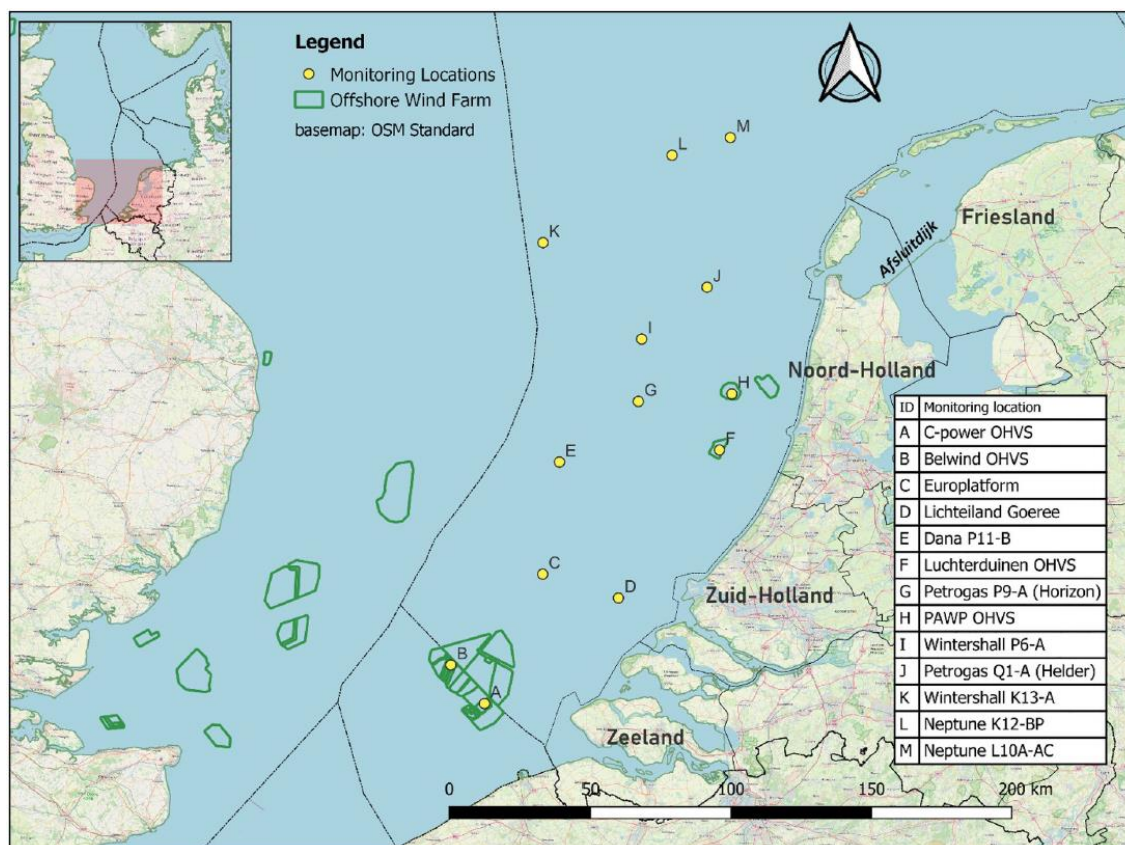
et al., 2021). Mulige trækruter i Tyske Bugt er vist på Figur 24.3. Det vurderes, at flagermusarterne i den danske del af Nordsøen trækker fra land ud over havet i den nordlige del af Vadehavet op til og med området omkring Blåvandshuk, men ikke mere nordligt end dette (Orbicon og IfAÖ, 2014). Projektområdet for Thor Havvindmøllepark overlapper således ikke med nogen kendte trækruter for flagermus.



Figur 24.3: Mulige trækkeveje over Tyske Bugt, med angivelse af længde og estimeret flyvetid for flagermus (Seebens-Hoyer, et al., 2021).

I forlængelse af trækruterne over og langs Tyske Bugt er der mange flagermus, især troldflagermus, der fortsætter gennem Holland og udover den sydlige del af Nordsøen og den Engelske Kanal. Herfra er der fra 2012 til 2020 foretaget en del undersøgelser af flagermus i Holland i forbindelse med dels vindmølleparker (se Figur 24.4) (Lagerveld, Poerink, Haselager, & Verdaat, 2014; Lagerveld, Poerink, & Geelhoed, 2021) og dels øvrige faste strukturer på havet, som boreplatforme og meteorologiske master (Lagerveld, Wilkes, van Puijenbroek, Noort, & Geelhoed, 2023). Undersøgelserne er i starten foretaget i forbindelse med tre vindmølleparker i den østlige del (ved H og F på

Figur 24.4) men er senere udbredt til at dække bredt ud for den Hollandske østkyst. Afstanden mellem Holland og England er ca. 150 km her i den sydligste del af Nordsøen. Dette er mere sammenligneligt med afstandene i den vestlige Østersø, hvor der er 50-100 km mellem Danmark, Sverige og Tyskland, end med afstanden i Nordsøen ved Thor Havvindmøllepark, hvor der er knap 500 km til nærmeste kyst i England. Derfor vurderes forekomsten af flagermus til havs i hollandske farvande at være noget højere end i den danske del af Nordsøen. De hollandske studier (Lagerveld, Poerink, Haselager, & Verdaat, 2014; Lagerveld, Poerink, & Geelhoed, 2021; Lagerveld, Wilkes, van Puijenbroek, Noort, & Geelhoed, 2023) er derfor især en kilde til under hvilke forhold, flagermus forekommer til havs under træk.



Figur 24.4: Netværk af lyttestationer i studiet af flagermus fra Holland. Efter (Lagerveld, Wilkes, van Puijenbroek, Noort, & Geelhoed, 2023).

Registreringer i det danske nationale overvågningsprogram samt offentligt tilgængelige databaser viser, at den jyske vestkyst er karakteriseret ved lave bestandstætheder af flagermus (Arter.dk, 2023; Kjær, et al., 2023; Møller, Baagøe, & Degn, 2013; Naturbasen.dk, 2023). De lave tætheder er sandsynligvis en følge af, at vestkystens landskab har få gamle træer og andre passende levesteder, som foretrækkes af mange arter af flagermus (Møller, Baagøe, & Degn, 2013). Dette fremgår også af undersøgelserne i forbindelse med miljøkonsekvensrapporten for landanlægget til Thor Havvindmøllepark, hvor der inden for kabelkorridoren kun er fundet to mulige levesteder for flagermus, og der derfor ikke er lyttet efter flagermus (COWI, 2022a). Derudover vurderes det, at den relativt vindeksponerede vestkyst med få læområder, hvor insekter kan samle sig, ikke er attraktiv for fødesøgende flagermus.

De arter af flagermus, som med størst sandsynlighed vurderes at kunne forekomme i området for Thor Havvindmøllepark, er troldflagermus, skimmelflagermus og brunflagermus, da det er dem, der hovedsageligt er fundet

mere end 20 km fra kysten i Nordsøen (Seebens-Hoyer, et al., 2021) (WSP, 2023). Troldflagermus, skimmelflagermus og brunflagermus er nogle af Danmarks almindeligste flagermusarter. Alle arter er vidt udbredte og almindelige over hele landet, bortset fra i dele af det nordlige Jylland og nogle øer (Arter.dk, 2023; Kjær, et al., 2023; Møller, Baagøe, & Degn, 2013; Naturbasen.dk, 2023). Der er ikke bestandsestimater for arterne i Danmark, men bestandsestimater for arterne i Sverige er i nedenstående anvendt til et skøn over bestandene i Danmark for de tre arter. De svenske bestande er angivet til at være på 43.000 troldflagermus, 76.000 skimmelflagermus og 130.000 brunflagermus (Aronsson, et al., 2020). Da der også opgives udbredelsesarealer for arterne, kan det omregnes til gennemsnitlige tætheder. Derudfra kan ganges med Danmarks landareal (42.952 km²) for at få et bestandsestimat i Danmark ved tilsvarende tæthed som i Sverige. Det vurderes, at arternes udbredelsesområder i Sverige har lignende overordnede landskabelige forhold for flagermus som de overordnede landskabelige forhold i Danmark, hvorfor sammenligningen – i mangel af danske bestandsestimater – vurderes at give det bedste udgangspunkt for et groft skøn over bestandenes størrelser i Danmark.

Med udgangspunkt i de svenske estimater, er det beregnede bestandsestimat i Danmark på ca. 17.500 troldflagermus, ca. 17.000 skimmelflagermus og ca. 30.000 brunflagermus. For troldflagermus og skimmelflagermus fører ovennævnte skønnede estimater dog til et lavere skøn, end hvad der må forventes for de reelle danske bestand da netop disse to flagermusarter er mere hyppige i Danmark end i Sverige (Kjær, et al., 2023; artfakta.se; Arter.dk, 2023).

24.5.2.1. *Bygherres undersøgelse af flagermus i efteråret 2023*

Ved bygherres undersøgelser fra september til midt november i 2023 blev der registreret enkelte individer af troldflagermus og vandflagermus (se **bilag 8**). De to arter beskrives nærmere i det følgende. Skimmelflagermus og brunflagermus behandles kortfattet nedenfor da en af de to arter sandsynligvis er registreret i forundersøgelserne til Nordsø 1 (se næste afsnit) én gang ved bøjen i området for Thor Havvindmøllepark, men de behandles i det følgende kun kortfattet da det vurderes at arterne ikke forekommer normalt i projektområdet.

Troldflagermus er en lille flagermus, der er kendt for at trække langt og ofte træffes til havs i forbindelse med trækket (Ahlen, Bach, Baagøe, & Pettersson, 2007; Skov, Desholm, Heinänen, Johansen, & Therkildsen, 2015; Lagerveld, et al., 2020). Arten er meget almindelig i Danmark. Den er rødlistevurderet i Danmark som livskraftig (LC, least concern) (Moeslund J. N.-C., 2023), den har gunstig bevaringsstatus (Kjær, et al., 2023) og er ikke truet. Arten er den hyppigst registrerede art til havs både i Østersøen og Nordsøen (Ahlen, Bach, Baagøe, & Pettersson, 2007; Rydell, J. et al., 2012; Rydell, Ottvall, Pettersson, & Green, 2017; Lagerveld, et al., 2020; Brabant, Laurent, Poerink, & Degraer, 2020; Seebens-Hoyer, et al., 2021; WSP, 2023), og troldflagermus er truffet mere end 120 km fra nærmeste kyst i forbindelse med træk (Seebens-Hoyer, et al., 2021).

Vandflagermus er en mindre flagermus og den mest almindelige flagermus i Danmark. Vandflagermus er specialiseret i at jage insekter lavt over vandet, dog hovedsageligt over ferskvand. Den er rødlistevurderet i Danmark som livskraftig (LC) (Moeslund J. N.-C., 2023). Der er en opgivet svensk bestand på 1.475.000 (Aronsson, et al., 2020), og derudfra kan der beregnes en dansk bestand på ca. 240.000, under antagelse af at tætheden er den samme i Danmark som i Sverige. Arten er udbredt i hele Danmark. Vandflagermus overvintrer hovedsageligt i kalkgruber og lignende steder med stabilt lave temperaturer. Arten er fundet trækkende over vand i Øresund (Ahlen, Bach, Baagøe, & Pettersson, 2007; Ahlen, Baagøe, & Bach, 2009). Normalt trækker vandflagermus ikke mere end 150 km mellem overvintringssteder og yngleområder, men arten er registreret trækkende mere end 300 km (Møller, Baagøe, & Degn, 2013). Vandflagermus er tidligere registreret over havet i Østersøen, men ikke i Nordsøen (WSP, 2023), hvorfor det vurderes, at den ene registrering af vandflagermus i projektområdet for Thor Havvindmøllepark ikke repræsenterer en normal forekomst af vandflagermus i området.

Skimmelflagermus er en større art og er hovedsagelig udbredt i den østlige del af Danmark og er i stor udstrækning knyttet til større byer om vinteren. Arten er i Danmark rødlistevurderet som livskraftig (LC) (Aarhus Universitet. Institut for Ecoscience, 2019). Skimmelflagermus overvintrer hovedsageligt lokalt i Nordeuropa, hvorimod de Østeuropæiske bestande trækker til Sydvesteuropa (Dietz, Halvorsen, & Dietmar, 2007). Skimmelflagermus er kendt fra den tyske del af Nordsøen (Seebens-Hoyer, et al., 2021). Yderligere er skimmelflagermus kendt for at følge insekter ud over havet om sommeren og er observeret fødesøgende op til 20 km fra kysten i svag vind under 3 m/s målt i 2 meters højde over terræn (WSP, 2023).

Brunflagermus er den største flagermus i Danmark. Brunflagermus er en art, der ofte ses jage om dagen især om efteråret. Brunflagermus er almindelig i Danmark og udbredt i hele Danmark (Møller, Baagøe, & Degn, 2013; Arter.dk, 2023). Den er rødlistevurderet i Danmark som livskraftig (LC) (Moeslund J. N.-C., 2023). På træk forår og efterår kan brunflagermus også ses på havet, hvilket bl.a. er dokumenteret fra indre Danske farvande og fra Tyske Bugt (Ahlen, Baagøe, & Bach, 2009; Skov, Desholm, Heinänen, Johansen, & Therkildsen, 2015; Seebens-Hoyer, et al., 2021; WSP, 2023). Brunflagermus er kendt for at tilbagelægge store afstande under trækket der foregår i en sydvestlig retning om efteråret. Brunflagermus kan trække mere en 1.000 km mellem overvintringssteder og yngleområder (Dietz, Halvorsen, & Dietmar, 2007). Yderligere er brunflagermus kendt for at følge insekter ud over havet om sommeren og er observeret fødesøgende op til 20 km fra kysten i svag vind under 3 m/s (WSP, 2023).

Registreringer af flagermus i bygherres undersøgelse i projektområdet for Thor Havvindmøllepark i efteråret 2023 forekom i stille vejr uden nedbør med svag eller let vind (under 6 m/s). Alle registreringerne var fra september måned og var indenfor eller umiddelbart syd for området, hvor havvindmøllerne skal placeres. På Figur 24.5 er de to undersøgelsesskibes sejlruiter vist i henholdsvis september måned og i den totale undersøgelsesperiode. Det ses, at skibene i september, hvor der er flagermus registreringer, tilsammen har sejlet i stort set hele projektområdet, dog mest koncentreret fra den sydlige afgrænsning og op til niveau med Thorsminde mod nord i projektområdet. Samtidig ses at skibene i månederne oktober og november ligeledes har sejlet i hele projektområdet for Thor Havvindmøllepark, uden at der er registrering af flagermus.

For den totale undersøgelsesperiode er der i alt 11 registreringer af troldflagermus og én enkelt registrering af vandflagermus. De i alt 12 registreringer er fordelt over hele natten, og de enkelte registreringer er sket inden for korte tidsintervaller (op til 1,5 time) fordelt på flere lydfiler. I alt for de 12 registreringer er der 126 lydfiler med flagermuskald. De enkelte registreringer består af lydfiler i forlængelse af hinanden, evt. afbrudt af kortere pauser hvor flagermusen var for langt fra detektoren til at kunne høres. Yderligere er der, af tekniske årsager, en maksimal længde på lydfilerne på 10 sekunder. Det betyder, at der er flere lydfiler af den enkelte registrering. Det fremgår af optagelserne, at der kun er registreret én flagermus ad gangen. Derfor vurderes det, at der er tale om registreringer af enkeltindivider på de enkelte datoer.

Der er ikke tegn på, at de registrerede flagermus fouragerer, idet der i lydfilerne ikke forekommer feeding buzzes, som er et tegn på, at der sker fangst af insekter nær skibene. Det vurderes derfor, at området ikke er et fødesøgningsområde for flagermus. Der er heller ikke oplysninger om trækruter i området, og det vurderes derfor at være sandsynligt, at registreringerne er sporadiske forekomster af enkelte, strejfende individer.

Ud over registreringerne i projektområdet for Thor Havvindmøllepark blev flagermus kun registreret, når skibene var i havn i Esbjerg, Thorsminde eller Thyborøn. Her var der færre registreringer af flagermus (i alt 7), da vejret ofte var dårligt med regn og blæst (>8-11 m/s), når skibene var i havn. Under disse forhold er flagermus normalt ikke aktive, da deres føde (insekter) heller ikke er aktive, og det derfor ikke er energimæssigt rentabelt for flagermus at søge føde i dårligt vejr.

Det er uvist, om flere af registreringerne af troldflagermus er af samme individ, hvilket er nærmere beskrevet i det følgende: Fem af registreringerne er foretaget indenfor en time efter solnedgang. Der er ca. 25 km fra kysten og ud til de områder, hvor flagermusregistreringerne er foretaget. Denne afstand kan troldflagermus teoretisk set tilbagelægge på en halv til en hel time (Seebens-Hoyer, et al., 2021), og derfor skal de have forladt kysten ved solnedgang for at kunne nå ud til skibene i området for Thor Havvindmøllepark på det tidspunkt, hvor de blev registreret. Normalt vil troldflagermus dog først flyve ud for at søge føde ca. en halv time efter solnedgang (Russ, 2021), hvorfor det er tvivlsomt, at det ville være muligt for dem at nå ud til skibene mindst 22 km fra kysten så hurtigt, som de første registreringer viser. Det er derfor nærliggende, at nogle af flagermusene, der er registreret i projektområdet, har opholdt sig på skibene om dagen og er fløjet ud derfra. Sådanne situationer er tidligere rapporteret for troldflagermus, hvor registreringer af arten lige efter solnedgang mere end 60 km fra den hollandske kyst indikerer, at troldflagermus benytter strukturer på havet (f.eks. platforme) til at raste om dagen (Lagerveld, Wilkes, van Puijenbroek, Noort, & Geelhoed, 2023). Derfor er det uvist, om nogle af registreringerne af troldflagermus er af samme individ der optræder på flere datoer, men i det følgende antages af forsigtighedshensyn, at der er tale om registreringer af forskellige individer.

Det er kendt, at flagermus ligesom landfugle i høj grad søger tilflugt på skibe i forbindelse med dårligt vejr, eller hvis de er trætte efter at have fløjet i mange timer, især sidst på natten eller om dagen (WSP, 2023). Skibene har i undersøgelsesperioden bevæget sig rundt i et større område (Figur 24.5), og dæk- og arbejdslys kan have tiltrukket flagermus fra hele det område, som skibene sejlede i. Sammenlignes med undersøgelsen for Nordsø I, hvor måleudstyret var placeret på bølger, så vurderes der at være langt større sandsynlighed for registreringer af flagermus, som har opholdt sig på skibene, eller er blevet tiltrukket til skibene. Ud fra skibenes positioner i området vurderes det, at de kan have tiltrukket flagermus både fra andre dele af projektområdet for Thor Havvindmøllepark og fra nærliggende arealer udenfor projektområdet. Bøljerne brugt i forundersøgelserne til Nordsø I har også lys påmonteret, men dette er et blinkende lys med en lysstyrke på højst 30 candela, der ikke kan ses mere end 3 sømil (ca. 5,6 km) væk. Lysstyrken af lyset på bøljerne er betydeligt svagere end lyset på fartøjerne og vurderes derfor ikke at tiltrække flagermus i tilnærmelsesvist samme omfang.

På baggrund af ovenstående kan det opsummeres, at der er få registreringer af flagermus i projektområdet fra efterårsmånederne, og der er kun registreret én flagermus på de enkelte datoer. Der er tegn på, at nogle af de registrerede troldflagermus kan have befundet sig på skibene, da de sejlede ud til projektområdet, og er fløjet ud derfra, og dermed kan der være tale om flere registreringer af samme individ. Det vurderes også, at der kan være sket registrering af flagermus, der har opholdt sig inden for et større område på havet i forhold til projektområdet for Thor Havvindmøllepark, men som er blevet tiltrukket af lyset på skibene. På baggrund heraf vurderes det, at der kan findes flagermus i området i efterårsperioden, men at det vil være sporadiske forekomster af enkelte, strejfende individer.

24.5.2.2. Forundersøgelser fra Nordsø I i 2023

I de offentliggjorte resultater fra Nordsø I-undersøgelserne er der ikke registreret nogen flagermus i perioden fra april til juni på de syv bølger, der ligger tættest på projektområdet for Thor Havvindmøllepark (Energistyrelsen, 2023). Fra efteråret er der registreringer af flagermus fra de 4 østligste bølger ud af de 7 bølger tættest på projektområdet. Det betyder, at der også er registreringer af flagermus fra bølgen T3/NS26 beliggende i Thor Havvindmøllepark. De fleste registreringer af flagermus er gjort på bøljerne mod syd og ind mod land. Ind mod land er der en højere andel af registreringer af flagermus i august end i september. Antallet af registreringer fordeler sig med 3 registreringer på NS31, 8 registreringer på T3/NS26, 10 registreringer på NS30 og 19 registreringer på NS35. For de sidste tre bølger er der for registreringerne efter 5. september sammenfald med datoerne for registreringer i bygherrens undersøgelser. Registreringerne er hovedsageligt af troldflagermus, men der er også registreret enkelte

flagermuskald der enten kommer fra brunflagermus, Leislers flagermus, sydflagermus eller skimmelflagermus. Det er baseret på forekomsten af de enkelte arter i Danmark (Møller, Baagøe, & Degn, 2013; Arter.dk, 2023; Kjær, et al., 2023) og Tyskland (Dietz, Halvorsen, & Dietmar, 2007; Seebens-Hoyer, et al., 2021) overvejende sandsynligt, at det er enten brunflagermus eller skimmelflagermus.

Alle registreringerne af flagermus er gjort mere end 2 timer efter solnedgang og dermed i god tid til at flagermusene kan nå at flyve ud fra kysten efter solnedgang. Alle registreringerne er yderligere gjort i vindforhold under 5 m/s. Ud fra tidsstemplerne på lydfilerne vurderes det, at 1-3 af registreringerne fra hver bølge i Nordsø 1 drejer sig om samme individ. For bølgen (T3/NS26) der ligger inden i Thor Havvindmøllepark ligger 4 registreringer ud af 8 på samme dato som bygherres egne registreringer. De øvrige registreringer ligger i august før bygherres undersøgelser. Nordsø 1 registreringerne ligger indenfor 2 timers tidsmæssig afstand af registreringerne på skibene i bygherres undersøgelser. Skibene var mellem 2-4,5 km fra T3/NS26 ved registreringerne af flagermus på de samme datoer som registreringerne fra T3/NS26.

På baggrund af ovenstående vurderes det, at forekomsten af flagermus fra Nordsø 1-undersøgelsen svarer til forekomsten af flagermus i bygherrens undersøgelser og dermed vurderes Nordsø 1-undersøgelserne at underbygge registreringerne af flagermus i bygherrens undersøgelser. Både i forhold til vejrforhold, tidsmæssige forekomst og antal flagermus.

Dette understøtter den eksisterende viden om, at forekomsten af flagermus generelt er meget begrænset i Nordsøen og dermed også i projektområdet for Thor Havvindmøllepark. På baggrund af de gennemførte undersøgelser samt den eksisterende viden om flagermus vurderes det, at projektområdet for Thor Havvindmøllepark generelt ikke anvendes af flagermus til hverken træk eller fouragering i forårsmånederne.

24.5.2.3. Opsummering af eksisterende forhold

Projektområdet for Thor Havvindmøllepark er beliggende i Nordsøen 22 km fra nærmeste kyst. Da flagermus yngler og raster på land (f.eks. i skove, kalkgruber mv.), udgør projektområdet for Thor Havvindmøllepark ikke et yngle- eller rasteområde for flagermus.

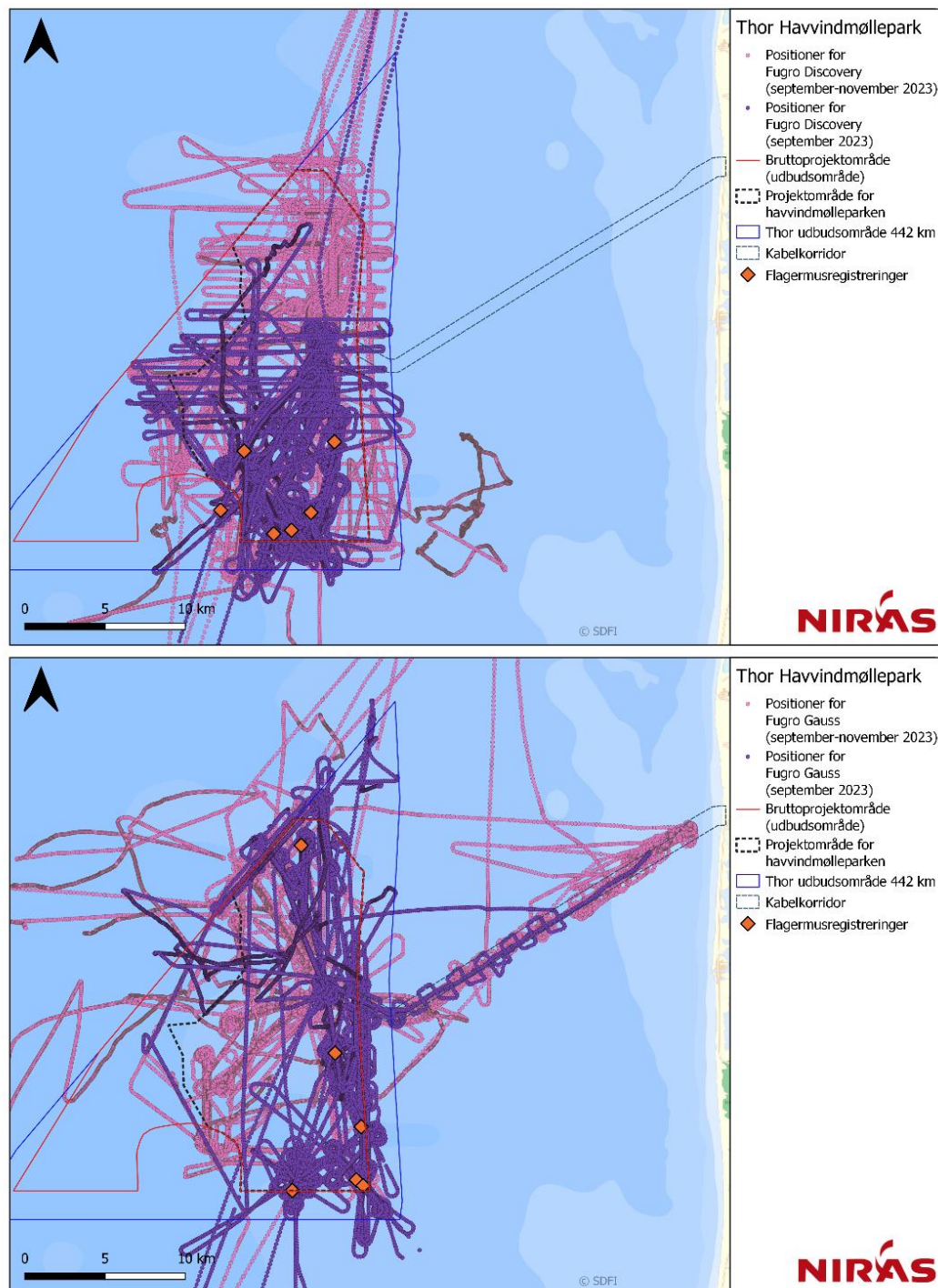
Der er ingen trækruter for flagermus nær eller inden for projektområdet for Thor Havvindmøllepark, hvorfor trækende flagermus ikke vil forekomme i projektområdet.

Den nærmeste kyst til projektområdet for Thor Havvindmøllepark er den jyske vestkyst, som generelt er karakteriseret ved lave bestandstætheder af flagermus. Desuden er den relativt vindeksponerede vestkyst vurderet ikke at være attraktiv for fødesøgende flagermus. Yderligere er den jyske vestkyst domineret af pålandsvind, som blæser de fleste insekter ind over land. I de indre danske farvande bliver insekterne blæst ud fra de østlige kyster af den fremhærskende sydvestenvind. Derfor ventes det, at færre flagermus vil vælge at søge føde ud over Nordsøen end det er tilfældet i de indre danske farvande. Disse forhold sammenholdt med, at Thor Havvindmøllepark er beliggende 22 km fra kysten, betyder, at der vil være en meget lille sandsynlighed for, at fødesøgende flagermus vil færdes i projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

Ovenstående er bekræftet af undersøgelser i og nær projektområdet for Thor Havvindmøllepark fra forår og efterår 2023. Resultaterne fra disse viser, at der er få registreringer af flagermus i området i efterårsperioden, men at det er sporadiske forekomster af enkelte individer.

På baggrund af ovenstående viden vurderes det, at der i projektområdet for Thor Havvindmøllepark alene vil kunne træffes enkelte individer af strejfende flagermus i (forår og efterår). Projektområdet er ikke yngle- eller

rasteområde for flagermus, og trods de sporadiske forekomster kan projektområdet heller ikke betragtes som værende en del af det almindelige udbredelsesområde for flagermus.



Figur 24.5: Sejladsruiter for forundersøgelsesskibene Fugro Discovery (øverst) og Fugro Gauss (nederst). Sejladsruiter i hele undersøgelsesperioden er vist med lyserød signatur, mens sejladsruiter indenfor september måned er fremhævet med lilla signatur. Registreringer er flagermus er vist med orange diamanter på begge kort.

24.5.3. Vurdering

I det følgende vurderes det i henhold til bestemmelserne i habitatdirektivet, om projektet vil medføre forsætligt drab, forsætlig forstyrrelse af flagermus og/eller beskadigelse eller ødelæggelse af yngle- eller rasteområder i arternes naturlige udbredelsesområde. Vurderingsafsnittet er opbygget således, at der indledningsvist er beskrevet de typer af påvirkninger, en havvindmøllepark potentielt kan have på flagermus, og det er beskrevet, hvorvidt disse potentielle påvirkninger kan gøre sig gældende for flagermus i forbindelse med etableringen af Thor Havvindmøllepark. For de typer af påvirkninger, der indledningsvist ikke kan udelukkes at medføre forsætligt drab, forsætlig forstyrrelse af flagermus og/eller beskadigelse eller ødelæggelse af yngle- eller rasteområder, er en nærmere vurdering givet i afsnit 24.5.3.1 og 24.5.3.2 for henholdsvis anlægs- og driftsfasen.

Anlæg og drift af en havvindmøllepark kan potentielt føre til følgende typer af påvirkninger på flagermus:

- Barrierevirkning.
- Fortrængning.
- Direkte kollisioner mellem flagermus og vindmøller, anlægsfartøjer og kraner under anlæg og drift.
- Indirekte kollisioner (biotraumer) i driftsfasen, hvor flagermus påvirkes af de kraftige ændringer i lufttrykket omkring de roterende møllevinger.

Da projektområdet som beskrevet i afsnit 24.5.2 ikke er et yngle- eller rasteområde for flagermus og trods de sporadiske forekomster heller ikke kan betragtes som værende en del af det almindelige udbredelsesområde for flagermus, vil Thor Havvindmøllepark ikke kunne medføre beskadigelse eller ødelæggelse af yngle- eller rasteområder for flagermus. Dette behandles derfor ikke yderligere.

Barrierevirkning og fortrængning kan potentielt medføre forstyrrelse af flagermus, da disse påvirkninger kan have energimæssige omkostninger som følge af ændrede flyveruter el. lign. For barrierevirkning og fortrængning er det i det følgende beskrevet og vurderet, hvorfor disse to potentielle påvirkninger kan udelukkes at medføre forsætlig forstyrrelse af flagermus.

Derefter behandles direkte og indirekte kollisioner mellem flagermus og møller eller andre strukturer i afsnit 24.5.3.1 og 24.5.3.2 om henholdsvis anlægs- og driftsfasen. For begge typer af påvirkninger gælder, at de for flagermus potentielt kan medføre drab af individer.

Barrierevirkning og fortrængning:

Der er ikke nogen kendte indikationer af, at vindmølleparker skulle udgøre en barriere for flagermus (Rydell, J. et al., 2012; Rydell, Ottvall, Pettersson, & Green, 2017; Elmeros, 2020; WSP, 2023). Dette skyldes sandsynligvis, at flagermus pga. deres relativt korte rækkevidde af ekkolokaliseringsskaldene (Holderied & von Helversen, 2003) ikke opfatter vindmøllerne og anlægsfartøjerne som et samlet hele men i stedet som enkelte objekter på havet. Troid- og vandflagermus, der er registreret i projektområdet for Thor Havvindmøllepark, er arter, der ofte færdes i skove og mellem træer, og arterne er derfor vant til at færdes tæt på strukturer, og har en høj manøvreevne (Dietz, Halvorsen, & Dietmar, 2007; Møller, Baagøe, & Degn, 2013). Af den grund vil flagermus bevæge sig ind igennem vindmølleparken, når de kommer til den, i stedet for at flyve omkring den eller vende om. Det betyder, at en havvindmøllepark som Thor Havvindmøllepark med en afstand på mere end 1,4 km mellem møllerne, ikke vil udgøre en barriere for flagermus. Derfor vurderes det, at barrierevirkning ikke vil medføre forsætlig forstyrrelse af flagermus, da der alene vil være en rent statistisk risiko for forstyrrelser som følge af barriereeffekter relateret til Thor Havvindmøllepark, henset til såvel det registrerede antal flagermus i projektområdet samt arternes adfærd (som beskrevet i ovenstående).

Flagermus undgår ikke vindmøller, skibe og andre strukturer på havet (f.eks. (Ahlen, Baagøe, & Bach, 2009)), og en havvindmøllepark vil derfor ikke medføre fortrængning af flagermus fra projektområdet for havvindmølleparken hverken under anlæg eller drift. Det vurderes derfor, at Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre forsætlig forstyrrelse af flagermus som følge af fortrængning.

24.5.3.1. Påvirkninger i anlægsfasen

Flagermus, herunder brunflagermus, skimmelflagermus, troldflagermus og vandflagermus, kan potentielt kollidere med kraner eller anlægsfartøjer i anlægsfasen. Modsat vindmøllernes røde, blinkende lys, (som ikke vil kunne ses inde fra kysten, se afsnit 6.4.1.1.5) kan især anlægsfartøjers hvide arbejdslys potentielt tiltrække insekter, som igen kan tiltrække flagermus, der befinder sig i nærheden af fartøjerne. Da Thor Havvindmøllepark etableres i Nordsøen mindst 22 km fra den jyske vestkyst, er det usandsynligt, at der vil forekomme fødesøgende flagermus i havvindmølleparken (se afsnit 24.5.2). Der er heller ingen trækruter for flagermus i projektområdet, og en mulig påvirkning vil derfor kun kunne forekomme for de sporadiske forekomster af enkelte, strejfende individer, der bevæger sig igennem projektområdet (se afsnit 24.5.2).

Som beskrevet i afsnit 24.5.2, viser datagrundlaget, herunder de gennemførte undersøgelser i projektområdet, at der er en meget lav forekomst af flagermus i projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Det vurderes, at flagermus på trods af en potentiel tiltrækning til fartøjerne på grund af forekommende insekter, ikke vil kollidere med fartøjerne. Dette skyldes, at flagermus har en meget høj manøvrevevne og normalt ingen problemer har med at opfatte tilstedeværelsen af objekter, der bevæger sig under 50 km/t (Dietz, Halvorsen, & Dietmar, 2007; Møller, Baagøe, & Degn, 2013). Selvom brunflagermus og skimmelflagermus normalt søger føde i det frie luftrum færdes både brunflagermus, skimmelflagermus, vandflagermus og troldflagermus normalt i skov og kan uden problemer bevæge sig rundt tæt på og imellem træerne (Dietz, Halvorsen, & Dietmar, 2007; Møller, Baagøe, & Degn, 2013). Det vurderes derfor at være usandsynligt, at flagermus kolliderer med skibe eller kraner, fordi de har så stor manøvrevevne, og fordi fartøjerne bevæger sig meget langsomt.

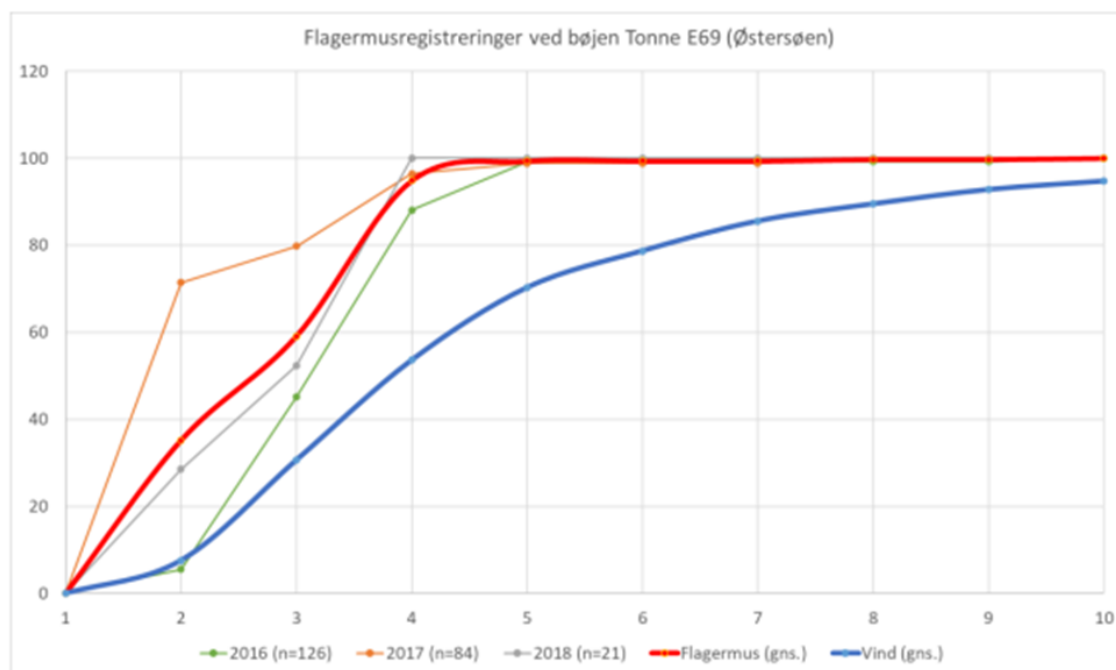
På denne baggrund vurderes det, at tilstedeværelse af kraner eller anlægsfartøjer ikke vil medføre forsætligt drab af flagermus eller forsætlig forstyrrelse af flagermus.

24.5.3.2. Påvirkninger i driftsfasen

Da Thor Havvindmøllepark etableres i Nordsøen mindst 22 km fra den jyske vestkyst, hvor der er få eller ingen insekter, er det usandsynligt, at der vil forekomme fødesøgende flagermus i havvindmølleparken (se afsnit 24.5.2). Der er heller ingen trækruter for flagermus i projektområdet, og en mulig påvirkning vil derfor udelukkende kunne forekomme for de sporadiske forekomster af enkelte, strejfende individer, der ifølge feltundersøgelserne fra efteråret 2023 har befundet sig i projektområdet.

Møllevingernes rotation udgør den største potentielle påvirkning på de sporadiske forekomster af flagermus, der færdes i projektområdet for Thor Havvindmøllepark. Der er ikke risiko for, at flagermus kolliderer med stillestående strukturer som for eksempel en havvindmølle i vindstille vejr, men flagermus har svært ved at registrere roterende møllevinger (Rydell, J. et al., 2012; Rydell, Ottvall, Pettersson, & Green, 2017; Therkildsen & Elmeros, 2017). Påvirkningen vil potentielt kunne forekomme i de 30-35 år, hvor havvindmølleparken er i drift. Både på land og til havs er det observeret, at flagermus søger op ad vindmølleårnene for at søge føde omkring nacellen, uanset deres normale foretrukne fødesøgningshøjde (Ahlen, Baagøe, & Bach, 2009; Therkildsen & Elmeros, 2017). Dermed kan flagermus blive udsat for en øget kollisionsrisiko. Flagermus kan kollidere med vindmøllernes vinger (direkte kollision), men de kan også omkomme ved ændringer i lufttrykket omkring møllevingerne, når disse passerer tæt forbi flagermus (indirekte kollision). Nyeste studier tyder dog på, at flagermus skal meget tæt på møllevingerne, for at trykændringerne kan skade flagermus (WREN, 2023).

WSP har i et skrivebordsstudie i 2023 (WSP, 2023) set på, hvordan antallet af registrerede flagermus over åbent hav varierer med vindhastigheden. Der er anvendt data fra 3 års undersøgelser ved bøjen Tonne E69 i Østersøen (Seebens-Hoyer, et al., 2021). Bøjen ligger i åbent hav midt mellem Gedser og Tyskland ca. 20 km fra nærmeste kystlinje. Resultaterne fremgår af Figur 24.6, og disse viser, at 50 % af alle registrerede flagermus forekommer i vindhastigheder under 2,5 m/s, og alle registrerede flagermus (100 %) forekommer i vindhastigheder under 5 m/s. Dette er samstemmende med tidligere publicerede data fra Holland (Lagerveld, Poerink, & Geelhoed, 2021; Lagerveld, Wilkes, van Puijenbroek, Noort, & Geelhoed, 2023). Ligesom vejrdata indhentet i forbindelse med feltundersøgelserne i og omkring Thor Havvindmøllepark, er vinddata i de tyske og hollandske undersøgelser standardiseret til middelvind over 10 min. i 10 meters højde.



Figur 24.6: Kumulativ frekvens af antallet af minutintervaller med flagermus i forhold til middelvindhastighed i Østersøen. Den tykke røde kurve angiver gennemsnittet af de tre års undersøgelser, mens den tykke blå kurve angiver den kumulative frekvens af vindhastighed i undersøgelsesperioden. Figur efter WSP (2023) baseret på data fra Seebens-Hoyer, et al. (2021).

Resultaterne af den gennemførte undersøgelse i projektområdet for Thor Havvindmøllepark fra efteråret 2023, hvor der alene er registreret flagermus ved meget lave vindhastigheder (se afsnit 24.5.2), adskiller sig ikke fra det mønster, der er beskrevet i rapporten fra WSP. Ved højere vindhastigheder vil vejrforholdene således være for dårlige til, at flagermus flyver over havet. På Thor Havvindmøllepark vil møllerne stå stille indtil en vindhastighed på 3 m/s ved nacellen se **bilag 2**), hvilket svarer til en vindhastighed på ca. 2,5 m/s (Viden om vind, 2024). Derfor vil det alene være ved vindhastigheder fra 2,5-5 m/s, at der kan være en risiko for kollision med roterende vindmøllevinger, og her alene med op til 50 % af de få forekommende flagermus i området, fordi det kun er ca. 50 % af de forekommende flagermus, der vil flyve over havet ved vindhastigheder over 2,5 m/s, jf. resultatet af undersøgelsen fra Tyskland (Seebens-Hoyer, et al., 2021).

Desuden viser flere kilder, at flere af de registrerede arter i projektområdet for Thor Havvindmøllepark (trodflagermus og vandflagermus) flyver meget lavt over vandet (Ahlen, Bach, Baagøe, & Pettersson, 2007; Ahlen, Baagøe, &

Bach, 2009; Rydell, J. et al., 2012; Seebens-Hoyer, et al., 2021; WSP, 2023), og derfor vil den foretrukne flyvehøjde være under møllevingerne uden risiko for kollisioner.

På baggrund af ovenstående, og da der alene er registreret sporadiske forekomster af enkelte individer, og da der ikke er trækruter for flagermus i projektområdet, vurderes det, at risikoen for kollision med havvindmøller i Thor Havvindmøllepark vil være en rent statistisk risiko, og at havvindmølleparken ikke vil medføre forsætligt drab af flagermus som følge af kollision med møllevinger.

Dette vurderes også at være tilfældet i den situation, hvor der ud fra et forsigtighedsprincip og en konservativ tilgang til forekomsten af flagermus i projektområdet, er vurderet på kollisionsrisikoen ved at sammenligne med kollisionsrisikoen for vindmøller på land. Vurderingerne af dette worst-case scenarie er indsat i boksen på den følgende side.

24.5.3.3. Samlet vurdering

Projektområdet for Thor Havvindmøllepark udgør ikke og er ikke en del af et yngle- eller rasteområde for flagermus og der er ingen trækruter for flagermus i projektområdet. Trods de sporadiske registreringer af flagermus kan projektområdet ikke betragtes som en del af det almindelige udbredelsesområde for flagermus. Det vurderes derfor, at Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre beskadigelse eller ødelæggelse af yngle- eller rasteområder for flagermus. Det er ligeledes vurderet, at barrierevirkning og fortrængning ikke er relevante påvirkninger for flagermus i forhold til et havvindmølleprojekt, og som følge deraf vil Thor Havvindmøllepark ikke medføre forsætlig forstyrrelse af flagermus, idet flagermus er i stand til at undvige skibe og andre større strukturer på havet.

Havvindmølleparker kan potentielt medføre drab af flagermus som følge af kollisioner. Men da der ikke findes trækruter for flagermus i projektområdet, og da der alene er registreret sporadiske forekomster af enkelte individer, vurderes det, at risikoen for kollision med havvindmøller i Thor Havvindmøllepark vil være en rent statistisk risiko, og at havvindmølleparken ikke vil medføre forsætligt drab af flagermus som følge af kollision med møllevinger. Vurderingen er blandt andet baseret på, at flagermus ikke flyver ud over havet ved høje vindhastigheder, hvor risikoen for kollisioner er størst, samt at de registrerede arter i projektområdet er arter, der flyver lavt over havet, og dermed under vingerne af vindmøllerne.

Vurdering af kollisionsrisiko: Worst-case scenarie

Der påstår stadig et arbejde i forhold til at udvikle teoretiske risikomodeller til beregning af kollision mellem vindmøller og flagermus (Europa-Kommissionen, 2021b), og der findes på nuværende tidspunkt således ikke nogen fælles specifik model til beregning af kollisioner.

Der er for andre vindmølleprojekter, især på land, anvendt forskellige tilgange, herunder modeller for artsudbredelse, individbaserede modeller, bestandsbaserede modeller og indeksbaserede modeller (Europa-Kommissionen, 2021b) og flere af metoderne kan kombineres som grundlag for en samlet vurdering. En individbaseret model, der anvendes til at forudsige kollisionsdødeligheden, kan f.eks. efterfølges af en bestandsbaseret model, som kan anvendes til at vurdere de potentielle konsekvenser af yderligere dødelighed for flagermusbestandene (Europa-Kommissionen, 2021b). Nedenfor er anvendt en vurdering af antallet af flagermus i projektområdet efterfulgt af en sammenligning med og vurdering af, hvor mange kollisioner dette kunne svare til ud fra empiriske data på land. Tilgangen er mest sammenligneligt med en individbaseret model.

I vurderingen af kollisionsrisiko anvendes estimater for antallet af trækkende flagermus fra havområder med trækruter. Denne tilgang er valgt, uanset at der ikke findes trækruter gennem projektområdet for Thor Havvindmøllepark, men for at sikre, at alle eventuelle påvirkninger vil blive belyst i tilstrækkeligt omfang. Der er ligeledes anlagt en konservativ tilgang i de valgte estimater, og således at vurderingen på alle måder tager udgangspunkt i et forsigtighedsprincip. Ræsonnementet bag de valgte estimater er beskrevet i det følgende.

For at kunne få et indtryk af størrelsesordenen af det potentielle antal flagermus ved Thor Havvindmøllepark og dermed en indikation på det årlige antal kollisioner, er der beregnet et estimat for antallet af flagermus, som potentielt befinder sig i projektområdet. Estimatet er baseret på undersøgelserne ved Thor Havvindmøllepark, hvor de to skibe hver nat ca. dækkede 20 km² af projektområdet. 20 km² svarer til ca. 10 % af projektområdet for Thor Havvindmøllepark, og ved at antage at der er lige mange flagermus alle steder i projektområdet, kan de 12 flagermus, der er registreret ved flagermusundersøgelserne, omregnes til et estimat på ca. 120 flagermus i hele området for Thor Havvindmøllepark. Estimatet svarer til 0,6 individer pr. km² årligt. Dette estimat kan valideres ved at sammenligne med estimater for flagermus fra andre undersøgelser. I Seebens-Hoyer et al. (2021) er estimater for trækkende flagermus angivet baseret på passiv akustisk monitoring af flagermus vha. flagermusdetektorer på store bølger og forskningsstationer til havs i Tyske Bugt i 2016, 2017 og 2018. Her er der i Zone III (24-44 km fra kysten), på baggrund af registreringer på den tyske forskningsplatform FINO1 (ca. 45 km nord for øen Borkum i den tyske del af Vadehavet), registreret ca. 9 flagermus på træk årligt. Denne zone svarer afstands-mæssigt til forholdene ved Thor Havvindmøllepark, men antallet af flagermus ved Thor Havvindmøllepark vil være mindre, da Thor Havvindmøllepark ikke befinder sig på en trækrute, hvilket modsat vurderes at være tilfældet for FINO1 i Tyske Bugt. Derimod vurderes det sandsynligt, at de to flagermus, der i Zone IV (mere end 44 km fra kysten) årligt passerede FINO 3 (Seebens-Hoyer, et al., 2021) i højere grad svarer til den potentielle forekomst af trækkende flagermus i projektområdet for Thor Havvindmøllepark, da Zone IV ligger uden for den del af Tyske Bugt, hvor størstedelen af trækket af flagermus foregår (Seebens-Hoyer, et al., 2021). Med udgangspunkt i de flagermus, der blev registreret i Zone IV af Seebens-Hoyer et al. (2021), og baseret på en antagelse af, at de to mikrofoner på FINO 3 (Seebens-Hoyer, et al., 2021) dækker ca. 100 meter af tværsnittet af trækket over havet (hver mikrofon kan opfange lyd fra trolldflagermus op til 30 meter (Lagerveld, Wilkes, van Puijenbroek, Noort, & Geelhoed, 2023; Seebens-Hoyer, et al., 2021)), er det estimeret, at de 2 årlige registreringer i Zone IV vil svare til, at 460 trolldflagermus årligt passerer Thor Havvindmøllepark i øst- eller vestlig retning (i estimatet indgår, at projektområdet for Thor Havvindmøllepark er 23 km langt fra nord til syd). 460 flagermus svarer til 2,3 flagermus pr. km² årligt. I de videre beregninger bruges derfor estimatet på 120 flagermus baseret på registreringerne fra de gennemførte undersøgelser i projektområdet, samt estimatet på 460 flagermus baseret på registreringerne i Zone IV i (Seebens-Hoyer, et al., 2021).

Det vil alene være ved vindhastigheder fra 2,5-5 m/s, at der kan være en risiko for kollision med roterende vindmøllevinger, og her kun med op til 50 % af de få forekommende flagermus i området jf., fordi det kun er ca. 50 % af de forekommende flagermus, der vil vælge at flyve over havet ved vindhastigheder over 2,5 m/s, jf. resultatet af undersøgelsen fra (Seebens-Hoyer, et al., 2021). Ud fra tæthedsestimaterne i Zone IV og estimatet baseret på registreringerne fra bygherres undersøgelse i efteråret 2023 svarer det til, at hhv. 230 (1,2 individer/km²) og 60 (0,3 individer/km²) flagermus forekommer i Thor Havvindmøllepark, når møllevingerne roterer.

De hyppigst registrerede arter i projektområdet for Thor Havvindmøllepark (troldflagermus og vandflagermus) flyver meget lavt over vandet (Ahlen, Bach, Baagøe, & Pettersson, 2007; Ahlen, Baagøe, & Bach, 2009; Rydell, J. et al., 2012; Seebens-Hoyer, et al., 2021; WSP, 2023), og derfor vil hovedparten passere under møllevingerne uden risiko for kollisioner. Men for at tage højde for den ene registrering af en store flagermus (sandsynligvis brunflagermus eller skimmelflagermus) der flyver højere og for at tage højde for, at flagermus muligvis har en adfærd med at søge op ad strukturer på havet (Ahlen, Baagøe, & Bach, 2009; Lagerveld, Wilkes, van Puijenbroek, Noort, & Geelhoed, 2023), er det konservativt antaget, at halvdelen af alle flagermus i projektområdet vil passere igennem havvindmølleparken i rotorhøjde. Dermed antages altså, at op til hhv. 115 og 30 af de flagermus, der er estimeret at passere igennem Thor Havvindmøllepark, vil passere så tæt ved en vindmølle, at de vil vælge at undersøge vindmøllen ved at søge op ad møllen. Det er dog meget tvivlsomt, om dette er tilfældet, da vindmøllers tiltrækningsafstand for flagermus er ukendt, og da der er mindst 1,4 km mellem vindmøllerne. Der er tale om et stort projektområde på 200 km², hvor der er langt mellem havvindmøllerne og få flagermus.

Der findes ikke nogen specifik model til beregning af kollisioner mellem flagermus og vindmøller, hvorfor de følgende vurderinger beror på sammenligninger med antallet af kollisioner mellem flagermus og vindmøller på land. Ifølge svenske og tyske sammenstillinger af nyeste viden om kollisioner mellem flagermus og vindmøller vurderes antallet af årlige kollisioner at være 10-15 per vindmølle (Rydell, Ottvall, Pettersson, & Green, 2017), men angivet til maksimalt at være 70 kollisioner om året pr. vindmølle ved enkelte tyske vindmølleprojekter (Voigt, Kaiser, Look, & Scharnweber, 2022). Antal årlige kollisioner med landvindmøller skal dog ses i sammenhæng med, at der ved vindmøller på land ofte kan registreres meget høj flagermusaktivitet på mere end tusinde registreringer af flagermuskald pr. nat. Der er altså på land tale om et helt andet aktivitetsniveau af flagermus, end det vil være tilfældet i Thor Havvindmøllepark, hvor der er meget lav flagermusaktivitet i hele projektområdet, og der derfor også alene vil kunne være meget lav flagermusaktivitet ved de enkelte havvindmøller. Den lave flagermusaktivitet i projektområdet for Thor havvindmøllepark kan (baseret på hhv. estimaterne af antal trækkende flagermus i Zone IV og estimatet baseret på registreringerne fra bygherres undersøgelse i efteråret 2023) udtrykkes som hhv. 1,6 og 0,4 antal flagermus årligt per vindmølle i projektområdet. Med et så lavt antal flagermus ved de enkelte møller vurderes det, at kollisionsrisikoen vil være så lille, at det statistisk kan sammenlignes med at være lig nul årlige kollisioner.

25. Vandplanlægning

Vandkvalitet er af overordnet betydning for havets generelle miljøtilstand og levestandarderne for havets flora og fauna. Vandkvaliteten bestemmes af de hydrografiske forhold, af stoftilførsler fra omkringliggende farvande og landområder samt af udveksling med havbunden og atmosfæren.

Vandkvalitet måles bl.a. ud fra vandets indhold af næringsstofferne kvælstof og fosfor, indholdet af tungmetaller og andre miljøfarlige forurenende stoffer samt koncentrationen af suspenderet sediment og ilt i vandet. Termen 'miljøfarlige forurenende stoffer' dækker over både naturligt forekommende stoffer som tungmetaller samt menneskeskabte stoffer. I havvand findes de miljøfarlige forurenende stoffer typisk i lave koncentrationer, idet mange af stofferne vil være hårdt bundet til sedimentpartikler. Afhængig af koncentrationsniveauet kan miljøfarlige forurenende stoffer være giftige for dyre- og plantelivet i havet. Oftest nedbrydes stofferne langsomt i naturen, men eksempelvis tungmetaller kan slet ikke nedbrydes.

Etablering af en havvindmøllepark kan potentielt medføre ændringer af bølge- og strømforhold i og omkring havvindmølleparken. Vandkvalitet er direkte forbundet til de hydrografiske forhold, og en øget opblanding eller ændrede strømforhold kan medføre bl.a. ændrede iltforhold. Vandkvaliteten kan påvirkes som følge af, at miljøfarlige forurenende stoffer, næringsstoffer og iltforbrugende stoffer kan blive frigivet fra sedimentet, når dette spredes ved gravearbejdet fra det enkelte møllefundament og fra nedspuling af tilhørende søkabler. Herudover kan der ske frigivelse af miljøfarlige forurenende stoffer fra korrosionsbeskyttelse og overfladebehandling anvendt på møller og andre stålkonstruktioner.

I Danmark er vandkvaliteten i havet omfattet af miljømål i vandrammedirektivet og havstrategidirektivet. Vandrammedirektivet er implementeret i lov om vandplanlægning og efter denne lov vedtages vandområdeplanerne. Havstrategidirektivet er implementeret ved lov om havstrategi og efter denne lov gennemføres Danmarks Havstrategi.

I dette kapitel beskrives og vurderes påvirkninger af vandmiljøet i forbindelse med Thor Havvindmøllepark i forhold til målsætningerne i de statslige vandområdeplaner. I kapitel 26 beskrives og vurderes havvindmølleparken i forhold til Danmarks Havstrategi og de deri fastsatte miljømål.

25.1. Lov om vandplanlægning

De kystnære farvande, søer, vandløb og grundvandsforekomster er inddelt i vandområder. For disse områder har Miljøministeriet udarbejdet vandområdeplaner .

Vandområdeplanerne er en samlet plan for at forbedre det danske vandmiljø, og de skal sikre renere vand i Danmarks kystvande, søer, vandløb og grundvand i overensstemmelse med EU's vandrammedirektiv (Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2000/60/EF). Direktivet fastsætter en række miljømål og opstiller overordnede rammer for den administrative struktur for planlægning og gennemførelse af tiltag og for overvågning af vandmiljøet. I dansk lovgivning er dette implementeret gennem lov om vandplanlægning (LBK nr 126 af 26/01/2017), som er grundlag for vandområdeplanerne. Loven beskriver de tiltag, som skal iværksættes for at opnå god miljøtilstand.

Miljømål, miljøtilstand, miljøkvalitetskrav og tærskelværdier for miljøtilstanden er angivet i:

- Bekendtgørelse om miljømål for overfladevandområder og grundvandsforekomster (BEK nr 819 af 15/06/2023).
- Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand (BEK nr 796 af 13/06/2023).

- Bekendtgørelse om fastsættelse af miljømål for vandløb, søer, kystvande, overgangsvande, og grundvand (BEK nr 833 af 27/06/2016).
- Indsatsprogrammer for de enkelte vandområder er fastlagt i bekendtgørelse om indsatsprogrammer for vandområdedistrikter (BEK nr 797 13/06/2023).
- Bekendtgørelse om krav til udledning af visse forurenende stoffer til vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og havområder (BEK nr 1433 af 21/11/2017).

Den 22. december 2021 blev tredje generation af vandområdeplanerne sendt i 6 måneders offentlig høring, og vandområdeplanerne 2021-2027 blev endeligt vedtaget den 15. juni 2023 (Miljøministeriet, 2023a).

Den økologiske tilstand for de kystnære farvande vurderes på baggrund af flere kvalitetselementer, herunder fytoplankton, bentiske invertebrater og rodfæstede planter. De primære belastninger for havmiljøet i forhold til disse omfatter eutrofiering, der især er relateret til kvælstof. Der er derfor i vandområdeplanerne fokus på at nedbringe kvælstoftilførslen til kystvandene for at bringe kystvandene i god økologisk tilstand. For målsatte vandløb indgår følgende biologiske kvalitetselementer i tilstandsvurderinger: Makrofytter, fytobenthos, bentiske invertebrater og fisk. I vurderingen af den økologiske tilstand for både målsatte kystvande og målsatte vandløb indgår også et kvalitetselement bestående af en række miljøfarlige forurenende stoffer under betegnelsen nationalt specifikke stoffer.

Kemisk tilstand i målsatte vandforekomster vurderes ud fra koncentrationen af 45 stoffer i hhv. vandfasen, biota (levende organismer) og sediment, som EU har prioriteret og fastsat miljøkvalitetskrav for, og som udgør en særlig risiko for vandmiljøet. Økologisk tilstand for nationalt specifikke stoffer baseres på andre miljøfarlige forurenende stoffer med nationalt fastsatte miljøkvalitetskrav. Miljøkvalitetskravene, der ligger til grund for vurdering af hhv. økologisk og kemisk tilstand, fremgår af bilagene til bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand (BEK nr 796 af 13/06/2023).

De biologiske kvalitetselementer kan opnå enten høj, god, moderat, ringe eller dårlig økologisk tilstand, og den samlede økologiske tilstand er målt ud fra kvalitetselementet med den laveste tilstand. Grænsen for god økologisk tilstand ligger ved overgangen fra moderat til god økologisk tilstand, der er fastsat for de enkelte vandområder i overvågningsbekendtgørelsen (BEK nr 792 af 13/06/23) ift. vandets miljøtilstand.

En forringelse af tilstanden foreligger, når mindst et af kvalitetselementerne falder et niveau, også selvom denne forringelse ikke fører til, at hele vandområdet rykker en klasse ned. Hvis det pågældende kvalitetselement allerede befinder sig i den laveste klasse, udgør enhver forringelse af dette element imidlertid en »forringelse af tilstanden« for et vandområde, og derved forhindres målopfyldelse for dette område. Den økologiske tilstand for nationalt specifikke stoffer samt den kemiske tilstand bestemmes ud fra fastsatte miljøkvalitetskrav for en række miljøfarlige forurenende stoffer. Overskrides blot ét af disse miljøkvalitetskrav kategoriseres tilstanden som ikke-god.

25.2. Metode og datagrundlag

Miljøkonsekvensrapporten omhandler projektet til havs, og det vil være de nærliggende målsatte kystvandsområder og et enkelt vandløb med udløb tæt ved kabelkorridoren, der kan påvirkes i forbindelse med projektet, og indgår derfor i nærværende afsnit. Nærværende miljøkonsekvensrapport beskæftiger sig alene med de dele af Thor Havvindmøllepark, der ligger søværts for daglige højeste vandstand (se afsnit 2.1). Vurderinger af påvirkninger fra de dele af Thor Havvindmøllepark, der ligger landværts for daglige højeste vandstand, er udført i miljøkonsekvensrapporten for landanlægget (COWI, 2022a), hvilket blandt andet omfatter vurderingen af eventuelle grundvandsforekomster.

Vurderingen af påvirkningen på vandkvalitet og vandområder er foretaget i henhold til lov om vandplanlægning (LBK nr 126 af 26/01/2017) samt indsatsbekendtgørelsen (BEK nr 797 13/06/2023). I medfør af denne lovgivning er der behov for at vurdere, om anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark vil kunne medføre en risiko for forringelse eller forhindre målopfyldelse i de målsatte overfladevandforekomster for omfattede vandområder, der ligger inden for eller i umiddelbar nærhed af projektet. Nyt udkast til vejledningen til indsatsbekendtgørelsen samt et udkast til en opdateret vejledning om udledning af visse forurenende stoffer til vandmiljøet har været i høring fra november 2023 til januar 2024 (Miljøministeriet, 2023b; Miljøministeriet, 2023c), men er endnu ikke vedtagne.

Beskrivelserne i forhold til de danske vandområdeplaner er baseret på Vandområdeplan 2021-2027 (Miljøministeriet, 2023a), samt tilhørende baggrundsdata fra Vandplandata og MiljøGIS for vandområdeplanerne (2021-2027) (Vandplandata, 2023; MiljøGIS, 2023).

Kapitlet er delt op i en beskrivende del og en vurderende del. I den beskrivende del redegøres der indledningsvist for de relevante vandområder og deres tilstand. Deri indgår beskrivelser af sediment- og vandforhold i området omkring Thor Havvindmøllepark, hvor der er benyttet data fra forundersøgelserne til projektet, der bl.a. omfatter sedimentanalyser og målinger af ilt, salinitet og temperatur. Som supplerende er der indhentet data og oplysninger om sediment og vandkvalitet fra Det Nationale Overvågningsprogram (NOVANA) på nærliggende overvågningsstationer (se Figur 25.4). Data fra NOVANA er indhentet på Miljødata.dk og der er anvendt tilgængelig måledata fra årene mellem 2013-2023.

Det er herudover samtidig belyst, om der eksisterer potentielle forureningskilder i form af f.eks. udledninger fra land, klappladser o. lign., der kan påvirke vandkvaliteten i nærområdet. Data er hentet fra MiljøGIS (MiljøGIS, 2023).

Sedimentkarakteristika og sedimentets indhold af organisk stof, miljøfarlige forurenende stoffer og næringsstoffer indenfor havvindmølleparken er beskrevet på baggrund af i alt 10 sedimentprøver, som er udtaget i forbindelse med forundersøgelserne. Prøverne er udtaget med grab i det øverste sedimentlag (0-45 cm) i projektområdet for Thor Havvindmøllepark i slutningen af 2022. Analyseresultaterne er vedlagt som **bilag 6**. Dertil indgår en kort beskrivelse af sedimentundersøgelsen tilvejebragt under den strategiske miljøvurdering af planen for Thor Havvindmøllepark, som understøttelse til de ovennævnte målinger.

Sedimentprøverne er analyseret for de stoffer, der normalt undersøges for i havbundssedimenter, når der gennemføres fysiske aktiviteter i havbunden, såsom uddybning/oprensning, bypass og klapping. Disse stoffer er som oftest tungmetaller, PAH'er, PCB'er og TBT. Derudover er der undersøgt for nonylphenoler og octylphenoler, da disse stoffer er årsag til ikke-god kemisk tilstand i de berørte kystvande ift. Thor Havvindmøllepark. Ligeledes er der analyseret for kvælstof og fosfor i sedimentet i forhold til at undersøge sedimentets næringsstofbelastning.

Til at vurdere sedimentets grad af forurening er der data sammenholdt med officielle miljøkvalitetskrav, der er fastsat i bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande kystvande og grundvand (BEK nr 796 af 13/06/2023). I kravene indgår bestemmelse af økologisk tilstand for kvalitetselementet nationalt specifikke stoffer og for kemisk tilstand for EU prioriterede stoffer.

For stoffer, hvor der ikke er fastlagt et miljøkvalitetskrav for sediment, er målinger af sedimentkoncentrationer sammenholdt med tærskelværdier angivet af OSPAR (OSPAR, 2022), samt aktionsniveauer udarbejdet af Miljøstyrelsen, som angivet i vejledningen for dumpning af forurenede havbundsmaterialer (klapvejledningen) (VEJ nr 9702 af 20/10/2008). OSPAR opererer med to forskellige tærskelværdier (BAC og ERL), som koncentrationerne i sedimentet sammenlignes med. ERL (Effects Range Low) er den koncentration i sedimentet, hvor der forventes ingen eller

meget begrænsede biologiske effekter, mens BAC er den naturlige baggrundskoncentration, som for menneskeskabte stoffer vil være nul (OSPAR, 2022). forurenende stoffer, der findes i koncentrationer under det nedre aktionsniveau i klapvejledningen, svarer til det gennemsnitlige baggrundsniveau eller til ubetydelige koncentrationer, som ikke forventes at medføre effekter på organismer, der lever i sedimentet (VEJ nr 9702 af 20/10/2008). Miljøkvalitetskrav for sediment, OSPAR's tærskelværdier og aktionsniveauer er angivet sammen med analyseresultater i Tabel 25.3.

De belyste forhold af vandmiljøet og sedimentet i projektområdet er sammen med resultater fra sedimentspredning i anlægsfasen (se kapitel 10 om bundtopografi og sediment) samt gennemførte vurderinger af ændringer i hydrografien i området omkring møllerne i driftsfasen (se kapitel 9 om hydrografi) benyttet til at vurdere potentielle påvirkninger af vandkvaliteten. Det er heri vurderet, om frigivelse af miljøfarlige forurenende stoffer, næringsstoffer og iltforbrugende stoffer fra det suspenderede sediment og eventuelle ændringer i hydrografien potentielt kan medføre en påvirkning af vandkvaliteten.

Yderligere er der til vurdering af potentielle påvirkninger af vandkvaliteten indhentet viden fra eksisterende litteratur om afgivelse af miljøfarlige stoffer fra vindmøllekomponenter til det omkringliggende miljø. Vurderingerne af de potentielle påvirkninger er foretaget med afsæt i de biologiske kvalitetselementer, der indgår i tilstandsvurderinger af økologisk tilstand samt påvirkning på den kemiske tilstand og tilstanden af nationalt specifikke stoffer.

Vurderinger af vindmølleparkens potentielle påvirkninger af vandkvaliteten er foretaget for henholdsvis anlægs-, drift- og demonteringsfasen.

25.3. Eksisterende forhold

Thor Havvindmøllepark skal anlægges i Nordsøen ud for Nissum Fjord. Havvindmøllerne placeres 20 km ud for den vestlige kystlinje. Den jyske vestkyst er naturligt en meget dynamisk kyststrækning, præget af vind, strøm og bølger, og med en forholdsvis stor sedimenttransport. Havområdet har en høj vandudskiftning og lagdeling forekommer sjældent.

Nærmeste havvindmølleparker er Vesterhav Nord og Vesterhav Syd, der ligger hhv. ca. 20 km nord og syd for Thor Havvindmøllepark. Havvindmølleparkerne er beliggende i samme kystvandområder som Thor Havvindmøllepark. I både miljøkonsekvensrapporter for Vesterhav Nord og Syd konkluderes, at der ikke vil være en påvirkning på vandkvaliteten for anlægs-, drifts- og demonteringsfasen (Vattenfall, 2020a; Vattenfall, 2020b), og at havvindmølleparkerne ikke vil forringe den økologiske og kemiske tilstand for de berørte vandområder eller forhindre målopfyldelse.

I det følgende afsnit beskrives de målsatte kystvande omkring Thor Havvindmøllepark, hvorefter der indgår en redegørelse af det marine vandmiljø i området i forhold til iltforhold, næringsstoffer i sediment og vandfasen, miljøfarlige forurenende stoffer i sediment samt udledninger fra land til det marine miljø. Dernæst kortlægges målsatte vandløb, der ligger i nærheden af det udlagte projektområde.

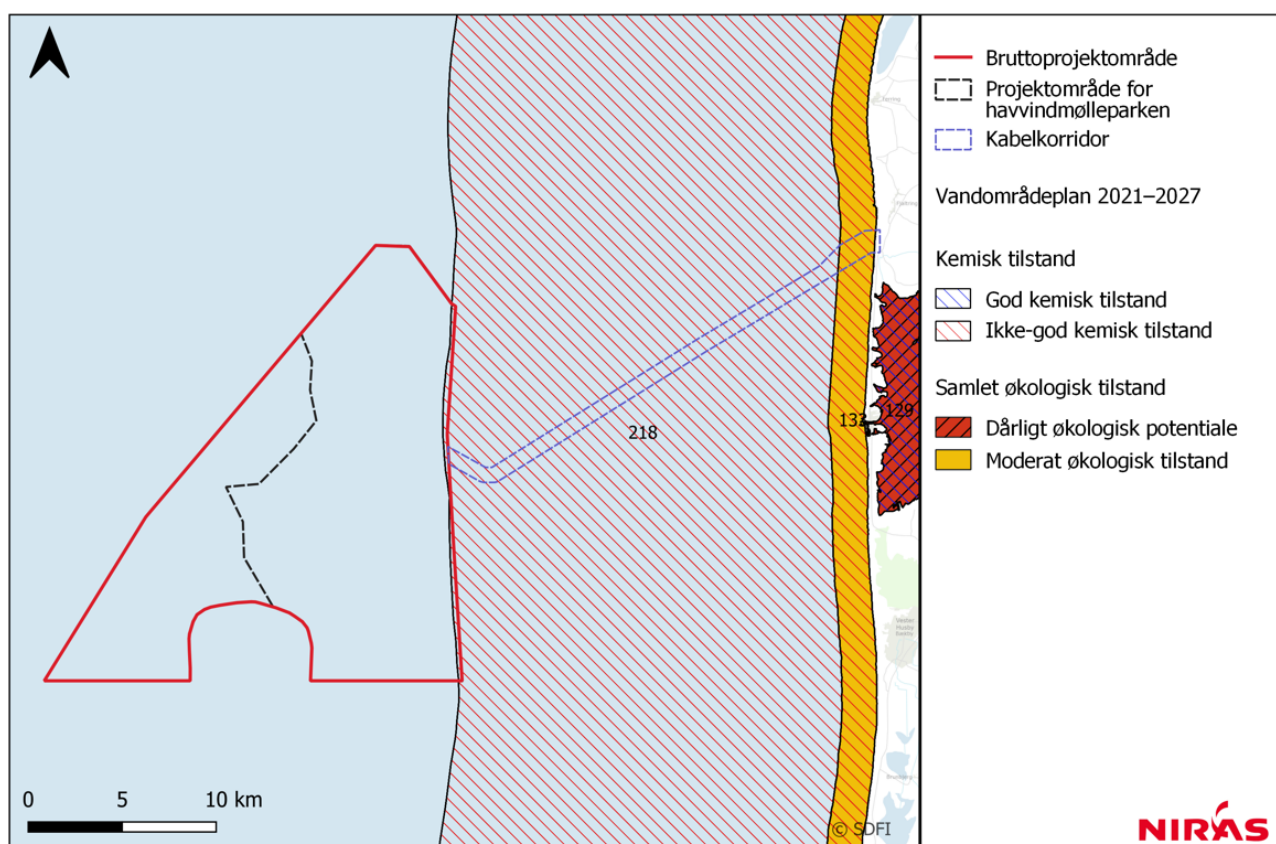
25.3.1. Kystvande

Farvandet mellem parkområdet af Thor Havvindmøllepark og ind mod kysten ved Nissum Fjord er omfattet af vandområdeplanerne og ligger indenfor vandområdedistrikt Jylland og Fyn, hovedopland Nissum Fjord (Miljøministeriet, 2023a). Den østligste del af kabelkorridoren for ilandføringskabler er beliggende inden for vandområde Vesterhavet, nord, nr. 133, der strækker sig fra basislinjen og 1 sømil ud, mens resten af kabelkorridoren der løber vest mod parkområdet ligger inden for vandområde Vesterhavet, 12 sm, nr. 218, der er beliggende

mellem 1 og 12 sømil fra kysten (se Figur 25.1). Vandområde nr. 133 har et areal på 214,57 km², mens vandområde nr. 218 har et areal på 3703,08 km².

Vandområde Vesterhavet, nord nr. 133 ligger indenfor 1-sømilgrænsen, og er således omfattet af målsætningen om god økologisk og god kemisk tilstand. Vandområdet Vesterhavet, 12 sm, nr. 218, er beliggende mellem 1 og 12 sømil og er derfor kun omfattet af målsætningen om god kemisk tilstand (Miljøministeriet, 2023a).

Den samlede økologiske tilstand for vandområde nr. 133 er moderat (Tabel 25.1). Tilstandsklassen er fastsat ud fra indikatorparametrene fytoplankton, som er i moderat økologisk tilstand. Den økologiske tilstand for benthiske invertebrater og nationalt specifikke stoffer er god. Kvalitetsparameteren rodfæstede planter finder ikke anvendelse i kystvandområder ved den åbne Nordsø langs den jyske vestkyst, da bundplanterne har svært ved at vokse pga. eksponering.



Figur 25.1: Samlet økologisk og kemisk tilstand for den del af farvandet ved Thor Havvindmøllepark, som er omfattet af Vandområdeplan Jylland og Fyn 2021-2027. Vandområde nr. 133 og 218 ses på kortet øst for projektområdet.

Der er ikke opgjort et kvælstofreduktionsbehov for Vesterhavet, nord nr. 133 i tredje planperiode for vandområdeplanerne (2021-2027) (Miljøministeriet, 2023a).

Den kemiske tilstand for begge vandområder nr. 133 og nr. 218 er ikke-god. Dette skyldes i vandområde nr. 133 niveauer af octylphenol målt i sediment, og af kviksølv og BDE sum målt i biota, der overstiger gældende miljøkvalitetskrav (BEK nr 796 af 13/06/2023). Ligeledes er der målt forhøjede niveauer af kviksølv og BDE sum i biota i vandområde nr. 218 samt nonylphenoler i sediment.

Tabel 25.1: Vesterhavet, nord nr. 133 tilstandsvurdering.

Vandområde nr.	Rodfæstede planter	Bentiske invertebrater	Fytoplankton	Nationalt specifikke stoffer	Samlet økologisk tilstand	Samlet kemisk tilstand
Id. 133 Vesterhavet, nord	Ikke anvendelig	God	Moderat	God	Moderat	Ikke-god

25.3.1.1. Vandfasen

Saltholdighed, temperatur og iltkoncentration og -mætning % er i forundersøgelserne til projektet målt ca. 1 m over havbunden ved 150 stationer i parkområdet og 20 stationer i kabelkorridoren (Rambøll & WSP, 2021). Der blev ikke registreret lagdeling af vandsøjlen i hverken parkområdet eller i kabelkorridorerne i forbindelse med CTDO-målinger på de målte stationer.

Tabel 25.2: CTDO-målinger (Conductivity-Temperature-Depth-Optical) foretaget i parkområdet og kabelkorridor for Thor Havvindmøllepark.

Thor	Dybde (m)	Iltmætning (%)	Iltindhold (mg/L)	Salinitet (PSU)	Temperatur (°C)
Parkområde	21,8-35	88,7-104,6	10,4-12,3	34-35	7,9-9,1
Kabelkorridor (R3)	14,3-29,6	92,1-102,8	10,5-11,9	34,2-35	9,3-9,9

Ingen data for målinger af ilt viste tegn på iltmangel i bundvandet (moderat iltsvind beskrives som 2-4 mg/l og kraftigt iltsvind som < 2 mg/l (Miljøstyrelsen, 2022g).

Iltsvind er et sjældent fænomen i farvandet ud for den jyske vestkyst, hvilket skyldes de meget dynamiske forhold. Overvågning og udvikling af iltforholdene i den åbne del af Vesterhavet indgår derfor ikke i den statslige overvågning.

Der er målt vandkemi og sigtdybde på NOVANA station nr. 91000058, 91000061, 91000087, 91000088, 91200016, og 91300159, der omkranser projektområdet for Thor Havvindmøllepark (se evt. Figur 25.4 i afsnit 25.3.1.4).

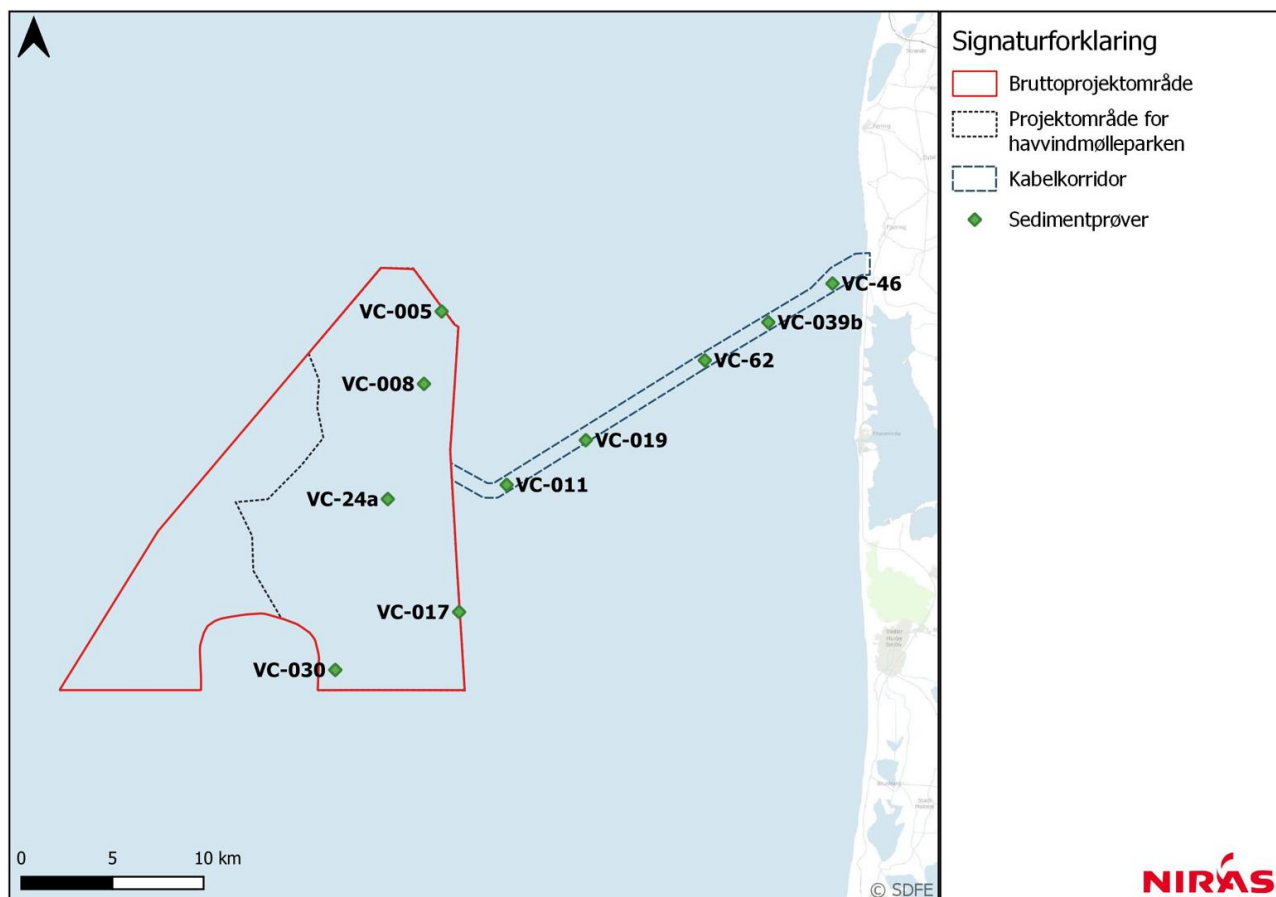
Koncentrationen af total kvælstof (N_{tot}) i overflade- og bundvand er målt i perioden 2013-2023 til at være mellem 50-471 $\mu\text{g/l}$ N_{tot} med en middelværdi på 163 $\mu\text{g/l}$ N_{tot} . Total fosfor koncentration (P_{tot}) er målt mellem 3-67,9 $\mu\text{g/l}$ P_{tot} med en middelværdi på 18 $\mu\text{g/l}$ P_{tot} . Næringsstofkoncentrationerne i hhv. overflade- og bundvand adskiller sig ikke betydeligt. Klorofylindholdet på stationerne varierer mellem 0,156 og 13,9 $\mu\text{g/l}$ med en middelværdi på 1,97 $\mu\text{g/l}$ i perioden 2013-2023 og fremgår at være uafhængig af vanddybden.

Koncentrationen af suspenderet sediment og alger i vandsøjlen påvirker sigtdybden og lysgennemtrængeligheden. Sigtdybden målt på NOVANA stationerne i området omkring havvindmølleparken varierer i perioden 2014-2023 mellem 1,4-14,5 m. Den gennemsnitlige sigtdybde er 5,4 m.

Den naturlige baggrundskoncentration af suspenderet materiale langs vestkysten af Danmark er estimeret til 0-7 mg/l, men der er målt op til 185 mg/l (Rambøll, 2020). På NOVANA stationer syd for Thor Havvindmøllepark, er der målt koncentrationer op til ca. 50-60 mg SS/l og med et gennemsnit på 15-20 mg SS/l (Miljødata.dk, 2022).

25.3.1.2. Sedimentforhold

Sedimentets kemiske sammensætning inden for projektområdet er undersøgt i slutningen af 2022 på 5 stationer i projektområdet og på 5 stationer inden for kabelkorridoren (Figur 25.2). Sedimentet er undersøgt i det øverste lag (fra øverste del af havbunden og ca. 35-45 cm ned), som er det lag, der med højst sandsynlighed vil have den højeste forekomst af antropogen forurening.



Figur 25.2: Prøvetagningspunkter for sedimentanalyser i projektområdet for havvindmølleparken og kabelkorridoren.

Der er analyseret for en række miljøfarlige forurenende stoffer, herunder tungmetaller, PAH'er, PCB'er, TBT, nonylphenoler og octylphenoler. Derudover er der analyseret for næringsstoffer og organisk materiale. Samtlige analyseresultater fremgår af **bilag 6**. I Tabel 25.3 er de målte stoffer vist med koncentrationer angivet i lavest målte og højeste målte koncentration samt et gennemsnit og median af de ti målinger. I analyserapporterne er der angivet en detektionsgrænse. I realiteten er der dog tale om en kvantifikationsgrænse, da der er anvendt en intern standard i samme kørsel som prøverne og denne beregnes ud fra kalibreringskurven fratrukket blindprøven. Dermed bliver detektionsgrænsen i sig selv ikke rapporteret af laboratoriet, men det er udelukkende kvantifikationsgrænsen der bliver angivet.

I det nedenstående sammenholdes stofkoncentrationerne af miljøfarlige forurenende stoffer i vandområdet med miljøkvalitetskrav for sediment, OSPARs BAC (baggrundskoncentrationer) og ERL værdier (dvs. koncentrationer der sjældent forårsager skadelige virkninger på marine organismer) samt aktionsniveauerne for klappning.

Alle analyser af koncentrationen af kviksølv, 4-n-octylphenol, 4-t-octylphenol, nonylphenoler, TBT-Sn samt alle 7 PCB'er lå under kvantifikationsgrænsen, og der kan således ikke udregnes et gennemsnit. I nedenstående Tabel 25.3 er det derfor kvantifikationsgrænsen for stofferne, der er opgivet, og summen af de 7 PCB'er er opgivet som summen af kvantifikationsgrænserne. Mange af analyserne af PAH'er lå desuden under kvantifikationsgrænserne. Summen af PAH'er er derfor udregnet på baggrund af kvantifikationsgrænsen for de prøver der lå under, og er derfor en konservativ udregning.

Tabel 25.3: Resultater af sedimentanalyser samt angivelse af miljøkvalitetskrav for sediment, OSPAR's tærskelværdier og aktionsniveauer for de relevante stoffer. Dertil er der beregnet et gennemsnit og medianværdi på baggrund af måleresultater²⁰. *Alle målinger er under kvantifikationsgrænsen og denne er derfor opgivet. **Sum udregnet fra kvantifikationsgrænsen og derfor konservativ. ***Alle målinger er under kvantifikationsgrænsen, og summen af de 7 PCB'er er opgivet som summen af kvantifikationsgrænsen.

OSPAR opererer med to forskellige tærskelværdier (BAC og ERL). ERL (Effects Range Low) er den koncentration i sedimentet, hvor der forventes ingen eller meget begrænsede biologiske effekter, mens BAC er den naturlige baggrundskoncentration, som for menneskeskabte stoffer vil være nul (OSPAR, 2022).

Stof	Enhed	Min – maks	Gns/ median	MKK for sediment	Nedre aktionsniveau	Øvre aktionsniveau	OSPAR BAC	OSPAR ERL
Tørstof	%	67-96	87,2 / 89	-	-	-	-	-
Glødetab på tørstof	% ts.	< 0,1-5,3	1,03 / 0,47	-	-	-	-	-
Total Nitrogen	mg/kg ts.	< 100-1800	389 / 160	-	-	-	-	-
Fosfor, total	mg/kg ts.	< 50-340	86 / 0	-	-	-	-	-
TOC, totalt org. Kulstof	mg/kg ts.	< 500-8500	2590 / 1950	-	-	-	-	-
Arsen (As)	mg/kg ts.	0,4-7,1	2,2 / 1,4	-	20	90	25	-
Bly (Pb)	mg/kg ts.	0,9-10,0	3,4 / 1,8	163	40	200	38	47
Cadmium (Cd)	mg/kg ts.	< 0,01-0,12	0,03 / 0	3,8 ²¹	0,4	2,5	0,31	1,2
Chrom (Cr)	mg/kg ts.	1,3-21,0	5,3 / 2,0	-	50	270	81	81

²⁰ Ved målinger, hvor mere end 10 %, men mindre end 50 % af alle målinger har koncentrationer over detektionsgrænsen, er alle måleresultater under detektionsgrænsen sat til nul. Ved målinger, hvor 50 % eller mere af alle målinger, har koncentrationer over detektionsgrænsen, er alle måleresultater under detektionsgrænsen sat til halvdelen af detektionsgrænsen.

²¹ Gælder for den biotilgængelige fraktion af stoffet eller koncentrationen af stoffet tilføjet den naturlige baggrundskoncentration.

Kobber (Cu)	mg/kg ts.	0,2-11,0	2,2 / 0,4	-	20	90	27	34
Kviksølv (Hg)*	mg/kg ts.	< 0,05	< 0,05 / < 0,05	-	0,25	1	0,070	0,15
Nikkel (Ni)	mg/kg ts.	0,6-19,0	4,0 / 1,3	-	30	60	36	-
Zink (Zn)	mg/kg ts.	2,7-41,0	12,9 / 5,6	-	130	500	122	150
Anthracen	mg/kg ts.	< 0,0005-0,0026	0,0007 / 0	0,096 x F _{oc} ²²	-	-	0,005	0,085
4-n-oc-tylphenol*	mg/kg ts.	< 0,01	< 0,01 / < 0,01	3,93 x F _{oc} ²²	-	-	-	-
4-t-oc-tylphenol*	mg/kg ts.	< 0,0005	< 0,0005 / < 0,0005	3,93 x F _{oc} ²¹	-	-	-	-
Nonylphenoler*	mg/kg ts.	< 0,1	< 0,1 / < 0,1	2,5 x F _{oc} ²³	-	-	-	-
Tributyltin (TBT-Sn)*	µg/kg ts.	< 1	< 1 / < 1	-	7	200	0	0,8 (EQS ²⁴)
Sum af 9 PAH'er**	mg/kg ts.	0,01-0,14	0,03 / 0,02	-	3	30	0,349	2,99
Sum af 7 PCB'er***	mg/kg ts.	<0,001	<0,001 / <0,001	-	0,02	0,2	1,09	67,9

Overordnet ses sedimentet i projektområdet for Thor Havvindmøllepark at have et højt tørstofindhold og et lavt indhold af organiske stoffer samt lave niveauer af næringsstoffer.

Analyserne viser at indholdet af metallerne bly og cadmium i samtlige målinger ligger under de gældende miljøkvalitetskrav (MKK) for sediment på hhv. 163 og 3,8 mg/kg TS.

For antracen (PAH) med et MKK for sediment på 0,096 x F_{oc} mg/kg TS ses de målte niveauer, der er højere end kvantifikationsgrænsen, at overskride MKK for sediment, da sedimentets indhold af organisk materiale er meget lavt. I NOVANA er man fra 2016 gået over til at måle antracen i muslinger frem for sediment, og fremtidige tilstandsvurderinger af vandområder baseres herpå. Der er målt antracen i muslinger på NOVANA station nr.

²² Dette MKK gælder for Octylphenol (CAS 1806-26-4, EU 217-302-5) (4-n-octylphenol), herunder isomeren 4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)-phenol (CAS 140-66-9, EU 205-426-2) (4-t-octylphenol), dvs. summen af de to forbindelser.

²³ f_{oc} er fraktion af organisk stof i sedimentet.

²⁴ Environmental Quality Standard (EQS). Koncentrationer under EQS bør ikke forårsage nogen kroniske effekter på marine organismer.

91210014, der ligger helt kystnært ca. 1 km nord for kabelkorridoren (se Figur 25.4) og på NOVANA station nr. 91330010 og 91110004 ud for hhv. Ringkøbing Fjord (ca. 35 km fra Thor Havvindmøllepark) og ud for Agger, som er nord for Thyborøn (stationer ikke vist). Antracen koncentrationerne i muslinger på disse stationer overstiger ikke MKK for biota (Miljødata.dk, 2022). Målingerne af biota indikerer derfor, at forekomsten af antracen i sedimentet målt indenfor projektområdet for Thor Havvindmøllepark ikke umiddelbart medfører en overskridelse af miljøkvalitetskravet for biota.

De indsamlede data i projektområdet for Thor Havvindmøllepark ligger ligeledes under OSPARS BAC værdier, som er defineret ved at "hvis koncentrationen i sedimentet er under den laveste OSPAR-værdi (BAC) forventes forventes der ingen biologiske effekter" samt under nedre aktionsniveauer, der som angivet i vejledning for dumpning af forurenede havbundsmateriale (klapvejledningen) (VEJ nr 9702 af 20/10/2008) anses for baggrunds-niveauer.

Der blev i 2019 i forbindelse med den strategiske miljøvurdering af planen for Havvindmølleparken også analyseret for en række parametre i sediment fra de dengang to undersøgte kabelkorridorer (Rambøll, 2021b). Her fremgår det, at samtlige analyserede stoffer i den projekterede kabelkorridor forekommer i lave niveauer i alle prøver, undtaget en enkelt prøve hvor koncentrationen af kobber (målt 21 mg/kg TS) overskrider det nedre aktionsniveau (20 mg/kg TS), men som dog er langt under det øvre aktionsniveau. De resterende målinger af kobber ligger under det nedre aktionsniveau.

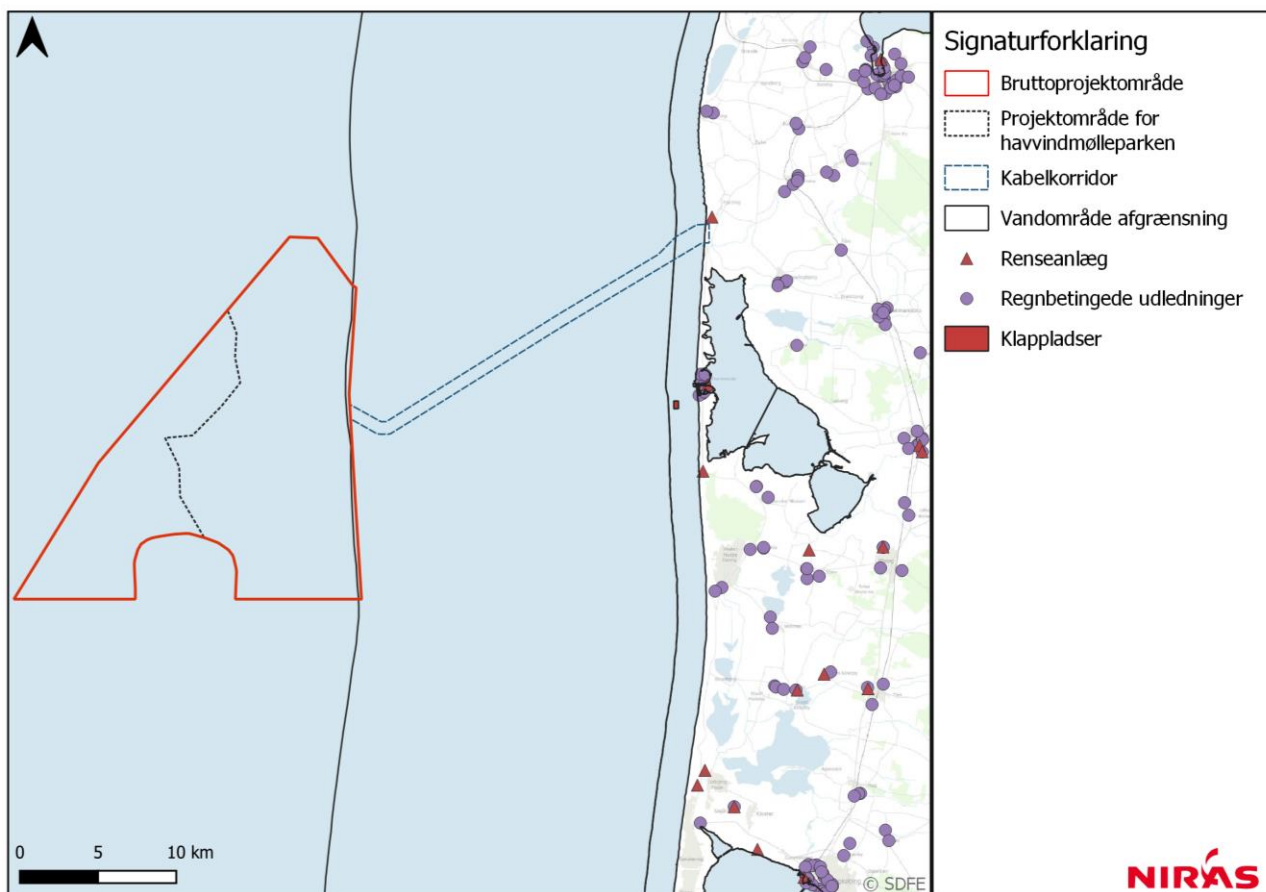
Der er i forbindelse med NOVANA målt for sedimentets indhold af miljøfarlige forurenende stoffer på seks nærliggende stationer ved Thor Havvindmøllepark inden for de seneste 10 år (nr. 91200009, 91200017, 91200018, 91000073, 91000091 og 91300161) (se Figur 25.4). Tilgængelige målinger fra de sidste ti år (2013–2023) fra disse seks stationer viser, at koncentrationer af de analyserede miljøfarlige forurenende stoffer i sediment ikke overstiger de eksisterende miljøkvalitetskrav for sediment, der er fastsat for stofferne cadmium, bly, antracen, naphthalen, og ocyt- og nonylphenoler (BEK nr 796 af 13/06/2023).

Da alle undersøgte miljøfarlige forurenende stoffer forekommer i lave koncentrationer vurderes det, at indholdet af miljøfarlige forurenende stoffer i sedimentet i projektområdet for Thor Havvindmøllepark vil være lavt, og at sedimentet kan betragtes som uforurenede. Der er derfor heller ikke indikationer på, at der skulle være forurening med andre stoffer, herunder PFAS. Dertil bemærkes det, at der i NOVANA er målt for PFOS i begge de berørte kystvandområder, hvor analyseresultaterne herfra ligger ca. 5- 10 gange under miljøkvalitetskravet for PFOS.

Iltforbrugende stoffer defineres i nærværende rapport som organiske stoffer, der nedbrydes af mikroorganismer under forbrug af ilt. Der er ikke foretaget målinger af det biologiske iltforbrug i sedimentprøverne eller på nærliggende NOVANA stationer. Generelt kan det udledes, at når indholdet af organisk stof er lavt, vil det mikrobiologiske iltforbrug ligeledes være lavt. I områder med silt/ler forekomster antages indholdet af iltforbrugende stoffer derfor at være højere end i sandede områder. Hovedparten af projektområdet for Thor Havvindmøllepark består af sandet havbund, og det vurderes derfor på baggrund af de overvejende meget lave glødetabsresultater i sedimentprøverne (Tabel 25.3), at indholdet af iltforbrugende stoffer i sedimentet i størstedelen af projektområdet ligeledes vil være meget lavt.

25.3.1.3. Potentielle eksisterende forureningskilder

Langs kystlinjen i området for Thor Havvindmøllepark er der regnbetingede udløb og et par udløb fra renseanlæg (se Figur 25.3). Derudover findes der flere udløb længere indlands, som via vandløb strømmer ud i havet på den jyske vestkyst.



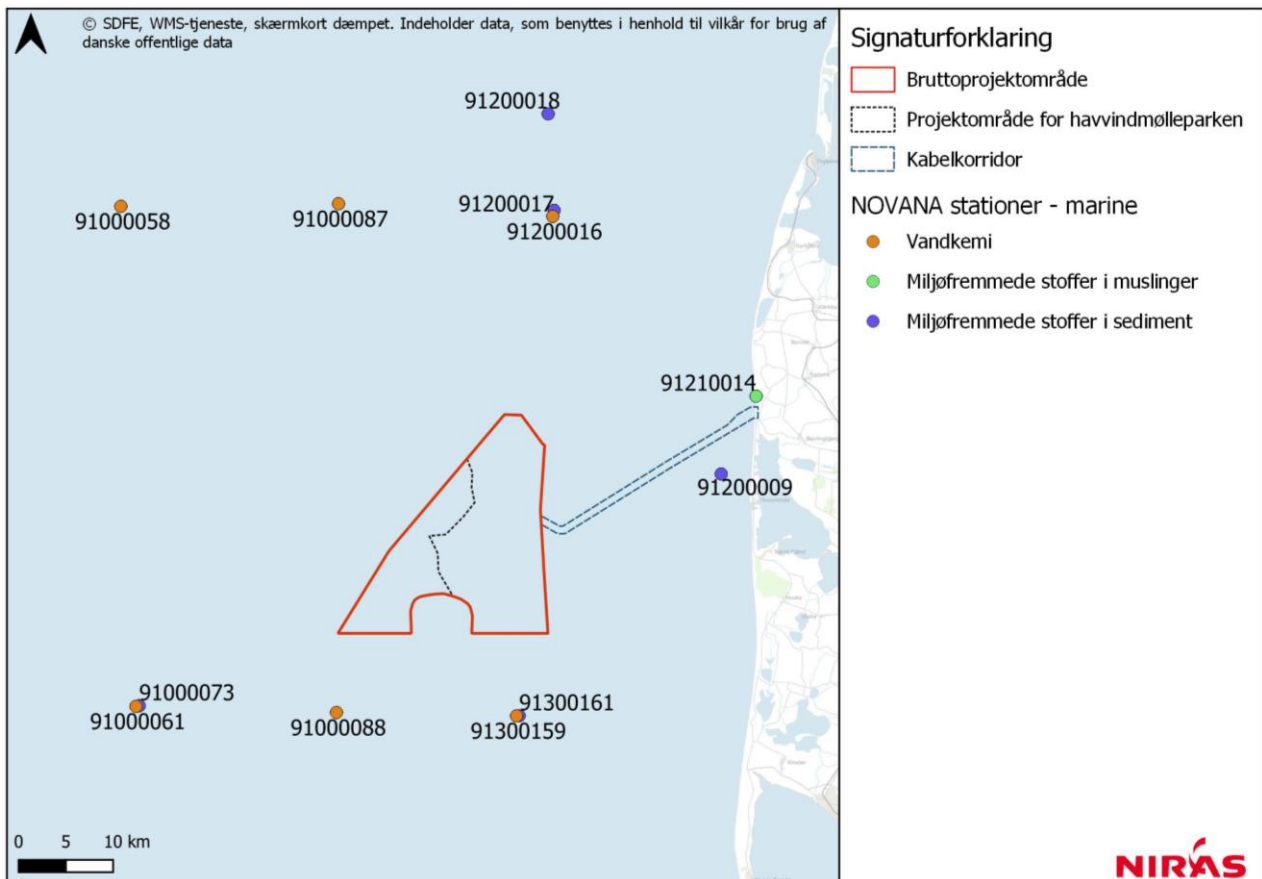
Figur 25.3: Kort over regnbetingede udledninger, udløb fra renseanlæg og udlagte klappladser nær projektområdet for Thor Havvindmøllepark (MiljøGIS, 2022a).

Derudover er der en udlagt en klapplads, der ligger omkring 1,5 km ud for Nissum Fjord. Der er så langt (ca. 10 km) mellem kabelkorridoren for ilandføringskabler og klappladsen, at en eventuel spredning af klappet sediment ikke vil kunne bundfælde indenfor kabelkorridoren i et omfang som ville være målbart. Derfor vil der ikke være risiko for, at sedimentet i anlægsområdet af havvindmølleparken kan være påvirket af aktiviteter på klappladsen.

Der er ikke kendskab til yderligere oplysninger om potentielle forureningskilder i området ud for Nissum Fjord og Thor Havvindmøllepark. De potentielle forureningskilder oplyst ovenfor vurderes ikke at have en betydelig indvirkning på vand- eller sedimentkvaliteten i projektområdet, da vandudskiftningen og dermed fortyndingen i området er stor.

25.3.1.4. NOVANA stationer i kystvande

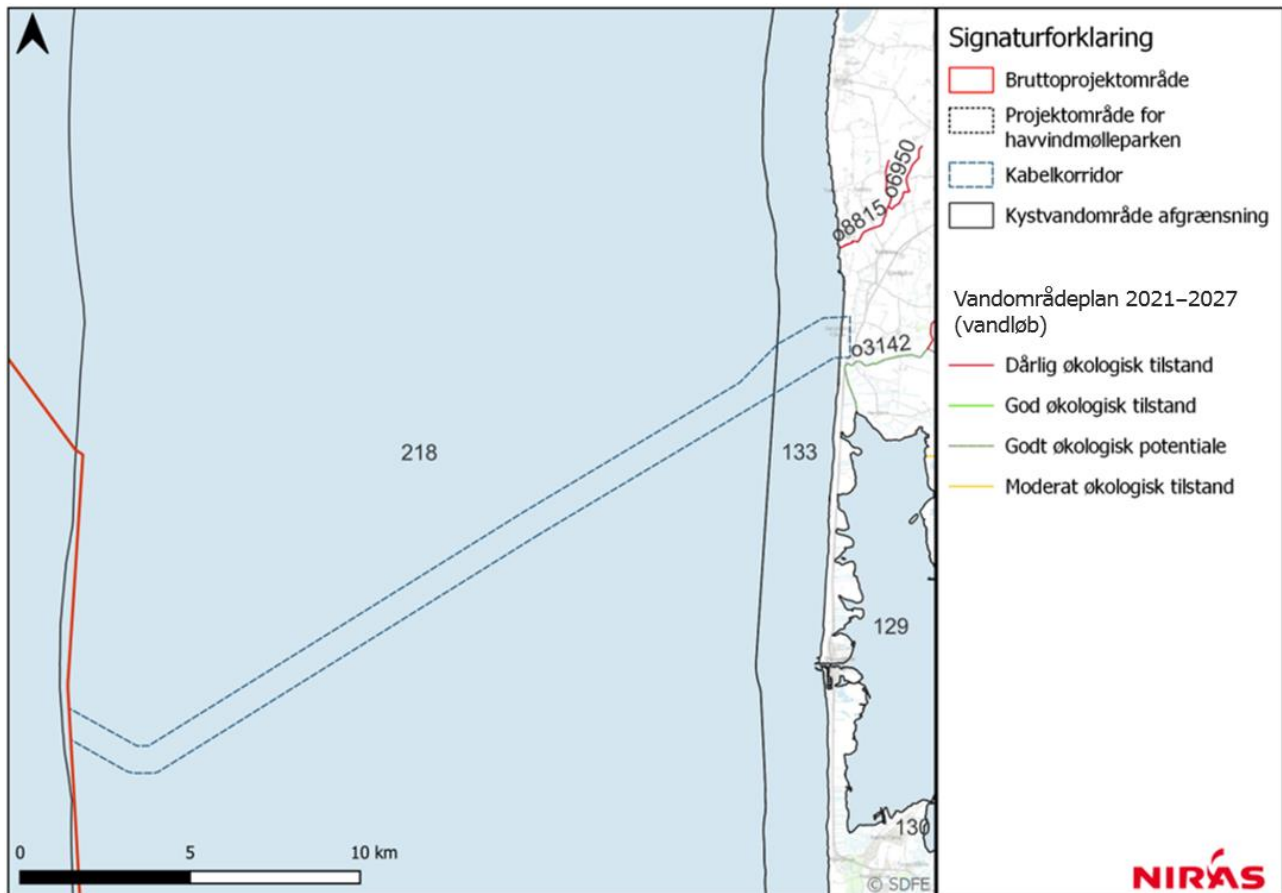
Der findes en række marine overvågningsstationer i området omkring Thor Havvindmøllepark, der benyttes i det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur (NOVANA). På Figur 25.4 ses placeringen af de nærliggende NOVANA stationer.



Figur 25.4: Oversigt over NOVANA stationer i det marine miljø, hvor der måles vandkemi og MFS omkring Thor Havvindmøllepark. Station 91000058 er placeret samme sted som station 91000091 (MFS sediment), der ikke fremgår af kortet.

25.3.2. Vandløb

Omkring 2,5 km nord for korridoren af ilandføringskablerne har vandløbet Dybe Å/Sletdalsgrøft sit udløb (se Figur 25.5). Dybe Å/Sletdalsgrøft id o6950 er 3,89 km og ligger opstrøms Dybe Å/Sletdalsgrøft id o8815, som er 2,2 km og løber ud til Vesterhavet. Begge vandløbstrækninger er omfattet af målsætningen om god økologisk tilstand og god kemisk tilstand. Den samlede økologiske tilstand for Dybe Å/Sletdalsgrøft id o8815 er dårlig. Kvalitetssementerne planter (makrofytter) og smådyr (bentiske invertebrater) er vurderet at være i moderat tilstand og alger (fyto-benthos) er vurderet at være i god tilstand. Tilstanden for fisk er vurderet at være dårlig og tilstanden for nationalt specifikke stoffer og kemisk tilstand er begge ukendte (MiljøGIS, 2023). Den samlede tilstand for Dybe Å/Sletdalsgrøft id o6950 er også dårlig. Tilstanden for makrofytter, fyto-benthos og nationalt specifikke stoffer er ukendt. Bentiske invertebrater er i moderat tilstand, mens tilstanden for fisk er dårlig. Den kemiske tilstand er ukendt.



Figur 25.5: Kort over målsatte vandløb med udløb nær kabelkorridoren.

Luftfotos fra de seneste år samt en besigtigelse i foråret 2023 viser, at vandløbet Dybe Å/Sletdalsgrøftens sidste del er rørlagt (ca. 70 meter) under en del af stranden, og at vand, der strømmer ud af røret fra vandløbet, løber dynamisk hen over den resterende sandstrækning inden udløb til havet.

Der er via luftfotos lavet en afsøgning af andre udløb fra vandløb (målsatte og ikke-målsatte) nær projektområdet for Thor Havvindmøllepark, der potentielt ville kunne påvirkes af projektet, men der er ikke andre udløb til kysten udover Dybe Å/Sletdalsgrøft.

25.4. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

I dette afsnit vurderes det, om projektets potentielle påvirkninger i anlægsfasen vil forringe tilstanden i de målsatte vandområder eller være til hinder for opfyldelsen af målsætningerne om god økologisk og kemisk tilstand i hhv. vandområde nr. 133 Vesterhavet nord, vandløb Dybe Å/Sletdalsgrøft (ID o8815) samt om god kemisk tilstand i vandområde nr. 218 Vesterhavet, 12 sm.

Aktiviteter, der kan påvirke vandkvalitet og målsætningerne i vandområderne under anlægsfasen, relaterer sig til fysisk påvirkning af havbunden, sedimentaflejring og spredning af sediment i forbindelse med anlægsarbejdet. Det suspenderede sediment kan potentielt indeholde miljøfarlige forurenende stoffer, næringsstoffer og iltforbrugende stoffer, som kan spredes med strømmen i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark.

Eventuelle spild fra skibstrafik relateret til anlæg af havvindmølleparken er beskrevet og vurderet under driftsfasen, og vurderes at kunne indeholdes i anlægsfasen også, som er af betydelig kortere varighed sammenlignet med driftsperioden.

Dertil vil der under anlægs- og driftsfasen være emissioner af NO_x fra anlægsfartøjer og under drift fra fartøjer og helikoptere anvendt til service og vedligehold. Dette er endvidere behandlet i kapitel 21 om emissioner og klima.

Til vurderingerne opridses nedenfor relevante konklusioner fra kapitel om sedimentspild og -spredning (kapitel 10) i miljøkonsekvensrapporten, og dernæst vurderes projektets potentielle påvirkninger i forhold til de gældende kvalitetselementer og målsætninger i vandområdeplanerne.

25.4.1. Sedimentspredning

I kapitel 10 om bundtopografi og sediment er der beskrevet en række konklusioner ift. spredning og aflejring af sediment i anlægsfasen baseret på detaljerede modelleringer, som vurderingerne af påvirkninger af vandkvalitet til dels baserer sig på. Der tages i det følgende udgangspunkt i sedimentmodelleringen af scenarie 1 for ilandføringskablerne, da sammenligningen af scenarie 1 og scenarie 2 beskrevet i afsnit 10.3.2 viser, at sedimentspredningen og sedimentationen på havbunden er næsten ens for de to scenarier, men at scenarie 1 dog giver marginalt større sedimentspredning og sedimentation end scenarie 2.

Modellering af sedimentspild i anlægsfasen er gennemført for følgende installationsprocesser:

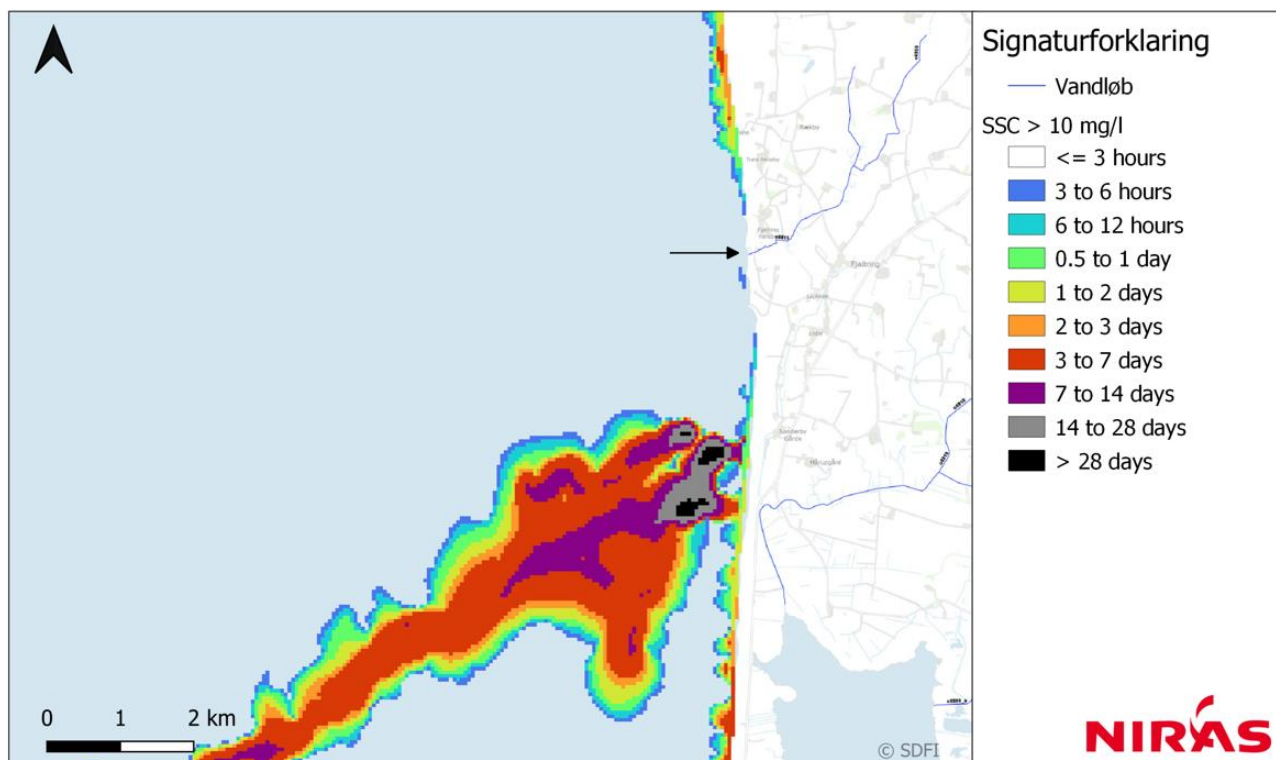
- Forberedelse af havbund til ilandføringskabler: I en afstand på ca. 3 km fra kysten og ud, skal havbunden jævnes, så sand skal fjernes vha. gravearbejde og sugning. Sedimentet vil blive midlertidigt opbevaret i et område med sandbund ca. 800 meter nord for kablet. Efter kablerne er nedspulet bliver sedimentet flyttet tilbage, og brugt til at reetablere kabelkorridoren. Dette udføres i praksis kun såfremt renden ikke er tilbagefyldt naturligt. For beskrivelse af bypass og illustration af bypass-område henvises til hhv. afsnit 4.4.5.1 og Figur 4.6.
- Anlæg af ilandføringskabler: Kabler nedspules til 2 meters dybde.
- Inter-array kabler i havvindmølleparken: Nedspules til 2 meters dybde.
- Udboring af monopæl: Endeligt udbores en tilfældig monopæl for at se dennes påvirkning på sedimentspredningen.

Analysen af kornstørrelsesfordelingen i sedimentet viser, at sedimentet overvejende består af grove partikler, som vil udfælde efter kort tid (afsnit 10.1). Det er vurderet, at sedimentspildet i forbindelse med ramning af monopæle og udlægning af erosionsbeskyttelse er uden betydning og indgår derfor ikke i modelberegningerne (se afsnit 10.3 for vurdering af bundtopografi og sediment i anlægsfasen).

Sedimentspildet er vist at forekomme primært langs havbunden, da nedspulingen af kablerne foregår langs havbunden. Af resultaterne fra modelleringen fremgår det derudover, at det største sedimentspild og -spredning vil foregå inde ved kysten langs ilandføringskablerne. Varigheden af dybdemidlet sedimentkoncentrationer over 10 mg SS/l for de nederste 10 m af vandsøjlen er for størstedelen af etableringen af ilandføringskablerne fra få timer og op til 7 dage. Helt inde ved kysten vil varigheden af koncentrationer over 10 mg SS/l overvejende være over 7 dage og der vil være få områder med begrænset udbredelse, der har en varighed med 10 mg SS/l i 4-6,5 uge. Sedimentspredningen omkring ilandføringskablerne har samlet en lokal udbredelse på omkring 2-3 km fra anlægsaktiviteterne. Resultaterne kan ses på Figur 10.3 i afsnit 10.3.1 om bundtopografi og sediment.

Nedenfor er indsat et oversigtskort (Figur 25.6), der viser varigheden af suspenderet sedimentkoncentrationer over 10 mg/l som følge af kabletableringen omkring udløbet af vandløbet Dybe Å/Sletdalsgrøften. Det fremgår af

kortet, at der under kabeletableringen ikke forekommer suspenderet sedimentkoncentrationer over 10 mg/l i nærheden af udløbet i mere end 6 timer.



Figur 25.6: Kort visende modelberegninger af varighed af suspenderet sedimentkoncentrationer (SSC) på 10 mg/l som følge af kabeletableringen og pil, der angiver udløbet af Dybe Å.

Varigheden af koncentrationer over 10 mg SS/l ved bunden i projektområdet for havvindmølleparken og nord herfor er mellem 3 timer til 2 døgn. Den kortvarige udbredelse af suspenderet sediment ved bunden dækker det meste af projektområdet for havvindmølleparken samt et mindre område nord herfor. For kort over resultater, henvises der til afsnit 10.3.

Sedimentaflejringer efter afslutning af installationsaktiviteterne ses at være overordnet begrænset i udbredelse og størrelse (afsnit 10.3). De højeste lag findes tæt på kysten (op til 43 mm), hvor ilandføringskablerne installeres, samt tæt på offshore transformerplatformen ude i projektområdet. Øvrige sedimentaflejringer langs ilandføringskablerne er op til 20 mm, mens der i projektområdet primært ses aflejringer i størrelsesorden op til 5-6 mm. Det aflejrede sediment er ikke stationært og vil med tiden blive resuspenderet og transporteret af strøm og bølger.

Thor Havvindmøllepark ligger i et havområde, der er karakteriseret ved at have meget dynamiske forhold, hvor der forekommer en naturlig høj sedimenttransport og en høj vandudskiftning

25.4.2. Økologisk tilstand (kystvandområde nr. 133)

Økologisk tilstand er kun gældende for vandområder, der ligger inden for 1 sømil-grænsen. Det vurderes, at det udelukkende vil være aktiviteter i forbindelse med ilandføringskablerne, der kan have en påvirkning på den økologiske tilstand for vandområde nr. 133 Vesterhavet, nord, da havvindmøllerne anlægges mere end 20 km fra kysten og dermed ikke vil have en indvirkning på det kystnære vandområde nr. 133.

Der er ikke anført et indsatsbehov for kvælstof i vandområde nr. 133, idet kvælstoftilførslen i 2027, ved fuldt indregnet baselineeffekt, forventes at være på niveau med eller lavere end den beregnede målbelastning (Miljøministeriet, 2023a). Indholdet af næringsstoffer (total N og P) i sedimentet i projektområdet for Thor Havvindmøllepark er målt til at være lavt, og det vil yderligere kun være en mindre andel af det målte, som er biologisk tilgængeligt. Vandudskiftningen i området er høj og frigivne næringsstoffer fra sedimentspild under anlægsfasen vil være begrænset i tid og rum, og blive fortyndet i de store vandmasser.

NO_x, der udledes fra anlægsfartøjer, indeholder kvælstof og emissioner til luften kan potentielt tilføres havet via deposition. For både NO og NO₂ vil der udelukkende være tale om deposition ved tørdeposition (DCE, 2014). Tørdeposition af et stof sker, når stoffet bringes i direkte kontakt med en overflade, som f.eks. kan være vandoverflader, jord eller vegetation. Tørdeposition af NO og NO₂ er meget lille og normalt ubetydelig sammenholdt med tørdeposition på land (ca. 1/10.000 af tørdeposition på land). Derfor vil NO og NO₂ depositionen foregå på land, også når der er adskillige kilometer til land. NO og NO₂ udvaskes ikke med regnvand, hvilket vil sige, at der ikke sker en våddeposition. Kun over meget store afstande kan det udvaskes. Dette kræver kemisk omsætning i atmosfæren til salpetersyre og foregår flere 100 eller 1.000 km væk fra emissionsstedet. I betragtning af det store projektområde, som der emitteres NO_x over, samt den meget lave depositions-hastighed på vand, vurderes depositionen af kvælstof til vand ikke at have indflydelse på denne parameter i forhold til god økologisk tilstand og behandles derfor ikke yderligere. Emission af NO_x er omkring 4 gange højere i anlægsfasen end driftsfasen. Vurderinger foretaget under anlægsfasen, vurderes derfor at være mere end dækkende for driftsfasen.

25.4.2.1. Fytoplankton

En øget belastning med kvælstof og fosfor kan potentielt medføre en forhøjelse af mængden af planteplanktonproduktion (algeopblomstring). Dette vil kunne forårsage en skyggevirkning og dermed påvirke sigtddybden.

En potentiel påvirkning på fytoplankton som følge af frigivelse af kvælstof vurderes for dette projekt at være ubetydelig, eftersom næringsstofindholdet i sedimentet er lavt og den biotilgængelige del af kvælstof endnu lavere. Suspenderet sediment forårsaget af anlægsaktiviteter fra ilandføringskabler vil forekomme kortvarigt (overvejende under 7 dage) i det meste af kabelkorridoren og være af begrænset mængde. Dertil vil frigivede næringsstoffer blive fortyndet i takt med, at afstanden til kilden stiger. Det vurderes, at anlæg af havvindmølleparken ikke vil medføre en påvirkning af kvalitetselementet fytoplankton, der kan forringe tilstanden af fytoplankton eller være til hinder for målopfyldelse i vandområde nr. 133 Vesterhavet, nord.

25.4.2.2. Bentiske invertebrater

Ved etablering af ilandføringskablerne vil der være risiko for fysisk tab af bundfauna. Selve nedspulingen optager en meget lille del af havbunden i det samlede areal for vandområde nr. 133 og vil udgøre mindre end 0,1 % af hele vandområdet. Påvirkningen vil desuden være fuldt reversibel indenfor 1-5 år, da bundfaunaorganismer vil genindvandre fra uforstyrrede områder.

Aflejring af sediment, som beskrevet ovenfor, vil ligeledes være begrænset (op til 43 mm) og af helt lokal udbredelse, og det vurderes, at bundfaunaens sammensætning, udbredelse og funktion derfor ikke vil påvirkes i betydelig grad (se også kapitel 13 om marin flora og fauna).

Det er på baggrund af sedimentanalyserne vurderet, at koncentrationen af iltforbrugende stoffer i sedimentet indenfor projektområdet af Thor Havvindmøllepark er lav. Da der er gode iltforhold i området og en høj opblanding, vil vandområdet ikke være særligt følsomt overfor kortvarige udsving, der kan opstå under anlægsarbejdet i havbunden. Udsvingene af suspenderet sediment i vandfasen omkring kabelkorridoren og bypass-området og en potentiel kortvarig forøgelse af iltforbruget vil desuden være af overvejende samme størrelsesorden som de naturlige

udsving af resuspension i området. Det vurderes derfor, at en eventuel kortvarig forøgelse af iltforbrug ikke vil have betydning for vandkvaliteten og dermed ikke have en effekt på bundfaunaen.

Det vurderes samlet, at påvirkningen, som følge af begrænset fysisk fjernelse af havbund, lokale og kortvarige forøgede sedimentkoncentrationer i vandfasen og lokale små mængder aflejret sediment, ikke vil medføre en påvirkning på kvalitetselementet bundfauna, der kan forringe tilstanden eller forhindre målopfyldelse i vandområde nr. 133 Vesterhavet, nord.

25.4.2.3. Nationalt specifikke stoffer

Anlæg af ilandføringskablerne kan resultere i frigivelse af i forvejen forekommende miljøfarlige forurenende stoffer bundet til sedimentet. Derudover vil anlægsfasen i sig selv ikke bidrage til en mertilførsel af miljøfarlige forurenende stoffer til vandområderne, medmindre der sker uheld, som kan resultere i spild af miljøfarlige forurenende stoffer fra anlægsfartøjer under anlægsfasen. Dette er som tidligere beskrevet behandlet i vurderingen under afsnit 25.5.1.

Sedimentet i kabelkorridoren har lave koncentrationer af miljøfarlige forurenende stoffer, svarende til baggrunds niveauer (se afsnit 25.3.1.2), og det vil derfor tilsvarende være lave koncentrationer af miljøfarlige forurenende stoffer, der potentielt kan frigives fra det suspendede sediment under anlægsarbejder med etablering af ilandføringskablerne.

En potentiel påvirkning af vandkvaliteten fra suspendede sediment under anlægsaktiviteterne vil foregå over en begrænset tidsperiode (overvejende under 7 dage) og med en lokal udbredelse omkring etableringen af ilandføringskabler og bypass-området (samlet op til ca. 2-3 km bredde fra kabeltracéets midte). Desuden vil frigivelse af miljøfarlige forurenende stoffer fra sedimentet hurtigt blive fortyndet og spredt grundet den store vandudskiftning i området.

Det vurderes derfor, at forstyrrelse af sediment under anlægsfasen ikke vil resultere i frigivelse og spredning af miljøfarlige forurenende stoffer i koncentrationer, der vil medføre risiko for overskridelser af de fastlagte miljøkvalitetskrav for vand, sediment og biota i vandområdet (BEK nr 796 af 13/06/2023) for nationalt specifikke stoffer.

Det vurderes på baggrund heraf, at anlæg af Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre en påvirkning på kvalitetselementet nationalt specifikke stoffer, som vil kunne forringe tilstanden eller forhindre målopfyldelse for økologisk tilstand i vandområde nr. 133 Vesterhavet, nord.

25.4.3. Kemisk tilstand (kystvandområde nr. 133 og 218)

Målet om god kemisk tilstand gælder for både vandområde nr. 133 og nr. 218. Som det fremgår af Figur 25.1, anlægges ilandføringskablerne på tværs af begge målsatte vandområder, mens projektområdet for havvindmøllerne grænser op mod vest for vandområde nr. 218. Hovedparten af havvindmøllerne etableres udenfor dette vandområde, og potentielle påvirkninger til den kemiske tilstand i vandområdet vil således primært være relateret til etablering af ilandføringskablerne i havbunden, da der ikke ses en synlig sedimentspredning fra anlægsaktiviteter fra vest mod øst (se afsnit 10.3 for vurdering af bundtopografi og sediment i anlægsfasen). Der ses heller ikke en forskel i sedimentets indhold af miljøfarlige forurenende stoffer mellem det vestlige projektområdet for havvindmøller, og området hvor ilandføringskablerne skal etableres.

Som beskrevet i afsnit 25.3.1.2 om sedimentforhold og i ovenstående afsnit om nationalt specifikke stoffer, er havbundssedimentets indhold af miljøfarlige forurenende stoffer indenfor projektområdet af Thor Havvindmøllepark lavt og kan sammenlignes med baggrunds niveauer. Det vil derfor tilsvarende være lave koncentrationer af

miljøfarlige forurenende stoffer, der potentielt kan frigives fra det suspenderede sediment under anlægsarbejder i havbunden. Anlægsaktiviteterne vil heller ikke i sig selv give anledning til tilførsel af miljøfarlige forurenende stoffer.

Ligesom for vurderingen for nationalt specifikke stoffer, vil en potentiel påvirkning af vandkvaliteten fra suspenderet sediment under anlægsaktiviteterne foregå over en begrænset tidsperiode (overvejende under 7 dage) og med en lokal udbredelse omkring etableringen af ilandføringskabler (samlet ca. 2-3 km fra kabeltraceet). Desuden vil potentiel frigivelse af miljøfarlige forurenende stoffer fra sedimentet hurtigt blive fortyndet og spredt grundet den store vandudskiftning i området. Sedimentspredning fra anlæg af havvindmøller og søkabler vil være begrænset og kun foregå i en kortvarig periode og vil fra de fleste anlægsinstallationer formodentligt ikke være meget større end det, der kan forekomme under kraftig stormvejr.

Det vurderes derfor, at forstyrrelse af sediment under anlægsfasen ikke vil resultere i frigivelse og spredning af miljøfarlige forurenende stoffer i koncentrationer, der vil overskride de fastlagte miljøkvalitetskrav for vand, sediment og biota i vandområdet (BEK nr 796 af 13/06/2023) for EU prioriterede stoffer.

Den kemisk tilstand i vandområde nr. 133 Vesterhavet, nord og nr. 218 Vesterhavet, 12 sm er ikke-god. Dette skyldes koncentrationer af BDE og kviksølv i begge vandområder, nonylphenoler i vandområde nr. 218 og octylphenoler i vandområde nr. 133, der overskrider miljøkvalitetskravene. Der er derfor udarbejdet en risikovurdering (**bilag 7**). Risikovurderingen for hvert stof gennemgår stoffets egenskaber og skæbne i vandmiljøet, de primære kilder af stoffet til vandmiljøet, udvikling i både tilførsel og tilstedeværelse i vandmiljøet samt projektets tilførsel af det enkelte stof og dets signifikans for det konkrete vandområde. Risikovurderingen viser, at anlæg af Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre en koncentrationsforøgelse af BDE, kviksølv, nonylphenoler og octylphenoler i vand, sediment og biota.

Det vurderes på baggrund heraf, at anlæg af Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre en påvirkning af den kemiske tilstand, som vil kunne forringe tilstanden eller forhindre målopfyldelse for kemisk tilstand i vandområde nr. 133 Vesterhavet, nord og vandområde nr. 218 Vesterhavet, 12 sm.

25.4.4. NOVANA overvågning i kystvande

Som det fremgår af Figur 25.4, er der ingen af NOVANA stationerne, hvor der måles vandkvalitet, der ligger indenfor eller i umiddelbar nærhed af projektområdet og kabelkorridoren. Ligeledes findes der ingen øvrige overvågningsstationer (f.eks. bundfauna og andre marine organismer) indenfor eller i umiddelbar nærhed af Thor Havvindmøllepark (MiljøGIS, 2022b), som kan påvirkes af projektet og etablering af Thor Havvindmøllepark vil derfor ikke påvirke den nationale overvågning, som også omfatter havstrategiovervågningen.

25.4.5. Vandløb

Sedimentfaner i det marine miljø omkring vandløbets udløb kan potentielt have en afledt påvirkning på migrerende fisk, som laks og ørred, der er en del af kvalitetselementet *fisk* for målsatte vandløb. Suspenderet sediment i havet vil ikke kunne blive spredt op i selve vandløbet og der vil derfor ikke være en potentiel påvirkning på de øvrige kvalitetselementer, der anvendes til målsatte vandløbs tilstandsvurderinger. Disse behandles derfor ikke i vurderingen.

Vandrende fisk som ørreder migrerer som oftest ud til havet i foråret (april-maj) og større ørreder vandrer tilbage til vandløbet i løbet af sommeren og efteråret. Fiskearter, der opholder sig langs vestkysten og i vandløb er tilpasset eller vant til periodisk forhøjede koncentrationer af suspenderet sediment i deres naturlige omgivelser, idet der ved disse levesteder ofte forekommer forøget suspenderet sediment i vandsøjlen som følge af nedbør og blæsevejr. Undvigeadfærd for de meste følsomme fisk (pelagiske arter) er som konservative standardværdier sat til 10 mg/l og for bundlevende arter sat til 50 mg/l.

Varigheden af koncentrationer højere end 10 mg SS/l med relevans for Dybe Å er vist på Figur 25.6. Her fremgår det, at der ikke forekommer suspenderet sedimentkoncentrationer fra anlægsarbejdet over 10 mg/l med længere varighed end 6 timer i nærheden af udløbet fra Dybe Å/Sletdalsgrøft id o8815 og id o6950. Lige ud for udløbet er varigheden under 3 timer, hvilket også er gældende længere væk fra kysten mod vest. Anlægsarbejdet vurderes derfor ikke at påvirke migrerende fisk i området, og heller ikke at forringe tilstanden for fisk eller forhindre målopfyldelse for Dybe Å/Sletdalsgrøft id o8815 og id o6950.

25.4.6. Samlet vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

Sedimentanalyser i området omkring projektet har vist at havbundssedimentets indhold af miljøfarlige forurenende stoffer og næringsstoffer er lavt. Anlægsfasen vil overordnet medføre kortvarige og lokalt begrænset forøgede sedimentkoncentrationer i vandfasen i et havområde, der har en naturlig høj sedimentvandring. Hovedparten af sedimentspredningen og dermed den potentielle frigivelse af sedimentbundne stoffer er desuden sammenlignelig med naturligt forekommende resuspension under hårdt vejr. Det vurderes samlet, at påvirkningen fra suspenderet sediment i vandfasen og frigivelse af miljøfarlige forurenende stoffer, næringsstoffer samt iltforbrugende stoffer, forårsaget af anlægsarbejder i havbunden ikke vil forringe den økologiske tilstand for vandområde nr. 133 Vesterhavet, nord og for Dybe Å/Sletdalsgrøft, o8815, og vil ligeledes heller ikke forringe den kemiske tilstand for vandområde nr. 133 Vesterhavet, nord og nr. 218 Vesterhavet, 12 sm eller forhindre målopfyldelse i de pågældende vandområder.

25.5. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

I dette afsnit vurderes havvindmølleparkens potentielle påvirkninger i driftsfasen, der kan have betydning for opfyldelse af målsætningerne i lov om vandplanlægning med tilhørende bekendtgørelser. Mulige miljøpåvirkninger fra havvindmølleparken i drift relaterer sig til eventuelle ændringer i hydrografien, samt afgivelse af stoffer fra korrosions- og overfladebeskyttelse og spild fra skibe i uheldssituationer.

Havvindmølleparken kan potentielt medføre en påvirkning på hydrografien omkring vindmøllefundamenterne, der potentielt kan påvirke lagdelingen af vandsøjlen og/eller medføre resuspension.

Det er på baggrund af den gennemførte hydrauliske modellering vurderet, at der vil være en lille påvirkning af strømmen, i de områder hvor strømforholdene påvirkes af havvindmølleparken samt en lille påvirkning af bølgeklimaet (afsnit 9.3.1 og 9.3.2). Der er vist en mindre forøgelse af opblandingen lokalt omkring vindmøllernes fundamenter. Data fra den NOVANA viser, at lagdeling er et sjældent fænomen i området omkring Thor Havvindmøllepark og det er vurderet, at påvirkningen på vandskifte og lagdeling som følge af tilstedeværelsen af møllerne er ingen eller lille (se afsnit 9.3 for vurdering af hydrografi i driftsfasen). Sedimentspild og -spredning som følge af erosion er ligeledes vurderet at være begrænset og ikke have en påvirkning på sedimentforhold i området. En potentiel frigivelse af sedimentbundne stoffer i forbindelse hermed vil derfor være uden betydning for vandkvaliteten i området. Samlet vurderes det, at Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre påvirkninger af de hydrografiske forhold, der vil have en afledt påvirkning på vandkvaliteten, og dermed vil projektet ikke medføre en risiko for forringelse af tilstanden eller forhindre målopfyldelse i vandområde nr. 133 og 218.

Yderligere kan der ske tilførsel af miljøfarlige forurenende stoffer via frigivelse fra korrosionsbeskyttelsen på stålkonstruktioner under havoverfladen og fra vindmøllernes overfladebeskyttelse, samt fra spilduheld under tilsyn og vedligehold af vindmøllerne.

Hovedparten af Thor Havvindmøllepark ligger udenfor 12-sømilgrænsen, og det vil umiddelbart kun være vandområde nr. 218 Vesterhavet, 12 sm, der potentielt kan påvirkes og som derfor behandles nedenfor. For vandområde nr. 218 gælder kun målsætningen om god kemisk tilstand.

25.5.1. Kemisk tilstand (kystvandområde nr. 218)

Hovedparten af havvindmøllerne placeres uden for vandområde nr. 218 Vesterhavet, 12 sm. Dog kan det ikke afvises, at afsmitning af forurenende stoffer fra havvindmøller og andre stålkonstruktioner samt eventuelle spild under service og vedligehold af havvindmølleparken potentielt kan sprede sig i det målsatte kystvandområde.

25.5.1.1. Frigivelse af miljøfarlige forurenende stoffer fra stålkonstruktioner

Frigivelse af miljøfarlige forurenende stoffer kan ske ved afgang af korrosionsbeskyttende stoffer fra stålkonstruktioner under havoverfladen og fra anden overfladebeskyttelse (maling) på offshore konstruktioner. Overfladebeskyttelse er behandlet grundigt i risikovurderingen, der indgår i **bilag 7**.

Konstruktioner og skibe, der er i kontakt med havet, beskyttes som oftest mod korrosion ved brug af galvaniseret offeranoder eller påtrykt strøm (ICCP). De mest anvendte galvaniserede offeranoder er baseret på enten aluminium eller zink, der hovedsageligt består af disse to metaller og derudover indium og i mindre grad andre spormetaller. Metaller fra galvaniserede offeranoder vil afgives langsomt til vandmiljøet i hele stålkonstruktionernes levetid. Sådanne typer korrosionsbeskyttelse er standard på offshoreanlæg og -installationer såsom platforme og rørledninger samt i havne (f.eks. spuns i kajanlæg) og i skibes ballasttanke. Anvendelse af påtrykt strøm (ICCP = Impressed Current Cathodic Protection) som korrosionsbeskyttelse er en nyere anvendt teknik inden for vindmølleindustrien. ICCP har en væsentlig lavere frigivelse af metaller til det omgivende vandmiljø (Kirchgeorg et al, 2018) end offeranoder, idet det er den påtrykte strøm, der udøver beskyttelsen, fremfor offeranoder, der tærer over tid og dermed afgiver stof til havet.

For Thor Havvindmøllepark benyttes der ICCP (påtrykt strøm) til korrosionsbeskyttelse af havvindmøllerne, mens der benyttes aluminium offeranoder til transformerplatformen. Anvendelse af ICCP på møllerne vurderes at medføre et minimalt bidrag af metaller til de omgivende vandmasser. Der anvendes typisk 10 gange mere offeranodemateriale til at korrosionsbeskytte en platform end en havvindmølle. Thor Havvindmøllepark opføres i et havområde, hvor vandudskiftningen er stor, og hvor fortyndingen er høj. Stofafgivelse (primært aluminium) fra offeranoder på transformerplatformen vil foregå mere eller mindre kontinuerligt, men hastigheden, hvormed metallerne afgives til de omgivende vandmasser, vil være lav, og det vil således være små mængder, der passivt frigives til vandmiljøet fra transformerplatformen i hele Thor Havvindmølleparks levetid. De små mængder, der afgives fra offeranoder vil derfor hurtigt blive opblandet og spredt i de store omkringliggende vandmasser, der yderligere udskiftes kontinuerligt med havstrømmene. Afgivelse af aluminium samt øvrige metaller vurderes derfor ikke at medføre målbar forøgelse af stofkoncentrationer i vand, sediment eller biota. Der kan ske afsmitning af stoffer fra stålkonstruktionernes overfladebeskyttelse, der for havvindmøller normalt består af epoxy og polyurethan baseret beskyttelse. I epoxy baseret beskyttelse kan der forekomme phenolforbindelser såsom Bisphenol A, Bisphenol A diglycidyl ether, p-tert-butylphenol, octylphenol, nonylphenol, benzyl alcohol og polyaminer mens beskyttelse baseret på polyurethan blandt andet kan indeholde diisocyanater og blødgørere (Bell et al., 2020a; Vermeirssen et al., 2017). Polyurethan og epoxy er i deres endelige form polymerer, som umiddelbart ikke bør indeholde ureagerede monomerer eller øvrige reaktionsprodukter, dvs. der bør reelt ikke ske en afsmitning eller udvaskning af de omtalte stoffer. Dog kan disse forekomme som rest- og nedbrydningsprodukter i epoxy og polyurethan overfladebehandlinger. For yderligere redegørelse af de kemiske forbindelser i overfladebehandlingen henvises til risikovurderingen.

NIRAS har gennem et litteraturstudie i 2023 og en screening af sikkerhedsdatabladene for typisk anvendte overfladebehandlinger identificeret indholdet af Bisphenol A, 4-tert-butylphenol og Bisphenol A diglycidyl ether som de mest kritiske stoffer i epoxy maling, grundet deres toksicitet og at de udgør den største andel af miljøfarlige forurenende stoffer i malingen. I polyurethan maling er diisocyanat blevet identificeret som det mest problematiske stof ud fra de ovennævnte kriterier omkring giftighed og mængder. Da Bisphenol A har det laveste fastsatte

miljøkvalitetskrav anvendes dette stof som indikator for de øvrige organiske stoffer i risikovurderingen. I risikovurderingen (**bilag 7**) indgår der en liste over den videnskabelige litteratur og datablade mv., der er brugt til litteraturstudiet.

Overfladebeskyttelsen af stålkonstruktionerne på Thor Havvindmøllepark (møller og transformerplatform) består af det traditionelt anvendte epoxy og polyurethan baseret beskyttelse. Epoxy baseret beskyttelse kan indeholde nonylphenoler og octylphenoler, som er et af de EU prioriterede stoffer, der er årsag til ikke-god kemisk tilstand i vandområde nr. 218 og nr. 133. Bygherre, Thor Wind Farm I/S (RWE), har indhentet tilsagn fra deres mulige leverandører om, at der ikke anvendes overfladebehandling, der indeholder nonylphenoler eller octylphenoler. Der vil derfor ikke være risiko for afsmitning af nonylphenoler og octylphenoler fra møllernes overfladebehandling. Ved samme lejlighed bekræftede de mulige leverandører også, at deres produkter heller ikke indeholder kviksølv eller BDE, hvilket er de to øvrige stoffer, som er årsag til ikke-god kemisk tilstand i vandområde nr. 218 Vesterhavet, 12 sm.

For Bisphenol A og dermed øvrige miljøfarlige forurenende stoffer er der i risikovurderingen (**bilag 7**) gennemført beregninger og vurderinger ud fra worst case betragtninger. Til worst case betragtningerne er der taget udgangspunkt i, at alle letudvaskelige monomerer af Bisphenol A i overfladebehandlingen afgives over 7 dage, og at den resulterende koncentration af overfladebehandling/maling tabt fra møllerne til det omkringliggende vandmiljø sammenholdes direkte med miljøkvalitetskrav og kriterierne for Bisphenol A og øvrige stoffer. Dertil er der ikke indregnet en kontinuerlig vandudskiftning, men opstillet en forsimplet badekarsmodel. Selv ud fra disse worst case betragtninger er den samlede konklusion, at afsmitning fra projektets havvindmøller ikke medfører risiko for overskridelse af miljøkvalitetskrav fastlagt i Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvand, kystvande og grundvand (BEK nr 796 af 13/06/2023), ikke medfører koncentrationsforøgelse i biota eller sediment og heller ikke medfører risiko for overskridelse af PNEC værdier for organiske indholdsstoffer og nedbrydningsprodukter fra overfladebehandlingen anvendt på vinger, nacelle, tårn og fundament i vand, sediment og biota i det omgivende vandområde nr. 218 Vesterhavet, 12 sm og dermed heller ikke i det tilstødende kystvandområde nr. 133 Vesterhav, nord.

25.5.1.2. Spild forårsaget af uheld

Skibe, som benyttes til driftsfasen, skal følge de til enhver tid gældende retningslinjer for at forebygge og undgå uheld til søs. Hvis uheld fra skibe alligevel sker, forventes det, at det som spildes vil blive opsamlet.

Havvindmøller er i dag designet til at undgå spild til miljøet i tilfælde af et udslip af væskesystemer i turbinen. Det vurderes kun at være meget små mængder, der ved uheld potentielt kan ende i havmiljøet, da der i vedligeholdssituationer findes strikse procedurer (Best Applied Practice (BAP) og HSE), for at forebygge uheld hvor spild vil blive opsamlet.

Eventuelle tilbageværende spild fra skibe og møller vil på grund af den høje vandudskiftning i området omkring Thor Havvindmøllepark hurtigt blive fortyndet til ubetydelige og ikke målbare koncentrationer i nærområdet.

Mængden af miljøfarlige forurenende stoffer, der ved uheld kan spildes til havmiljøet, er ubetydeligt små sammenlignet med havområdets volumen og vurderes ikke at ville medføre koncentrationsstigninger i vand, sediment eller biota.

Den kemiske tilstand i vandområde nr. 218 Vesterhavet, 12 sm er ikke-god. Dette skyldes koncentrationer af BDE, kviksølv samt nonylphenoler, der overskrider miljøkvalitetskravene. Der er udarbejdet en risikovurdering (**bilag 7**), der behandler påvirkningen fra hvert enkelt stof, der er årsag til ikke-god kemisk tilstand. Risikovurderingen viser, at

driften af Thor Havvindmøllepark ikke vil medføre koncentrationsforøgelser af BDE, kviksølv og nonylphenoler i vand, sediment og biota. Dermed vil projektet ikke forringe den kemiske tilstand i vandområde nr. 218 Vesterhavet, 12 sm.

Derudover vurderes der ikke at være anden tilførsel af miljøfarlige forurenende stoffer fra havvindmølleparken, som kan give anledning til overskridelse af miljøkvalitetskrav for EU's prioriterede stoffer. Det vurderes samlet, at driften af Thor Havvindmøllepark ikke kan forringe tilstanden eller forhindre målopfyldelse for kemisk tilstand i vandområde nr. 218 Vesterhavet, 12 sm.

25.6. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

I demonteringsfasen forventes nedtagning af havvindmøller samt fjernelse af søkabler at medføre den samme eller mindre sedimentspredning, og dermed den samme eller mindre afledte påvirkning af vandkvaliteten som anlægsaktiviteterne medfører. Påvirkningen i demonteringsfasen vurderes derfor at være den samme eller mindre end i anlægsfasen og kan således indeholdes i vurdering af påvirkninger i anlægsfasen.

25.7. Sammenfattende vurdering

Samlet vurderes det, at anlægs-, drifts- og demonteringsfasen af Thor Havvindmøllepark ikke vil forringe den økologiske eller kemiske tilstand for kystvandområde nr. 133 Vesterhavet, nord og vandløb Dybe Å/Sletdalsgrøft, o8815 eller være til hinder for opnåelse af målsætningen om god økologisk og kemisk tilstand i de to målsatte vandforekomster. Tillige vurderes det, at Thor Havvindmøllepark ikke vil forringe den kemiske tilstand for vandområde nr. 218 Vesterhavet, 12 sm eller være til hinder for opnåelse af målsætningen om god kemisk tilstand i vandområdet.

25.1. Kumulative effekter

Effekten af flere menneskabte påvirkninger af det marine miljø inden for samme geografiske område kan samlet medføre en større påvirkning end hver for sig. Etablering af Thor Havvindmøllepark og projektets potentielle påvirkninger på gældende målsætninger for nærtliggende vandforekomster skal derfor ses i sammenhæng med øvrige aktiviteter, der medfører samme type af påvirkninger, og som kan give anledning til kumulative miljøpåvirkninger, hvis aktiviteterne pågår samtidig.

Kumulative påvirkninger på vandkvaliteten og dermed på nærliggende vandforekomsters tilstande og målsætninger vurderes hovedsageligt at kunne opstå i forbindelse med sedimentspild under anlægsfasen af Thor Havvindmøllepark, hvis anlægsfasen overlapper med anlægsfasen af andre aktiviteter, der forårsager spredning af sediment. Dertil kan potentielle ændringer af hydrografien samt stofafgivelse/afsmitning fra møller og andre stålkonstruktioner fra andre nærliggende havvindmølleparker opstå som kumulative effekter.

Følgende projekter og planer er vurderet at være relevante at behandle i forbindelse med vurdering af kumulative påvirkninger for Thor Havvindmøllepark:

- De kystnære havvindmølleparker Vesterhav Nord og Vesterhav Syd
- Den potentielle udbygning af havvind, som er beskrevet i Danmarks Havplan
- Nærliggende områder for råstofvindning samt udviklingszoner for råstofvindning
- Kystdirektoratets kystbeskyttelsesprojekt langs den jyske vestkyst

Thor Havvindmøllepark planlægges at skulle anlægges i 2024-2026, og være i drift fra 2027. Da etableringen af havvindmølleparkerne Vesterhav Nord og Syd er foregået i løbet af 2023 og starten af 2024, er disse beskrevet og behandlet i nærværende kapitel under eksisterende forhold (afsnit 25.3). Det vurderes, at der ikke vil opstå kumulative effekter fra disse to havvindmølleparker og Thor Havvindmøllepark, da der ikke er et overlap af anlægsfaserne,

og da projekterne i driftsfasen isoleret set er vurderet ikke at medføre påvirkninger, der kan forringe tilstanden eller forhindre målopfyldelse i de målsatte vandområder. Hertil er begrundelsen for vurderingen også, at afstanden mellem havvindmølleparkerne er over 20 km, og at alle tre parker ligger i et havområde, der har en meget stor vandudskiftning og er præget af en høj dynamik i vandsøjlen.

Thor Havvindmøllepark ligger i en udviklingszone for vedvarende energi, mens et større område vest for projektområdet er udlagt til udviklingszone for vedvarende energi og energilager (Figur 3.3). Der vil altså kunne blive etableret havvindmølleparker i umiddelbar nærhed af Thor Havvindmøllepark. I udviklingszonen for vedvarende energi syd for Thor Havvindmøllepark er der udpeget tre områder for fremtidige havvindmølleparker fælles omtalt som Nordsøen I. Miljøvurdering af plan for Nordsøen er under udarbejdelse og forventes offentliggjort i februar 2024, men endnu ikke udkommet ved fremsendelse af indeværende rapport til Energistyrelsen.

Sandsynligheden for, at anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark og anlægsfasen for andre fremtidige havvindprojekter i de udlagte udviklingszoner pågår på samme tid vurderes som lille, og en kumulativ effekt som følge af sammenfald i tid og sted vurderes ikke sandsynlig.

Eventuelle kumulative effekter for driftsfasen af Thor Havvindmøllepark og eventuelle fremtidige havvindmølleparker i udviklingszonerne på vandkvaliteten og målsætningerne i vandrammedirektivet vil hovedsageligt være relateret til hydrografiske ændringer og tilførsel af miljøfarlige forurenende stoffer fra afsmitning fra vindmøller og andre stålkonstruktioner. Graden af eventuelle påvirkninger vil afhænge af effekterne for de fremtidige parker, hvor ukendte parametre såsom antal møller, placering af park, valg af korrosionsbeskyttelse mv., kan være af betydning for de eventuelle påvirkninger. Eftersom påvirkningerne fra Thor Havvindmøllepark for disse to emner vurderes at være neglige og dermed ikke at kunne forringe tilstanden for vandområderne eller forhindre målopfyldelse, vurderes sandsynligheden for at væsentlige kumulative effekter vil indtræffe som lav, hvis det/de fremtidige havvindprojekter ligeledes ikke i sig selv medfører en påvirkning af væsentlig karakter, der kan forringe tilstanden eller forhindre målopfyldelse.

Der er ikke kendskab til andre godkendte anlægsprojekter i nærheden af Thor Havvindmøllepark, der kan give anledning til sedimentspredning. Dog er der udlagt områder til følgende aktiviteter, der kan medføre sedimentspredning: Klappning, kystsikring og råstofindvinding, som behandles i det følgende.

Omkring 10 km syd for kabelkorridoren er der udlagt en mindre klappads (se Figur 25.3). Eventuel klappning på denne klappads samtidigt med etablering af ilandføringskabler, vurderes ikke at give anledning til kumulative effekter. Udbredelsen af målbare forøgede suspenderede sedimentkoncentrationer fra etablering af ilandføringskabler (se Figur 10.3) er så begrænset, at den ikke vil forekomme i samme område som spild fra klappning. Sedimentation af sediment på havbunden fra Thor Havvindmøllepark er også begrænset i udbredelse (se Figur 10.5) og vil heller ikke optræde i målbare koncentrationer indenfor samme geografiske område, som sedimentation fra klappning på klappadsen.

I forbindelse med kystbeskyttelse er der i 2020 givet tilladelse af Kystdirektoratet (KDI) til kystnær sandfodring langs den jyske vestkyst. Det er oplyst, at koncessionshaver vil koordinere anlægsarbejdet med KDI, således at der ikke sandfodres samtidig med anlægsaktiviteterne. Der vil derfor ikke være en kumulativ effekt fra Thor Havvindmøllepark og sandfodringsaktiviteter i området.

Ved indvinding af råstoffer kan der ske et spild af især finere sedimentpartikler. Spildets størrelse afhænger af indvindingens størrelse, sedimentets beskaffenhed, metoder mv. Inden for 20 km fra Thor Havvindmøllepark er der to råstofindvindingsområder 562-AD (Ferring) og 578-AA (Husby Klit), hvor Kystdirektoratet indvinder sand til

sandfodringen, samt et fællesområde Jyske Rev E (områdenr. 562-KD). Det kan ikke afvises, at råstofindvinding vil kunne foregå i anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark, men områderne ligger så langt væk fra opstillingsområdet for havvindmøller og fra kabelkorridoren, at sedimentspredning ikke vil forekomme inden for samme geografiske område, og vil dermed ikke medføre en kumulativ påvirkning.

På baggrund af ovenstående oplysninger vurderes, at Thor Havvindmøllepark i kumulation med ovennævnte nuværende og fremtidige projekter samt aktiviteter ikke vil forringe den økologiske eller kemiske tilstand, eller forhindre målopfyldelse af god økologisk og kemisk tilstand for de nærliggende kystvandsområder nr. 133 Vesterhavet, nord og 218 Vesterhavet, 12 sm samt vandløb Dybe Å/Sletdalsgrøft, o8815. Det bemærkes, at der vil kunne gennemføres mere detaljerede vurderinger af kumulative effekter når udnyttelse af udviklingszoner til vedvarende energi udmyntes i konkrete projekter.

25.2. Afværgeforanstaltninger

Der er ikke identificeret påvirkninger af de målsatte vandområder i forbindelse med Thor Havvindmøllepark, der kan forringe den økologiske eller kemiske tilstand eller være til hinder for opnåelse af målsætningen om god økologisk og kemisk tilstand i samme vandområder som nødvendiggør, at der skal iværksættes afværgeforanstaltninger.

26. Danmarks Havstrategi

Dette kapitel tager afsæt i Danmarks Havstrategi II, som implementerer EU's havstrategidirektiv med det overordnede formål at opnå eller opretholde god miljøtilstand i havmiljøet (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2019a). Danmarks Havstrategi gælder for havområder fra tidevandsgrænsen og til 200 sømilegegrænsen og dækker derfor det danske søterritorie og den danske eksklusive økonomiske zone (EEZ).

Der indledes med en beskrivelse af den danske havstrategi og dens miljømål efterfulgt af vurderinger af, om Thor Havvindmøllepark kan forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havmiljøet.

26.1. Lov om havstrategi

Formålet med Havstrategidirektivet (Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2008/56/EF) er at opnå eller opretholde god miljøtilstand i alle europæiske havområder. I Danmark er Havstrategidirektivet implementeret i bekendtgørelse af lov om havstrategi (LBK nr 1161 af 25/11/2019). Offentlige myndigheder er ved udøvelsen af deres opgaver forpligtede til ikke at handle i modstrid med de mål og indsatser, der fastlægges i havstrategien. Midlet til at nå målet om en god miljøtilstand er udarbejdelse af havstrategier med målsætninger for natur og miljø, overvågningsprogrammer og indsatsprogrammer.

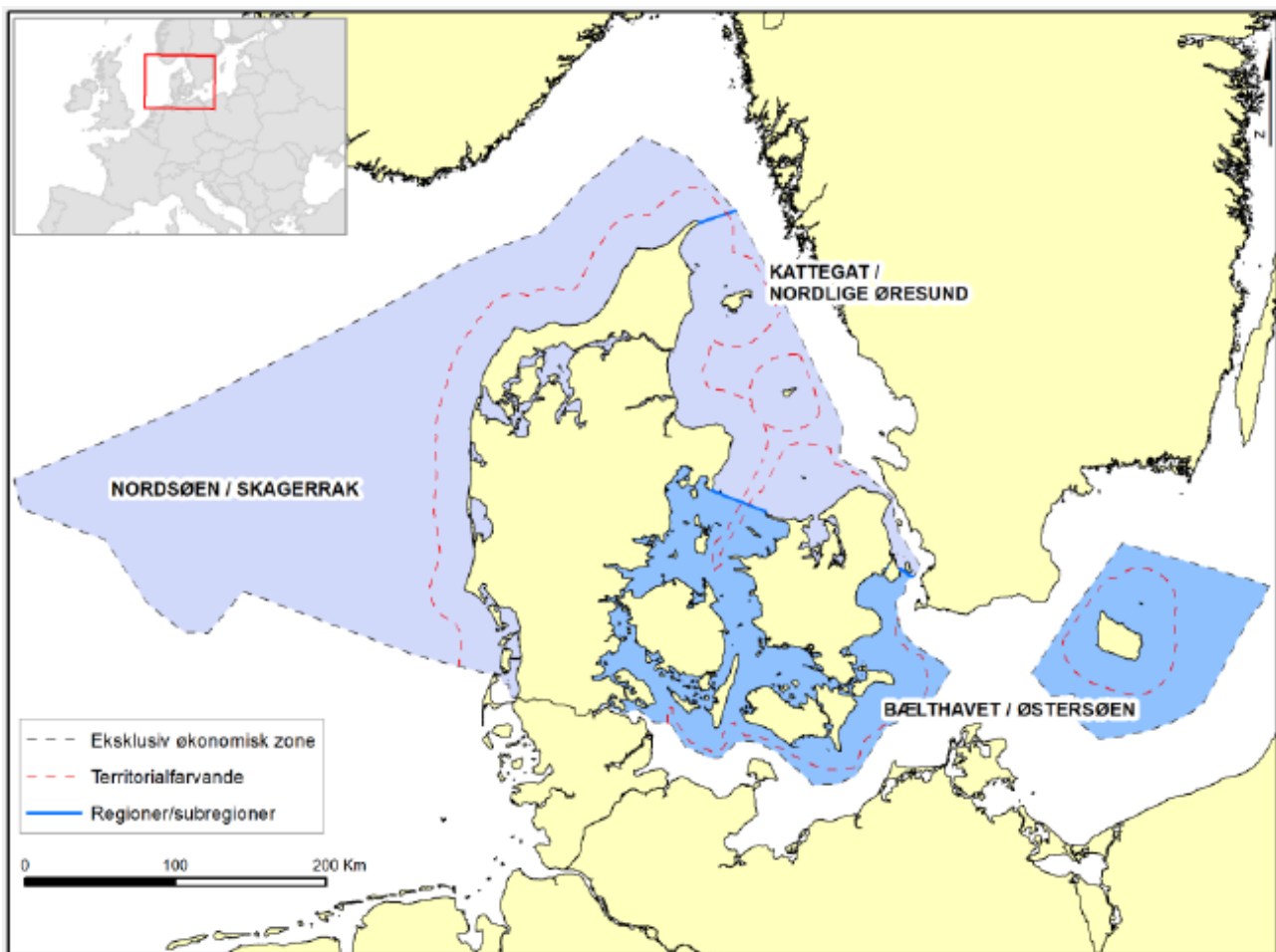
I Danmark er den nuværende tilstand i de åbne havområder beskrevet i rapporten "Danmarks Havstrategi II" (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2019a). Med udgangspunkt i den nyeste basisanalyse for den danske havstrategi er der opstillet miljømål for miljøtilstanden i de danske havområder i Danmarks Havstrategi II. Miljømålene skal sikre, at der opnås den rette balance mellem menneskets brug af havet, samtidig med at der sikres et sundt hav. Miljømålene handler både om havets økosystemer og de menneskelige aktiviteter, der påvirker det.

I henhold til lov om havstrategi omfatter havstrategien danske havområder, herunder havbund og undergrund på søterritoret og i de eksklusive økonomiske zoner (Figur 26.1). Havstrategien omfatter dog ikke havområder, der strækker sig ud til en sømil uden for basislinjen, i det omfang disse områder er omfattet af lov om miljømål m.v. for vandforekomster og internationale naturbeskyttelsesområder (LBK nr 692 af 26/05/2023) samt lov om vandplanlægning (vandområdeplanerne) (LBK nr 126 af 26/01/2017).

Afgrænsningen i lov om havstrategi betyder i praksis, at havstrategien ikke dækker tilstanden for fytoplankton, rod-fæstede planter og bunddyr samt kemisk tilstand i vandområder, der strækker sig ud til én sømil fra basislinjen og 12 sømil for kemisk tilstand, da disse faktorer er dækket af vandområdeplanerne. De øvrige elementer i havstrategien som f.eks. fisk, undervandsstøj og marint affald indgår ikke i vandområdeplanerne, og er derfor dækket af havstrategien i hele det marine område, også inden for grænsen, én sømil fra basislinjen.

Til at vurdere miljøtilstanden i et havområde anvender havstrategidirektivet følgende 11 deskriptorer: Biodiversitet (D1), Ikke-hjemmehørende arter (D2), Erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande (D3), Havets fødenet (D4), Eutrofikering (D5), Havbundens integritet (D6), Hydrografiske ændringer (D7), Forurenende stoffer (D8), Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum (D9), Marint affald (D10) samt Undervandsstøj (D11).

De danske havområder, der er dækket af havstrategidirektivet, betegnes overordnet Nordsøen og Østersøen. Thor Havvindmøllepark ligger i havområdet Nordsøen (se Figur 26.1).



Figur 26.1: Kort over de danske havområder, der er dækket af havstrategidirektivet (blå områder), som vist i Danmarks Havstrategi II (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019a). Den røde stiplede linje angiver territorialfarvande, der er afgrænset ved 12-sømilegrænsen.

26.2. Metode og datagrundlag

Beskrivelser i forhold til Danmarks Havstrategi er baseret på følgende rapporter, udarbejdet i henhold til lov om havstrategi (LBK nr 1161 af 25/11/2019).

- Danmarks Havstrategi II, første del – God miljøtilstand, basisanalyse og miljømål (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019a)
- Danmarks Havstrategi – miljømålsrapport (Naturstyrelsen, 2012)
- Danmarks Havstrategi – indsatsprogram (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017)

Menneskelige aktiviteter på eller i havet giver nødvendigvis ikke anledning til påvirkning af samtlige 11 deskriptorer og de dertil knyttede miljømål fremsat i havstrategien. Af Danmarks Havstrategi II fremgår det, at midlertidige og permanente energianlæg på havet kan medføre fysiske forstyrrelser og/eller fysisk tab af havbund og støj. Ved etablering af en havvindmøllepark kan der forekomme påvirkning på fiskebestande, biodiversiteten og havbunden i form af mistet havbund, støjforstyrrelser og ændringer i tilstedeværelsen af dyr og planter. Også bølge- og strømforhold kan blive ændret i og omkring en havvindmøllepark (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019a).

I nærværende kapitel om havstrategi er de potentielle påvirkninger på havområdet Nordsøen som følge af etableringen af Thor Havvindmøllepark behandlet og vurderet med henblik på at belyse, om Thor Havvindmøllepark kan forsinke eller forhindre målet om god tilstand i havmiljøet jf. Danmarks Havstrategi.

Vurderinger af potentielle påvirkninger fra projektet er hovedsageligt baseret på beskrivelser af eksisterende forhold og vurderinger gennemført i nærværende miljøkonsekvensrapport i følgende kapitler: kapitel 9 om hydrografi, kapitel 10 om bundtopografi og sediment, kapitel 13 om marin flora og fauna, kapitel 14 om fisk, kapitel 15 om havpattedyr, kapitel 16 om fugle og flagermus, kapitel 23 om Natura 2000, kapitel 24 om bilag IV-arter og kapitel 25 om vandplanlægning.

Vurderinger foretaget i forhold til gældende miljømål i Danmarks Havstrategi II tager udgangspunkt i vurderinger gennemført på baggrund af de mest belastende scenarier i relation til sedimentspild og påvirkning af marine organismer. En kort indledende tekst om hver deskriptor fra havstrategien indgår i Tabel 26.1.

26.3. Eksisterende forhold

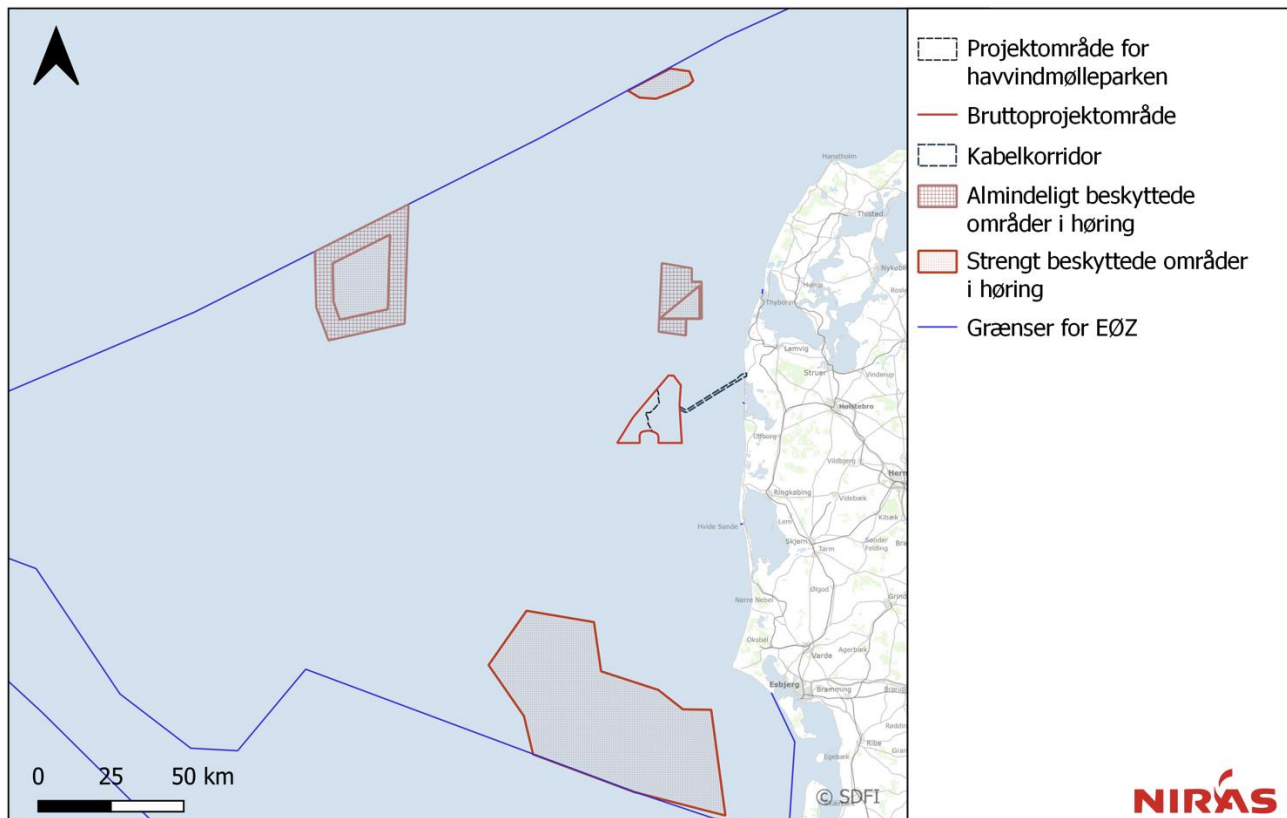
Thor Havvindmøllepark placeres i Nordsøen indenfor den danske eksklusive økonomiske zone. Kabelkorridoren for ilandføringskabler ligger inden for den danske 12-sømilegrænse og er dermed omfattet af vandområdeplanerne for økologisk tilstand ud til 1-sømilgrænsen og for kemisk tilstand ud til 12-sømilegrænsen. Størstedelen af projektområdet for havvindmøller ligger uden for 12-sømilegrænsen.

Overordnet definerer den danske havstrategi miljøtilstanden i de danske farvande langs vestkysten som ikke-god. De mest betydningsfulde påvirkninger samlet set i Danmark er forårsaget af næringsstoffer, som vurderes at være den største presfaktor i de danske havområder, og dernæst ikke-hjemmehørende arter og miljøfarlige forurenende stoffer. I Nordsøen og Skagerrak indtager fiskeri dog kategorien som den tredje mest betydningsfulde parameter (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2019a).

Som en del af nye indsatser til tredje del af Danmarks Havstrategi II, blev der i 2021 udsendt høring af forslag til udpegning af beskyttede havområder (havstrategiområder), hvoraf forslag til 8 beskyttede havområder ligger i Nordsøen (Naturstyrelsen, 2021). Med aftale om Danmarks Havplan af 7. juni 2023 blev der truffet beslutning om at øge omfanget af streng beskyttelse, og udpegning af beskyttede havområder har igen været i høring (fra 28. september 2023 til 20. december 2023) som følge af disse ændringer (Miljøministeriet, 2023d).

De udpegede havstrategiområder forventes at bidrage til opnåelsen af flere miljømål indenfor deskriptorerne D1 Biodiversitet og D6 Havbundens integritet. Udpegelsen har til formål at beskytte områderne mod fysiske påvirkninger (f.eks. bundtrawl, råstofindvinding og klappning) og dermed forbedre biodiversiteten tilknyttet den bløde havbund (Naturstyrelsen, 2021). Thor Havvindmøllepark ligger ca. 14 km fra nærmeste udpegede havstrategiområde. Placeringen af havstrategiområderne fremgår af Figur 26.2.

Det fremgår bl.a. af beskrivelserne af havstrategiområderne, at *"Anlæg og vedligehold af kabler, rør, ledninger mv. vil fortsat være muligt i begge typer af beskyttede områder, men det pålægges godkendelsesmyndigheden, at det sker under størst mulig hensyntagen til de beskyttede havstrategiområder. Der vil også ved denne vurdering kunne tages sociale og økonomiske hensyn. Seismiske undersøgelser ifm. dette vil være muligt."* (Miljøministeriet, 2023e).



Figur 26.2: Forslag til beskyttede havområder (havstrategiområder), der ligger i umiddelbar nærhed af Thor Havvindmøllepark.

I Tabel 26.1 findes en beskrivelse af deskriptorerne i Danmarks Havstrategi samt tilhørende kriterier for opnåelse af god miljøtilstand og den nuværende miljøtilstand for de enkelte deskriptorer. Beskrivelsen af den nuværende miljøtilstand for de enkelte deskriptorer er baseret på Basisanalyse for Danmarks Havstrategi II (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019a). Da hver af de 11 deskriptorer kan have mange forskellige miljømål, er det kun den overordnede beskrivelse af god miljøtilstand, som indgår i tabellen .

Som det fremgår af tabellen, er EU-kriterierne inddelt i primære og sekundære kriterier. Det fremgår af basisanalysen, at de primære kriterier som minimum skal anvendes til tilstandsvurderinger. Sekundære kriterier anvendes til at supplere et primært kriterium, eller når der er risiko for, at havmiljøet ikke opnår eller bevarer en god miljøtilstand for det specifikke primære kriterium.

Der er generelt behov for mere viden, bedre overvågning og nye tærskelværdier og metoder, for at vurderingen af miljøtilstanden kan blive mere præcis. For emnerne ikke hjemmehørende arter, havbunden, marint affald og undervandsstøj er der særligt behov for viden om påvirkninger og effekter. Endvidere er der væsentlige mangler i vidensgrundlaget for habitater, fisk, der ikke udnyttes erhvervs-mæssigt, bifangst af fugle og pattedyr samt havets fødenet (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019b). Det er således ikke muligt at belyse, om et havområde er i god eller dårlig tilstand på et overordnet niveau for flere af deskriptorerne.

Tabel 26.1: Beskrivelse af deskriptorer i Danmarks Havstrategi samt kriterier for opnåelse af god miljøtilstand og den nuværende miljøtilstand for de enkelte deskriptorer i Nordsøen baseret på Basisanalyse for Danmarks Havstrategi II.

Deskriptor	Overordnet beskrivelse af god miljøtilstand	EU-kriterier for god tilstand	Nuværende miljøtilstand for Nordsøen
D1 Biodiversitet	Biodiversiteten opretholdes, og tætheden af arter svarer til de fremherskende forhold, og når habitattypens tilstand ikke påvirkes negativt af menneskeskabte belastninger.	<p>God miljøtilstand for fugle, pattedyr og fisk beskrives ud fra følgende kriterier:</p> <ul style="list-style-type: none"> - D1C1 (primært): Dødelighed pr. art som følge af bifangst - D1C2 (primært): Artens populationstæthed - D1C3 (sekundært): Artens populationsdemografiske kendetegn - D1C4 (sekundært): Arternes udbredelsesområde - D1C5 (sekundært): Arternes habitat, tilstand og udstrækning <p>God miljøtilstand for pelagiske habitater beskrives ud fra følgende kriterier:</p> <ul style="list-style-type: none"> - D1C6 (primært): Habitattypens tilstand 	<p>Fugle: For fugle svarer god miljøtilstand til vurderingen under fuglebeskyttelsesdirektivet. Data fra den seneste afrapportering (2013) af ynglende fugle viser, at visse artsgrupper overordnet set er stabile eller i fremgang såsom planteædende fugle og fugle, som fouragerer i vandsøjlen. For grupper som vadefugle og fugle, der fouragerer i overfladen, er under 75 % af arterne stabile eller i fremgang. For overvintrende fugle er hovedparten af artgrupperne stabile, i fremgang eller fluktuerende, dog ikke fugle, som søger føde på havbunden.</p> <p>Pattedyr: For havpattedyr svarer god miljøtilstand til gunstig bevaringsstatus under habitatdirektivet. Der er opnået god miljøtilstand for spættet sæl. Gråsæler er i fremgang, men havde ikke opnået god tilstand i 2013. Bestanden af marsvin i Nordsøen er stabil. Viden om bifangst er begrænset, særligt for sæler, men for marsvin vurderes bifangstraten at være under 1 % af bestanden.</p> <p>Fisk: Tilstanden for fisk, der ikke udnyttes erhvervmæssigt, er vurderet på baggrund af 14 udvalgte arter. I forhold til fiskeridødeligheden er knap 1/4 af de undersøgte bestande i god tilstand. I forhold til populationstætheden er lidt under halvdelen af de undersøgte bestande i god tilstand.</p> <p>Pelagiske habitater: Overordnet set har planteplanktonbiomassen været jævnt fallende i Nordsøen, Kattegat, Bælthavet samt i Østersøen fra 1978-2016 – dog mest markant for Østersøen. Der ses en mindre stigning efter 2012 i begge regioner. Der er for få data om dyreplankton til at vurdere udviklingen.</p>
D2 Ikke-hjemmehørende arter	Indførelsen af ikke-hjemmehørende arter via menneskelige aktiviteter er minimeret og så vidt muligt reduceret til nul, og den geografiske udbredelse ikke medfører negative effekter på havets arter og naturtyper.	<p>God miljøtilstand beskrives ud fra følgende kriterier:</p> <ul style="list-style-type: none"> - D2C1 (primært): Antallet af nye ikke-hjemmehørende arter. - D2C2 (sekundært): Udbredelse og tæthed af etablerede ikke-hjemmehørende og invasive arter. - D2C3 (sekundært): Negative ændringer som følge af ikke-hjemmehørende og invasive arter. 	I både Nordsøen og Østersøen registreres der fortsat nye ikke-hjemmehørende arter. Det forventes ikke, at der kan opnås et fald i ny-introduktioner af ikke-hjemmehørende arter, før bl.a. internationale indsatser som eksempelvis FN's ballastvandskonvention begynder at få effekt. Data er generelt mangelfuldt, men det vurderes umiddelbart, at der ikke er opnået en god miljøtilstand i Østersøen eller Nordsøen.

D3 Erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande	Populationerne af alle fiske- og skaldyrarter, der udnyttes erhvervsmæssigt, ligger indenfor sikre biologiske grænser og udviser en alders- og størrelsesfordeling, der er betegnende for en sund bestand.	God miljøtilstand beskrives ud fra følgende kriterier: - D3C1 (primært): Fiskeridødelighed (F) - D3C2 (primært): Gydebiomasse (SSB) - D3C3 (primært): Alders- og størrelsesfordeling.	Samlet set vurderes miljøtilstanden for de erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande som ikke god. Vurderingen er foretaget for 22 udvalgte bestande af fisk, krebs- og skaldyr. For de 10 bestande er der god tilstand, mens der er ikke god tilstand for otte af bestandene.
D4 Havets fødenet	Alle elementer i havets fødenet, i den udstrækning de er kendt, er til stede og forekommer med normal tæthed og diversitet og på niveauer, som er i stand til at sikre en langvarig artstæthed og opretholdelse af arternes fulde reproduktionssevne.	God miljøtilstand beskrives ud fra følgende kriterier: - D4C1 (primært): Diversiteten indenfor de enkelte trofiske niveauer. - D4C2 (primært): Balancen mellem de trofiske niveauer (biomasse eller antal individer). - D4C3 (sekundært): Størrelsesfordelingen af individer på tværs af de trofiske niveauer. - D4C4 (sekundært): Produktiviteten af de enkelte trofiske niveauer	Havets fødenet er vurderet på baggrund af organismer, der repræsenterer forskellige niveauer i fødenettet, nemlig plankton, fisk, fugle og havpattedyr. Artsdiversiteten for plankton er opgjort, hvor det har været muligt. For plankton, fisk, fugle og pattedyr er udviklingen af biomassen over tid præsenteret. Det generelle billede for flere af de vurderede indikatorer er en svag stigning i biomasse de senere år. For fuglene er billedet lidt mere broget. Biomassen for fytoplankton har været jævnt faldende fra 1978-2012, hvorefter der ses en mindre stigning. På trods af vurderinger af enkelte delelementer i fødenettet er det ikke muligt at vurdere, om fødenettet som helhed vil være i god miljøtilstand.
D5 Eutrofiering	Menneskeskabt eutrofiering er minimeret, navnlig de negative virkninger heraf, såsom tab af biodiversitet, forringelse af økosystemet, skadelige algeopblomstringer og iltmangel på havbunden.	God miljøtilstand beskrives ud fra følgende kriterier: - D5C1 (primært): Næringsstofkoncentrationer (DIN, DIP, TN, TP) i vandsøjlen - D5C2 (primært): Klorofyl a koncentrationer i vandsøjlen - D5C3 (sekundært): Skadelige algeopblomstringer (f.eks. cyanobakterier) i vandsøjlen - D5C4 (sekundært): Vandsøjlets fotske zone (gennemsigtighed) - D5C5 (primært): Opløst ilt nederst i vandsøjlen - D5C6 (sekundært): Opportunistiske makroalger i bentske habitater - D5C7 (sekundært): Makrofytsamfund (flerårige alger (f.eks. Fucus sp.) og ålegræs) i bentske habitater - D5C8 (sekundært): Makrofaunasamfund i bentske habitater.	I forhold til eutrofiering er der god tilstand i de åbne danske havområder i Nordsøen inklusive Skagerrak, der er beliggende langt fra land. Der er derimod endnu ikke opnået god tilstand i de åbne havområder, der er tættere på land, og ingen af kystvandområderne har nået målopfyldelse.
D6 Havbundens integritet	Havbundens integritet er på et niveau, hvor økosystemernes struktur og funktioner bevares, og hvor havbundens biodiversitet er opretholdt, og udstrækning af tab og negative effekter pr. habitattype ikke overstiger kommende tærskelværdier fastsat i EU.	God miljøtilstand for tab og fysisk forstyrrelse af havbunden beskrives ud fra følgende kriterier: - D6C1 (primært): udstrækning af fysisk tab (permanent ændring) af den naturlige havbund. - D6C2 (primært): udstrækning af fysisk forstyrrelse af havbunden. - D6C3 (primært): udstrækning af hver habitattype, som påvirkes negativt af fysisk forstyrrelse. God miljøtilstand for habitattyper på havbunden beskrives ud fra følgende kriterier: - D6C4 (primært): Udstrækning og andel af tab pr. habitattype som følge af menneskeskabt påvirkning.	Havbunden i Danmark er stærkt udnyttet med forstyrrelsesrater på omkring 85 % i Nordsøen og 67 % i Østersøen. Det samlede tab er ca. 1 % for henholdsvis Nordsøen og Østersøen, men for enkelte habitattyper er tabsandelen høj. Data fra stenrev og den bløde bund i åbne farvande viser, at lysnedtrængning i havet er forbedret, hvilket optimerer forholdene for havbundens arter. Der er ikke fastsat tærskelværdier for god tilstand endnu, men på baggrund af ovenstående opgørelser formodes det, at der ikke er god tilstand for havbunden i forhold til

		- D6C5 (primært): Udstrækning og andel af negative effekter pr. habitattype som følge af menneskeskabt påvirkning.	forstyrrelse og for visse habitattyper heller ikke i forhold til tab.
D7 Hydrografiske ændringer	Permanent ændring af de hydrografiske egenskaber påvirker ikke de marine økosystemer i negativ retning.	God miljøtilstand beskrives ud fra følgende kriterier: - D7C1 (sekundært): Hydrografiske ændringer af havbunden og vandsøjlen (herunder tidevandsområder). - D7C2 (sekundært): Bentske overordnede habitattyper eller andre habitattyper som anvendt under deskriptor 1 og 6.	Der er registreret permanente hydrografiske ændringer både i vandsøjlen og ved havbunden. De negative påvirkninger heraf vurderes at være ubetydelige. Den største påvirkning pr. habitattype forekommer på in-fralittoral blandet sediment og in-fralittorale klipper og biogene rev
D8 Forurenende stoffer	Forurenende stoffer (koncentrationer og arters sundhed): Koncentrationerne af forurenende stoffer ikke overskrider fastsatte tærskelværdier. Forurenende stoffer (akutte hændelser): Væsentlige akutte forureningshændelsers negative effekter på arters sundhed og habitaters tilstand er minimeret og så vidt muligt elimineret.	God miljøtilstand for koncentrationer og arters sundhed beskrives ud fra følgende kriterier: - D8C1 (primært): Koncentrationer af forurenende stoffer - D8C2 (sekundært): Arters sundhed og habitaters tilstand. God miljøtilstand for akutte hændelser beskrives ud fra følgende kriterier: - D8C3 (primært): Den rumlige udstrækning og varighed af væsentlige akutte forureningshændelser - D8C4 (sekundært): Negative effekter af væsentlige akutte forureningshændelser.	Forurenende stoffer (koncentrationer og arters sundhed): Uden for territorialfarvandet er der samlet set god miljøtilstand for stofferne PFOS og benz(a)pyren. Der er ikke opnået god miljøtilstand for hverken kviksølv eller gruppen af bromerede flammehæmmere. For begge stoffer er indholdet i fisk desuden steget over de senere år. Der er forhøjede niveauer af TBT flere steder, særligt omkring sejrender og i havne i Østersøen og Kattegat. Niveauer af fejludviklede unger hos ålekabbe er forhøjede, hvilket indikerer, at der er en miljøpåvirkning. Forurenende stoffer (akutte hændelser): God miljøtilstand kan ikke vurderes for de akutte forureningshændelser i Nordsøen, da der i perioden er store årsvariationer af olie- og kemikaliespild fra olie- og gasinstallationer. Der kan ikke derfor ikke udledes en trend i udviklingen.
D9 Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum	God miljøtilstand er, når der ikke er signifikante overskridelser af gældende maksimalgrænseværdier i fødevarelovgivningen for fisk og skaldyr til konsum.	God miljøtilstand beskrives ud fra følgende kriterium: - D9C1 (primært): Koncentrationen af forurenende stoffer i fisk og skaldyr.	Der er god tilstand for koncentrationer af tungmetallerne bly, cadmium og kviksølv samt stoffet benz(a)pyren i fisk og skaldyr til konsum. Der er dog fundet for høje koncentrationer af dioxiner og PCB i makrel, torskelver og laks. Grundet for høje koncentrationer er der forbud mod at sælge bestemte fisk af en vis størrelse, som er fanget i Østersøen.
D10 Marint affald	Egenskaberne ved og mængderne af affald i havet skader ikke kyst- og havmiljøet.	God miljøtilstand beskrives ud fra følgende kriterier: - D10C1 (primært): Sammensætningen, mængden og den rumlige fordeling af affald. - D10C2 (primært): Sammensætningen, mængden og den rumlige fordeling af mikroaffald. - D10C3 (sekundært): Affald og mikroaffald indtaget af havdyr. - D10C4 (sekundært): Marint affalds påvirkning af dyrelivet.	Affald hører grundlæggende ikke hjemme i naturen, og det vurderes derfor, at der i dag er for meget affald i det marine miljø. Marint affald udgør pga. strømmæssige forhold især et problem på de vestsjyske strande, og plastik er den dominerende affaldstype. De højeste niveauer i 2015 sås ved Skagen Strand. Fra 2012-2016 havde 95 % af havfuglen mallekuk plastik i maven, mens der i

			20-30 % af undersøgte fiskemaver blev fundet mikropartikler.
D11 Undervandsstøj	Undervandsstøj befinder sig på et niveau, der ikke påvirker havmiljøet i negativ retning.	God miljøtilstand beskrives ud fra følgende kriterier: - D11C1 (primært): Menneskeskabte impulslyde i vand - D11C2 (primært): Menneskeskabt vedvarende lavfrekvent lyd i vand.	En analyse fra 2015 viser, at der registreres støjende aktiviteter i form af impulslyd i Nordsøen og det Nordlige Kattegat. Lydniveauet er på et niveau, der kan have en skadelig virkning. Størstedelen af de danske havområder er påvirket af impulsstøj i mindre end 10 dage. Lavfrekvent lyd er ikke undersøgt i Nordsøen

Det bør nævnes, at der for deskriptorerne 6, 7 og 11 i havstrategien er fastsat operationelle miljømål, der i forbindelse med aktiviteter på havet som kræver en miljøkonsekvensvurdering, skal give godkendelsesmyndigheden mulighed for at sætte krav om indrapportering af forstyrrelser relateret til den konkrete deskriptor. Formålet er at forbedre datagrundlaget for deskriptorerne. Såfremt godkendelsesmyndigheden meddeler, at der skal udføres en indrapportering for en eller flere af deskriptorerne 6, 7 og 11, vil der blive fremsendt en opgørelse over forstyrrelsen i den eller de ønskede projektfaser.

26.4. Vurdering af påvirkninger i anlægsfasen

Aktiviteter under anlægsfasen kan bl.a. medføre fysiske forstyrrelser og/eller fysisk tab af havbund. Der kan desuden forekomme støj og forstyrrelser samt sedimentspredning, der potentielt kan påvirke vandkvalitet og de arter af dyr og planter, der lever i tilknytning til projektområdet. Anlægsaktiviteterne har en begrænset varighed.

I det følgende vurderes anlægsaktiviteternes potentielle virkninger på kriterier og miljømål for de elleve deskriptorer for god miljøtilstand for havområdet Nordsøen. Der tages udgangspunkt i de primære kriterier (Tabel 26.1), medmindre der for den enkelte vurdering, vurderes at være behov for at inddrage de sekundære kriterier til at understøtte vurderingen. Det vil sige, såfremt det vurderes, at en mulig påvirkning af de primære kriterier ikke kan afvises, inddrages de sekundære kriterier for at kunne foretage den endelige vurdering.

Vurderinger i henhold til havstrategien foretages for de samme arter af havpattedyr, fugle og fisk, som er vurderet i henhold til miljøvurderingsloven og/eller habitatbekendtgørelsen, herunder Natura 2000 og bilag IV. Således er vurdering af potentielle påvirkninger på fisk, havpattedyr og fugle i henhold til miljøvurderingsloven detaljeret behandlet i kapitel 14, 15 og 16, mens potentielle påvirkninger af arter og naturtyper på udpegningsgrundlaget for de relevante Natura 2000-områder samt arter på habitatdirektivets bilag IV yderligere er belyst i kapitel 23 om Natura 2000 og kapitel 24 om bilag IV-arter.

26.4.1. D1 – Biodiversitet

Der vil hverken for havpattedyr, fugle eller fisk, der ikke udnyttes erhvervsmæssigt, være bifangst som følge af anlæg af Thor Havvindmøllepark.

26.4.1.1. Havpattedyr

Gråsæler og spættet sæl er listet på habitatdirektivets bilag II (arter for hvilke, der skal udpeges habitatområder) og bilag V (arter for hvilke, indsamling og udnyttelse kan reguleres for beskyttelse af arten), mens marsvin er listet på habitatdirektivets bilag II og IV (arter på bilag IV skal beskyttes i hele deres udbredelsesområde). De tre arter er således omfattet af habitatdirektivets målsætning om at opnå gunstig bevaringsstatus. Kriteriet om god miljøtilstand

for havpattedyr i forhold til populationstæthed, udbredelsesområde og habitat svarer til gunstig bevaringsstatus under habitatdirektivet. Spættet sæl opnår god miljøtilstand, og dermed gunstig bevaringsstatus i danske farvande mens gråsæler, som er i fremgang, ikke har opnået god tilstand og dermed har en ugunstig bevaringsstatus (Fredshavn, et al., 2019). Sidstnævnte skyldes, at gråsælens forekomst og yngleaktivitet i Danmark vurderes at være langt fra tidligere niveauer. Bestanden af marsvin i Nordsøen er stabil og i gunstig bevaringsstatus (Fredshavn, et al., 2019) og dermed er der opnået god miljøstatus for arten.

For så vidt angår anlæg af en havvindmøllepark vil havpattedyr i anlægsfasen kunne påvirkes af undervandsstøj, som følge af nedramning af møllefundamenter og øget skibstrafik samt anden aktivitet i anlægsområdet. Derudover kan der forekomme kortvarigt tab af habitat under nedramning af møllefundamenter, som følge af bortskræmning fra området. Sedimentspild fra anlæg af vindmøllefundamenter og søkabler vil desuden kunne påvirke havpattedyr indirekte, hvis det hæmmer deres mulighed for fødesøgning eller reducerer fødegrundlaget i området.

Påvirkningen fra undervandsstøj er også vurderet i deskriptor 11 (afsnit 25.5.11). Resultat af modelleringen af undervandsstøj i forbindelse med nedramning af monopæle viser, at den rumlige fordeling af undervandsstøjen fra nedramning er begrænset, således at marsvin kan opleve adfærdspåvirkning i en afstand på ud til 6,4 km, mens risikoen for at sæler og marsvin oplever permanent (PTS) og midlertidig (TTS) hørenedsættelse vurderes som meget begrænset på grund af de meget korte påvirkningsafstande (NIRAS, 2023b). Installationen af monopæle vil tage ca. 72 dage effektiv nedramning, og den tidsmæssige udstrækning er derfor kortvarig. Det er forudsat i beregningen, at støj fra nedramning dæmpes med hvad der svarer til effekten af ét enkelt boblegardin (BBC), således at PTS ikke forekommer hos sæler og marsvin jf. de danske retningslinjer for pælenedramning (Energistyrelsen, 2022c). Påvirkningerne på havpattedyr er kortvarig og reversibel (se afsnit 15.4 om vurdering af havpattedyr, kapitel 23 om vurderingen af Natura 2000 og kapitel 24 om bilag IV-arter). I den korte periode, hvor nedramningen pågår, vurderes det, at marsvin og sæler vil være i stand til at søge føde i andre nærliggende områder med tilsvarende fødesøgningmuligheder. Da projektområdet for Thor Havvindmøllepark ikke er et vigtig yngleområde eller fødesøgningsområde for hverken sæler eller marsvin, vurderes den midlertidige, kortvarige og fuldt ud reversible fortrængning af havpattedyrene, mens nedramningen finder sted, at medføre en begrænset påvirkning. Udover den direkte påvirkning fra undervandsstøj kan marsvin og sæler påvirkes indirekte, hvis deres fødegrundlag påvirkes af undervandsstøj. I projektområdet forekommer eksempelvis sild og brisling, hvilket er arter, som marsvin spiser. Eftersom det vurderes, at påvirkningerne fra undervandsstøj på fisk er begrænset, og fisk vurderes at vende hurtigt tilbage til området efter nedramningen af pælefundamenter (se kapitel 14), og at området ikke er et særlig vigtigt fødesøgningsområde for havpattedyr, vurderes den indirekte påvirkning på havpattedyr i form af påvirkning af deres fødegrundlag også at være begrænset. Påvirkningen som følge af sedimentspild i anlægsfasen vil være begrænset, da sæler og marsvin i forvejen er tilpasset et liv i kystnære omgivelser med ofte lav sigtbarhed. Fødegrundlaget for havpattedyr vurderes derfor ikke at påvirkes ikke som følge af sedimentspild. Dette er yderligere beskrevet i afsnit 15.4 for vurdering af havpattedyr i anlægsfasen, kapitel 23 om vurderingen af Natura 2000 og kapitel 24 om bilag IV-arter. Derfor vurderes det, at havpattedyrenes populationstæthed opretholdes. Ligeledes vurderes det, at deres udbredelsesområde og habitat bibeholder den nødvendige udstrækning og kvalitet til at understøtte de forskellige faser i dyrenes livscyklus.

Som følge heraf vil anlægget af Thor Havvindmøllepark ikke føre til, at habitatdirektivets målsætning om gunstig bevaringsstatus ikke vil kunne opnås for gråsæler eller at den gunstige bevaringsstatus for spættet sæl og marsvin ikke vil kunne opretholdes. Dermed vil anlægget af Thor Havvindmøllepark kunne gennemføres inden for de miljømål for havpattedyr, der er fastsat i Havstrategi II.

26.4.1.2. Fugle

Anlæg af Thor Havvindmøllepark kan påvirke fugle ved fortrængning og påvirkning af fødegrundlag. I afsnit 16.3 om fugle, er det vurderet at anlægsaktiviteterne for Thor Havvindmøllepark ikke vil have en væsentligt negativ påvirkning på de fuglebestande, der forekommer i undersøgelsesområdet som ynglende, rastende, fældende eller trækkende. Herudover er alle de i Thor Havvindmøllepark forekommende fugle i gunstig bevaringsstatus, da alle arterne har stabile bestande eller er i fremgang (Nielsen, et al., Fugle 2020-2021. NOVANA., 2023). Dette gælder også alle i projektområdet forekommende fugle på fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I og projektet vurderes ligeledes ikke at påvirke disse bestande væsentligt.

Anlæg af Thor Havvindmøllepark vurderes ikke at påvirke fugles bestande, levesteder og fødegrundlag og dermed heller ikke fuglenes biodiversitet. Påvirkningen vurderes ikke at modvirke at biodiversiteten for fugle opretholdes.

26.4.1.3. Fisk

Sedimentspild, sedimentation og øget undervandsstøj kan potentielt påvirke fisk og fiskesamfund i projektområdet under anlægsfasen. Påvirkningen fra undervandsstøj er behandlet under deskriptor 11 (afsnit 26.4.11), hvor det vurderes at støjens rummelige og tidsmæssige fordeling ikke vil påvirke populationer af fisk negativt. Suspenderet sediment kan udløse flugtrespons hos de fleste fiskearter i nærheden af anlægsaktiviteterne, og vil lokalt kunne påføre fiskeæg og larver en forhøjet dødelighed. Varigheden af sedimentspild er dog kort og påvirkningens omfang er lokal omkring anlægsaktiviteten (afsnit 10.3 i kapitel om bundtopografi og sediment). Endvidere er området for Thor Havvindmøllepark et dynamisk område, hvor der forekommer en naturlig høj turbiditet. Derfor er påvirkningsgraden på fisk som følge af sedimentspild, begrænset, hvilket er yderligere beskrevet i kapitel 14 for vurderingen af fisk og kapitel 23 om vurderingen af Natura 2000 og kapitel 24 om bilag IV-arter. Sedimentspild og sedimentation er ligeledes vurderet ikke at påvirke fiskenes fødegrundlag (se afsnit 13.3.1 for vurdering af bundflora- og fauna i anlægsfasen).

Det vurderes, at anlæg af Thor Havvindmøllepark ikke vil ændre på artssammensætningen eller populationstætheden af fisk. Dermed vil anlægget af Thor Havvindmøllepark kunne gennemføres inden for de miljømål for fisk, der er fastsat i Havstrategi II.

26.4.1.4. Pelagiske habitater

Planteplanktonbiomassen har overordnet set været jævnt faldende i Nordsøen, Kattegat, Bælthavet samt i Østersøen fra 1978-2016, dog mest markant for Østersøen. For flere af underemnerne under D1 Biodiversitet gælder, at der ikke er tilstrækkeligt fagligt grundlag eller mangel på fastsatte tærskelværdier for at vurdere, hvornår god miljøtilstand opnås (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2019a).

Diversiteten af primærproducenter (planteplankton) styres af årstid, hydrografi, fysiske (vind og havstrømme) og kemiske forhold (saltholdighed og næringsstoffer). Dyreplankton kobler planteplankton med dyr højere i fødekæden og er dermed et vigtigt led i økosystemet.

Øget næringsstofbelastning, som følge af anlæg af havvindmølleparken, er behandlet under D5, hvor det vurderes at projektet ikke vil medføre koncentrationsstigninger af næringsstoffer og klorofyl, og dermed er foreneligt med havstrategiens miljømål for eutrofiering. Ændring i hydrografi er behandlet under D7 (og i kapitel 9 om Hydrografi), hvorfra konklusionerne er, at anlægsfasen ikke vil ændre hydrografen. Det vurderes på baggrund heraf, at anlæg af Thor Havvindmøllepark ikke vil påvirke habitattypens tilstand for pelagiske habitater negativt.

Samlet vurderes det, at anlægsaktiviteterne for Thor Havvindmøllepark ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres inden for og i Nordsøen generelt i relation til D1 Biodiversitet.

26.4.2. D2 – Ikke-hjemmehørende arter

Projektet kan potentielt introducere ikke-hjemmehørende arter ved brug af udenlandske anlægsfartøjer, der kan introducere arterne ved udtømning af ballastvand og/eller skibsbegroning.

Begrænsning af tilkomst af nye ikke-hjemmehørende arter i relation til ballastvand sker ved regulering. FN's Ballastvandkonvention har således til formål at mindske indførsel af vandlevende invasive arter, der kan spredes i havet ved udtømning af ballastvand fra skibe. De danske regler om håndtering af ballastvand findes i ballastvandbekendtgørelsen (BEK nr 733 af 19/05/2022). I september af 2024 skærpes kravene for alle skibe, der alle pålægges at installere særlige vandbehandlingsanlæg til ballastvand (IMO, 2024).

For at mindske skibsbegroning indeholder de fleste bundmalinger til skibe biocid-aktivstoffer, der virker som antibegroningsmidler (antifouling). Men begroning er indtil videre kun reguleret gennem retningslinjer fra IMO (International Maritime Organization), som det anbefales at følge (IMO, 2011).

Installationsskibene, der vil blive benyttet under anlægsfasen, kommer fra udlandet uden ballast og dermed uden ballastvand. Der vil først blive behov for indtag af ballastvand, når projektets større komponenter udskibes fra hhv. Eemshaven (Holland) og Esbjerg Havn. Derudover vil kravet om installation om vandbehandlingsanlæg på alle skibe være trådt i kraft. Alle de fartøjer, der benyttes i forbindelse med projektet, vil skulle overholde gældende lovgivning om håndtering af ballastvand samt de anbefalede IMO retningslinjer. Dermed vurderes risikoen for at introducere ikke-hjemmehørende arter som meget lav. Tilstedeværelsen af eventuelle udenlandske anlægsfartøjer vurderes samtidig at være sammenlignelig med den øvrige trafik af udenlandske skibe der pågår i Nordsøen, der også skal leve op til ovenstående lovgivning og retningslinjer.

Samlet vurderes det, at anlægsfasen af Thor Havvindmøllepark ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres indenfor og i Nordsøen generelt i relation til D2 Ikke-hjemmehørende arter.

26.4.3. D3 – Erhvervs-mæssigt udnyttede fiskebestande

Potentielle påvirkninger af erhvervs-mæssigt udnyttede fiskearter er behandlet i kapitel 14 og 17 om fisk og fiskeri henholdsvis.

Som beskrevet under D1 (fisk) i afsnit 26.4.1.3, kan sedimentspild, sedimentation og øget undervandsstøj ligeledes potentielt påvirke erhvervs-mæssigt udnyttede fiskearter i projektområdet under anlægsfasen på samme måde, som fiskearter og bestande, som ikke udnyttes kommercielt. Påvirkningen på fisk fra undervandsstøj er vurderet under deskriptor 11 (afsnit 26.4.11), hvor det konkluderes, at støjens rummelige og tidsmæssige fordeling ikke vil påvirke populationer af fisk negativt. Suspenderet sediment kan udløse flugtrespons hos de fleste fiskearter i nærheden af anlægsaktiviteterne, og vil lokalt kunne påføre fiskeæg og larver en forhøjet dødelighed og dermed påvirke gydebiomassen. Varigheden af sedimentspild er dog kort og påvirkningens omfang er lokal omkring anlægsaktiviteten (afsnit 10.3 om bundtopografi og sediment). Endvidere er området for Thor Havvindmøllepark et dynamisk område, hvor der forekommer en naturlig høj turbiditet.

Sedimentspild og sedimentation vil ikke påvirke fisk negativt, ligesom at sedimentspild og sedimentation ikke vil have en negativ påvirkning på fiskenes fødegrundlag (se afsnit 13.3.1 om bundflora- og fauna). Dette er beskrevet

yderligere i afsnit 14.4.1 for vurderingen af fisk samt kapitel 23 for vurderingen af Natura 2000. Derfor vurderes det tilsvarende, at etablering af Thor Havvindmøllepark ikke vil have en negativ påvirkning på gydebiomassen og heller ikke vil have en negativ påvirkning på hverken de kommercielt bestandes alders- eller størrelsesfordelingen. Det vurderes, at etableringen af Thor Havvindmølle vil kunne gennemføres uden at påvirke Havstrategiens miljømål om at opnå eller bibeholde god miljøtilstand for de erhvervsmæssigt udnyttede fiskearter.

Det vurderes på baggrund heraf, at anlægsfasen af Thor Havvindmøllepark ikke vil ændre på populationerne af de erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande, og det vurderes derfor at anlæg af havvindmølleparken ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i Nordsøen for D3 erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande.

26.4.4. D4 – Havets fødenet

Projektet kan potentielt påvirke de enkelte delementers tilstand og dermed balancen i fødenettet. Der er foretaget en vurdering af de potentielle påvirkninger, som anlægsfasen for Thor Havvindmøllepark kan have på de forskellige biologiske komponenter, der indgår i havets fødenet, herunder: bundlevende organismer, fytoplankton, zooplankton, fisk, fugle og pattedyr.

Påvirkning af havbundens integritet er behandlet under D6 (afsnit 26.4.6). Påvirkningen af bundlevende organismer i anlægsfasen vil i stort omfang være af midlertidig karakter og fuldt reversibel indenfor en kort årrække. I tillæg er det samlede arealmæssige omfang af disse relativt begrænset, og det vurderes, at de bundlevende organismers rolle i havets fødenet ikke vil påvirkes negativt.

Påvirkning af plankton (planteplankton og dyreplankton) er behandlet under D1 (afsnit 26.4.1.4) for pelagiske habitater, hvor det er vurderet, at anlæg af Thor Havvindmøllepark ikke vil påvirke og ændre habitattypens tilstand (artssammensætning og deres relative tæthed) negativt. Ud fra dette vurderes det videre, at anlæg af havvindmølleparken ikke vil påvirke diversiteten af planteplankton og dyreplankton negativt og dermed heller ikke balancen mellem planktons trofiske niveauer.

Det er vurderet, at der ikke vil ske ændringer i diversiteten og bestandsstørrelsen af fisk i området. Da artsammensætningen og populationsstørrelserne af fisk forventes at være uændret på deres trofiske niveau (se vurdering under D1 og D3, afsnit 26.4.1 og 26.4.3) vurderes det videre, at der ikke vil være påvirkning af fisk i havets fødenet.

Dette gør sig ligeledes gældende for havpattedyr. Den begrænsede påvirkning, som anlægsfasen er vurderet at have på havpattedyr (jf. både vurderingerne i afsnit 15.4 om påvirkning på havpattedyr, vurderingerne i kapitel 23 om vurderingen af Natura 2000 og kapitel 24 om bilag IV-arter samt vurderingerne under deskriptor 1 i afsnit 26.4.1.1), betyder at havpattedyr forventes at forekomme i deres normale tæthed og diversitet, og at balancen mellem deres trofiske niveau og niveauerne under ikke påvirkes negativt.

Påvirkninger på fugle, som følge af fortrængning i anlægsfasen, er vurderet at være ikke væsentlig. I anlægsfasen er antallet af årlige kollisioner vurderet at være meget lavt i forhold til de bestande, der trækker gennem Nordsøen og raster nær Thor Havvindmøllepark. Andelen af årlige kollisioner i forhold til de rastende bestande af fugle vurderes at være ubetydelig og dermed ikke væsentlig (afsnit 16.4.1). Da hverken bestandene af fugle eller deres fødegrundlag ændres vurderes fugle indvirkning på fødenettet ikke at ændres betydeligt.

Ud fra ovenstående vurderinger om, at projektet ikke vil påvirke de enkelte delementer af fødenettet betydeligt, vil der dermed heller ikke være risiko for at skabe en ubalance mellem de trofiske niveauer i havets økosystem.

Samlet vurderes det, at anlægsaktiviteterne for Thor Havvindmøllepark ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres indenfor og i Nordsøen generelt for D4 Havets fødenet.

26.4.5. D5 – Eutrofiering

En øget koncentration af næringsstofferne kvælstof og fosfor i havmiljøet kan forårsage øget algevækst. Dette er ikke nødvendigvis negativt for miljøet, men det kan følgevirkningerne være, idet øget algevækst kan føre til iltvind og dårlige lysforhold i vandet og dermed forringe forholdene for bundplanter, fisk og andre dyr.

Eutrofiering i vandsøjlen skal vurderes på baggrund af tre primære og fem sekundære kriterier. De primære kriterier er: Næringsstofkoncentrationer, klorofyl-a og ilt, men der er endnu ikke fastsat tærskelværdier for disse fra OSPAR i Nordsøen.

En potentiel påvirkning på deskriptor 5 vil under anlægsfasen være i forbindelse med anlægsarbejder i sediment, der kan medføre frigivelse af sedimentbundne næringsstoffer, samt udledning af NO_x fra anlægsfartøjer.

Potentielle næringsstofpåvirkninger, herunder særligt kvælstof, er behandlet i kapitel 25 om vandplanlægning, hvor der indgår vurderinger af påvirkninger på den økologiske tilstand for det kystnære vandområde nr. 133, der er beliggende indenfor 1- sømilegrænsen. Den målte næringsstofbelastning i sedimentet længere ude vest for vandområde nr. 133 (se Figur 25.1) har samme lave forekomst af kvælstof og fosfor, og sedimentspild og -spredning med koncentrationer større end 10 mg SS/l er af kortere varighed (afsnit 10.3 i kapitel om bundtopografi og sediment) end sedimentspredningen tæt ved kysten. Dertil vil det kun være en mindre andel af de målte næringsstoffer, som er biologisk tilgængelige. Vandudskiftningen i området er høj og frigrivne næringsstoffer fra sedimentspild under anlægsfasen vil være begrænset i tid og rum, og blive fortyndet i de store vandmasser i området. NO_x udledt fra anlægsfartøjer er behandlet i afsnit 25.4.2 og ligesom for kystvandområde nr. 133, vurderes det for deskriptor 5, at påvirkningen fra emissioner af kvælstofholdige luftarter vil være ubetydelig for næringsstofbelastningen til havområdet. . Anlæg af Thor Havvindmøllepark vurderes derfor samlet set ikke at give anledning til forøgede næringsstofkoncentrationer eller klorofyl a koncentrationer i vandsøjlen.

Det vurderes på baggrund heraf, at anlæg af Thor Havvindmøllepark ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres indenfor og i Nordsøen generelt for D5 Eutrofiering.

26.4.6. D6 – Havbundens integritet

Havbundens integritet kan påvirkes af menneskelige aktiviteter ved fysisk tab eller forstyrrelse. Ved forstyrrelse af havbunden kan skaden genoprettes, hvis aktiviteten ophører, mens tab defineres som en permanent påvirkning. Anlæg af havvindmølleparken kan potentielt påvirke havbundens integritet, dvs. havbundens fysiske egenskaber samt struktur.

Den fysiske påvirkning af havbunden ved anlæg af søkabler og vindmøllefundamenter er behandlet i kapitel 10 om bundtopografi og sediment, mens de potentielle påvirkninger af bentiske økosystemer er behandlet i afsnit 13.3.1 om marin flora og fauna.

I forbindelse med anlæg af Thor Havvindmøllepark vil fysisk forstyrrelse forårsages af spuling eller nedgravning af inter-array og ilandføringskabler. Havbunden vil her blive midlertidigt påvirket, men de bundlevende samfund vil reetablere sig inden for 1-5 år (se uddybning i kapitel om marin flora og fauna afsnit 13.3.1).

Anlægsaktiviteter vil resultere i midlertidig fysisk forstyrrelse af havbunden. Påvirkningens udstrækning vil være lokalt afgrænset, og påvirkningen er vurderet som værende reversibel. Det er vurderet, at sedimentspredning fra anlægsaktiviteter ikke vil påvirke havbundens fauna og flora i og omkring projektområdet for Thor Havvindmøllepark væsentligt (afsnit 13.3.1).

Samlet vurderes det, at anlægsfasen af Thor Havvindmøllepark ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres indenfor og i Nordsøen generelt i relation til D6 Havbundens integritet.

26.4.7. D7 – Hydrografiske ændringer

De hydrografiske forhold i havet omfatter fysiske egenskaber såsom temperatur, saltholdighed, havstrømme og bølgepåvirkning. Det vurderes, at anlægsaktiviteterne ikke vil give anledning til hydrografiske ændringer (se uddybning i kapitel 9 om hydrografi), og at anlæg af Thor Havvindmøllepark derfor ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres indenfor og i Nordsøen generelt for D7 Hydrografiske ændringer.

26.4.8. D8 – Forurenende stoffer

Anlæg af Thor Havvindmøllepark vil ikke i sig selv medføre en mertilførsel af miljøfarlige forurenende stoffer til havmiljøet. Frigivelse af forurenende stoffer i forbindelse med anlæg på havet vil derfor primært kunne ske som følge af frigivelse af eksisterende miljøfarlige forurenende stoffer i sedimentet under sedimentforstyrrelse og hvis der sker spild under uheldssituationer fra anlægsfartøjer.

Der er i afsnit 25.4 om vandplanlægning vurderet på anlægsfasens påvirkning på vandkvalitet af miljøfarlige forurenende stoffer i forbindelse med de målsatte kystvandområders økologiske (nationalt specifikke stoffer) og kemiske tilstand. Hovedparten af møllerne opstilles uden for de målsatte kystvande jf. lov om vandplanlægning, men er dog omfattet af den omtalte vurdering, da afstanden er relativt kort, og vandmiljøet ikke er et lukket system. Der gælder på nuværende tidspunkt ikke særlige krav eller tærskelværdier for havmiljøet udenfor de målsatte kystvande, idet de nuværende tærskelværdier i havstrategien er fastsat efter samme princip som i kyst- og territorialfarvandene og således er identiske med miljøkvalitetskravene fra bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvand, kystvande og grundvand (BEK nr 796 af 13/06/2023). Havstrategien har fastsat tærskelværdier for følgende stoffer: kviksølv, bromerede diphenylethere (BPDE), PFOS og benz(a)pyren (PAH) i biota. Udvælgelsen af de fire stoffer beror på tidligere tilstandsvurderinger fra vandplan 2 (2015-2021). Som princip gælder det i havstrategien, at udvælgelsen af fokusstoffer uden for territorialfarvandene (12-sømilegrænsen) bør være de samme stoffer som anvendes i kyst- og territorialfarvande, hvis disse stadig kan give anledning til forureningseffekter uden for territorialfarvandene. Dette kan være tilfældet, hvis tilstanden for stoffet er vurderet til at være i ikke-god kemisk tilstand ift. vurderingerne under lov om vandplanlægning, eller der findes kilder uden for territorialfarvandene, som kan forårsage, at der kan være fare for forureningseffekter uden for territorialfarvandet.

Vurderinger af potentielle påvirkninger fra anlægsfasen vurderes således at kunne indeholdes i vurderinger gennemført i afsnit 25.4, hvor det er vurderet at anlæg af Thor Havvindmøllepark ikke vil forringe den økologiske tilstand for nationalt specifikke stoffer eller kemiske tilstand og heller ikke forhindre målopfyldelse for disse to. Det vurderes derfor samlet, at anlæg af Thor Havvindmøllepark ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres indenfor og i Nordsøen generelt for D8 Forurenende stoffer.

26.4.9. D9 – Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum

Miljømålene for deskriptor 9, forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum, kan indeholdes i miljømålene for deskriptor 8, forurenende stoffer i havmiljøet, idet fastlagte miljøkvalitetskrav (BEK nr 796 af 13/06/2023), der understøtter vandplanlægningen, og ligeledes D8 i Havstrategien, er fastsat ud fra et hensyn til beskyttelsen af menneskers sundhed og miljøet. Her er det vurderet, at miljøkvalitetskrav vil være overholdt, og at der ikke vil ske påvirkning af biota. På baggrund heraf vurderes det, at anlægsfasen af Thor havvindmøllepark ikke vil ændre på niveauerne af forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum, og det vurderes derfor at anlæg af havvindmølleparken ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres indenfor og i Nordsøen generelt for D9 Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum.

26.4.10. D10 – Marint affald

Marint affald defineres som menneskeligt produceret eller forarbejdet materiale, som bevidst eller ubevidst er efterladt på havet eller stranden, eller tilført havet via vandløb eller spildevand direkte fra det omgivende land (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017).

Al anlægsarbejde vil skulle overholde gældende lovgivning om beskyttelse af havmiljøet (LBK nr 1032 af 25/06/2023) samt bekendtgørelse udstedt i medfør heraf (se afsnit 4.7). Heri fremgår det blandt andet, at udtømmning af affald på dansk søterritorium ikke må finde sted. På baggrund heraf vurderes det, at anlægsfasen af Thor Havvindmøllepark ikke vil ændre betydeligt på håndteringen og mængden af tilført marint affald, og det vurderes derfor, at anlæg af havvindmølleparken ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres indenfor og i Nordsøen generelt for D10 marint affald.

26.4.11. D11 – Undervandsstøj

Lyd forekommer naturligt i havmiljøet som følge af bl.a. bølger, vind og vejr og aktivitet fra de dyr, der lever der. Undervandsstøj, der frembringes i forbindelse med f.eks. anlægsarbejder på havet, råstofeftersøgning, havbundsundersøgelser, militære øvelser og skibsfart, kan påvirke organismene i havet (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019a).

Anlægsaktiviteter i forbindelse med anlæg af vindmølleparker kan påvirke fisk og havpattedyr i mølleområdet fra støj ved nedramning af fundamenter i havbunden. Undervandsstøj i forbindelse med nedramning kan medføre maskering af dyrenes kommunikationslyde, adfærdsændringer og midlertidige eller permanente høreskader.

Deskriptoren omfatter både kortvarige støjpåvirkninger og kontinuerlig støj. Potentielle påvirkninger fra aktiviteter, der giver anledning til undervandsstøj ved havvindmølleprojektet, er behandlet i den tekniske rapport om støj (NIRAS, 2023b) samt kapitel 14 om fisk og kapitel 15 om havpattedyr.

I anlægsfasen påvirkes havpattedyr og fisk primært af støj og forstyrrelse som følge af nedramning og øget skibstrafik samt anden aktivitet i anlægsområdet. Derudover vil der forekomme et kortvarigt habitattab ved nedramning som følge af bortskræmning. Den største støjpåvirkning fra projektet vil dog skyldes nedramning af fundamenter til vindmøllerne.

Resultat af modelleringen af undervandsstøj i forbindelse med nedramning af monopæle viser, at den rumlige fordeling af undervandsstøjen fra nedramning er begrænset, således at marsvin kan opleve adfærdspåvirkning i en afstand på ud til 6,4 km mens risikoen for at sæler og marsvin oplever permanent (PTS) og midlertidig (TTS) hørenedsættelse vurderes som meget begrænset på grund af de meget korte påvirkningsafstande (NIRAS, 2023b). Installationen af monopæle vil tage ca. 72 dage effektiv nedramning, og den tidsmæssige udstrækning er derfor kortvarig. Det er forudsat i beregningen, at støj fra nedramning dæmpes med, hvad der svarer til effekten af ét

enkelt boblegardin (BBC), således at PTS ikke forekommer hos sæler og marsvin jf. de danske retningslinjer for pælenedramning (Energistyrelsen, 2022c). Påvirkningerne på havpattedyr er kortvarig og reversibel (se afsnit 15.4 om vurdering af havpattedyr og kapitel 23 om vurderingen af Natura 2000 og kapitel 24 om bilag IV-arter samt vurderingen under D1), og studier viser, at havpattedyrene vender tilbage til området kort efter nedramning. På den baggrund vurderes det, at støjens rummelige og tidsmæssige fordeling ikke vil påvirke populationer af havpattedyr negativt, ligesom at havpattedyrene ikke udsættes for støjniveauer, som medfører PTS.

Dæmpningen vil ligeledes medføre en væsentlig reduktion af støjpåvirkningen på fisk. De mest følsomme arter, som sild og torsk, kan opleve midlertidig hørenedsættelse. Fisk er dog i stand til at regenerere hårceller i det indre øre, som er blevet ødelagt grundet støj (Smith, Kane, & Popper, 2004; Monroe, Rajadinakaran, & Smith, 2015), og det forventes, at fiskenes hørelse vil nå et normalt niveau få timer til uger efter, at nedramning har fundet sted (Webb, Popper, & Fay, 2008; Smith, Kane, & Popper, 2004; Popper & Hawkins, 2019). Dette er yderligere beskrevet i afsnit 14.4.3 om vurderingen af fisk, kapitel 23 om vurdering af Natura 2000, kapitel 24 om bilag IV-arter samt under deskriptor 1 26.4.1. Dermed vurderes det, at støjens rummelige og tidsmæssige fordeling ikke vil påvirke populationer af fisk negativt.

På baggrund heraf vurderes det, at undervandsstøj fra anlægsfasen af Thor Havvindmøllepark ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres indenfor og i Nordsøen generelt for D11 Undervandsstøj.

26.5. Vurdering af påvirkninger i driftsfasen

Driften af en havvindmøllepark kan bl.a. medføre en barriere for fugle og flagermus, der trækker over havet, samt medføre ændringer af bølge- og strømforhold i og omkring havvindmølleparken. Ydermere kan opstilling af vindmøllefundamenter fungere som trædesten for introduktion af ikke-hjemmehørende arter i danske farvande samt udgøre en risiko for frigivelse af miljøfarlige forurenende stoffer til vandmiljøet. Påvirkninger i driftsfasen er at betragte som længerevarende, dvs. permanente i hele vindmølleparkens levetid.

26.5.1. D1 – Biodiversitet

Vurdering af potentielle påvirkninger på fisk, havpattedyr og fugle er detaljeret behandlet i kapitel 14, 15 og 16, mens potentielle påvirkninger af arter og naturtyper på udpegningsgrundlaget for de relevante Natura 2000-områder samt arter på habitatdirektivets bilag IV yderligere er belyst i kapitel 23 om vurderingen af Natura 2000 og kapitel 24 om bilag IV-arter.

Der vil hverken for havpattedyr, fugle eller fisk, der ikke udnyttes erhvervsmæssigt, være bifangst som følge af drift af Thor Havvindmøllepark.

26.5.1.1. Pattedyr

Marsvin og sæler vil kunne påvirkes af undervandsstøj i driftsfasen, både fra vindmøllerne i drift samt af skibsstøj fra servicebåde. Endvidere kan de påvirkes af habitatændringer, når blødbundssubstrat erstattes med hård bund. Sammenlignet med undervandsstøjen under anlæg af havvindmølleparken vil niveauet for driftsstøj være betydeligt lavere. I forbindelse med driften af havvindmøllerne vil der forekomme lavfrekvent støj, som primært stammer fra møllernes turbiner og generatorer. For marsvin vurderes det, at påvirkninger pga. af driftsstøjen vil være begrænset. En konservativ beregning viser, at det er urealistisk, at der kan opstå PTS eller TTS hos marsvin eller sæler, da støjniveauerne er langt under det niveau, der potentielt kan medføre påvirkninger af dyrenes hørelse. I forhold til adfærdspåvirkninger hos marsvin er det beregnet, at driftsstøjen fra en enkelt mølle samt støjen fra flere nærliggende møller vil være langt under adfærdstærsklen for marsvin i en afstand på 100 meter fra nærmeste mølle. Sandsynligheden for, at driftsstøjen medfører adfærdspåvirkning, er derfor meget begrænset. Dette er yderligere vurderet

under D11, afsnit 26.5.11. Ved indførelse af hårbundssubstrat forventes det at tiltrække epifauna og fisk knyttet til hård bund, hvilket potentielt kan øge fødegrundlaget for havpattedyr og på baggrund heraf samt de uddybende vurderinger i kapitel 14.5 for fisk samt kapitel 23 om vurderingen af Natura 2000 og kapitel 24 om bilag IV-arter vurderes det, at havpattedyrenes populationstæthed, udbredelsesområde og habitat bibeholder den nødvendige udstrækning og kvalitet til at understøtte de forskellige faser i dyrenes livscyklus.

Som følge heraf vil driftsfasen af Thor Havvindmøllepark ikke føre til, at habitatdirektivets målsætning om gunstig bevaringsstatus ikke vil kunne opnås for gråsæler eller at den gunstige bevaringsstatus for spættet sæl og marsvin ikke vil kunne opretholdes. Dermed vil drift af Thor Havvindmøllepark kunne gennemføres inden for de miljømål for havpattedyr, der er fastsat i Havstrategi II.

26.5.1.2. Fugle

Driftsfasen af Thor Havvindmøllepark kan påvirke fugle ved fortrængning og ved at påvirke deres fødegrundlag. Derudover udgør havvindmøllerne en kollisionsrisiko for fuglene samt en mulig barriere for fuglenes trækbevægelser. I kapitel om fugle (afsnit 16.4) fremgår det, at Thor Havvindmøllepark ikke vurderes at medføre en væsentlig påvirkning af de fuglebestande, der forekommer i undersøgelsesområdet som ynglende, rastende, fældende eller trækkende. Påvirkningen vurderes derfor ikke at modvirke at biodiversiteten for fugle opretholdes. Herudover er alle de i Thor Havvindmøllepark forekommende fugle i gunstig bevaringsstatus, da alle arterne har stabile bestande eller er i fremgang (Nielsen, et al., 2023). Dette gælder også alle i projektområdet forekommende fugle på fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I og projektet vurderes ikke at påvirke disse bestande væsentligt.

Driftsfasen af Thor Havvindmøllepark vurderes ikke at påvirke fugles bestande, levesteder og fødegrundlag og dermed heller ikke fuglenes biodiversitet. Påvirkningen vurderes ikke at modvirke at biodiversiteten for fugle opretholdes.

26.5.1.3. Fisk

Fisk kan ligeledes påvirkes af driftstøj fra møllerne, ligesom møllevinger og mølletårne kan have en negativ skyggepåvirkning på fisk i de frie vandmasser. De undersøiske kabler kan generere et elektromagnetisk felt (EMF), som potentielt kan påvirke fisk. Ved etablering af møllefundamenterne erstattes det naturligt forekommende blødbundshabitat med et introduceret hårbundssubstrat. Påvirkningen fra det introducerede substrat på de tilknyttede fiske-samfund vil være yderst beskedent. Kun i umiddelbar nærhed af møllefundamenterne, vil der kunne forventes en påvirkning af fiskefauna mod arter, der er mere associerede med hårde substrater. Påvirkningen vil være lokal og vurderes ikke at ændre på antal fiskearter og artssammensætning og dermed ikke påvirke fiskenes biodiversitet lokalt eller regionalt. Påvirkningen fra EMF og eventuel skyggepåvirkning vil ligeledes være yderst lokal og af begrænset indflydelse på de fiskearter og -bestande, som findes i området for Thor Havvindmøllepark. Vurderingerne af påvirkninger på fisk under driftsfasen ved Thor Havvindmøllepark er uddybet i afsnit 14.5. for fisk og det vurderes, at driften af Thor Havvindmøllepark ikke vil påvirke artssammensætningen eller populationstætheden af fisk. Dermed vil anlægget af Thor Havvindmøllepark kunne gennemføres inden for de miljømål for fisk, der er fastsat i Havstrategi II.

26.5.1.4. Pelagiske habitater

Diversiteten af primærproducenter (planteplankton) styres af årstid, hydrografi, fysiske (vind og havstrømme) og kemiske forhold (saltholdighed og næringsstoffer). Dyreplankton kobler planteplankton med dyr højere i fødekæden og er dermed et vigtigt led i økosystemet.

Øget næringsstofbelastning, som følge af tilstedeværelsen af havvindmølleparken, er behandlet under D5, hvor det vurderes at projektet under drift ikke vil medføre koncentrationsstigninger af næringsstoffer og klorofyl, og dermed

er foreneligt med havstrategiens miljømål for eutrofiering. Ændring i hydrografi er behandlet under D7 (og i kapitel 9, hvorfra konklusionerne er, at potentielle ændringer i områdets hydrografi vil være negligible. Det vurderes på baggrund heraf, at drift af Thor Havvindmøllepark ikke vil påvirke habitattypens tilstand for pelagiske habitater negativt.

Samlet vurderes det, at Thor Havvindmøllepark under driftsfasen ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres inden for, og i Nordsøen generelt i relation til D1 Biodiversitet.

26.5.2. D2 – Ikke-hjemmehørende arter

Service og vedligehold af havvindmølleparken vil blive varetaget af lokale havne relativt tæt placeret på havvindmølleparken og vil derfor ikke give anledning til spredning af ikke-hjemmehørende arter. Dertil er risiko for introduktion af ikke-hjemmehørende arter via ballastvand håndteret gennem gældende lovgivning og retningslinjer, som beskrevet under vurderinger for anlægsfasen i afsnit 26.4.2. Som følge heraf, vurderes sejlads ifm. drift af havvindmølleparken ikke at medføre risiko for introduktion af nye ikke-hjemmehørende arter.

Hårdbundsstrukturerne i forbindelse med havvindmøller kan fungere som trædesten for introduktion af ikke-hjemmehørende arter i danske farvande. Dette gælder særligt organismer, som er tilknyttet til det hårde substrat som vindmøllernes fundamenter bidrager med, og i særlig grad på steder hvor denne type levesteder sjældent forekommer naturligt, som f.eks. i den centrale og sydlige Nordsøen (Dahl, 2022). Dette bekræftes i et nyligt studie i C-Power and Belwind havvindmøllepark i det sydlige Nordsøen, hvor det kunstige substrat koloniseredes af flere ikke-hjemmehørende arter (De Mesel, Kerckhof, Norro, Rumes, & Degraer, 2015). Problemet med ikke-hjemmehørende marine arter i dansk havnatur er kendt og vurderes at være stigende i alle danske havområder (Stæhr, et al., 2020). Tøffelsnegl (*Crepidula fornicata*), som i forvejen er problematisk på nogle kystnære habitater i dansk farvand, betragtes som en potentiel trussel mod referencebiotopen på sandbund, A5.242, som findes i forundersøgelsesområdet for Thor Havvindmøllepark. Derudover er den kolonidannende søpung, *Didemnum vexillum*, som endnu ikke er observeret i Danmark, beskrevet som en potentiel trussel for tre af referencebiotoperne (A5.242, A4.2142, A4.2141). *Didemnum vexillum* er på listen over invasive arter, der er vurderet til at være mest skadelige i Danmark (Therkildsen, et al., 2020a) på grund af artens aggressive vækst og evne til at overbegro og ændre eksisterende marine biotoper. Arten er observeret på flere beskyttede lokaliteter i Storbritannien.

På grund af projektets begrænsede areal og klare afgrænsning vurderes det ikke sandsynligt at Thor Havvindmøllepark isoleret set vil bidrage til en stigning i udbredelsen af allerede introducerede ikke-hjemmehørende arter (f.eks. *Crepidula fornicata*), eller lede til en væsentlig forøget risiko for introduktion af nye ikke-hjemmehørende arter (f.eks. *Didemnum vexillum*), og det vurderes derfor, at anlæg af havvindmølleparken ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres inden for, og i Nordsøen generelt for D2 ikke-hjemmehørende arter. Emnet er yderligere behandlet i afsnit 13.3.2.1 om marin flora og fauna.

26.5.3. D3 – Erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande

Som beskrevet i afsnit 26.5.1 kan de kommercielle fiskearter påvirkes af driftstøj fra møllerne, ligesom møllevinger og mølletårne kan have en negativ skyggepåvirkning på fisk i de frie vandmasser. De undersøiske kabler kan generere et elektromagnetisk felt (EMF), som potentielt kan påvirke fisk. Ved etablering af møllefundamenterne erstattes det naturligt forekommende blødbundshabitat med et introduceret hårdbundssubstrat. Påvirkningen fra det introducerede substrat på de tilknyttede fiskesamfund vil være yderst beskedent. Kun i umiddelbar nærhed af møllefundamenterne, kan der forventes en påvirkning af fiskefauna mod arter, der er mere associerede med hårde substrater. Påvirkningen vil være lokal og vurderes ikke at ændre på antal fiskearter og

artssammensætning. Påvirkningen fra EMF og eventuel skyggepåvirkning vil ligeledes være yderst lokal og af begrænset indflydelse på de fiskearter og -bestande, som findes i området for Thor Havvindmøllepark. Vurdering af påvirkninger på fisk under driftsfasen ved Thor Havvindmøllepark er uddybet i afsnit 14.5. Drift af Thor Havvindmøllepark vil ikke ændre på populationerne af de erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande. Derfor vurderes det ligeledes, at gydebiomassen samt alders- og størrelsesfordelingen af de erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande vil forblive uændret og at drift af havvindmølleparken ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres inden for, og i Nordsøen generelt for D3 Erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande.

26.5.4. D4 – Havets fødenet

Projektet kan potentielt påvirke de enkelte delementers tilstand og dermed balancen i fødenettet. Der er foretaget en vurdering af de potentielle påvirkninger, som driftsfasen for Thor Havvindmøllepark kan have på de forskellige biologiske komponenter, der indgår i havets fødenet, herunder: bundlevende organismer, fytoplankton, zooplankton, fisk, fugle og pattedyr.

Påvirkning af havbundens integritet er behandlet under D6 (afsnit 26.4.6). Påvirkningen af bundlevende organismer i driftsfasen relaterer til etableringen af møllefundamenter og erosionsbeskyttelse, som vil forårsage permanente habitatændringer. Det arealmæssige omfang af disse strukturer er lille i forhold til områdets samlede størrelse, og det vurderes, at de bundlevende organismers rolle i havets fødenet ikke vil påvirkes negativt.

Påvirkning af plankton (planteplankton og dyreplankton) er behandlet under D1 (afsnit 26.5.1.4) for pelagiske habitater, hvor det er vurderet, at drift af Thor Havvindmøllepark ikke vil påvirke og ændre habitattypens tilstand (artsammensætning og deres relative tæthed) negativt. Ud fra dette vurderes det videre, at driften af havvindmølleparken ikke vil påvirke diversiteten af planteplankton og dyreplankton negativt og dermed heller ikke balancen mellem planktons trofiske niveauer.

Artsammensætningen og populationsstørrelserne af fisk forventes at være uændret på deres trofiske niveau (se vurdering under D1 og D3, afsnit 26.5.1 og 26.5.3). Derfor vurderes det videre, at der ikke vil være påvirkning af fisk i havets fødenet.

Dette gør sig ligeledes gældende for havpattedyr. Den begrænsede påvirkning, som driftsfasen er vurderet at have på havpattedyr (jf. både vurderingerne i afsnit 15.5 om påvirkning på havpattedyr og vurderingerne i kapitel 23 om vurderingen af Natura 2000 og kapitel 24 om bilag IV-arter samt vurderingerne under D1 afsnit 26.5.1.1), betyder at havpattedyr forventes at forekomme i deres normale tæthed og diversitet og at balancen mellem deres trofiske niveau og niveauerne under ikke påvirkes negativt.

Påvirkninger på fugle, som følge af fortrængning i driftsfasen, er vurderet at være ikke væsentlig. I driftsfasen er antallet af årlige kollisioner vurderet at være meget lavt i forhold til de bestande, der trækker gennem Nordsøen og raster nær Thor Havvindmøllepark. Andelen af årlige kollisioner i forhold til de rastende bestande af fugle vurderes at være ubetydelig (afsnit 16.4.1). Da hverken bestandene af fugle eller deres fødegrundlag ændres, vurderes fugle indvirkning på fødenettets balance ikke at påvirkes negativt.

På baggrund heraf vurderes det, at driftsfasen af Thor Havvindmøllepark ikke vil ændre balancen i havets fødenet, og det vurderes derfor at drift af havvindmølleparken ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres inden for, og i Nordsøen generelt for D4 Havets fødenet.

26.5.5. D5 – Eutrofiering

Der vil under driftsfasen af havvindmølleparken ikke være en tilførsel eller suspension af næringsstoffer i sedimentet, der fører til påvirkning af denne deskriptor. Det vurderes således, at driftsfasen af Thor Havvindmøllepark ikke vil ændre på næringsstofkoncentrationer eller koncentrationer af klorofyl a i vandsøjlen, og det vurderes derfor, at drift af havvindmølleparken ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres inden for, og i Nordsøen generelt for D5 Eutrofiering.

26.5.6. D6 – Havbundens integritet

I driftsfasen vil tilstedeværelsen af havvindmølleparken resultere i tab af havbund på de områder, hvor havvindmøllerne anlægges, da pladsen inddrages permanent i hele havvindmølleparkens levetid.

Der vil være permanent inddragelse af havbundsareal i forbindelse opstilling af transformerplatform, vindmøllefundamenter og erosionsbeskyttelse, og dermed et tab af levesteder for havbundens organismer. Projektområdet, hvor havvindmøllerne placeres, består helt primært af sandbund (substrattype 1b), og i mindre grad af blandet substrat med sand, grus og småsten (substrattype 2a + 2b). De hertil knyttede faunasamfund, som er almindelige i Nordsøen, tabes permanent på de pågældende lokaliteter. Der opstilles havvindmøller i et område som svarer til 0,12 km² havbund. Dette samlede fodaftryk udgør maksimalt 0,1 % af projektområdet for Thor Havvindmøllepark. På baggrund af den lille arealmæssige udbredelse, vurderes det, at Thor Havvindmøllepark under driftsfasen ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som vindmølleparken placeres indenfor, og i Nordsøen generelt i relation til D6 Havbundens integritet.

26.5.7. D7 – Hydrografiske ændringer

De hydrografiske forhold i havet omfatter fysiske egenskaber såsom temperatur, saltholdighed, havstrømme og bølgepåvirkning. Disse naturlige forhold er af afgørende betydning for de marine økosystemer. God miljøtilstand er defineret ud fra, at en permanent ændring af de hydrografiske egenskaber ikke påvirker de marine økosystemer i negativ retning (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2019a).

Det fremgår af Danmarks Havstrategi II, at der i Nordsøen er registreret permanente hydrografiske ændringer både i vandsøjlen (ca. 3.400 km²) og ved havbunden (ca. 4.700 km²). De negative påvirkninger heraf vurderes i havstrategien at være ubetydelige (0,02 % af det samlede areal) (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2019a).

Tilstedeværelsen af en vindmøllepark til havs kan medføre blokering/ændringer i strømmen, der resulterer i øget opblanding og/eller ændret vandskifte, samt en lokal og regional påvirkning i bølgeklimaet.

De hydrografiske forhold i driftsfasen af Thor Havvindmøllepark er behandlet i afsnit 9.3. Påvirkningen på strøm og bølgeforhold, som følge af havvindmølleparken, er her vurderet at være lille, mens påvirkning på vandskifte og lagdeling er vurderet som værende ingen eller lille. Der er endnu ikke fastsat tærskelværdier i forhold til hydrografiske ændringer i Havstrategi II, og der er derfor ikke et tilstrækkeligt grundlag for at vurdere, hvornår god miljøtilstand opnås. Det vurderes, at påvirkninger, som følge af havvindmølleparken, kan kategoriseres som værende neglige og ikke medføre ændringer i de hydrografiske forhold, der kan påvirke de marine økosystemer.

Det vurderes samlet, at Thor Havvindmøllepark under driftsfasen ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som vindmølleparken placeres indenfor, og i Nordsøen generelt i relation til D7 Hydrografiske ændringer.

26.5.8. D8 – Forurenende stoffer

Potentielle påvirkninger fra afsmitning af miljøfarlige forurenende stoffer fra møller og andre stålkonstruktioners korrosionsbeskyttelse og overfladebeskyttelse, samt fra spild ved tilsyn og vedligehold af vindmøllerne i driftsfasen er behandlet i afsnit 25.5 om vandplanlægning. Heri vurderes det, at afsmitning fra vindmøllerne og spild ikke vil give anledning til overskridelse af miljøkvalitetskrav for EU's prioriterede stoffer eller medføre koncentrationsforøgelse af BDE, kviksølv, octylphenoler og nonylphenoler i vand, sediment og biota, og dermed ikke forringe den kemiske tilstand i vandområdet eller forhindre målopfyldelse.

Som beskrevet for D8 under anlægsfasen, gælder der i princippet de samme tærskelværdier (miljøkvalitetskrav) i havstrategien, som for målsatte vandforekomster jf. lov om vandplanlægning. Vurderinger foretaget for de målsatte vandforekomster i afsnit 25.5, vurderes derfor også at være gældende for havområdet udenfor de 12 sømil.

Det vurderes på baggrund heraf, at driftsfasen af Thor Havvindmøllepark ikke vil ændre på koncentrationer af de forurenende stoffer i havområdet, og det vurderes derfor at drift af havvindmølleparken ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som vindmølleparken placeres indenfor, og i Nordsøen generelt for deskriptor D8 Forurenende stoffer.

26.5.9. D9 – Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum

Miljømålene for deskriptor 9, forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum, kan indeholdes i miljømålene for deskriptor 8, forurenende stoffer i havmiljøet, idet fastlagte miljøkvalitetskrav (BEK nr 796 af 13/06/2023), der understøtter vandplanlægningen, og ligeledes D8 i Havstrategien, er fastsat ud fra et hensyn til beskyttelsen af menneskers sundhed og miljøet. Her er det vurderet, at miljøkvalitetskrav vil være overholdt, og at der ikke vil ske påvirkning af biota. På baggrund heraf vurderes det, at driftsfasen af Thor Havvindmøllepark ikke vil ændre på niveauerne af forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum, og det vurderes derfor at drift af havvindmølleparken ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres indenfor, og i Nordsøen generelt for deskriptor D9 Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum.

26.5.10. D10 – Marint affald

Al skibsfart i forbindelse med havvindmølleprojektet vil skulle overholde gældende lovgivning om beskyttelse af havmiljøet (LBK nr 1032 af 25/06/2023) og bekendtgørelser udstedt i medfør heraf. Heri fremgår det blandt andet, at udtømmning af affald på dansk søterritorium og i den eksklusive økonomiske zone ikke må finde sted.

Det vurderes derfor, at driftsfasen af Thor Havvindmøllepark ikke vil ændre betydeligt på håndteringen og mængden af tilført marint affald, og det vurderes at drift af havvindmølleparken ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i Nordsøen for deskriptor D10 Marint affald.

26.5.11. D11 – Undervandsstøj

Støj og vibrationer under driften af havvindmøllerne i Thor Havvindmøllepark kan forplante sig i vandet gennem møllefundamenterne. Påvirkninger fra undervandsstøj i driftsfasen er behandlet i afsnit 14.5.1 om fisk og afsnit 15.5.1 om havpattedyr samt under D1 26.5.1.1. Derudover vil der kunne forekomme undervandsstøj fra servicebåde til og fra havvindmølleparken. I forbindelse med driften af havvindmøllerne vil der forekomme lavfrekvent støj, som primært stammer fra møllernes turbiner og generatorer. For marsvin vurderes det, at påvirkninger pga. af driftsstøjen vil være begrænset. En konservativ beregning viser, at det er urealistisk, at der kan opstå PTS eller TTS hos marsvin, da støjniveauerne er langt under det niveau, der potentielt kan medføre påvirkninger af dyrenes hørelse. I forhold til adfærdspåvirkninger hos marsvin er det beregnet, at driftsstøjen fra en enkelt mølle samt støjen fra flere nærliggende møller vil være langt under adfærdstærsklen for marsvin i en afstand på 100 meter fra nærmeste mølle. Sandsynligheden for, at driftsstøjen medfører adfærdspåvirkning, er derfor meget begrænset. Støjniveauet i

driftsfasen er betydeligt lavere end i anlægsfasen og adskiller sig ved at være lavfrekvent, mindre intensiv og mere stationær. Havpattedyr og fisk vil i ikke opleve støjniveauer, som medfører PTS i driftsfasen og studier viser, hvordan havpattedyr søger føde blandt møllerne. Det vurderes yderligere, at støjens rummelige og tidsmæssige fordeling ikke vil påvirke populationer af havpattedyr eller fisk negativt.

Det vurderes derfor, at driftsfasen af Thor Havvindmøllepark ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres indenfor, og i Nordsøen generelt i relation til D11 Undervandsstøj.

26.6. Vurdering af påvirkninger i demonteringsfasen

Der er ingen af de behandlede påvirkninger i nærværende kapitel om Havstrategi i miljøkonsekvensrapporten, hvor der er vurderet at kunne være en større påvirkning i demonteringsfasen end i anlægsfasen. Vurderinger af påvirkninger foretaget for anlægsfasen vil derfor svare til (og for mange emner være mindre end) påvirkninger under demonteringsfasen af Thor Havvindmøllepark.

26.7. Vurdering af påvirkning på NOVANA stationer

Anlæg, drift og demontering af Thor Havvindmøllepark vil som beskrevet i kapitel 25 om vandplanlægning, afsnit 25.4.6, ikke påvirke den nationale overvågning (NOVANA), der også omfatter havstrategiovervågningen.

26.8. Sammenfattende vurdering

Det vurderes samlet, anlægsaktiviteter-, drifts- og demontering for Thor Havvindmøllepark ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres inden for, og i Nordsøen generelt for havstrategiens 11 deskriptorer.

26.9. Kumulative effekter

Effekten af flere menneskabte påvirkninger af det marine miljø inden for samme geografiske område kan samlet medføre, at de har en større påvirkning end hver for sig. Anlæg af Thor Havvindmøllepark og projektets påvirkninger på havstrategiens gældende miljømål i Nordsøen skal derfor ses i sammenhæng med øvrige aktiviteter, der medfører samme type af påvirkninger, og som kan give anledning til kumulative miljøpåvirkninger, hvis aktiviteterne pågår samtidig.

Det vurderes, at havvindmølleparken og øvrige aktiviteter i forbindelse hermed ikke vil medføre kumulative påvirkninger forbundet med deskriptor 10 (Marint affald), da håndtering af affald er reguleret af lovgivningen (afsnit 3.3.9 om havmiljøloven).

Der er ikke identificeret kumulative virkninger af sammenfaldende projekter, planer og aktiviteter, der kan medføre en væsentlig påvirkning på fisk, havpattedyr og mindre vandlevende organismer i området (se kapitel 13, 14, 15, 23 og 24). Der vurderes derfor, at der ikke vil være risiko for en kumulativ virkning på miljømålene for deskriptor 3 og 11. Ligeledes vurderes det, at der ikke vil være risiko for en kumulativ virkning på miljømålene for deskriptor 1 og 4, undtaget et af miljømålene, der vedrører fugle for disse to deskriptorer. Vurderinger af fugle og kumulative effekter er behandlet i kapitel 16 om fugle og flagermus, og opsummeres i det følgende og vurderes i forhold til miljømålene i havstrategiens D1 og D4.

Påvirkningerne fra hvert af de enkelte projekter for de kystnære havvindmølleparker (Vesterhav Syd og Nord) samt Horns Rev 1, 2 og 3 er vurderet så begrænsede, at det ligeledes vurderes at projekterne i kumulation med Thor

Havvindmøllepark ikke vil medføre en påvirkning på trækfugle eller rastende fugle, der kan forsinke eller hindre opnåelse af god miljøtilstand i havområdet for fugle under D1 Biodiversitet og D4 Havets fødenet.

Det er i miljøvurderingen af Danmarks Havplan beskrevet, at der ikke er kendskab til specifikke trækruter gennem de udlagte områder til vedvarende energi, men at trækfugle generelt koncentrerer sig i den sydlige del af Nordsøen samt langs vestkysten (COWI, 2021), og det er efterfølgende vurderet, at *"såfremt der sker en gradvis koncentration af anlæg til vedvarende energi i Nordsøen som følge af havplanen, kan det ikke udelukkes, at der kan være en negativ påvirkning af trækfugle"*. Dette er på baggrund af de potentielle barrierevirkninger, som kan medføre et større energiforbrug for visse migrerende arter. Det anbefales i miljøvurderingen, at der i forbindelse med sektorplanlægningen indsamles nye data og gennemføres detaljerede analyser af potentielle påvirkninger på trækkende fugle med henblik på at fastlægge den præcise placering af nye parker, som tilgodeser eksisterende trækruter. Det bemærkes i miljørapporten, at de store arealudlæg i Nordsøen til vedvarende energi i havplanen giver mulighed for at fremtidige parker kan placeres, så de ikke påvirker trækfugle væsentligt.

Såfremt den fremtidige planlægning af havvindprojekter inden for udviklingszonerne for vedvarende energi i havplanen tilgodeser eksisterende trækruter for fugle i sammenhæng med på det tidspunkt øvrige etablerede parker, vil en væsentlig kumulativ påvirkning på trækfugle som følge af en realisering af havplanen og Thor Havvindmøllepark kunne undgås, og dermed være forenelig med havstrategiens miljømål for fugle fastsat under D1 og D4.

For rastende fugle er der i miljøvurderingen af Danmarks Havplan vurderet, at *"en gradvis koncentration af havmøller i den sydlige del af Nordsøen kunne medføre en væsentlig påvirkning af kyst- og havfugle i dette område"*, hvilket begrundes med, at flere af udviklingszonerne ligger inden for beskyttelsesområdet IBA DK123 Østlige Tyske Bugt (COWI, 2021). Placeringen af Thor Havvindmøllepark overlapper dog ikke med dette område, og for de øvrige områder af Nordsøen vurderes *"en potentielt øget koncentration af anlæg til vedvarende energi ikke at medføre væsentlig negativ påvirkning af overvintrende, rastende eller ynglende fugle"* i miljøvurderingen af Danmarks Havplan (COWI, 2021).

Samlet vurderes det i miljøvurderingen af Danmarks Havplan, at de kumulative effekter for fugle *"kumulativt med den massive udbygning af havvind i hhv. den svenske og tyske EEZ, kan det dog ikke udelukkes, at kyst- og havfugle fortrænges fra områderne, og at den gunstige bevaringsstatus for visse arter ikke kan opretholdes."*

Den kumulative påvirkning på fugle som følge af den potentielle udbygning af havvind som udlagt i havplanen kan derfor ikke afvises at have en negativ påvirkning af bestandene af rastende fugle. Dette gælder også i Nordsøen, hvor en femtedel af den danske del af Nordsøen er udlagt til havvindmølleparker og tilsvarende er planlagt for Tyskland, Holland og Storbritannien. Men påvirkningen fra Thor Havvindmøllepark og de eksisterende vindmølleparker (Horns Rev 1-3 samt Vesterhav Nord og Syd) har ikke kumulativt nået et niveau, hvor der er væsentlige negative påvirkninger af de biogeografiske bestande af rastende fugle og bestandenes bevaringsstatus. Dette gælder også for mindre områder (dvs. fuglebeskyttelsesområder og lign.) hvor delbestande er specielt beskyttet. Miljømål for fugle i D1 og D4 forlyder: *"For fugle sikres bestande og levesteder opretholdt og beskyttet i henhold til målsætninger under fuglebeskyttelsesdirektivet"* (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019a). De kumulative effekter fra de kystnære havvindmølleparker og Thor Havvindmøllepark vurderes derfor heller ikke at forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres inden for, og i Nordsøen generelt for deskriptor D1 Biodiversitet og D4 Havets fødenet.

Med relevans for D2 Ikke-hjemmehørende arter, har Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) for nyligt rejst en problemstilling omkring udbygningen af havvindmølleparker, idet havvindmøllernes hårbundstrukturer i fremtiden kan fungere som trædesten for introduktion og spredning af ikke-hjemmehørende arter til danske farvande. DCE

anbefaler, at der udarbejdes en risikovurdering af den samlede udbygningsplan af havvindmøller i Danmark i forhold til utilsigtet introduktion af ikke-hjemmehørende arter (Dahl, 2022). Dette med henblik på vurdering af behovet for målrettet overvågning og udarbejdelse af tekniske retningslinjer (se også afsnit 13.5). Under driftsfasen af Thor Havvindmøllepark kan det derfor ikke afvises, at der vil kunne ske kumulative virkninger for deskriptor 2, hvis eller når, der sker sammenfald med den fremtidige udbygning af havvind i Nordsøen. For at gennemføre en vurdering af betydningen for deskriptor 2 og de tilhørende fastlagte miljømål, vil det kræve yderligere kvantificering, som foreslået af DCE.

Vurdering af påvirkning på miljømål for henholdsvis deskriptor 5 (Eutrofiering), 8 (Forurenende stoffer) og 9 (Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum) er indeholdt i kapitel 25 om vandplanlægning, hvori det er vurderet, at andre nærliggende projekter og aktiviteter ikke vil medføre væsentlige kumulative virkninger for disse emner.

Det er endvidere vurderet i kapitel 9, 10 og 13, at påvirkninger på havbundens integritet (deskriptor 6) og hydrografiske ændringer (deskriptor 7) er så begrænsede, at der ikke forventes at kunne forekomme kumulative virkninger i sammenfald med andre projekter eller aktiviteter.

Med forbehold for introduktion og spredning af ikke-hjemmehørende arter (D2) i driftsfasen og den planlagte massive udbygning af havvind i hhv. den danske, svenske og tyske EEZ, der kan påvirke rastende fugle (delelement under D1 og delelement under D4) i driftsfasen, vurderes det samlet, at eventuelle effekter fra andre projekter på havmiljøet i kumulation med Thor Havvindmøllepark, ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i havområdet, som havvindmølleparken placeres inden for, og i Nordsøen generelt.

26.10. Afværgeforanstaltninger

Der er ikke identificeret påvirkninger af havområdet, i forbindelse med Thor Havvindmøllepark, der vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand for Nordsøen, som nødvendiggør, at der skal iværksættes afværgeforanstaltninger.

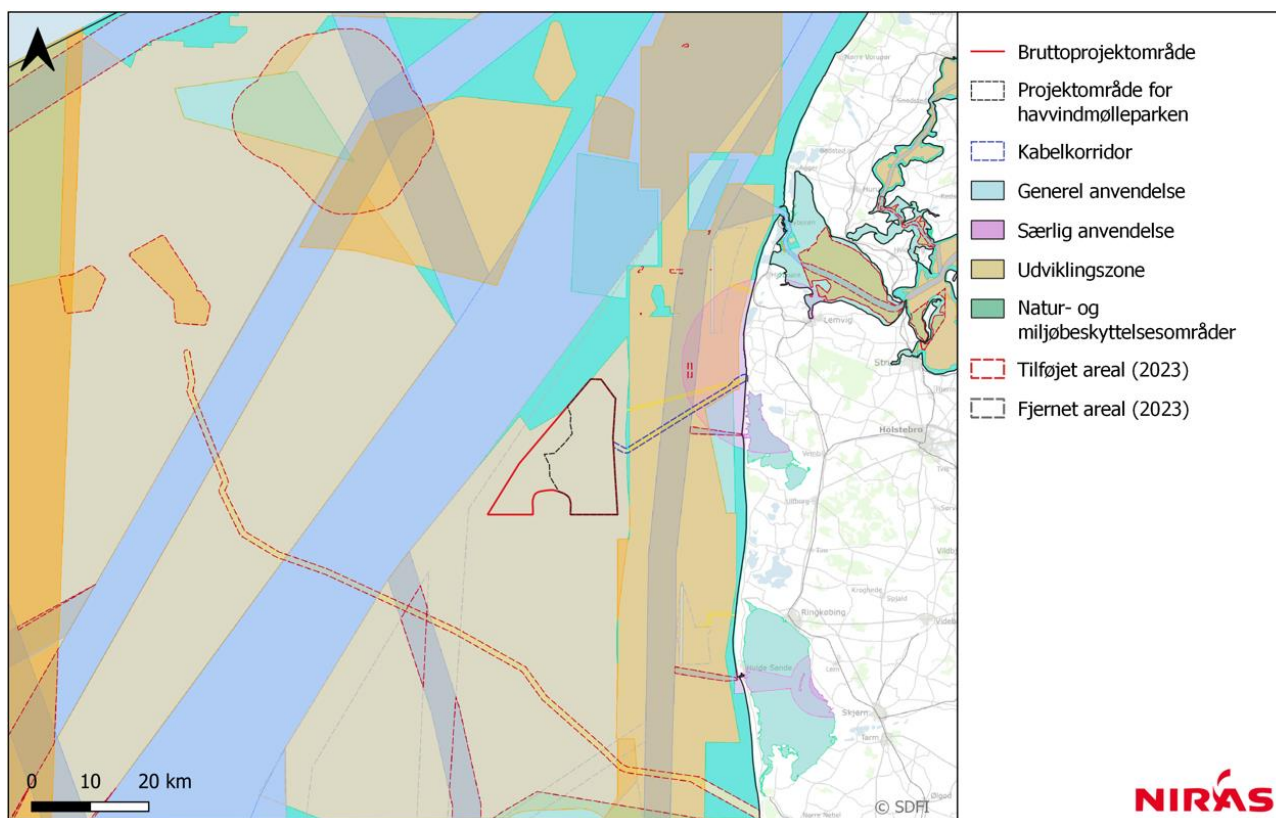
27. Havplanlægning

Som beskrevet i afsnit 3.3.8 findes der en samlet, fysisk plan for hele det danske havareal. I det følgende beskrives forhold vedrørende havplanen, der er relevante for Thor Havvindmøllepark, og det vurderes, om projektet er i overensstemmelse med havplanlægningen.

27.1. Eksisterende forhold

Arealfordelingen i havplanen er opdelt i zoner, og havområderne er opdelt i fire zonetyper: 1) udviklingszoner, 2) særlige anvendelseszoner, 3) natur- og miljøbeskyttelsesområder og 4) generelle anvendelseszoner (Søfartsstyrelsen, 2021a).

I Figur 27.1 ses projektområdet for Thor Havvindmøllepark i forhold til de fire zonetyper. Ligeledes er Søfartsstyrelsens forslag til ændringer i havplanen vist, som var i høring fra 27. november 2023 til 5. februar 2024 (Søfartsstyrelsen, 2023b).



Figur 27.1: Projektområdet for Thor Havvindmøllepark i forhold til de fire zonetyper: 1) udviklingszoner, 2) særlige anvendelseszoner, 3) natur- og miljøbeskyttelsesområder og 4) generelle anvendelseszoner. Kortet viser desuden forslag til havplanen, der har været i høring fra 27. november 2023 til 5. februar 2024. Forslaget er vist som henholdsvis tilføjede eller fjernede arealer.

27.1.1. Udviklingszoner

I Danmarks Havplan er der udlagt områder som udviklingszoner for vedvarende energi og energigør. Som en del af udviklingszonerne fremgår også eksisterende havvindmølleparker samt havvindmølleparker under opførelse.

Udviklingszonerne i havplanen skal bidrage til at skabe udvikling og vækst for erhvervslivet. Udlægningen af områder til udviklingszoner indebærer, at der fremover alene kan meddeles tilladelser til de pågældende formål inden for de udlagte områder. Derved friholdes de øvrige områder for nye anlæg mv. til de aktiviteter og anvendelser, som planlægges for i udviklingszonerne.

Som det fremgår af Figur 27.1 samt Figur 3.3, så ligger projektområdet for Thor Havvindmøllepark i en udviklingszone for vedvarende energi. Kabelkorridoren er placeret i en udviklingszone for råstofindvinding. I det følgende beskrives udviklingszonerne mere detaljeret (kursiveret tekst fra Havplanredegørelsen (Søfartsstyrelsen, 2021a)).

Vedvarende energi (Ev):

Der udlægges en række områder til vedvarende energi i havplanen. Områderne omfatter dels de eksisterende havvindmølleparker og igangværende ansøgninger, og dels områder udpeget til vedvarende energi som følge af ovennævnte screening for placering af op til 12,4 GW havvind, der er en opfølgning på energiaftalen af 2018. Det bemærkes, at arealerne fra screeningen er bruttoarealer, som ikke nødvendigvis forventes at blive fuldt udnyttet. Desuden er udpeget et mindre Ev-område i Nordsøen til brug for test af bølgekræftanlæg. Udpegningen i havplanen skal sikre, at Danmark kan anvise gode og ledige placeringer, så nye VE-anlæg og tilhørende installationer hurtigt kan etableres, når udviklingen for alvor accelererer.

Områdernes størrelse skal ses i lyset af, at der fortsat skal være attraktive muligheder for udbygning med vedvarende energi på havet gennem en effektiv og fleksibel udbygning med vedvarende energianlæg på havet.

Energistyrelsen vil som faglig myndighed foretage en fortsat kortlægning af optimale sites til VE-udbygning på havet, herunder bl.a. havvindmølleparker mv., og sikre, at udbygningen sker under behørig hensyntagen til samfundsøkonomien, forsyningssikkerheden og andre almene samfundshensyn.

Råstofindvinding (R):

Der er i Danmarks Havplan udlagt udviklingszoner for råstofindvinding, som primært omfatter indvinding af sand, grus og ral. Udviklingszonerne er udlagt "på baggrund af eksisterende anvendelse samt yderligere arealer, som kan være med til at sikre råstofforsyningen til kendte og kommende kystsikrings-, bygge- og anlægsprojekter. [...] Råstofindvindingsvirksomheders og bygherrers behov for udlægningen af nye områder afhænger af behovene for råstoffer og dermed af bygge- og anlægsaktiviteter samt behovene for kystbeskyttelse." (Søfartsstyrelsen, 2021a). Udviklingszoner for råstofindvinding i nærheden af området for Thor Havvindmøllepark er vist på Figur 27.1.

27.1.2. Særlige anvendelseszoner

Kabelkorridoren ligger inden for den særlige anvendelseszone 'kabelkorridorer for vedvarende energi' (Ek). Formålet med udlægningen af zonen er, at sikre ilandføring af kabler fra fremtidige anlæg til vedvarende energi. Udlægning af området i havplanen til zone til kabelkorridorer for vedvarende energi medfører i sig selv ingen begrænsning i adgangen til fiskeri eller sejlads i området, men sådanne begrænsninger kan følge af anden lovgivning. Når kablerne er færdigetableret, ophører udlægningen af området til zone til kabelkorridorer for vedvarende energi. Området bliver herefter generel anvendelseszone, med mindre det er udlagt som zone til andre formål.

Kabelkorridoren bliver krydset af et område, der er udlagt til sejladskorridor (S). Formålet med udlægning af zonen til sejladskorridorer er, at sikre at der ikke lægges hindringer i vejen for den frie sejlads eller at denne væsentligt vanskeliggøres. Inden for zonen til sejladskorridorer må der kun vedtages planer eller meddeles tilladelse m.v. til arealanvendelser og anlæg, såfremt det ikke umuliggør eller væsentligt vanskeliggør sejladsen.

Kabelkorridoren overlapper med et område, der er udlagt som zone til beskyttelsesforanstaltninger for luftfart (II). Formålet med udlægning af området til beskyttelsesforanstaltninger for luftfart er, at sikre at der ikke lægges hindringer i vejen for ud- og indflyvningen til offentlige flyvepladser samt at sikre luftfartens sikkerhed. Zonerne omfatter områder omfattet af indflyvningsplaner samt respektafstande til offentlige flyvepladser. Inden for zoner til beskyttelsesforanstaltninger for luftfart må der kun meddeles tilladelse m.v. eller vedtages planer til arealanvendelser og anlæg, der ikke kan indebære risici for lufttrafikken.

27.1.3. Natur- og miljøbeskyttelsesområder

Der er udlagt et natur- og miljøbeskyttelsesområde (N) syd for kabelkorridoren. Natur- og miljøbeskyttelsesområder omfatter marine arealer, der er udpeget som henholdsvis havstrategiområder, Natura 2000-områder (habitat-områder og fuglebeskyttelsesområder), Ramsarområder, natur- og vildtreservater eller områder, som er fredede eller angivet i havplanen som natur- og miljøbeskyttelsesområder. Formålet med angivelsen af natur- og miljøbeskyttelsesområder er, at sikre at havplanen afspejler de nævnte områder, for at sikre beskyttelse af havets natur og miljø.

Natur- og miljøbeskyttelsesområdet syd for kabelkorridoren udgøres af Natura 2000-område nr. 220: Sandbanker ud for Thorsminde, der er beskrevet og vurderet i kapitel 23.

27.1.4. Generelle anvendelseszoner

Nord for projektområdet for havvindmølleparken er der udlagt et område til generel anvendelse (G), ligesom der et par kilometer øst for projektområdet er udlagt et mindre areal til generel anvendelse. Formålet med udlægning af området til generel anvendelseszone er, at sikre at der inden for området er mulighed for bl.a. fiskeri, sejlads samt aktiviteter og anlæg, der ikke planlægges for med havplanen, herunder f.eks. havneudvidelser, kystbeskyttelsesanlæg, turisme og rekreativ anvendelse.

27.2. Vurdering af påvirkninger

Projektområdet for havvindmølleparken ligger inden for et område, der i havplanen er udlagt til vedvarende energi. Anlæg og drift af Thor Havvindmøllepark er derfor i overensstemmelse med bestemmelserne i udviklingszonerne i havplanen.

Kabelkorridoren passerer et område, der er udlagt til udviklingszone for råstofindvinding. Et kabelanlæg i denne zone vil påvirke en eventuel fremtidig udnyttelse af områdets råstofressourcer, men da kabelkorridoren samtidig er placeret inden for den særlige anvendelseszone 'kabelkorridorer for vedvarende energi', der sikrer ilandføring af kabler til vedvarende energianlæg, så vurderes det, at projektet ikke er i uoverensstemmelse med arealudlægningen til råstofudvinding i havplanen. I den forbindelse skal det nævnes, at planlægningen af udnyttelse af Danmarks råstofressourcer er langsigtet, og at hvis kablerne på et tidspunkt fjernes fra havbunden, vil det efterfølgende være muligt at udnytte eventuelle råstofressourcer i området.

Kabelkorridoren bliver krydset af et område, der er udlagt til sejladskorridor. Anlægsarbejdet vil potentielt påvirke sejladsen i sejladskorridoren, men der vil alene være tale om en kortvarig periode. Projektet vurderes derfor ikke at være i uoverensstemmelse med bestemmelserne i havplanen.

Der er ikke arealmæssigt overlap mellem projektområdet og området udlagt til natur- og miljøbeskyttelsesområde. Det er i kapitel 23 vurderet, at projektet kan gennemføres uden skadelige påvirkninger af Natura 2000-områder, og projektet vil dermed ikke påvirke havplanens formål med at sikre, at beskyttelsen af havets natur og miljø sikres i de udpegede natur- og miljøbeskyttelsesområder.

På baggrund af ovenstående vurderes det, at projektet ikke vil være i uoverensstemmelse med havplanlægningen.

28. Opsummering

I dette kapitel redegøres der for projektets potentielle grænseoverskridende virkninger, og projektets væsentlige påvirkninger opsummeres for de relevante miljøemner, hvor tilhørende afværgeforanstaltninger og overvågning ligeledes beskrives.

28.1. Grænseoverskridende virkninger

Der er i henhold til Espoo-konvention og dens inkorporering i dansk lovgivning (BKI nr 71 af 04/11/1999) foretaget en høring af nabolande om Thor Havvindmøllepark. Espoo-konventionen fastlægger rammer for, hvornår nabolande skal orienteres og konsulteres om projekter, der kan have en grænseoverskridende effekt.

Thor Havvindmøllepark vil blive placeret i den eksklusive økonomiske zone og søterritoriet i Nordsøen, og vil ligge i en afstand på omtrent 90 km, 115 km, 215 km og 260 km fra de eksklusive økonomiske zoner for henholdsvis Norge, Tyskland, Holland og Storbritannien, der er blevet hørt i henhold til Espoo-konventionen. Ingen af disse lande havde bemærkninger til projektet.

Projektet for Thor Havvindmøllepark er placeret langt fra grænserne til øvrige lande, og der er ikke identificeret grænseoverskridende virkninger for miljøemnerne gennemgået i kapitlerne 6-27. Det gælder også for de emner, hvor der på baggrund af emnernes natur og udbredelse potentielt kunne være grænseoverskridende virkninger. Dette gør sig gældende for emner som klima og den biologiske mangfoldighed (havpattedyr, fisk, fugle og flagermus), som er beskrevet nedenstående.

I forhold til klima vil anvendelse af vedvarende energikilder samlet set medføre en positiv påvirkning af klimatiske forhold set i relation til energiproduktionen fra konventionelle energianlæg (fossile energikilder). Som beskrevet i vurderingen af påvirkningen af klimaet (se afsnit 21.4.3), vil Thor Havvindmøllepark efter det første driftsår føre til en årlige reduktion på omtrent 1.700.000 ton CO₂-e, svarende til ca. 3,9 % af den nuværende samlede danske udledning af drivhusgasser. Havvindmølleparken vil dermed være et ud af mange nationale og internationale tiltag i overgangen til anvendelse af vedvarende energi. Reduktionen fra projektet vil dog isoleret set ikke have et omfang, så det har grænseoverskridende indvirkninger på den globale opvarmning og klimaet.

I forhold til biologisk mangfoldighed kan det ikke afvises, at fugle, flagermus, havpattedyr eller fisk fra bestande i omkringliggende lande lejlighedsvis passerer igennem området for Thor Havvindmøllepark. Det vurderes dog, at kollisionsrisiko, fortrængning og barriereeffekter såvel som andre påvirkninger af migrerende arter er så begrænsede, at de vil være uden betydning for bestande i andre lande.

28.2. Væsentlige påvirkninger, afværgeforanstaltninger og overvågning

De miljøemner, hvor det er vurderet, at Thor Havvindmøllepark vil medføre væsentlige påvirkninger, er listet i Tabel 28.1. Hvor det er muligt at afværge for væsentlige påvirkninger er tilhørende afværgeforanstaltninger ligeledes beskrevet i tabellen.

Det er vurderet, at der ikke vil være behov for overvågning for de listede miljøemner.

Tabel 28.1: Oversigt over miljømner, hvor det er vurderet, at projektet vil medføre væsentlige påvirkninger samt beskrivelser af afværgeforanstaltninger.

Miljømne	Påvirkning	Afværgeforanstaltning
Landskab og kulturmiljø (afsnit 6.8)	Væsentlig påvirkning af kyst og klitlandskab inden for den nære mellemzone samt af bakkelandskabet inden for den nære mellemzone og fra særlige udsigtspunkter i driftsfasen.	Det vurderes ikke muligt at afværge den vurderede væsentlige påvirkning af landskabet fra Thor Havvindmøllepark i dagtimerne, da det især er havvindmølleparkens omfang og udbredelse i horisonten, der udløser en væsentlig påvirkning, herunder at alle udsigtsretninger fremadrettet vil være præget af havvindmøller. Dertil kommer, at projektområdet til opstilling af Thor Havvindmøllepark har en udformning og afgrænsning, der gør det vanskeligt at udnytte med et opstillingsmønster med et mere ensartet udtryk set fra landskabet.
Befolkning og menneskers sundhed (afsnit 7.8)	Det vurderes, at den del af befolkningen, som føler sig meget generet af havvindmølleparken, vil opleve gener svarende til den vurderede visuelle påvirkning af landskab og kulturmiljø.	Se ovenstående.
Havpattedyr (afsnit 15.9)	Der vil være en væsentlig påvirkning på havpattedyr ved nedramning af monopælfundamenter til møllerne.	Etableringen af Thor Havvindmøllepark kan gennemføres uden væsentlige påvirkninger på havpattedyr under forudsætning af, at der anvendes støj-dæmpende tiltag svarende til et boblegardin (BBC).
Radar og radiokæder (afsnit 20.9)	Væsentlig påvirkning af militære radarer i driftsfasen.	Forsvaret har i forbindelse med miljørapporten for Planen for Thor Havvindmøllepark vurderet, at der vil være behov for afværgeforanstaltninger for en række af Forsvarets radaranlæg. Afværgeforanstaltningerne omfatter opstilling af op til to nye radaranlæg (såkaldte 'gap-fillere'). Den endelige udformning og fastlæggelse af afværgeforanstaltningerne kræver en nærmere teknisk analyse og forhandling mellem ejerne af påvirkede radaranlæg (Forsvaret) og ejeren af Thor Havvindmøllepark, Thor Wind Farm I/S. Under forudsætning af at afværgeforanstaltningerne gennemføres vil der ikke være væsentlig påvirkning på militære radarer.
Emissioner og klima (afsnit 21.6)	Væsentlig positiv påvirkning på klimaet som følge af driften af Thor Havvindmøllepark.	Det vil ikke være relevant med afværgeforanstaltninger for emissioner og klima, da projektet vurderes at have en væsentlig positiv påvirkning på klimaet.

29. Referencer

- 4C Offshore. (2023). Global Offshore Map (website). Hentet fra <https://map.4coffshore.com/offshorewind/>
- Ahlen, I., Bach, L., Baagøe, H., & Pettersson, J. (2007). Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.
- Ahlen, I., Baagøe, H., & Bach, L. (2009). Behavior of Scandinavian Bats during Migration and Foraging at Sea. *Journal of Mammalogy*, 90(6):1328-1323.
- AIP Danmark. (2022). https://aim.naviar.dk/media/files/may0dqd01fji/EK_ENR_4_1_en.pdf.
- Albert, L., Olivier, F., Jolivet, A., Chauvaud, L., & Chauvad, S. (2023). Effects of anthropogenic magnetic fields on the behavior of a major predator of the intertidal and subtidal zones, the velvet crab *Necora puber*. *Marine Environmental Research*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2023.106106>
- Alerstam, T. (1990). Bird Migration. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Andersen, S. (1970). Auditory sensitivity of the harbour porpoise, *Phocoena phocoena*, I e. b. Pilleri, *Investigations on Cetacea* (s. 255–259).
- Andersen, T., & Pejrup, M. (2001). Suspended sediment transport on a temperate, microtidal mudflat, the Danish Wadden Sea. 173, 69-85.
- Andersson, M. H., Andersson, S., Ahlsén, J., Andersson, B. L., Hammar, J., Persson, L. K., . . . Wikström, A. (2016). Underlag för reglering av undervattensljud vid pålning. Rapport 6723. Stockholm: Naturvårdsverket.
- APEM. (2022). Review of evidence to support auk displacement and mortality rates in relation to offshore wind farms.
- Aronsson, M., Berglund, H., Bjelke, U., Eide, W., Lönnell, N., Toräng, P., . . . Tranvik, L. (2020). *Sveriges arter och naturtyper i EU:s art- och habitatdirektiv : resultat från rapportering 2019 till EU av bevarandestatus 2013–2018*. Naturvårdsverket.
- Arter.dk. (2023). Hentet fra Arter.dk.
- artfakta.se. (u.d.). <https://artfakta.se/artbestamning/taxon/>.
- Baltic Pipe Project. (2022). Hentet fra <https://www.baltic-pipe.eu/>
- Baltus, C. A., & Van der Veer, H. W. (1995). Nursery areas of solenette Buglossidum luteum (Risso, 1810) and scaldfish Arnoglossus Laterna (Walbaum,1792) in the southern North Sea. 34, 81-88. Netherlands Journal of Sea Research.
- Band, W. (2012). Using a collision model to assess bird collision risks for offshore windfarms. Project SOSS-02. BTO & The Crown Estate, UK. <https://www.bto.org/our-science/wetland-and-marine/soss/projects>.
- BEIS. (2021). UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting. Department for Business, Energy and Industrial Strategy. Hentet fra <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2021>
- BEK nr 1098 af 21/08/2023. (u.d.). Bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter. Miljøministeriet.
- BEK nr 133 af 01/02/2012. (u.d.). Bekendtgørelse om reservation af råstoffer i områder i Nordsøen. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2012/133>
- BEK nr 135 af 07/02/2019. (u.d.). Bekendtgørelse om støj fra vindmøller.
- BEK nr 1351 af 29/11/2013. (u.d.). Bekendtgørelse om sejladsikkerhed ved entreprenørarbejder og andre aktiviteter mv. i danske farvande. Erhvervsministeriet.
- BEK nr 1433 af 21/11/2017. (u.d.). Bekendtgørelse om krav til udledning af visse forurenende stoffer til vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og havområder, 2017. Miljø- og Fødevareministeriet.
- BEK nr 1472 af 12/12/2017. (u.d.). Bekendtgørelse om vurdering og styring af luftkvaliteten. Miljøministeriet. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2017/1472>
- BEK nr 1662 af 17/11/2020. (u.d.). Bekendtgørelse om Danmarks eksklusive økonomiske zone. Udenrigsministeriet.

- BEK nr 521 af 25/03/2021. (u.d.). Bekendtgørelse om fredning af visse dyre- og plantearter og pleje af tilskadekommet vildt. Miljøministeriet.
- BEK nr 537 af 22/05/2017. (u.d.). Bekendtgørelse om udtømning af affald fra skibe og platforme. Miljøministeriet.
- BEK nr 538 af 22/05/2017. (u.d.). Bekendtgørelse om udtømning af kloakspildevand fra skibe og platforme uden for dansk søterritorium og Østersøområdet. Miljøministeriet.
- BEK nr 539 af 22/05/2017. (u.d.). Bekendtgørelse om udtømning af olie fra skibe. Hentet fra Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2017/539>
- BEK nr 577 af 06/05/2022. (u.d.). Bekendtgørelse om modtagefaciliteter for affald fra skibe, om skibes aflevering af affald og havnes affaldsplaner. Hentet fra Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2022/577>
- BEK nr 733 af 19/05/2022. (u.d.). Bekendtgørelse om behandling af ballastvand og sedimenter fra skibes ballastvandtanke (Ballastvandsbekendtgørelsen). Miljø- og Fødevareministeriet.
- BEK nr 792 af 13/06/23. (u.d.). Bekendtgørelse om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder.
- BEK nr 793 af 02/06/2022. (u.d.). Bekendtgørelse om føring af logbog mv. - Logbosgsbekendtgørelse. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- BEK nr 796 af 13/06/2023. (u.d.). Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvand, kystvande og grundvand.
- BEK nr 797 13/06/2023. (u.d.). *Bekendtgørelse om indsatsprogrammer for vandområdedistrikter*. Miljøministeriet.
- BEK nr 803 af 14/06/2023. (u.d.). Bekendtgørelse om konsekvensvurdering vedrørende internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter ved projekter om etablering m.v. af elproduktionsanlæg og elforsyningsnet på havet. Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet.
- BEK nr 819 af 15/06/2023. (u.d.). *Bekendtgørelse om miljømål for overfladevandområder og grundvandsforekomster*. Miljøministeriet. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/448>
- BEK nr 833 af 27/06/2016. (u.d.). *Bekendtgørelse om fastsættelse af miljømål for vandløb, søer, kystvande, overgangsvande og grundvand*. Miljøministeriet. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2016/833>
- BEK nr 939 af 27/11/1992. (u.d.). Bekendtgørelse om beskyttelse af søkabler og undersøiske rørledninger. Erhvervsministeriet.
- Bell et al., A. M. (2020a). Ecotoxicological characterization of emissions from steel coatings in contact with water. *Water Research*.
- Betke, K. (2014). Underwater construction and operational noise at alpha ventus. I N. C. In: Federal Maritime and Hydrographic Agency. Federal Ministry for the Environment, *Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus*. Springer Spektrum, Wiesbaden. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-658-02462-8_15
- BIRK NIELSEN landskabsarkitekter. (2007). *Fremtidens havvindmølleplaceringer 2025 - en vurdering af de visuelle forhold ved opstilling af store vindmøller på havet*. Transport- og Energiministeriet, Energistyrelsen.
- Bischoff, A., Marcussen, J., & Reiten, T. (2007). Friluftsliv og helse: en kunnskapsoversikt. Institutt for idrett og friluftslivsfag. Hentet fra <https://openarchive.usn.no/usn-xmlui/bitstream/handle/11250/2437827/Friluftslivoghelse.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BKI nr 26 af 04/04/1978. (u.d.). Bekendtgørelse af konvention af 2. februar 1971 om vådområder af international betydning navnlig som levesteder for vandfugle. Udenrigsministeriet.
- BKI nr 71 af 04/11/1999. (u.d.). Bekendtgørelse af konventionen af 25. februar 1991 om vurdering af virkningerne på miljøet på tværs af landegrænserne. Udenrigsministeriet.
- BKI nr 89 af 15/09/1994. (u.d.). Bekendtgørelse af FN's rammekonvention af 9. juni 1992 om klimaændringer. Udenrigsministeriet.
- Bodewes, R. B., van der Vries, E., Verhagen, J. H., Herfst, S., Koopmans, M. P., Fouchier, R. A., . . . Osterhaus, A. D. (2015). Avian Influenza A(H10N7) Virus-Associated Mass Deaths among harbor seals. *Emerging Infectious Diseases*, 720-722. doi:<http://dx.doi.org/10.3201/eid2104.141675>

- Bolig- og Planstyrelsen. (2022). *Tilpasning af det nationale testcenter for store vindmøller i Høvsøre*.
- Bovbjerg Fyr. (2023). <https://bovbjergfyr.dk/>.
- Boye, T. B., Simon, M., & Madsen, P. T. (2010). Habitat use of humpback whales in Godthaabsfjord, West Greenland, with implications for commercial exploitation. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. doi:doi:10.1017/S0025315410000755
- Brabant, R., Laurent, Y., Poerink, B., & Degraer, S. (2020). Activity and behaviour of Nathusius' pipistrelle *Pipistrellus nathusii* at low and high altitude in a North Sea offshore wind farm. *Acta Chiropterologica*, 21(2): 341-348.
- Brandt, M. J., Diederichs, A., Betke, K., & Nehls, G. (2011). Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. *421*, 205-216. *Marine Ecology Progress Series*. doi:doi: 10.3354/meps08888
- Brandt, M. J., Höschle, C., Diederichs, A., Betke, K., Matuschek, R., & Nehls, G. (2013). Seal scarers as a tool to deter harbour porpoises from offshore construction sites. *Mar Ecol Prog Ser*. 475: 291-302.
- Brandt, M., Dragon, A.-C., Diederichs, A., Bellmann, M., Wahl, V., Piper, W., . . . Nehls, G. (2018). Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol 596: 213-232.
- Brown, C. (2005). Report of helicopter SAR trials undertaken with Royal Air Force Valley 'C' Flight 22 Squadron.
- Brown, M., Linton, E., & Rees, E. (1992). Causes of mortality among wild swans in Britain. *Wildfowl* 43: 70–79.
- Carl, H., & Møller, P. R. (2019a). *Sandkutling I: Carl, H. & Møller, P.R. (red.). Atlas over danske saltvandsfisk*. Statens Naturhistoriske Museum. Onlineudgivelse. Hentet fra https://fiskeatlas.ku.dk/artstekster/Sandkutling_Fiskeatlas.pdf
- Carl, H., & Møller, P. R. (2019b). Almindelig skolæst. I: Carl, H. & Møller, P.R. (red.). *Atlas over danske saltvandsfisk*. Statens Naturhistoriske Museum. Onlineudgivelse, december 2019.
- Carl, H., & Møller, P. R. (2019c). *Sømrøkke. I: Carl, H. & Møller, P.R. (red.). Atlas over danske saltvandsfisk*. Statens Naturhistoriske Museum. Onlineudgivelse.
- Carl, H., & Møller, P. R. (2019d). *Pighaj. I: Carl, H. & Møller, P.R. (red.). Atlas over danske saltvandsfisk*. Statens Naturhistoriske Museum. Onlineudgivelse.
- Carl, H., & Møller, P. R. (2019e). *Sildehaj. I: Carl, H. & Møller, P. R. (red.). Atlas over danske saltvandsfisk*. Statens Naturhistoriske Museum. Onlineudgivelse.
- Carl, H., Berg, S., & Møller, P. (2019). Helt (og snæbel). I: Carl, H. & Møller, P.R. (red.). *Atlas over danske saltvandsfisk*. Statens Naturhistoriske Museum. I: Carl, H. & Møller, P.R. (red.). *Atlas over danske saltvandsfisk*. Statens Naturhistoriske Museum. .
- Chapman, C., & Hawkins, A. (1973). A field study of hearing in the cod, *Gadus morhua* L. *Journal of comparative physiology*, 85: 147-167.
- Chapman, E., Rochas, C., Piper, A., Vad, J., & Kazanidiz, G. (2023). Effect of electromagnetic fields from renewable energy subsea power cables on righting reflex and physiological response of coastal invertebrates. *Marine Pollution Bulletin*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115250>
- Clausen, K., Teilmann, J., Wisniewska, D., Balle, J., Delefosse, M., & van Beest, F. (2021). Echolocation activity of harbour porpoises, *Phocoena phocoena*, shows seasonal artificial reef attraction despite elevated noise levels close to oil and gas platforms. *Ecol Solut Evidence*;2: e12055. doi:<https://doi.org/10.1002/2688-8319.12055>
- Clausen, P., Petersen, I. K., Bregnballe, T., & Nielsen, R. D. (2019). *Trækfuglebestande i de danske fuglebeskyttelsesområder, 2004 til 2017*. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 308 s. - Teknisk rapport nr. 148.
- Clifford, D., & Mather, L. (2021). Report 1: Initial Scoping Investigation', Cormorant Roosting in Offshore Wind Farms – An Investigation into Bird Behaviour, Conflicts and Mitigation Measures at Burbo Bank. Ørsted, Internal

- report, unpublished. Hentet fra https://www.livingseasnw.org.uk/sites/default/files/2022-02/Cormorant%20Roosting%20at%20BBW01-%20Report%201_LM_DC.pdf
- Coastal Engineering Research Center. (1984). *Shore Protection Manual*. U.S. Army Engineer Waterways. Hentet fra <https://archive.org/details/shoreprotectionm01unit/mode/1up?ref=ol&view=theater>
- Cook, A. S., Johnston, A., Wright, L. J., & Burton, N. H. (2012). A review of flight heights and avoidance rates of birds in relation to off-shore wind farms. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-02, British Trust for Ornithology. Norfolk.
- COWI. (2015). *Vesterhav Nord Offshore Wind Farm. Sediments, Water quality and Hydrography. Background report for EIA-study*. . Energinet.
- COWI. (2021). Miljøvurdering af Danmarks Havplan. Søfartsstyrelsen.
- COWI. (2022a). Landanlæg til Thor Havvindmøllepark. Miljøkonsekvensrapport. Energinet. Hentet fra https://mst.dk/media/242905/thor_landanlaeg_miljoekonsekvensrapport.pdf
- COWI. (2022b). Opdatering af dele af finscreeningen fra 2020 samt finscreening af nyt havareal til etablering af havvindmølleparker. Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/1-0_finscreening_af_havarealer_til_etablering_af_nye_havmoelleparker_med_direkte_forbindelse_til_landf2137918451137918144.pdf
- Cresci, A., Durif, C. M., Larsen, T., Bjelland, R., Skiftesvik, A. B., & Browman, H. I. (2022b). Magnetic fields produced by subsea high-voltage direct current cables reduce swimming activity of haddock larvae *Melanogrammus aeglefinus*. 1. PNAS nexus. doi:doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac175
- Cresci, A., Perrichon, P., Durif, C. M., Sørhus, E., Johnsen, E., Bjelland, R., . . . Browman, H. I. (2022a). Magnetic fields generated by the DC cables of offshore wind farms have no effect on spatial distribution or swimming behavior of lesser sandeel larvae (*Ammodytes marinus*). 176. Marine Environmental Research. doi:doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105609
- Crichton, F., & Petrie, K. (2015). Health complaints and wind turbines: The efficacy of explaining the nocebo response to reduce symptom reporting. *Environmental Research*, 140, 449–455. doi:doi:10.1016/j.envres.2015.04.016
- Dahl, K. H. (2022). *Potentielle natur og miljø virkemidler, forvaltningsprincipper og overvågning i vindmølleparkområder*. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 54 s. - Videnskabelig Rapport. Hentet fra <http://dce2.au.dk/pub/SR490.pdf>
- Danish Energy Agency. (2013). Danish Offshore Wind - Key Environmental Issues - A Follow-up. Danish Energy Agency, DONG Energy & Vattenfall.
- Danmarks Statistik. (2021). <https://www.dst.dk/Site/Dst/SingleFiles/GetArchiveFile.aspx?fi=7435569093&fo=0&ext=kundecenter>.
- Danmarks Statistik. (2022). Udledninger af Drivhusgasser. Hentet December 2022 fra <https://www.dst.dk/da/Statistik/temaer/klima#:~:text=I%202021%20udledte%20vi%2044,indbygger%20i%20Danmark>.
- Dansk Trækfugleatlas. (2006). *Krikand (Anas crecca)*. Hentet fra https://dk.birdmigrationatlas.dk/bma_files/species/dansk_traekfugleatlas_krikand.pdf
- Data Center Dynamics Ltd. (2020). Aqua Comms launches US-Denmark AEC-2 submarine cable. Hentet fra <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/aqua-comms-launches-us-denmark-aec-2-submarine-cable/>
- Data Center Dynamics Ltd. (2022). Aqua Comms' AEC-2/Havfrue cable reaches Ireland. Hentet fra <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/aqua-comms-aec-2havfrue-cable-reaches-ireland/>
- DCE. (2014). Anbefaling af metoder til estimering af tør- og våddeposition af gasser og partikler i relation til VVM .
- DCE. (2020a). NOVANA: <https://novana.au.dk/>.

- DCE. (2020b). The Danish Air Quality Monitoring Programm. Annual Summary for 2018. Danish Centre for Environment and Energy. Hentet fra <https://dce2.au.dk/pub/SR360.pdf>
- DCE. (2021a). *LUFTKVALITET 2019. Status for den nationale luftkvalitetsovervågning i Danmark*. Nationalt Center for Miljø og Energi. Hentet fra <https://dce2.au.dk/pub/SR410.pdf>
- DCE. (2021b). *LUFTEN PÅ DIN VEJ 2.0*. Nationalt Center for Miljø og Energi. Hentet fra <https://dce2.au.dk/pub/SR445.pdf>
- DCE. (2022a). *DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi*. Hentet 01. 08 2022 fra NOVANA: <https://novana.au.dk/arter/arter-2016/pattedyr/marsvin>
- DCE. (2022b). *Annual Danish Informative Inventory Report to UNECE. Emission inventories from the base year of the protocols to year 2020*. Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University.
- de la Vega, C., Lebreton, B., Siebert, U., Guillou, G., Das, K., Asmus, R., & Asmus, H. (2016). Seasonal variation of harbor seal's diet from the Wadden Sea in relation to prey availability. *Plos One*, 11(5). doi:doi:10.1371/journal.pone.0155727
- De Mesel, I., Kerckhof, F., Norro, A., Rumes, B., & Degraer, S. (2015). Succession and seasonal dynamics of the epifauna community on offshore wind farm foundations and their role as stepping stones for non-indigenous species. *Hydrobiologia* 756. doi:10.1007/s10750-014-2157-1
- Dehnhardt, G., Mauck, B., Hanke, W., & Bleckmann, H. (2001). Hydrodynamic Trail-Following in Harbor Seals (*Phoca vitulina*). *Science* 293, s 102-104.
- Desholm, M., & Kahlert, J. (2005). Avian collision risk at an offshore wind farm. *Biology Lett.* 1: 296-298.
- Det marine Danmarkskort. (2022). Fare- og øvelsesområder. Hentet fra <https://kort.msdi.dk/spatialmap?profile=dmd>
- DHI. (2015). *Sæby Offshore Wind Farm. Baseline and Impact Assessment in relation to Marine Mammals*. Rambøll A/S. Technical Background report.
- DHI. (2020). Thor Offshore Wind Farm: Metocean Hindcast Data and Validation Report. Hørsholm.
- DHI MIKE21 Models. (u.d.). *MIKE powered by DHI*. (DHI) Hentet 01. 03 2018 fra <https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-21>
- Dierschke, V., Furness, R. W., & Garthe, S. (2016). Seabirds and offshore wind farms in European waters: Avoidance and attraction. *202*, 59-68. *Biological Conservation*.
- Dierschke, V., Furness, R., Gray, C., Petersen, I., Schmutz, J., Zydalis, R., & Daunt, F. (2017). Possible Behaviour, Energetic and Demographic Effects of Displacement of Red-throated Divers. JNCC, Peterborough.
- Dietz, C., Halvorsen, O., & Dietmar, N. (2007). *Bats of Britain, Europe and Northwest Africa*. A & C Black Publishers Ltd.
- Dietz, R., Teilmann, J., Andersen, S. M., Rigét, F., & Olsen, M. T. (2013). Movements and site fidelity of harbour seals (*Phoca vitulina*) in Kattegat, Denmark, with implications for the epidemiology of the phocine distemper virus. *ICES Journal of Marine Science*, 70(1), 186-195. doi:<https://doi.org/10.1093/icesjms/fss144>
- DKCPC. (2022). Interaktivt kort. Hentet fra <https://dkcpc.dk/>
- DMI. (2021). <https://via.ritzau.dk/pressemeddelelse/ny-rapport-fra-fns-klimapanel-havet-og-temperaturen-stiger-med-hidtil-uset-hastighed?publisherId=13559149&releaseId=13627762&lang=da>.
- DMI. (2022). DMI. Korrespondance med Rashpal Gill, D. Phil, Senior Consultatnt hos DMI, 13.10.2022.
- Dodd, J. A., & Briers, R. A. (2021). The impact of shadow flicker or pulsating shadow effect, caused by wind turbine blades, on Atlantic salmon (*Salmo salar*). CD2020_08. CREW. Centre of Expertise for Waters. Hentet fra crew.ac.uk/publications
- DOF. (09 2020). *Danmarks fugle*. Hentet fra <https://dofbasen.dk/ART/>
- DOF. (02 2023). *Danmarks fugle*. Hentet fra <https://dofbasen.dk/ART/>
- DONG. (2006). *Horns Rev 2 havmøllepark. Vurdering af virkninger på miljøet, VVM-redegørelse*. DONG Energy - Renewables.

- Dorsch, M., Burger, C., Heinänen, S., Kleinschmidt, B., Morkūnas, J., Nehls, G., . . . R. (2019). DIVER – German tracking study of seabirds in areas of planned Offshore Wind Farms at the example of divers. Final report on the joint project DIVER,. FKZ 0325747A/B, funded by the Federal Ministry of Economics and Energy (BMWi) on the basis of a decision by the German Bundestag.
- dos Santos, M., Couchinho, M., Luís, A., & Gonçalves, E. (2010). Monitoring underwater explosions in the habitat of resident bottlenose dolphins. . *Journal of the Acoustical Society of America*, 128: 3805-3808.
- Durell, S. E., Goss-Custard, J. D., Stillman, R. A., & West, A. D. (2001). The effect of weather and density dependence on oyster catcher *Haematopus ostralegus* winter mortality. *Ibis*, 143:498-499.
- Durell, S. L., Goss-Custard, J. D., & McGrorty, S. (2000). Density-dependent mortality in Oystercatchers *Haematopus ostralegus*. *Ibis*, 142:132-138.
- Dyndo, M., Wisniewska, D. M., Rojano-Donāte, L., & Madsen, P. T. (2015). Harbour porpoises react to low levels of high frequency vessel noise. *Scientific Reports*. doi:DOI: 10.1038/srep11083
- Dähne, M., Tougaard, J., Carstensen, J., Rose, A., & Nabe-Nielsen, J. (2017). Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises. *580*, 221-237. doi://doi.org/10.3354/meps12257
- ECMWF, C. C. (01. 03 2019). *Climate Data Store*. (ECMWF) Hentet fra <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels?tab=form>
- Edelvang, K., Gislason, H., Bastardie, F., Christensen, A., Egekvist, J., Dahl, K., . . . Leth, J. (2017). *Analysis of marine protected areas – in the Danish part of the North Sea and the Central Baltic around Bornholm. Part 1: The coherence of the present network of MPAs*. DTU Aqua. National Institute for Aquatic Resources, Technical University of Denmark.
- Elmeros, M. (2020). Beskyttelse af flagermus og miljøvurderinger. *Notat nr. 55*, 27. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.
- ELSAM. (2000). *Havmøller Horns Rev. Vurdering af Virkninger på Miljøet – VVM-redegørelse*. . ELSAMPROJEKTET A/S.
- EMODnet. (15. 03 2021). *Bathymetry*. Hentet fra <portal.emodnet-bathymetry.eu/#>: <portal.emodnet-bathymetry.eu/#>
- Energinet & NIRAS. (2015a). *Vesterhav Nord Havmøllepark. VVM-redegørelse og miljørapport Del 2. Det marine miljø*. Energistyrelsen og Naturstyrelsen.
- Energinet & NIRAS. (2015b). *Vesterhav Syd Havmøllepark. VVM-redegørelse og miljørapport Del 2. Det marine miljø*. Energistyrelsen og Naturstyrelsen.
- Energinet. (2018). METODE- OG DATAGRUNDLAG TIL MILJØRAPPORT. Hentet fra <file:///C:/Users/STOR/Downloads/Metode-%20og%20datagrundlag%20til%20miljoerapport.pdf>
- Energinet, & NIRAS. (2017). Viking Link jævnstrømskabel til Storbritannien. Energinet.dk. Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/El/miljoeredegoerelse_marine_del_viking_link.pdf
- Energistyrelsen. (2020a). FAQ om radiokæder og vindmøller på <https://ens.dk/ansvarsomraader/frekvenser/stoej-og-forstyrrelser/vindmoeller-kan-forstyrre-radiokaeder>.
- Energistyrelsen. (2020b). 2020 Basisfremskrivning: Klima- og energifremskrivning frem til 2030 under fravær af nye tiltag. Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/basisfremskrivning_2020-webtilg.pdf
- Energistyrelsen. (2021). Notat om indsnævring af site til Thor Havvindmøllepark – udbud af Thor Havvindmøllepark.
- Energistyrelsen. (2022a). VVM af landanlæg samt SMV af planen for Thor Havvindmøllepark. Hentet fra <https://ens.dk/ansvarsomraader/vindenergi/udbud-paa-havvindmoelleomraadet/thor-havvindmoellepark-0#materiale>
- Energistyrelsen. (2022b). Leverandørens tilbud vedr. levering af strategisk screening og vurdering af havvindpotentialet på det samlede danske havareal samt miljøkortlægning og miljøvurdering af storskala udbygning af havvind i Danmark.
- Energistyrelsen. (2022c). Guideline for underwater noise – Installation of impact-driven piles.

- Energistyrelsen. (2022d). <https://frekvensregister.ens.dk/Search/Search.aspx>, besøgt august 2022.
- Energistyrelsen. (2022e). *Standardfaktorer for brændværdier og CO₂-emissionsfaktorer til brug for rapporteringsåret 2021 (revideret 25-01-2022)*. Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/CO2/energistyrelsens_standardfaktorer_for_2021-25-01-2022.pdf
- Energistyrelsen. (2022f). Afgrænsningsudtalelse for Thor Havvindmøllepark. Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/afgraensningsudtalelse_for_thor_havvindmoellepark.pdf
- Energistyrelsen. (2024a). *Nordsøen I (A1, A2, A3) Havvindmøllepark*. Hentet fra [https://ens.dk/ansvarsomraader/vindmoeller-paa-hav/udbud-af-havvindmoelleparker/nordsoeen-i-a1-a2-a3#:~:text=Energistyrelsen%20udbyder%20tre%20havvindm%C3%B8lleparker%20\(A1,A2%20og%20Nords%C3%B8en%20I%20A3.](https://ens.dk/ansvarsomraader/vindmoeller-paa-hav/udbud-af-havvindmoelleparker/nordsoeen-i-a1-a2-a3#:~:text=Energistyrelsen%20udbyder%20tre%20havvindm%C3%B8lleparker%20(A1,A2%20og%20Nords%C3%B8en%20I%20A3.)
- Energistyrelsen. (2024b). *Planlægning af fremtidens havvindmølleparker*. Hentet fra <https://ens.dk/ansvarsomraader/vindmoeller-paa-hav/planlaegning-af-fremtidens-havvindmoelleparker>
- Energistyrelsen. (2024c). *Preliminary Site Investigations for Future Offshore Wind – Bat Survey*. Energistyrelsen og DCE, Nationalt Center for Miljø og Energi: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/OlieGas/initial_results_-_bat_survey_2023_.pdf.
- Enger, P. (1967). Hearing in herring. *COmparative Biochemistry and physiology*, 527-538.
- EPA. (2009). *Current Methodologies in Preparing Mobile Source Port-Related Emission Inventories*. U.S. Environmental Protection Agency.
- Erhvervsministeriet. (2023). *Aftale mellem regeringen (Socialdemokratiet, Venstre, Moderaterne), Socialistisk Folkeparti, Danmarksdemokraterne, Liberal Alliance, Det Konservative Folkeparti, Enhedslisten, Radikale Venstre, Dansk Folkeparti, Alternativet og Nye Borgerlige om Danmarks*. Hentet fra <https://mim.dk/media/235100/aftaletekst-danmarks-havplan.pdf>
- Erhvervsstyrelsen. (2020). Plandata: kort.plandata.dk.
- Essink. (1999). Essink K. Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. *Journal of Coastal Conservation* 5:69-80.
- EU-Domstolen. (7. september 2004). DOM AF 7.9.2004 — SAG C-127/02 (Waddenzee).
- EU-Domstolen. (15. juni 2023). Sag C-721/21: anmodning om præjudiciel afgørelse i henhold til artikel 267 TEUF, indgivet af High Court (ret i første instans, Irland) ved afgørelse af 4. okt. 2021, indgået til Domstolen den 26. nov. 2021, i sagen Eco Advocacy CLG mod An Bord Pleanala. <https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=274644&pageIndex=0&doclang=DA&mode=lst&dir=&occ=first&part=1&cid=23056822>.
- Eurocontrol. (2014). Guidelines for Assessing the Potential Impact of Wind Turbines on Surveillance Sensors. .
- Europa-Kommissionen. (2019). Meddelelse fra Kommissionen: "Forvaltning af Natura 2000-lokaliteter Bestemmelserne i artikel 6 i habitatdirektivet 92/43/EØF". https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/DA_art_6_guide_jun_2019.pdf.
- Europa-Kommissionen. (2020). *2030 Climate & Energy Framework*. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en.
- Europa-Kommissionen. (2021a). Vurdering af planer og projekter i forbindelse med Natura 2000-lokaliteter — Metodisk vejledning om artikel 6, stk. 3 og 4, i habitatdirektivet 92/43/EØF. *MEDDELELSE FRA KOMMISSIONEN (2021/C 437/01)*. Den Europæiske Unions Tidende.
- Europa-Kommissionen. (2021b). *Vejledende dokument om vindenergianlæg og EU's naturlovgivning -Meddelelse fra Kommissionen C(2020) 7730 final, Bruxelles*. Luxembourg: Den Europæiske Unions Publikationskontor, 2021.
- Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2000/60/EF. (u.d.). Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2000/60/EF af 23. oktober 2000 om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger.

- Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2008/56/EF. (u.d.). Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2008/56/EF af 17. juni 2008 om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets havmiljøpolitiske foranstaltninger (havstrategirammedirektivet) .
- Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/147/EF. (u.d.). Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/147/EF af 30. november 2009 om beskyttelse af vilde fugle.
- Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2014/89/EU af 23. juli 2014. (u.d.). Om rammerne for maritim fysisk planlægning. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0089&from=DA>. Den Europæiske Unions Tidende.
- FeBEC. (2013). Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report. Report no. E4TR0041 – Volume I.
- FEMA. (2013). Fehmarnbelt Fixed Link EIA. Environmental Impact Assessment of sand extraction at Rønne Banke. Report No. E2TR0026.
- Fiskeatlas. (2022). Artstekster. <https://fiskeatlas.ku.dk/artstekster/>.
- Fiskeristyrelsen. (2022). <https://fiskeristyrelsen.dk/>.
- flightradar24.com. (u.d.). <https://www.flightradar24.com/>.
- Foreningen af Lystbådehavne i Danmark. (2022). Thorsminde Havn: <https://www.havneguide.dk/havn/thorsminde-havn>.
- Forsvaret.dk. (2022). Forsvaret. <https://www.forsvaret.dk/da/organisation/tjenestesteder/fsnkar/>. Besøgt d. 19.10.2022.
- Fredshavn, J., Nygaard, B., Ejrnæs, R., Damgaard, C., Therkildsen, O. R., Elmeros, M., . . . Teilmann, J. (2019). *Bevaringsstatus for naturtyper og arter - 2019. Habitatdirektivets Artikel 17-rapportering*. Aarhus Universitet, DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi, 52 s. Videnskabelig rapport fra DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi nr 340.
- Friluftsrådet. (2022). Blå Flag-strande: <https://friluftsradet.dk/oplevel-blaa-flag/blaa-flag-strande>.
- Furness, R. (2015). A review of red-throated diver and great skua avoidance rates at onshore wind farms in Scotland. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 885.
- Galatius, A. (2017). Baggrund om spættet sæl og gråsæls biologi og levevis i Danmark. Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.
- Galatius, A., Dietz, R., Sveegaard, S., & Teilmann, J. (2019). *Vurdering af muligheder for jagt på/regulering af sæler i Danmark*. Notat fra DCE- Nationalt Center for Miljø og Energi.
- Gall, A. B., Graham, I. M., Merchant, N. D., & Thompson, P. M. (2021). Broad-scale responses of harbor porpoises to pile-driving and vessel activities during offshore windfarm construction. 8. *Frontiers in Marine Science*. doi:doi.org/10.3389/fmars.2021.664724
- Garthe, S., Schwemmer, H., Peschko, V., Markones, N., Müller, S., Schwemmer, P., & Merkcker, M. (2023). Large-scale effects of offshore wind farms on seabirds of high conservation concern. *Scientific reports* 13:4779.
- Geopark Vestjylland. (2022). <https://www.geoparkvestjylland.dk/>.
- GEUS & Orbicon. (2018). *Kortlægning af Natura 2000-områder Marin habitatkortlægning i Skagerrak og Nordsøen 2017-2018*. Miljøstyrelsen.
- GEUS & WSP. (2021a). *Marin habitatkortlægning i Nordsøen 2019-2020*. Miljøstyrelsen.
- GEUS & WSP. (2021b). *Marin habitatkortlægning i Nordsøen 2019-20 Østlige Nordsøen og Doggerbanke Tail End*. Miljøstyrelsen.
- GEUS. (2022a). Undergrundsdata fra Danmark. Hentet fra [https://data.geus.dk/geusmap/?mapname=oil_and_gas#baslay=&optlay=&extent=92179.01234567896,6097412.037037038,593907.4074074073,6368397.633744857&layers=samba_wellbores,pipelines_simplified,dkterritorialgraense,oil_and_gas_basemap&filter_0=txt_search.part%](https://data.geus.dk/geusmap/?mapname=oil_and_gas#baslay=&optlay=&extent=92179.01234567896,6097412.037037038,593907.4074074073,6368397.633744857&layers=samba_wellbores,pipelines_simplified,dkterritorialgraense,oil_and_gas_basemap&filter_0=txt_search.part%20)

- GEUS. (2022b). Marin råstofdatabase (MARTA). Hentet fra <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/marin-raastofdatabase-marta>
- Gibbs, M., & Hewitt, J. (2004). *Effects of sedimentation on macrofaunal communities: A synthesis of research studies for Arc. Prepared by NIWA for Auckland Regional Council. 2004/264*. Auckland Regional Council Technical Report .
- Gill, A., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 Electromagnetic Fields (EMF) Phase 2: EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. (project reference COWRIE-EMF-1-06). COWRIE Ltd.
- Gilles, A., Authier, M., Ramirez-Martinez, N. C., Araújo, H., Blanchard, A., Carlström, J., . . . al, E. (2023). Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2022 from the SCANS-IV aerial and shipboard surveys.
- Gillson, J. P., Bašić, T., Davison, P. I., Riley, W. D., Talks, L., Walker, A. M., & Russel, I. C. (2022). A review of marine stressors impacting Atlantic salmon *Salmo salar*, with an assessment of the major threats to English stocks. 32, 879-919. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. doi:doi.org/10.1007/s11160-022-09714-x
- Grathe, S., & Flore, B.-F. (2007). Population trend over 100 years and conservation needs of breeding sandwich terns (*Sterna sandvicensis*) on the German North Sea coast. *J. Ornithol.* 148.; 215-227.
- Hammond, P. S., Lacey, C., Gilles, A., Viquerat, S., Börjesson, P., Herr, H., . . . Øien, N. (2021). Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from SCANS-III aerial and shipboard surveys. Revised.
- Hammond, P., Berggren, P., Benke, H., Borchers, D., Collet, A., Heide-Jorgensen, M., . . . N. (2002). Abundance of harbour porpoise and other cetaceans in the North Sea and adjacent waters. *Journal of Applied Ecology*, 361-376.
- Hansen, J. W., & Høgslund (red), S. (2021). *Marine områder 2019*. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport fra DCE nr. 418.
- Hansen, J. W., & Høgslund (red), S. (2023). *Marine områder 2021*. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport fra DCE nr. 529. Hentet fra <http://dce2.au.dk/pub/SR529.pdf>
- Hansson, S. (1995). En litteraturgenomgång av effekter på fisk av muddring och tippning, samt erfarenheter från ett provfiske inför Stålverk 80. Tema Nord, no. 513. 73-84.
- Heinänen, S., Zydalis, R., Kleinschmidt, B., Dorsch, M., Burger, C., Morkunas, J., . . . Nehls, G. (2020). Satellite telemetry and digital areal surveys show strong displacement of red-throated divers (*Gavia stellata*) from offshore wind farms. *Marine Environmental Research* 160.
- HELCOM. (2019). Noise sensitivity of animals in the Baltic Sea. *Baltic Sea Environment Proceedings* N° 167.
- Holderied, M., & von Helversen, O. (2003). Echolocation range and wingbeat period match in aerial-hawking bats. Hentet fra <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1691500/pdf/14613617.pdf>
- Holland, G. J., Greenstreet, S. P., Gibb, I. M., Fraser, H. M., & Robertson, M. R. (2005). Identifying sandeel *Ammodytes marinus* sediment habitat preferences in the marine environment. *Marine Ecology Progress Series*, 269-282.
- Holm, T., Nielsen, R., Clausen, P., T., B., Clausen, K., Petersen, I., . . . Bladt, J. (2021). *Fugle 2018-2019*. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 196 s. - Videnskabelig rapport nr. 420 <http://dce2.au.dk/pub/SR420.pdf>.
- Holstebro Kommune. (2022). Landzonetilladelse. Opførelse af husstandsmølle.
- Hutchison, Z., Gill, A., Sigray, P., He, H., & King, J. (2020). Anthropogenic electromagnetic fields (EMF) influence the behaviour of bottom-dwelling marine species. *Scientific Reports*, 10:4219. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-020-60793-x>

- Hutchison, Z., Gill, A., Sigray, P., He, H., & King, J. (2021). A modelling evaluation of electromagnetic fields emitted by buried subsea power cables and encountered by marine animals: Considerations for marine renewable energy development. *Renewable Energy* 177. 72-81.
- Härkönen, T., Dietz, R., Reijnders, P., Teilmann, J., Harding, K., Hall, A. B., . . . Thompson, P. (2006). A review of the 1988 and 2002 phocine distemper virus epidemics in European harbour seals. *Diseases of Aquatic Organisms*, 115-130.
- IALA. (2021). IALA Guideline G1162 The Marking of Offshore Man-made Structures. International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities.
- ICES. (2022a). *ICES Fishmap*. Hentet fra <https://www.ices.dk/about-ICES/projects/EU-RFP/Pages/ICES-FishMap.aspx>
- ICES. (2022b). Fisheries trawl data. Hentet 2022 fra <https://www.ices.dk/data/dataset-collections/Pages/default.aspx>
- ICES. (2022c). ICES-Fishmap. Grey gunard. Hentet 14. 10 2022 fra <https://www.ices.dk/about-ICES/projects/EU-RFP/EU%20Repository/ICES%20FishMap/ICES%20FishMap%20species%20factsheet-greygunard.pdf>
- ICES. (2022d). ICES-Fishmap. Sole. Hentet 14. 10 2022 fra <https://www.ices.dk/about-ICES/projects/EU-RFP/EU%20Repository/ICES%20FishMap/ICES%20FishMap%20species%20factsheet-sole.pdf>
- IEA. (2020). Iron and Steel Technology Roadmap. Towards more sustainable steelmaking. International Energy Agency. Hentet fra https://iea.blob.core.windows.net/assets/eb0c8ec1-3665-4959-97d0-187ceca189a8/Iron_and_Steel_Technology_Roadmap.pdf
- IfAÖ, O. o. (2014). Havmøllepark Horns Rev 3. VVM redegørelse og miljørapport. Energistyrelsen. Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/hr_3_-_vmm_final_samlet.pdf
- IMO. (2008). AMENDMENTS TO THE ANNEX OF THE PROTOCOL OF 1997 TO AMEND THE INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE PREVENTION OF POLLUTION FROM SHIPS, 1973, AS MODIFIED BY THE PROTOCOL OF 1978 RELATING THERETO. *International Maritime Organisation*. [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.176\(58\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.176(58).pdf).
- IMO. (2011). Guidelines for the control and management of ships biofouling to minimize the transfer of invasive aquatic species. Annex 26, resolution MEPC2017(62), Adopted on July 2011.
- IMO. (2018). Revised guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for use in the IMO rule-making process. Hentet fra <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/FormalSafetyAssessment.aspx>
- IMO. (2024). <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Implementing-the-BWM-Convention.aspx>.
- IPCC. (9. August 2021). IPCC 2021 /<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*.
- IPCC. (4. April 2022). Hentet fra <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/resources/press/press-release/>.
- Jacobs, S. R., & Terhune, J. M. (2002). The effectiveness of acoustic harassment devices in the Bay of Fundy, Canada: seal reactions and a noise exposure model. 28, 147-158. *Aquatic Mammals*.
- Johnston, D. W., & Wildish, D. J. (1981). Avoidance of dredge spoil by herring (*clupea harengus harengus*). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 26, 307-314.
- Jomopans. (2021). 10 years of North Sea sound scape monitoring. Looking back on a four-year Inerreg NNSR project and looking forward to the six-year monitoring cycle. Interreg North Sea Region. doi:https://northsearegion.eu/media/17501/interreg_jomopans_10-years-of-north-sea-soundscape-monitoring_final.pdf
- Jonsson, M., & Astrup, P. M. (2020). Thor offshore wind farm. Geoarchaeological analysis. De Kulturhistoriske Museer. Holstebro Kommune.
- Jonsson, M., Astrup, P., & Skriver, C. (2019). Thor offshore wind farm, North Sea. Archaeological analysis. De Kulturhistoriske Museer. Holstebro Kommune.
- Kalmijn, A. (1978). xperimental Evidence of geomagnetic orientation in elasmobranch Fishes. In K. S.-K. (eds.), *Animals migration, navigation and homing*. 354-355. New York: Springer Verlag.

- Kastelein, R. (2011). Temporary hearing threshold shifts and recovery in a harbor porpoise and two harbor seals after exposure to continuous noise and playbacks of pile driving sounds. Part of the Shortlist Masterplan Wind 'Monitoring the Ecological Impact' .
- Kastelein, R., Hoek, L., Jong, C., Wensveen, & J., P. (2010). The effect of signal duration on the underwater detection thresholds of a harbor porpoise (*phocoena phocoena*) for single frequency-modulated tonal signals between 0.25 and 160 kHz. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 3211-3222.
- KDI. (2022). Personlig kommunikation mellem Michael Rasmussen, KDI og Bettina Skovgaard Jensen, RWE d. 15/11-22.
- Ketten, D. R. (2004). Experimental measures of blast and acoustic trauma in marine mammals. ONR Final Report N000149711030).
- Kirchgeorg et al. (2018). Emissions from corrosion protection systems of offshore wind farms: Evaluation of the potential impact on the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 136 (2018) 257–268.
- Kjær, C., Elmeros, M., Heldbjerg, H., Brunbjerg, A., Mortensen, R., Bladt, J., & Mikkelsen, P. (2023). *ARTER 2021: NOVANA*. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 148 s. - Videnskabelig rapport nr. 530 .
- Kleischmidt, B., Burger, C., Bustamante, P., Dorsch, M., Heinänen, S., Morkúnas, J., . . . Quillfeldt, P. (2022). Annual movements of a migratory seabird - NW European red-throated diver (*Gavia stellata*) - reveals high individual repeatability but low migratory connectivity. *Marine Biology* .
- Klima-, energi og forsyningsministeriet. (2015). *Parisaftalen 2015*. <https://kefm.dk/klima-og-vej/klimaforhandling/parisaftalen-2015>.
- Koschinski, S., & Kock, K. H. (2015). "Underwater Unexploded Ordnance - Methods for a Cetacean-friendly Removal of Explosives as Alternatives to Blasting". 22nd ASCOBANS Advisory Committee Meeting.
- Koschinski, S., & Lüdemann, K. (2020). Noise mitigation for the construction of increasingly large offshore wind turbines. Technical options for complying with noise limits. Federal Agency for Nature Conservation, Isle of Vilm, Germany.
- Kristensen, L. D., Støttrup, J. G., Højbjerg Hansen, O. K., & Grønkjær, P. (2017). Behavioural changes of Atlantic cod (*Gadus morhua*) after marine boulder reef restoration: Implications for coastal habitat management and Natura 2000 areas. *24*, 353–360. *Fisheries Management and Ecology*.
- Krog, C., & Carl, H. (2017). Atlas over danske saltvandsfisk. Stavsild (*alosa fallax*). Statens Naturhistoriske Museum. Københavns Universitet.
- Kyhn, L., Sveegaard, S., Galatius, A., Teilmann, J., Tougaard, J., & Mikaelson, M. (2021). *Geotekniske og geofysiske forundersøgelser til Energiø Nordsø. Vurdering af påvirkning på havpattedyr*. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 44s - Videnskabelig rapport nr. 433. Hentet fra <https://dce2.au.dk/pub/SR433.pdf>
- Kystdirektoratet. (2001). *Sedimentbudget Vestkysten*. Kystdirektoratet/Trafikministeriet.
- Kystdirektoratet. (2020). Tilladelse til sandfodring på fællesaftalestrækningen Lodbjerg-Nyminddegab, i Thisted, Lemvig, Holstebro og Ringkøbing-Skjern Kommuner. Miljøministeriet. Hentet fra <https://kyst.dk/media/86766/1-tilladelse-til-sandfodring-paa-faellesaftalestrækningen-lodbjerg-nyminddegab.pdf>
- Kystdirektoratet. (2022a). *Kystatlas*. Hentet fra <https://kyst.dk/kyster-og-klima/vaerktoejer/kystatlas/>
- Kystdirektoratet. (2022b). Sandfodring på Jyllands vestkyst i 2022. Miljøministeriet. Hentet fra <https://kyst.dk/kyster-og-klima/sandfodring-paa-vestkysten/>
- Lagerveld, S., Noort, C., Meesters, L., Bach, L., Bach, P., & Geelhoed, S. (2020). Assessing fatality risk of bats at offshore wind turbines. Wageningen Marine Research report C025/20 .
- Lagerveld, S., Poerink, B., & Geelhoed, S. (2021). Offshore Occurrence of a Migratory Bat, *Pipistrellus nathusii*, Depends on Seasonality and Weather Conditions. *Animals*.

- Lagerveld, S., Poerink, B., Haselager, R., & Verdaat, H. (2014). Bats in Dutch offshore wind farms in autumn 2012. *Lutra*.
- Lagerveld, S., Wilkes, T., van Puijenbroek, M., Noort, B., & Geelhoed, S. (2023). Acoustic monitoring reveals spatiotemporal occurrence of Nathusius' pipistrelle at the southern North Sea during autumn migration. *Environ. Monit. Assess. Springer*.
- Larsen, J., & Clausen, P. (2002). Potential wind park impacts on whooper swans in winter: the risk of collision. *Waterbirds* 25: 327–330.
- LBK nr 1032 af 25/06/2023. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om beskyttelse af havmiljøet. Miljøministeriet.
- LBK nr 1149 af 13/10/2017. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om luftfart.
- LBK nr 1161 af 25/11/2019. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om havstrategi. Miljø- og Fødevareministeriet.
- LBK nr 126 af 26/01/2017. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om vandplanlægning. Miljø- og Fødevareministeriet.
- LBK nr 151 af 27/01/2021. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om radiofrekvenser.
- LBK nr 1791 af 02/09/2021. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om fremme af vedvarende energi (VE-loven). Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet.
- LBK nr 221 af 11/02/2022. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om sikkerhed til søs. Erhvervsministeriet.
- LBK nr 2580 af 13/12/2021. (u.d.). *Lov om klima*. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet.
- LBK nr 358 af 08/04/2014. (u.d.). Bekendtgørelse af museumsloven. Kulturministeriet.
- LBK nr 4 af 03/01/2023. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM). Miljøministeriet.
- LBK nr 400 af 06/04/2020. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om maritim fysisk planlægning. Erhvervsministeriet.
- LBK nr 692 af 26/05/2023. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om miljømål m.v. for internationale naturbeskyttelsesområder. Miljø- og Fødevareministeriet.
- Lemvig Kommune. (2022). § 25 tilladelse til opstilling af vindmølle på Thyborøn Sydhavn. Hentet fra <https://www.lemvig.dk/Files/Files/Teknik%20og%20Milj%C3%B8/H%C3%B8ringer%20og%20afg%C3%B8relser/25%20tilladelse%20til%20opstilling%20af%20vindm%C3%B8lle%20p%C3%A5%20Thybor%C3%B8n%20Sydhavn%202.pdf>
- Lemvig Kommune. (2023a). Landzonetilladelse. Hentet fra <https://www.lemvig.dk/Files/Files/Teknik%20og%20Milj%C3%B8/H%C3%B8ringer%20og%20afg%C3%B8relser/Landzonetilladelse%20-%20fabjergkirkevej%2043.pdf>
- Lemvig Kommune. (2023b). Landzonetilladelse. Hentet fra <https://www.lemvig.dk/Files/Files/Teknik%20og%20Milj%C3%B8/H%C3%B8ringer%20og%20afg%C3%B8relser/Landzonetilladelse%20-%20tvedvej72.pdf>
- Lemvig Kommune. (2023c). Ny vindmølle på Thyborøn Sydhavn. Hentet fra https://dokument.plandata.dk/85_11236198_1678886582548.pdf
- Leopold, M. F., Camphuysen, C. J., Verdaat, H., Dijkman, E. M., Meesters, H. W., Aarts, G. M., . . . Fijn, R. (2010). Local Birds in and around the Offshore Wind Park Egmond aan Zee (OWEZ) (T-0 & T-1) . Report C034/10. IMARES Wageningen UR.
- Lepper, P. A., Cheong, S., Robinson, S. P., Wang, L., Tougaard, J., Griffiths, E. T., & Hartley, J. P. (2024). In-Situ comparison of high-order detonations and low-order deflagration methodologies for underwater unexploded ordnance (UXO) disposal. 799. *Marine Pollution Bulletin*. doi:doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115965
- LOV nr 533 af 24/06/2005. (u.d.). Lov om etablering af udbygget radarovervågning af Danmarks farvandsområder. Lystfisker Danmark. (2022). Fishing in Denmark: <https://fishingindenmark.info/>.
- Madders, M., & Whitfield, D. P. (2006). Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. *Ibis* 148: 43-56.
- Madsen, J. (2015). *På tværs af Nordsøen*. Nyt fra ringmærkningens verden. Hentet fra <https://fuglering.sites.ku.dk/2015/12/09/paa-tvaers-af-nordsoeen/>

- MariLim. (2015a). *Vesterhav Nord Offshore Wind Farm and Grid Connection: Baseline and EIA report on benthic flora, fauna and habitats*. EnergiNet.
- MariLim. (2015b). *Vesterhav Syd Offshore Wind Farm and Grid Connection: Baseline and EIA report on benthic flora, fauna and habitats*. EnergiNet.
- MarineSpace Ltd. (2022a). Technical Note – Thor Offshore Wind Farm task 1 - Bed morphology and mobility.
- MarineSpace Ltd. (2022b). Technical note - Thor Offshore Wind Farm seabed mobility study task 2 - Future Quantitative predictions.
- marinetraffic.com. (u.d.). <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:10.4/centery:56.1/zoom:10>.
- MarLIN. (2022a). *Fabulina fabula and Magelona mirabilis with venerid bivalves and amphipods in infralittoral compacted fine muddy sand*. Hentet 23. 11 2022 fra <https://www.marlin.ac.uk/habitats/detail/142>
- MarLIN. (2022b). *Echinocardium cordatum and Ensis spp. in lower shore and shallow sublittoral slightly muddy fine sand*. Hentet 23. 11 2022 fra The Marine Life Information Network: <https://www.marlin.ac.uk/habitats/detail/124>
- MarLIN. (2022c). *Alcyonium digitatum, Spirobranchus triqueter, algal and bryozoan crusts on wave-exposed circalittoral rock*. Hentet 23. 11 2022 fra The Marine Life Information Network: <https://www.marlin.ac.uk/habitats/detail/1054>
- MarLIN. (2022d). *Flustra foliacea on slightly scoured silty circalittoral rock*. Hentet 23. 11 2022 fra The Marine Life Information Network: <https://www.marlin.ac.uk/habitats/detail/24>
- Marques, A., Batalha, H., & Bernardino, J. (2021). *Bird Displacement by Wind Turbines: Assessing Current Knowledge and Recommendations for Future Studies*. *Birds* 2(4), 460-475.
- Melvin, W. L. (2022). Wind Turbine Generator Impacts on Marine Vessel Radar. Consensus Study Report. https://nap.nationalacademies.org/resource/26430/Wind_Turbine_2022_highlights.pdf.
- Mendel, B., Schwemmer, P., Peschko, V., Müller, S., Schwemmer, H., M., M., & Garthe, S. (2019). Operational offshore wind farms and associated ship traffic cause profound changes in distribution patterns of Loons (*Gavia spp.*). *J. Environ. Manage.* 231: 429-438.
- Midtjyllands Lufthavn. (2022). Midtjyllands Lufthavn. <https://midtjyllandslufthavn.dk/>. Besøgt d. 19.10.2022.
- Miljø- og Fødevareministeriet. (2017). Danmarks Havstrategi. Indsatsprogram.
- Miljø- og Fødevareministeriet. (2019a). Danmarks Havstrategi II. Første del. God miljøtilstand. Basisanalyse. Miljømål.
- Miljø- og Fødevareministeriet. (2019b). Danmarks Havstrategi II: Fokus på et godt havmiljø.
- Miljø- og Fødevareministeriet. (2022). *Overfladevanddatabasen, ODA*. Hentet fra <https://odaforalle.au.dk/login.aspx>
- Miljødata.dk. (2022). <https://miljoedata.miljoportal.dk/>.
- MiljøGIS. (2022a). Miljøgis for høring af vandområdeplaner 2021-2027. <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3hoering2021>.
- MiljøGIS. (2022b). NOVANA - Det nationale overvågningsprogram 2017-21. <https://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=novana2017-21>.
- MiljøGIS. (2023). Miljøgis for offentliggørelse af vandområdeplaner 2021-2027. <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3-2022>.
- Miljøministeriet. (2023a). Vandområdeplanerne 2021-2027. Hentet fra <https://mim.dk/media/235205/vandomraadeplanerne-2021-2027-22-9-2023.pdf>
- Miljøministeriet. (2023b). Vejledning til bekendtgørelse om indsatsprogrammer for vandområdedistrikter. Hentet fra <https://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/3fd76506-d46b-473e-842a-7dc20e910507/H%C3%B8ringsudkast%20Vejledning%20til%20bekendtg%C3%B8relse%20om%20indsatsprogrammer%20for%20vandomr%C3%A5dedistrikter.pdf>
- Miljøministeriet. (2023c). Høring over udkast til opdateret vejledning – spørgsmål og svar om udledning af visse forurenende stoffer til vandmiljøet oktober – november 2023. Hentet fra <https://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/b64b8ebf-191a-40db-b5ff->

- 76e871ce0f86/H%C3%B8ringsudkast%20-%20C3%86ndringer%20af%20Vejledning%20nr%209053%20december%202021%20-%20FAQ.pdf
- Miljøministeriet. (2023d). Høringsnotat vedr. udkast til nye beskyttede havstrategiområder i Nordsøen og Østersøen omkring Bornholm.
- Miljøministeriet. (2023e). Udpegning af beskyttede havstrategiområder.
<https://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/8cde5d96-4f91-4c19-9265-690cc0b925f8/Udkast%20til%20udpegning%20af%20beskyttede%20havstrategiomr%C3%A5der.pdf>.
- Miljøstyrelsen. (2005). *Vejledning fra By- og Landskabsstyrelsen, Dumpning af optaget havbundsmateriale – klapning. UDKAST*. Hentet fra <https://nst.dk/media/nst/Attachments/Klapvejledning.pdf>. By- og Landskabsstyrelsen
- Miljøstyrelsen. (2017). *Handlingsplan mod invasive arter*. Miljøstyrelsen.
- Miljøstyrelsen. (2020a). Natura 2000-Basisanalyse 2022-2027. Sandbanker ud for Thorsminde. Natura 2000-område nr. 220 og habitatområde H254.
- Miljøstyrelsen. (2020b). Vejledning til bekendtgørelse nr. 1595 af 6. december 2018 om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter. *Nr. 9925 af 11. november 2020*. Miljøministeriet.
- Miljøstyrelsen. (2020c). Kortgrundlag for basisanalyser 2022-2027:
<http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=natura2000planer3basis2020>. Miljø- og Fødevareministeriet.
- Miljøstyrelsen. (2021). Støj fra vindmøller. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 51.
- Miljøstyrelsen. (2022a). Vejledning til lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM). Konkrete projekter (høringsversion).
- Miljøstyrelsen. (2022b). Ramsar-konventionen: <https://mst.dk/natur-vand/natur/international-naturbeskyttelse/ramsar-konventionen/>. Miljø- og Fødevarestyrelsen.
- Miljøstyrelsen. (2022c). EU's vandrammedirektiv: <http://mst.dk/natur-vand/natur/international-naturbeskyttelse/eu-direktiver/eus-vandrammedirektiv/>. Miljø- og Fødevareministeriet.
- Miljøstyrelsen. (Januar 2022d). *NOx Emissions from Ships in Danish Waters. Assessment of Current Emission Levels and Potential Enforcement Models*. Hentet fra <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2022/01/978-87-7038-384-4.pdf>
- Miljøstyrelsen. (2022e). *Råstofindvinding på havet*. Hentet fra <https://mst.dk/erhverv/raastoffer/raastofindvinding-paa-havet/>
- Miljøstyrelsen. (2022f). *Oversigt over Fuglebeskyttelsesområdenes udpegningsgrundlag maj 2022*. Hentet fra https://edit.mst.dk/media/socpwqyq/upg-fugle-maj-2022_2.pdf
- Miljøstyrelsen. (2022g). <https://mst.dk/nyheder/2022/september/iltsvind-fortsætter-med-at-vokse>.
- Miljøstyrelsen. (2023a). *Høring om ændring af bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter (habitatbekendtgørelsen)*. Hentet fra <https://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/9587a9ce-3783-468f-a071-9e0940b16c4c/H%C3%B8ringsbrev%20habitatbekendtg%C3%B8relsen.pdf>
- Miljøstyrelsen. (2023b). Natura 2000-plan. 2022-2027. Sydlig Nordsø. Natura 2000-område nr. 246. Habitatområde H255. Fuglebeskyttelsesområde F113.
- Miljøstyrelsen Midtjylland. (2021a). Natura 2000-basisanalyse 2022-2027. Revideret udgave. Sandbanker ud for Thyborøn. Natura 2000-område nr. 219. Habitatområde H253. Miljøministeriet.
- Miljøstyrelsen Midtjylland. (2021b). Natura 2000-basisanalyse 2022-2027. Revideret udgave. Sandbanker ud for Thorsminde. Natura 2000-område nr. 220. Habitatområde H254.
- Miljøstyrelsen Midtjylland. (2021c). Natura 2000-basisanalyse 2022-2027. Revideret udgave. Nissum Fjord. Natura 2000-område nr. 65. Habitatområde H58. Fuglebeskyttelsesområde F38.

- Miljøstyrelsen Midtjylland. (2021d). Natura 2000-plan 2022-2027: Stadil Fjord og Vest Stadil Fjord. Natura 2000-område nr. 66. Habitatområde H59. Fuglebeskyttelsesområde F41. Miljøstyrelsen.
- Miljøstyrelsen Midtjylland. (2021e). Natura 2000-basisanalyse 2022-2027. Revideret udgave. Ringkøbing Fjord og Nymindestrømmen. Natura 2000-område nr. 69. Habitatområde H62. Fuglebeskyttelsesområde F43.
- Miljøstyrelsen Midtjylland. (2021f). *Natura 2000-basisanalyse 2022-2027. Revideret udgave. Sydlig Nordsø. Natura 2000-område nr. 246. Habitatområde H255. Fuglebeskyttelsesområde F113.*
- Miljøstyrelsen Midtjylland. (2023a). Natura 2000-plan 2022-2027. Thyborøn Stenvolde. Natura 2000-område nr. 247. Habitatområde H256. Miljøministeriet.
- Miljøstyrelsen Midtjylland. (2023b). Natura 2000-plan 2022-2024. Sandbanker ud for Thyborøn. Natura 2000-område nr. 219. Habitatområde H253. Miljøstyrelsen.
- Miljøstyrelsen Midtjylland. (2023c). Natura 2000-plan 2022-2027. Sandbanker ud for Thorsmide. Natura 2000-område nr. 220. Habitatområde H254.
- Miljøstyrelsen Midtjylland. (2023d). Natura 2000-plan 2022-2027. Nissum Fjord. Natura 2000-område nr. 65. Habitatområde H58. Fuglebeskyttelsesområde F38.
- Miljøstyrelsen Midtjylland. (2023e). Natura 2000-plan 2022-2027. Ringkøbing Fjord og Nymindestrømmen. Natura 2000-område nr. 69. Habitatområde H62. Fuglebeskyttelsesområde F43.
- Miljøstyrelsen Nordjylland. (2021). Natura 2000-basisanalyse 2022-2027. Revideret udgave. Agger Tange, Nissum bredning, Skibsted Fjord og Agerø. Natura 2000-område nr. 28. Habitatområde H28. Fuglebeskyttelsesområde F23, F27, F28 og F39.
- Miljøstyrelsen Nordjylland. (2023). Natura 2000-plan 2022-2027. Agger Tange, Nissum bredning, Skibsted Fjord og Agerø. Natura 2000-område nr. 28. Habitatområde H28. Fuglebeskyttelsesområde F23, F27, F28 og F39.
- Miller, L. A. (2010). Prey capture by harbor porpoise (*Phocoena phocoena*): a comparison between echolocators in the field and in captivity. *J. Mar. Acoust. Soc. Jpn*, 156-168.
- MMT. (2020a). *THOR OFFSHORE WIND FARM SITE INVESTIGATION LOT 1. DANISH NORTH SEA. AUGUST–DECEMBER 2019.* EnergiNet.
- MMT. (2020b). *THOR OFFSHORE WIND FARM EXPORT CABLE ROUTE INVESTIGATIONS LOT 2. DANISH NORTH SEA. AUGUST–DECEMBER 2019.* EnergiNet.
- MMT. (2020c). *THOR OFFSHORE WIND FARM EXPORT CABLE ROUTE. DANISH NORTH SEA. AUGUST–SEPTEMBER 2020. HYDROGRAPHIC SURVEY REPORT.*
- MMT. (2020d). *THOR OFFSHORE WIND FARM EXPORT CABLE ROUTE INVESTIGATION, GEOPHYSICAL SURVEY REPORT.*
- Moeslund, E., J., Nygaard, B., & Ejrnæs, R. (2020). Manual til rødlistevurdering af danske arter 2020-2030. Teknisk rapport nr. 188. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Hentet fra <https://dce2.au.dk/pub/TR188.pdf>
- Moeslund, J. N.-C. (2023). *Den danske Rødliste.* Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Hentet fra www.redlist.au.dk
- Monroe, J. D., Rajadinakaran, G., & Smith, M. E. (2015). Sensory hair cell death and regeneration in fishes. 9. *Frontiers in Cellular Neuroscience.* doi:10.3389/fncel.2015.00131
- Møller, J., Baagøe, J., & Degn, H. (2013). *Forvaltningsplan for flagermus, Beskyttelse og forvaltning af de 17 danske flagermus-arter og deres levesteder.* Naturstyrelsen, Miljøministeriet.
- Møller, P. R., & Carl, H. (2019). *Europæisk stør. I: Carl, H & Møller, P.R. (red.). Atlas over danske saltvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum. Onlineudgivelse, december 2019.* Statens Naturhistoriske Museum. Onlineudgivelse, december 2019. Hentet fra https://fiskeatlas.ku.dk/artstekster/Europ_isk_st_r_Fiskeatlas.pdf
- Møller, P., Warnar, T., Hintze, K., Fietz, K. C., & Munk, P. (2019). *Plettet tobiskonge. I: Carl, H. & Møller, P.R. (red.) Atlas over danske saltvandsfisk.* Statens Naturhistoriske Museum. Onlineudgivelse.

- NAMMCO. (2021). *NAMMCO official web page*. Hentet 01. 08 2022 fra <https://nammco.no/harbour-porpoise/#1475762140566-81d47f7a-a145>
- Natural England. (2014). Responses to Hornsea Project Two Wind Farm pre-application consultation under section 42 of the Planning Act 2008.
- Natural England. (2018). *Norfolk Vanguard Wind Farm Relevant Representations of Natural England*.
- Naturbasen.dk. (2023). Licens: E03/2014.
- Naturpark Nisum Fjord. (2022). <https://www.naturparknisumfjord.dk/>.
- Naturstyrelsen. (2012). Danmarks Havstrategi. Miljømålsrapport. Miljøministeriet. Hentet fra <https://naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/Miljoemaalsrapport.pdf>
- Naturstyrelsen. (2021). Nye beskyttede havstrategiområder i Nordsøen og Østersøen omkring Bornholm. <https://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/b32e2dea-6dd1-4184-973f-bf8f23b1d86a/Milj%C3%B8rapport%20for%20beskyttede%20havstrategiomr%C3%A5der%20i%20Nords%C3%B8en%20og%20%C3%98sters%C3%B8en%20omkring%20Bornholm.pdf>: Miljøministeriet.
- Naturstyrelsen. (2022). Margueritruuten: <https://naturstyrelsen.dk/naturoplevelser/naturguider/margueritruuten/>.
- Naviar. (2018). VFR-PILOT INFO. Hentet fra <https://aim.naviar.dk/media/1158/dk-2019-vfr-pilot-info.pdf>
- Naviar. (2022). AIP Denmark. Hentet 15. 11 2022 fra <https://aim.naviar.dk/media/files/ulrdc1yiw/AIP.pdf>
- Neumann, H., Reiss, H., Rakers, S., Ehrich, S., & Kröncke, I. (2009). Temporal variability in southern North Sea epifauna communities after the cold winter of 1995/1996. *ICES Journal of Marine Science*, 66, 2233-2243.
- Nielsen, R., & Petersen, I. (2017). Optælling af havfugle i den østlige del af Dansk Nordsø april 2017. Aarhus Universitet, DCE - Danish Center for Environment and Energy.
- Nielsen, R., Holm, T., Clausen, P., Bregnballe, T., Clausen, K., Petersen, I., . . . Bladt, J. (2019). *Fugle 2012-2017*. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 314. novana.au.dk.
- Nielsen, R., Holm, T., Clausen, P., Bregnballe, T., Clausen, K., Petersen, I., . . . Bladt, J. (2023). *Fugle 2020-2021*. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 531.
- Niermann, U. (1996). Fluctuation and Mass Occurrence of *Phoronis mülleri* (Phoronidea) in the South-eastern North Sea during 1983-1988. *Senckenbergiana maritima*, 28 (1/3):65-79.
- NIRAS. (2019). Miljøkonsekvens rapport Baltic Pipe. Gasrørledning i Nordsøen. Energinet. Hentet fra <https://ens.dk/ansvarsomraader/olie-gas/offentliggoerelser-om-olie-gas/offentlig-hoering-af-1>
- NIRAS. (2020). *Seaduck Assessment - Omø Syd and Jammerland Bugt Offshore Windfarms*. Energistyrelsen.
- NIRAS. (2023a). *Thor Offshore Wind Farm. Airborne noise. Technical report*.
- NIRAS. (2023b). *Thor Havvindmøllepark. Underwater noise. Technical report*.
- NIRAS. (2024). *Thor Offshore Wind Farm. Hydrodynamics & Sediment. Technical report*.
- Normandeau, Exponent, Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from Undersea Power Cables on Elasmobranchs and Other Marine Species*. U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Regulation, and Enforcement, Pacific OCS Region, Camarillo, CA. OCS Study BOEMRE 2011-09.
- NPL. (2020). Final report: Characterisation of acoustic fields generated by UXO removal – Phase 2. NPL REPORT AC 19. Pp 60.
- NREL. (2017). 2015 Cost of Wind Energy Review. U.S Department of Energy. [doi:https://www.nrel.gov/docs/fy17osti/66861.pdf](https://www.nrel.gov/docs/fy17osti/66861.pdf)
- Orbicon. (2014a). *Horns Rev 3 Offshore Wind Farm, Technical report no. 4, Benthic habitats and communities*. Energinet.dk.
- Orbicon. (2014b). *Havvindmøllepark Horns Rev 3. VVM redegørelse Del 2 Det marine miljø*.
- Orbicon og IFAÖ. (2014). *Horns Rev 3 Offshore Wind Farm - Migratory birds*. Energinet.dk.

- OSPAR. (2022). Assessment criteria for contaminants in sediment.
https://dome.ices.dk/OHAT/trDocuments/2022/help_ac_sediment_contaminants.html.
- Pagepower.com. (u.d.). <https://www.pagerpower.com/news/wind-turbines-impact-upon-ads-b-and-multilateration/>. Besøgt okt 2022.
- Pedersen, M. B. (2023). *Arkikel: Trafikstyrrelsen giver grønt lys til readarsystem i havvindmølleparkerne Vesterhav Syd og Nord*. Hentet fra Energy Supply: <https://www.energy-supply.dk/article/view/822616>
- Pedersen, M. I., & Carl, H. (2019). *Europæisk ål. I Carl, H. & Møller, P.R. (red.). Atlas over danske saltvandsfisk*. Statens Naturhistoriske Museum. Onlineudgivelse, december 2019.
- Petersen, I. K., Nielsen, R. D., & Mackenzie, M. L. (2014). Post-construction evaluation of bird abundances and distribution in the Horns Rev 2 offshore windfarm area, 2011 and 2012.
- Petersen, I., & Fox, A. (2019). Offshore wind farms and their effects on birds. *Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift*, 113: 86-101.
- Petersen, I., & Nielsen, R. (2011). Abundance and distribution of selected waterbird species in Danish marine areas. Report commissioned by Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute, Aarhus University, Denmark. 62 pp.
- Petersen, I., & Sterup, J. (2019a). Number and distribution of birds in and around two potential offshore wind farm areas in the Danish North Sea and Kattegat. *Scientific report no. 327*, 40. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy.
- Petersen, I., & Sterup, J. (2019b). Bird distributions in parts of the Danish North Sea and in Kattegat, autumn 2019. A cruise report. *Research note*. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy.
- Petersen, I., Nielsen, R., & Clausen, P. (2021). Opdateret vurdering af IBA-udpegninger i relation til otte specifikke marine områder. DCE, Aarhus Universitet.
- Petersen, I., Sterup, J., & Nielsen, R. (2019). Optælling af vandfugle i den danske del af Nordsøen og Skagerrak, april og maj 2019. *Teknisk rapport nr. 158*. Aarhus Universitet, DCE - Danish Center for Environment and Energy. Hentet fra <http://dce2.au.dk/pub/TR158.pdf>
- Plandata.dk. (2022a). Plandata.dk. Besøgt d. 19.10.2022.
- Plandata.dk. (2022b). <http://kort.plandata.dk/spatialmap?>, besøgt 12. august 2022.
- Popper, A., & Hawkins, A. D. (2019). An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. *Fish Biology*. doi:10.1111/jfb.13948
- Popper, A., Hawkins, A., Fay, R., Mann, D., Bartol, S., Carlson, T., & Travolga, W. (2014). Sound exposure guidelines for fishes and sea turtles: A technical report prepared by ANSI-accredited standards committee S3 s-1C1 and registered with ANSI. New York: Springer.
- Rambøll & WSP. (2021). *THOR OWF. TECHNICAL REPORT – BENTHIC FAUNA AND FLORA*. EnergiNet.
- Rambøll. (2020). Miljøkonsekvensrapport - Kystbeskyttelse Lodbjerg Nymindegab. Hovedrapport. Kystdirektoratet, Kystbeskyttelse - Drift og anlæg. Hentet fra <https://mst.dk/media/196593/hovedrapport.pdf>
- Rambøll. (2021a). Miljøvurdering af planen for Thor Havvindmøllepark. Delrapport 1-3.
- Rambøll. (2021b). *Miljøvurdering af Planen for Thor Havvindmøllepark delrapport 2. Miljø på havet*. Energistyrelsen.
- Rambøll. (2021c). THOR OWF, Benthic Fauna and Flora. 92.
- Rambøll. (2021d). THOR OWF, Fish and fish populations.
- Rambøll. (2021e). *THOR OWF, Marine Mammals*. Thor offshore wind farm environmental investigations. Technical Report.
- Rambøll. (2021f). Hesselø export cable route. Cable route survey report. Energinet.
- Rambøll. (2021g). Miljøvurdering af Planen for Thor Havvindmøllepark - delrapport 2: miljø på havet. Energistyrelsen.
- Rambøll. (2021h). Thor Offshore Wind Farm. Maritime traffic and safety of navigation.
- Rambøll. (2021i). Thor OWF, Commercial Fisheries - Technical Report.

- Rambøll. (2022). Thor Offshore Windfarm. Navigational risk assessment.
- Reiss, H., Degraer, S., Duineveld, G., Kröncke, I., Aldrigde, J., Craeymeersch, J., . . . Rees, H. (2010). Spatial patterns of infauna, epifauna and demersal fish communities in the North Sea. *ICES Journal of Marine*, 67, 278-293.
- Reubens, J., Degraer, S., & Vincx, M. (2011). Aggregation and feeding behaviour of pouting (*Trisopterus luscus*) at wind turbines in the Belgian part of the North Sea. *108*, 223-227.
- Richardson, W., Green, C., Malme, C., & Thomson, D. (1995a). *Marine Mammals and noise*. San Diego, California, USA: Academic Press. doi:<https://doi.org/10.1016/C2009-0-02253-3>
- Rijkswaterstaat. (2020). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea. Phase 2 – Pilot field study*. Waterproof Marine Consultancy and Services BV & Bureau Waardenburg Ecology and landscape.
- Robertson, M. J., Scruton, D. A., & Clarke, K. D. (2007). Seasonal effects of suspended sediment on the behavior of juvenile Atlantic salmon. *136*, 822-828. *Transactions of the American Fisheries Society*. doi:10.1577/T06-164.1
- Rose, A., Brandt, M., Vilel, R., A., D., Schubert, A., Kosarev, V., . . . Piper, W. (2019). *Effects of noise-mitigated offshore pile driving on harbour porpoise abundance on harbour porpoise abundance. Assessment of Noise Effects*. bi, Ifaö og BioConsult SH prepared for Arbeitsgemeinschaft OffshoreWind.
- Russ, J. (2021). *Bat Calls of Britain and Europe - A Guide to Species Identification*. Pelagic Publishing.
- Russel, J. J., Hastie, G. D., Thompson, D., Janik, V. M., Hammond, P. S., Scott-Hayward, L. A., . . . McConnell, B. J. (2016). Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. *53*, 1642-1652. *Journal of Applied Ecology*.
- Russell, D., Brasseur, S., Thompson, D., Hastie, G., Janik, V., Aarts, G., . . . McConnell, B. (2014). Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. *Current Biology* 24: R638-R639.
- Russell, D., Hastie, G., Thompson, D., Janik, V., Hammond, P., Scott-Hayward, L., . . . McConnell, B. (2016). Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. *Journal of Applied Ecology*, 53, 1642-1652.
- RWE. (2023). Hentet fra <https://thor.rwe.com/-/media/Project/RWE/Thor/23-04-21-RWE-vlger-GreenerTowers-til-Thor-Havvindmillepark-for-at-styrke-bredtygtig-havvind.pdf>
- Rydell, J. et al. (2012). *The effect of wind power on birds and bats*. Swedish Environmental Protection Agency.
- Rydell, J., Ottvall, R., Pettersson, S., & Green, M. (2017). *The effects of wind power on birds and bats - an updated synthesis report 2017*. Swedish Environmental Protection Agency.
- Rådet for Den Europæiske Union. (Udateret). <https://www.consilium.europa.eu/da/policies/climate-change/>.
- Rådets direktiv 92/43/EØF . (u.d.). Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992 om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter.
- Sand, O., & Karlsen, H. (2000). Detection of infrasound and linear acceleration in fishes. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*, 355(1401):1295-8.
- Scanlan, M., Putman, N., Pollock, A., & Noakes, D. (2018). Magnetic map in nonanadromous Atlantic salmon. . *Proc. Natl. Acad. Sci. Unit. States Am.* 115 (43), 10995–10999.
- Scheidat, M., Tougaard, J., Brasseur, S., Carstensen, J., Van Polanen Petel, T., Teilman, J., & Reijnders, P. (2011). Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea. . *Environmental Research Letters* 6:025102.
- Schop, J., C., A., Brasseur, S., Galatius, A., Jeß, A., Meise, K., . . . Thøstesen, C. A. (2022). *Grey seal numbers in the Wadden Sea and on Helgoland in 2021-2022*. Common Wadden Sea Secretariat. Hentet fra https://www.waddensea-worldheritage.org/sites/default/files/2022_Grey_Seal_Report_0.pdf
- Scott, K., Harsany, P., Easton, B., Piper, A., Rochas, C., & Lyndon, A. (2021). Exposure to Electromagnetic Fields (EMF) from Submarine Power Cables Can Trigger Strength-Dependent Behavioural and Physiological Responses in Edible Crab, *Cancer pagurus* (L.). *J. Mar. Sci. Eng.* doi:<https://doi.org/10.3390/jmse9070776>

- Scottishpower Renewables. (2021). Displacement og red-throated divers in the Outer Themes Estuary SPA - Deadline 11 update. East Anglia ONE North and East Anglia TWO Offshore Windfarms - East Anglia ONE North Limited and East Anglia TWO Limited.
- Seebens-Hoyer, A., Bach, L., Bach, P., Pommeranz, H., Götsche, M., Voigt, C., . . . Matthes, H. (2021). Fledermausmigration über der Nord- und ostsee. Bundesamt für Naturschutz .
- SKIBA, R. (2007). Die Fledermäuse im Bereich der Deutschen Nordsee unter Berücksichtigung der Gefährdungen durch Windenergieanlagen. *Nyctalus* 12 (2-3): 199-220.
- Skov, H., Desholm, M., Heinänen, S., Johansen, T., & Therkildsen, O. (2015). Kriegers Flak Offshore Wind Farm. Environmental Impact Assessment. Technical background report. DHI & Aarhus University.
- Skov, H., Durinck, J., Leopold, M., & Tasker, M. (1995). Important Bird Areas for Seabirds in the North Sea. Birdlife International, Cambridge.
- Skov, H., Heinänen, S., Norman, T., Ward, R., Méndez-Roldán, S., & Ellis, I. (2018). *ORJIP Bird Collision and Avoidance Study. Final report – April 2018*. The Carbon Trust.
- Skov, H., Leonhard, S., Heinänen, S., Zydalis, R., Jensen, N., Durinck, J., . . . Grøn, P. (2012). Horns Rev 2 Offshore Wind Farm Bird Monitoring Program 2010–2012, Migratory Birds. Horns Rev II A/S, Fredericia, Denmark.
- Skov, H., Mortensen, L., & Tuhuteru, N. (2019). Site selection for offshore wind farms in Danish waters. Investigations of bird distribution and abundance. Udarbejdet af DHI for Energistyrelsen.
- Skov, H., Mortensen, L., & Tuhuteru, N. (2020). *Development of offshore wind farms at Hesselø and Ringkøbing (Thor): Assessment of the sensitivity of sites in relation to birds*. Udarbejdet af DHI for Energistyrelsen.
- Smart Wind. (2014). *Hornsea Offshore Wind Farm Project One. Environmental Information Signposting Document - Version 5*.
- Smith, M. E., Kane, A. S., & Popper, A. N. (2004). Noise-induced stress response and hearing loss in goldfish (*Carassius auratus*). 207, 427-435. *The Journal of experimental biology*.
- Southall, B., Finneran, J., Reichmuth, C., Nachtigall, P., Ketten, D., Bowles, A., . . . Tyack, P.-L. (2019). Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. *Aquatic Mammals* 45(2), 125-232, DOI 10.1578/AM.45.2.2019.125.
- Statens Naturhistoriske Museum. (2022). *Fiskeatlas: Danske Saltvandsfisk*. Hentet 2022 fra https://fiskeatlas.ku.dk/danske_saltvandsfisk/
- Statnett. (2021). NordLink interconnector officially opened. Hentet fra <https://www.statnett.no/en/about-statnett/news-and-press-releases/news-archive-2021/nordlink-interconnector-officially-opened/>
- Stauning Lufthavn. (2022). Stauning Lufthavn. <http://stauning-lufthavn.dk/>. Besøgt 19.10.2022.
- Stenberg, C., Støttrup, J. G., van Deurs, M., Berg, C. W., Dinesen, G. E., Moesgaard, H., . . . Leonhard, S. B. (2015). Long-term effects of an offshore wind farm in the North Sea on fish communities. 528, 257-265. *Marine Ecology Progress Series*. doi:10.3354/meps11261
- Struer Kommune. (2022). Landzonetilladelse. 01.03.03-P19-53-22. Hentet fra <https://www.struer.dk/media/uu4otzw2/landzonetilladelse-oddesundvej-27-husstandsvindm%C3%B8lle.pdf>
- Stæhr, P., Jacobsen, H., Hansen, J., Andersen, P., Christensen, J., Göke, C., . . . Stepping, P. (2020). Trends in records and contribution of non-indigenous species and cryptogenic species to marine communities in Danish Waters: Potential indicators for assessing impacts. *Aquatic Invasions* 15:217-244.
- Submarine Cable Networks. (2022). TAT-14. Hentet fra <https://www.submarinenetworks.com/systems/trans-atlantic/tat-14>
- Sveegaard, S., Andreasen, H., Mouritsen, K. N., Jeppesen, J. P., Teilmann, J., & Kinze, C. C. (2012). Correlation between the seasonal distribution of harbour porpoises and their prey in the Sound, Baltic Sea. *Marine Biology*, 1029-1037. *Marine Biology*, 159, 1029-1037. doi:DOI 10.1007/s00227-012-1883-z

- Sveegaard, S., Nabe-Nielsen, J., & Teilmann, J. (2018). *Marsvins udbredelse og status for de marine habitatområder i danske farvande*. Videnskabelig rapport nr. 284, Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Hentet fra <https://dce.au.dk/udgivelser/vr/nr-251-300/abstracts/nr-284-marsvins-udbredelse-og-status-for-de-marine-habitatomraader-i-danske-farvande/>
- Svendsen, J. C., Ibanez-Erquiaga, B., Savina, E., & Wilms, T. (2022). Effects of operational off-shore wind farms on fishes and fisheries. Review report. . DTU Aqua. DTU Aqua-rapport No. 411-2022.
- Søfartsstyrelsen. (2020). Vurdering af sejladsikkerheden ved arbejder til søs. Hentet fra <https://www.sofartsstyrelsen.dk/sikkerhed-til-soes/sejladssikkerhed/entrepreoerogaver-til-soes>
- Søfartsstyrelsen. (2021a). Havplanreddegørelse. Havplansekretariatet.
- Søfartsstyrelsen. (2021b). Danmarks Havplan. Erhvervsministeriet. Hentet fra <https://havplan.dk/da/page/info>
- Søfartsstyrelsen. (2022a). Energianlæg herunder specielt i forhold til anlæg for vedvarende energi (VE-anlæg). Hentet fra <https://www.sofartsstyrelsen.dk/sikkerhed-til-soes/sejladssikkerhed/entrepreoerogaver-til-soes/energianlaeg>
- Søfartsstyrelsen. (2022b). EU lovgivningen på søfartsområdet. <https://www.sofartsstyrelsen.dk/vaekst-and-rammevikaar/regler-og-cirkulaerer/eu-lovgivningen-paa-soefartsomraadet>.
- Søfartsstyrelsen. (2023a). *Søfartsstyrelsen forbereder forslag til ændringsbekendtgørelse om Danmarks havplan*. Hentet fra <https://www.sofartsstyrelsen.dk/nyheder/2023/jul/soefartsstyrelsen-forbereder-forslag-til-aendring-bekendtgørelse-om-danmarks-havplan>
- Søfartsstyrelsen. (2023b). Høring af forslag til ændring af Danmarks havplan. Hentet fra <https://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/86d4bd11-4c7c-4f4e-8b83-95c16845ee10/H%C3%B8ringsbrev.pdf>
- Søfartsstyrelsen. (2023c). *Energianlæg, afmærkning*. Hentet fra Sikkerhed til søs: <https://www.sofartsstyrelsen.dk/sikkerhed-til-soes/sejladssikkerhed/entrepreoerogaver-til-soes/energianlaeg>
- Søgaard, B., Wind, P., Sveegaard, S., Galatius, A., Teilmann, J., Therkildsen, O. R., . . . Bladt, J. (2018). *Arter 2016. NOVANA*. Videnskabelig rapport nr. 262, Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Hentet fra <http://dce2.au.dk/pub/SR262.pdf>
- Teilmann, J., Tougaard, J., & Carstensen, J. (2012). Effects on harbour porpoises from Rødsand 2 offshore wind farm. *Terma A/S*. (2021). Analysis of Impact on Radar Coverage due to Planned Wind Farm Thor Havmøllepark.
- Therkildsen, O., & Elmeros, M. (2017). Second year post-construction monitoring of bats and birds at Wind Turbine Test Centre Østerild. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 142 pp.
- Therkildsen, O., Petersen, I., Balsby, T., Nielsen, R., Bladt, J., Bisschop-Larsen, R., . . . Nielsen, J. (2020b). Vurdering af den potentielle påvirkning af fugle ved opstilling af to vindmølleparker i Øresund. Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet.
- Therkildsen, O., Wind, P., Elmeros, M., Alnøe, A., Bladt, J., Mikkelsen, P., . . . Teilmann, J. (2020a). *Arter 2012-2017. NOVANA. Videnskabelig rapport nr. 358*, 208. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Hentet fra <http://dce2.au.dk/pub/SR358.pdf>
- Thomas, L., Buckland, S., Rexstad, E., Laake, J., Strindberg, S., Hedley, S., . . . Burnham, K. (2010). Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47, 5-14. doi:10.1111/j.1365-2664.2009.01737.x
- Thorsminde Havn. (2023). Oplysninger fra Lisette Sønderby, Havnechef, Thorsminden Havn.
- Topping, C., & Petersen, I. (2011). Report on a Red-throated Diver agent-based model to assess the cumulative impact from offshore wind farms. Report commissioned by the Environmental Group, Aarhus University.
- Tougaard, J. (2014). Vurdering af effekter af undervandsstøj på marine organismer. Del 2 – Påvirkninger. 51. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Hentet fra <https://dce2.au.dk/pub/TR45.pdf>

- Tougaard, J., & Mikaelson, M. (2018). *Effects of larger turbines for the offshore wind farm at Kriegers's Flak, Sweden. Assessment of impact on marine mammals*. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 112 pp. Scientific Report No. 286. <http://dce2au.dk/pub/SR286.pdf>.
- Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. (2020). <https://www.trafikstyrelsen.dk/da/Luftfart/Flyvepladser/Flyvepladser-og-planl%C3%A6gning#luftfartsanl%C3%A6g>, besøgt 6. maj 2020.
- Trafikstyrelsen. (2014a). BL -11 Bestemmelser om luftfartsafmærkning af vindmøller. 2. udgave. Hentet fra <https://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/e8640881-e871-4967-8a9f-33ee697e75e2/Udkast%20til%20revideret%20vejledning%20til%20BL%203-11%20Bestemmelser%20om%20luftfartsafm%C3%A6rkning%20af%20vindm%C3%B8ller%203.%20udgave.pdf>
- Trafikstyrelsen. (2014b). Luftfartsafmærkning af vindmøller. Rapport fra en tværministeriel arbejdsgruppe.
- Trafikstyrelsen. (2021). Vejledning til BL 3-11: Bestemmelser om luftfartsafmærkning af vindmøller. 3. udgave.
- Trafikstyrelsen. (2022). International lovgivning. <https://www.trafikstyrelsen.dk/arbejdsomraader/luftfart/regler-og-tilsyn/international-lovgivning>.
- Tyler-Walters, H., Tillin, H., d'Avack, E., Perry, F., & Stamp, T. (2018). *Marine Evidence-based Sensitivity Assessment (MarESA) - A Guide*. . Marine Life Information Network (MarLIN).
- Udenrigsministeriet. (2022). Havret: <https://um.dk/da/udenrigspolitik/folkeretten/folkeretten-a/havret/>.
- Vallejo, G., Grellier, K., Nelson, E., McGregor, R., Canning, S., Caryl, F., & N., M. (2017). Responses of two marine top predators to an offshore wind farm. . *Ecology and Evolution* 7:8698–8708.
- van Hal, R., Volwater, J., & Neitzel, S. (2022). *Electromagnetic Fields benthic fish. Impact of the export cable of Net op Zee Borssele*. Wageningen Marine Research.
- van Kooten, T., Soudijn, F., Tulp, I., Chen, C., Benden, D., & Leopold, M. (2019). The consequences of seabird habitat loss from offshore wind turbines; Displacement and population level effects in 5 selected species. Wageningen Marine Research (University & research center), Wageningen Marine Report C063/19.
- Vandplandata. (2023). <https://vandplandata.dk/vp3endelig2022/vandomraade>.
- Vanermen, N., & Stienen, E. (2019). Seabirds: displacement. I M. Perrow, *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions. Volumen 3. Offshore: potential effects*. Pelagic Publishing.
- Vattenfall. (2020a). Vesterhav Nord vindmøllepark. Miljøkonsekvensrapport. *Udarbejdet af Orbicon/WSP*.
- Vattenfall. (2020b). Vesterhav Syd vindmøllepark Miljøkonsekvensrapport. *Udarbejdet af Orbicon/WSP*.
- Vattenfall. (2020c). Stora Middelgrund Offshore Wind Farm - Samrådsunderlag. Vattenfall.
- Vattenfall. (2022a). Vesterhav Syd (website). Hentet fra <https://group.vattenfall.com/dk/vores-forretning/vindprojekter-i-danmark/vesterhav-syd>
- Vattenfall. (2022b). Vesterhav Nord (website). Hentet fra <https://group.vattenfall.com/dk/vores-forretning/vindprojekter-i-danmark/vesterhav-nord>
- Vattenfall. (2024). Vattenfall har forbundet Vesterhav Syd til elnettet. Hentet fra <https://group.vattenfall.com/dk/nyheder-og-presse/nyheder/2024/vattenfall-har-forbundet-vesterhav-syd-til-elnettet>
- VEJ nr 9702 af 20/10/2008. (u.d.). Vejledning fra By- og Landskabsstyrelsen. Dumping af optaget havbundsmateriale - klappning. Miljøministeriet.
- Vermeirssen et al. (2017). Corrosion protection products as a source of bisphenol A and toxicity to the aquatic environment.
- Viden om vind. (2024). Hentet fra <https://videnomvind.dk/wiki/beregning-af-vindhastighed/>.
- Visit Denmark. (2022). (<https://www.visitdenmark.dk/corporate/videncenter/turismen-i-dit-omraade>).
- Voigt, C., Kaiser, K., Look, S., & Scharnweber, K. S. (2022). Wind turbines without curtailment produce large numbers of bat fatalities throughout their lifetime: A call against ignorance and neglect. *Global Ecology and Conservation* 37; e02149.

- von Benda-Beckmann, S., Sertlek, H., Aarts, G., & Lucke, C. (2015). Assessing the Impact of Underwater Clearance of Unexploded Ordnance on Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Southern North Sea. *Aquatic Mammals*, 41(4), 503-523.
- Vragguiden. (2022). Danmarks største vragdatabase: www.vragguiden.dk.
- Waggitt, J. J., Evans, P. G., Andrade, J., Banks, A. N., Boisseau, O., Bolton, M., . . . m.fl. (2019). Distribution maps of cetacean and seabird populations in the North-East Atlantic. *Journal of Applied Ecology*, 57, 253-269. doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13525>
- Walday, M., & Kroglund, T. (2002). *Europe's biodiversity - biogeographical regions and seas. Seas around Europe. The North Sea*. Norwegian Institute for Water Research.
- Warnar, T., Huwer, B., Vinther, M., Egekvist, J., Sparrevohn, C. R., Kirkegaard, E., . . . Sørensen, T. K. (2012). *Fiskebestandenes struktur. Fagligt baggrundsnotat til den danske implementering af EU's havstrategidirektiv*. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. Hentet fra http://www.aqua.dtu.dk/Publikationer/Forskningsrapporter/Forskningsrapporter_siden_2008
- Webb, J., Popper, A., & Fay, R. (2008). Fish Bioacoustics. Springer handbook of auditory research.
- Welcker, J., & Vilela, R. (2019). Weather-dependence of nocturnal bird migration and cumulative collision risk at offshore wind farms in the German North and Baltic Sea. Technical report Bioconsult SH, Husum.
- Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. 15, 369-375. *Fisheries Management and Ecology*.
- Wisniewska, D., Johnson, M., Teilmann, J., Rojano-Doñate, L., Shearer, J., Sveegaard, S., . . . Madsen, P. (2016). Ultra-High Foraging Rates of Harbor Porpoises make them Vulnerable to Anthropogenic Disturbance. *Current Biology*, 26, 1-6.
- Worsøe, L. A., Horsten, M. B., & Hoffmann, E. (2002). Gyde- og opvækstpladser for kommercielle fiskearter i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. DFU-rapport nr. 118-02. Danmarks Fiskeriundersøgelser.
- WREN. (2023). *The Likelihood of Bats Experiencing Barotrauma Near Moving Wind Turbine Blades*. <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/summaries/WREN-SSS-Bats-Barotrauma-Literature.pdf>.
- WSP. (2020a). Vesterhav Nord vindmøllepark. Miljøkonsekvensrapport. Vattenfall.
- WSP. (2020b). Vesterhav Syd vindmøllepark. Miljøkonsekvensrapport. Vattenfall.
- WSP. (2023). Flagermus og havvind. Udarbejdet for Energistyrelsen.
- www.ices.dk. (2017). ICES-Ecoregions_statistical areas: <https://www.ices.dk/data/Documents/Maps/ICES-Ecoregions-hybrid-statistical-areas.png>. ICES / CIEM.
- Wyman, M. T., Klimley, A. P., Battleson, R. D., Agosta, T. V., Chapman, E. D., Haverkamp, P. J., . . . Kavet, R. (2018). Behavioral responses by migrating juvenile salmonids to a subsea high-voltage DC power cable. *Marine Biology*. doi:10.1007/s00227-018-3385-0
- Wölfing, B., Liebschner, A., Hauswirth, M., & J., K. (2020). Auswirkungen der Sprengungen von Seeminen im Naturschutzgebiet „Fehmarnbelt“ Ende August 2019. BfN rapport 5.10.2020. pp 16.
- Zupan, M., Rumes, B., Vanaverbeke, J., Degraer, S., & Kerckhof, F. (2023). Long-Term Succession on Offshore Wind Farms and the Role of Species Interactions. *Diversity*. Hentet fra <https://www.mdpi.com/1424-2818/15/2/288/pdf>