

Aflandshage Vindmøllepark

Baggrundsrapport for Havbund
flora og fauna

WAHA01-GEN-PRO-05-000010 HOFOR VIND A/S

11. OKTOBER 2021



Projekt ID: 10404847
Ændret: 14-10-2021 11:04
Revision 3

Udarbejdet af BioApp - Maks
Klastrup og Rune Frederiksen
Kontrolleret af JOCA, BRIG
Godkendt af BSOM, LIE

Indhold

Definitioner:	5
Sammenfatning	6
1 Indledning	9
1.1 Formål	9
2 Projektbeskrivelse	10
2.1 Fundamenter	11
2.1.1 Monopæle	11
2.1.2 Gravitationsfundament	13
2.2 Offshore transformerstation	16
2.3 Erosionsbeskyttelse	17
2.4 Kabler på havet	18
2.4.1 Installation af søkabler	18
2.4.1.1 Nedspuling af kabler "jetting"	19
2.4.1.2 Kabelinstallation med plov	19
2.4.1.3 Vertikal nedspuling	20
2.4.1.4 Udgravede render	20
2.4.1.5 Beskyttet med steninddækning	20
2.5 Afvikling af vindmølleparken	21
2.5.1 Omfang af afviklingsfasen	21
2.5.2 Fjernelse af vindmølleparken	21
2.5.3 Fjernelse af transformerstationen	21
2.5.4 Fjernelse af nedgravede kabler	21
2.5.5 Fjernelse af fundamenter	21
2.5.6 Erosionsbeskyttelse	21
3 Metode	23
3.1 Substrattyper i forundersøgningsområdet	23
3.1.1 Habitatklassificering	24
3.2 Feltprogram og undersøgelse	25
3.3 Eksisterende data	27
3.3.1 NOVANA undersøgelser	27

4	Eksisterende forhold	28
4.1	Fysiske forhold	28
4.2	Ålegræs og andre blomsterplanter i og omkring kabelkorridoren	29
4.3	Makroalger	33
4.4	Infauna	34
4.5	Makrofauna (Epifauna)	36
4.6	Habitattyper i forundersøgsområdet	38
4.6.1	Kabelkorridor	39
4.6.2	Vindmølleområde	41
4.6.3	Opsummering	42
5	Potentielle påvirkning	43
5.1	Suspenderet sediment	43
5.1.1	Sensitivitet af havbundens flora (ålegræs og makroalger)	43
5.1.2	Sensitivitet af havbundens fauna (infauna og epifauna)	45
5.2	Sedimentation	46
5.2.1	Sensitivitet af havbundens flora (ålegræs og makroalger)	46
5.2.2	Sensitivitet af havbundens fauna (infauna og epifauna)	46
5.3	Midlertidig og permanent tab af havbund	47
6	Vurderingsmetode	48
6.1	Worst case scenario	50
6.2	Nul-alternativet	50
7	Vurdering af påvirkningerne i anlægsfasen	51
7.1	Fysisk forstyrrelse og habitatændringer	51
7.2	Suspenderet sediment	52
7.2.1	Påvirkninger i kabelkorridoren	57
7.2.1.1	Havbundens flora	57
7.2.1.2	Havbundens fauna	58
7.2.2	Vindmølleområdet	58
7.2.2.1	Havbundens flora	58
7.2.2.2	Havbundens fauna	59
7.3	Sedimentation	59
7.3.1	Kabelkorridor	60
7.3.2	Vindmølleparken	61
8	Vurdering af påvirkningerne i driftsfasen	61
8.1	Hårbundssubstrat	61

9	Vurdering af påvirkningerne i afviklingsfasen	63
10	Opsummering af vurderinger	64
11	Kumulative virkninger	66
11.1	Nordre Flint Vindmøllepark	67
12	Grænseskridende virkninger	68
13	Afværgsforanstaltninger	68
14	Eventuelle mangler	69
15	Referencer	70
16	Bilag	74
16.1	Bilag 1 Habitatklassifikation	74

Definitioner:

- Anlægsaktiviteter: Alle aktiviteter, der er forbundet med anlægget af en vindmøllepark.
- Anlægsfase: Den periode, hvor projektet anlægges, inklusive permanente og midlertidige strukturer. anlægsfasen slutter, når alle projektstrukturer er på plads, og driftsfasen begynder.
- Afviklingsfasen: Tiden efter, at driftsfasen er afsluttet, og hvor projektstrukturerne fjernes fra det marine miljø.
- Miljøfaktor: Miljøfaktorerne er defineret i EU's VVM-direktiv (EU 1985) og omfatter: mennesker, fauna og flora, jord, vand, luft, klima, landskab, materielle aktiver og kulturarv.
- Footprint: Det område af havbunden, der enten er midlertidigt eller permanent beslaglagt af projektstrukturen (f.eks. sten, fundamenter, klipper, erosionsbeskyttelse).
- EEZ: Eksklusiv økonomisk zone (landegrænse mellem Danmark og Sverige)
- Forundersøgningsområde: Dette udtryk refererer til det samlede område dvs. både kabelkorridoren og forundersøgningsområdet for vindmølleparken.
- Vigtighed: Vigtigheden defineres som den funktionelle værdi af miljøfaktoren.
- Nøglearter: Arter eller taxagrupper, der spiller en kritisk rolle i opretholdelsen af et samfunds struktur. I denne rapport refererer udtrykket nøglearter til epibentiske arter eller taxagrupper karakteristiske for de enkelte habitattyper.
- Makrofytter: Summen af bentiske alger og blomsterplanter
- Miljøpres: Størrelsen af trykket er beskrevet af intensiteten, varigheden og intervallet af trykket.
- Driftsfase: perioden fra slutningen af anlægsfasen til afviklingsfasen.
- Projekt: Dette udtryk refererer til hele processen med planlægning, anlæg og drift af vindmølleparkerne.
- Projekt påvirkning: Alle påvirkninger, der stammer fra projektet på grund af anlægsaktiviteter (se der). Den samme anlægsaktivitet kan forårsage adskillige forskellige tryk (f.eks. uddybningsaktivitet, der fører til stigning i både suspendere de sediment og sedimentation). Presset klassificeres efter deres forhold til de forskellige projektfaser: anlægs-, drifts- eller afviklingsfase eller som strukturrelateret.
- Projektstruktur: Alle fysiske dele af projektet placeret i det marine miljø i anlægsfasen og forbliver i området over den komplette driftsfase (f.eks. vindmøller med deres fundamenter, kabler, transformerstationer).
- ROV: Fjernstyret undervandsdrone.
- Vindmølleområdet: Det område hvori der kan opstilles vindmøller.
- Kabelkorridoren: Det område hvori ilandføringskablerne skal anlægges.

Sammenfatning

Aflandshage Vindmøllepark planlægges anlagt i Øresund syd for Aflandshage indenfor et forundersøgelsesområde på cirka 56 km². Forundersøgelsesområdet grænser op til Danmarks eksklusive økonomiske zone (EEZ) mellem Danmark og Sverige. Vindmøllerne vil blive opstillet mere end 8 km fra den nærmeste kyst. Vindmølleparken forventes at få en installeret effekt på op til 300 MW, og vil bestå af 45 stk. 5,5-6,5 MW vindmøller, 31 stk. 7,5-8,5 MW vindmøller eller 26 stk. 9,5-11 MW vindmøller.

Formålet med denne rapport er at beskrive og vurdere miljøpåvirkningerne i forbindelse med anlægs-, drifts- og afviklingsfasen samt ved kabelnedlægning for den bentiske marine flora, fauna og marine habitattyper i forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark. Vurderingerne i rapporten baseres på eksisterende viden fra undersøgelser i nærheden af forundersøgelsesområdet, samt på ROV-undersøgelser (fjernstyret undervandsfartøj) udført på udvalgte positioner i forundersøgelsesområdet. Der er igennem de seneste 10 år foretaget adskillige NOVANA-undersøgelser (det danske miljøovervågningsprogram) i den sydlige del af Øresund og i Køge Bugt. Undersøgelserne omfatter den bentiske infauna, ålegræs og makroalger. Kortlægning af ålegræs i de kystnære områder er desuden suppleret med analyser af luft- og satellitfotos.

Kortlægningen af de marine habitattyper viste at de dominerende marine habitattyper i forundersøgelsesområdet er bestående af bart sand og sand med vegetation (ålegræs og børstebladet vandaks), samt områder med blandet bund (sand, grus og småsten med enkelte mindre områder med bestrøning af større sten >10 cm). Sandbund med ålegræs og børstebladet vandaks strækker sig fra kysten ud til 6-7 meters dybde og findes kun i kabelkorridoren. Børstebladet vandaks dominerer kystnært på vanddybder fra 0-1,5 meter og fra 1,5-2 meters dybde erstattes børstebladet vandaks gradvist af ålegræs, som er den dominerende plante med sammenhængende bevoksninger ud til ca. 7 meters dybde. Makroalgerne i forundersøgelsesområdet findes i området med bestrøning af større sten og domineres af skorpeformede rødalger (Red crust) og brunalgen alm. vatalge (*Ectocarpus siliculosus*), der lever både fastsiddende og løstliggende.

Blødbundsfaunaen er antalsmæssigt præget af enkelte dominerende arter. Især forekommer af juvenile blåmuslinger (*Mytilus edulis*), dyndsnegle (*Peringia ulvae*), havbørsteormene (*Pygospio elegans*) og (*Scoloplos armiger*) er antalsmæssigt dominerende. Biomassen er domineret af bløddyr (Mollusca), hovedsageligt blåmuslinger, men også af hjertemuslinger (*Cerastoderma* spp.), strandsnegle (*Littorina littorea*) og dyndsnegle. Der er ikke registreret sårbare eller sjældne arter af makroalger eller invertebrater i forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark.

Påvirkninger på den marine flora og fauna fra anlægget af vindmølleparken med tilhørende kabler i anlægsfasen er: suspenderet sediment, sedimentation og fysisk forstyrrelse. I driftsfasen vurderes påvirkninger som tab og ændringer af habitat (introduktion af hårdsubstrat).

Vurderingerne af mulige påvirkninger af bundflora og -fauna er foretaget på baggrund af de scenarier, som resulterer i de højeste sedimentkoncentrationer fra anlægsaktiviteterne og de største midlertidige eller permanente ændringer af havbunden. De højeste sedimentkoncentrationer og de største ændringer af havbun-

den vil fremkomme ved anlæg af mange vindmøller (45 stk. 5,5-6,5 MW vindmøller), som etableres med gravitationsfundamenter, samt nedspuling af inter array kabler og ilandføringskabler for mange vindmøller.

Der er dels modelleret på den maksimale koncentration af suspenderet sediment, og dels varigheden af tidsrummet, hvor koncentrationen af suspenderet sediment vil kunne overstige 10 mg/l og 50 mg/l. Modellen fokuser på sedimentkoncentrationer i vandsøjlen 1 meter over havbunden.

Udbredelsen og mængder af suspenderet sediment og sedimentation er modelleret. Den maksimale koncentration af suspenderet sediment er kortvarigt (få timer) op til 7.000 mg/l, lokalt hvor der graves. En forøget koncentration af 50 mg/l, ved nedlægning af kabler, kan i en kort periode ses i næsten hele kabelkorridoren og i den vestlige del af vindmølleområdet. Varigheden af sedimentkoncentrationer over >50 mg/l og >10mg/l er henholdsvis 24 timer og 5 dage. Med baggrund i de relativt lave koncentrationer af suspenderet sediment og den korte varighed af påvirkningen, samt de marine flora og fauna's tolerance over for høje sedimentkoncentrationer, vurderes påvirkningen fra suspenderet sediment at være **lille**.

Marine blomsterplanter (ålegræs og børstebladet vandaks) samt fasthæftede makroalger kan blive negativt påvirket af længerevarende skyggeeffekter og forringede lysforhold. Den længste sammenhængende periode, hvor lysreduktionen ved bunden overstiger 80% af overfladelyset, er på op til 3 dage i et mindre område i den kystnære del af kabelkorridoren, samt i det kystnære område syd for Amager. I og omkring størstedelen af forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark vil perioden være begrænset til mellem 1 - 2 dage. Det samlede antal dage hvor lysreduktionen overstiger 80% er på mellem 2-12,5 dage i kabelkorridoren. For det kystnære område umiddelbart syd og sydvest for Amager, vil lysreduktionen overstige 80% i en periode på sammenlagt 15 dage. Den rummelige udstrækning af påvirkningen vurderes at være lokal, mens sandsynligheden for at påvirkningen forekommer vurderes at være lav/medium for ålegræs. For de øvrige blomsterplanter og makroalger vurderes sandsynligheden for at påvirkning forekommer at være lav. Da det er ganske få dage (maksimal 3 dag) hvor den sammenhængende lysreduktion overstiger 80% af overfladelyset vurderes varigheden af påvirkningen at være kortvarig. Samlet vurderes påvirkningen af forhøjede koncentrationer af suspenderet sediment på ålegræs og makroalger i og omkring kabelkorridoren for Aflandshage Vindmøllepark at være **lille** og reversibel. Forhøjede koncentrationer af suspenderet sediment vurderes ikke at påvirke dybdegrænsen for hovedudbredelsen af ålegræs i og omkring forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark.

Sedimentation af opslæmmede partikler er modelleret til at være i størrelsesordenen 1-10 millimeter. I ca. 97% af forundersøgelsesområdet er sedimentaflejringen mindre end 1 mm, og kun kystnært når niveauet 10 mm. Ved sedimentaflejring mindre end 10 mm bliver ingen af de etablerede organismer påvirket. De mest sårbare organismer er makroalgerne i sporestadiet, hvor de skal settle (synke til havbunden) og fasthæfte til det hårde substrat. Der er dog ingen overlap mellem områder med sedimentation >1 mm og området kortlagt med hårdbund. Påvirkningen fra sedimentation af suspenderet sediment på både flora og fauna er således **lille**.

I forbindelse med anlægget af ilandføringskablerne vil havbunden blive bearbejdet. Den samlede forstyrrelse eller midlertidige "footprint" fra kabellægning er <0,7 % af kabelkorridoren. Kablerne til ilandføring vil uundgåelig skulle føres igennem et

eller flere ålegræs mosaik områder. Dele af ålegræsområderne vil blive skadet under gravearbejdet i kabelkorridoren. Med en estimeret horisontal vækst fra ålegræs på 16 cm pr. år, og en gravebredde på ca. 1-1,5 meter for hver kabel, vil det varer 6-9 år inden ålegræsset igen har indtaget de påvirkede områder, og den halve tid hvis ålegræsset har mulighed for at sprede sig fra begge sider af renden. Med afsæt i det begrænsede og midlertidige "footprint" fra kabelkorridoren og den relativt lange reetableringstid, vurderes effekten fra gravearbejdet i forbindelse med nedlægning af kablerne i kabelkorridoren på habitattypen Sand med blomsterplanter (ålegræs og vandaks) og associerede fauna at være **moderat**.

Habitattab som følge af fundamenter og erosionsbeskyttelsesdækning af havbunden udgør kun knap 0,2 % af det samlede havbundsareal i vindmølleområdet. De tabte habitattyper er dog udbredt over forholdsvis store arealer i forundersøgelsesområdet og området generelt, og da det beslaglagte område er lille, vurderes effekten på flora og fauna at være **lille**.

De nye hårde strukturer, der etableres i vindmølleområdet, vil straks blive koloniseret af opportunistiske arter. Over tid udvikles der stabile hårbundssamfund på de nye hårde substrater. Forstyrrelsen/ændringen som følge af tilførsel af nye hårde strukturer vil være begrænset til vindmøllernes umiddelbare nærhed. Forstyrrelsen kan betragtes som positiv, da den fører til en højere samlet artsdiversitet i vindmølleområdet, ikke alene i form af det nyligt introducerede hårde substrat, men også ved at styrke artsdiversiteten på og omkring de spredte sten, der allerede findes i området. Det nye hårbundssubstrat forventes således at have en afsmittende effekt på de omkringliggende marine samfund, i hele vindmølleparkens levetid, men da tilførsel af nye hårbundssubstrat kun udgør 0,2 % af det samlede havbundsareal i vindmølleområdet vurderes effekten kun at være **lille** – men positiv.

Med baggrund i de relativt lave koncentrationer af suspenderet sediment og den korte varighed af påvirkningen, samt de marine flora og fauna's tolerance over for høje sedimentkoncentrationer, vurderes påvirkningen fra suspenderet sediment at være **lille**.

1 Indledning

Københavns Kommune har et mål om at være CO²-neutral senest i 2025. Et væsentligt virkemiddel til opfyldelse af målet, er opførelse af vindmøller. Borgerrepræsentationen har i 2010 besluttet, at kommunens arbejde med at realisere vindmøller hovedsagelig skal ske i samarbejde med HOFOR. HOFOR har på baggrund heraf udarbejdet en vindmøllestrategi, hvor en del af vindmøllerne er planlagt at blive opført på land og en del på havet. Målet er, at HOFOR VIND A/S senest i 2025 har opført 300 MW ved Aflandshage samt 160 MW ved Nordre Flint på havet.

Denne rapporten præsenterer detaljerne i beskrivelsen af eksisterende forhold og vurderingen af påvirkning på havbundens flora og fauna i og i nærheden af forundersøelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark. De potentielle påvirkninger og graden af påvirkning på havbund flora og fauna er delt op i påvirkninger relateret til anlægs-, drifts- og afviklingsfasen. Desuden beskrives eventuelle afværgeforanstaltninger samt overvågningsprogrammer.

Forundersøelsesområdet på havet har en størrelse på 56,5 km². Heraf udgør 42 km² vindmølleområdet som omfatter vindmøllerne, interne kabler mellem vindmøllerne samt en eventuel transformerstation på havet. Forundersøelsesområdet på havet omfatter desuden en 12,5 km² kabelkorridor til anlæg af op til seks parallelle søkabler, der skal transportere strømmen fra vindmøllerne og frem til Avedøreværket, hvor strømmen blive tilsluttet det eksisterende højspændingsnet. Den overordnede betegnelse 'forundersøelsesområdet', dækker dermed både området, hvor vindmøllerne planlægges at blive opført, samt området hvor kablerne fra vindmølleparken føres ind til land og nettilslutning.

1.1 Formål

Før påvirkninger på havbundens flora og fauna som følge af opførelsen af Nordre Flint Vindmøllepark kan vurderes, skal den grundlæggende viden om havbundens flora og fauna undersøges og beskrives. Derudover skal de potentielle påvirkninger, der kan forekomme i forbindelse med Aflandshage Vindmøllepark, belyses.

Beskrivelsen af de eksisterende forhold og forekomst af bundflora og fauna i og omkring forundersøelsesområdet ved Aflandshages Vindmøllepark er baseret på eksisterende viden, samt målrettet feltundersøgelser i forundersøelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark udført sommeren 2020. Ligeledes er vurderingerne af påvirkninger af vindmølleparken på bundflora og fauna baseret på eksisterende viden fra tidligere vindmølleparker og understøttet af den nyeste tilgængelige videnskabelige forskning indenfor området.

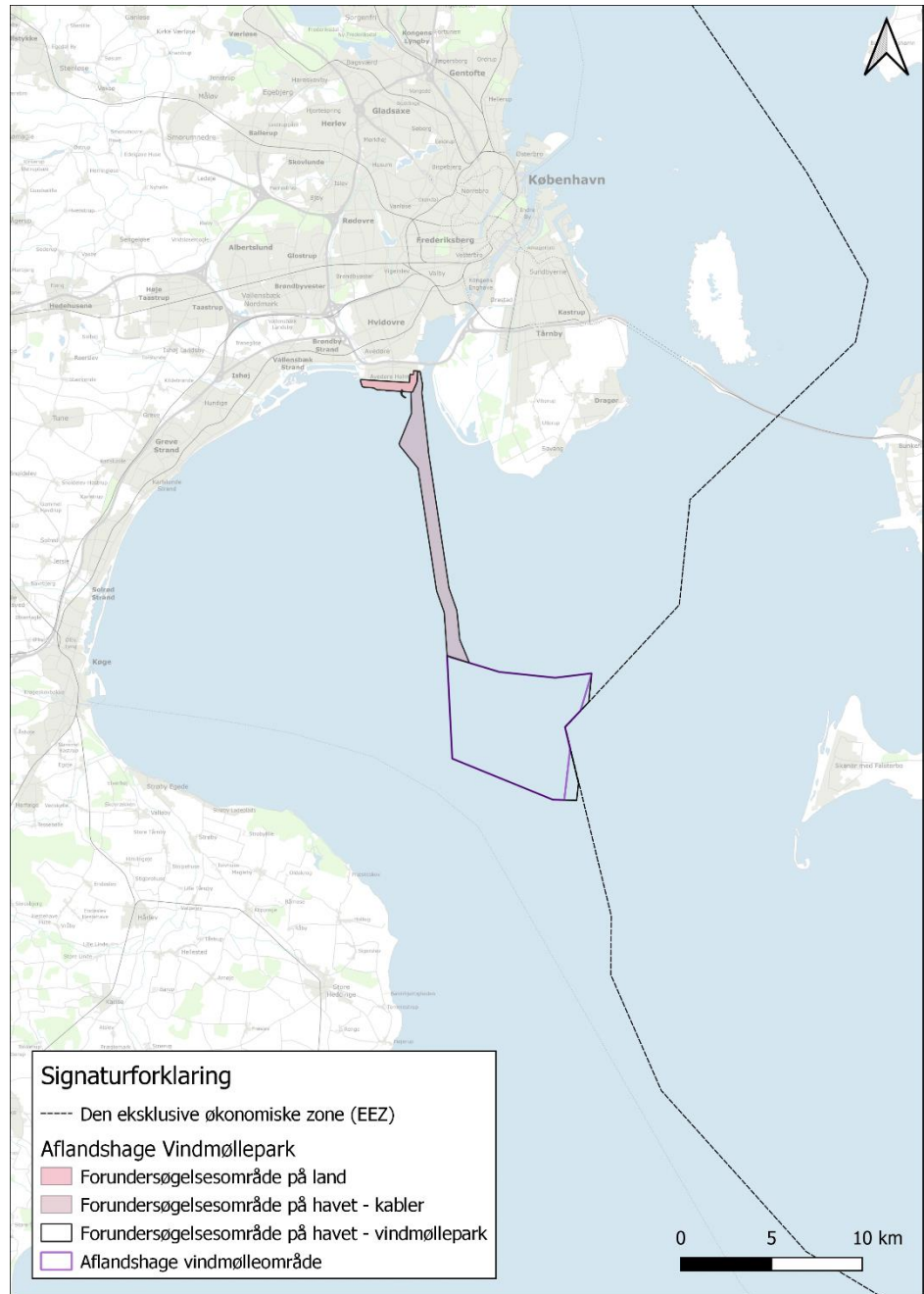
De overordnede formål med rapporten er:

- At beskrive og vurdere betydningen af forundersøelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark for havbund flora og fauna.
- At belyse potentielle påvirkninger under anlægs-, drifts-, og afviklingsfasen af Aflandshage Vindmøllepark på havbundens flora og fauna og vurdere betydningen af disse påvirkninger.
- At identificere potentielle kumulative virkninger på havbund flora og fauna som følge af Aflandshage Vindmøllepark og andre nærtliggende anlægsprojekter.

2 Projektbeskrivelse

Aflandshage Vindmøllepark og tilhørende ilandføringskabler til nettilslutning på land planlægges anlagt i Øresund syd for Aflandshage indenfor et forundersøgel- sesområde på 56,5 km² (Figur 2.1). Forundersøgel- sesområdet grænser op til Dan- marks eksklusive økonomiske zone (EEZ) beliggende mellem Danmark og Sve- rige.

Figur 2.1: Kort over forunder- søgelsesområdet for Aflands- hage Vindmøllepark. Kortet vi- ser vindmølleområdet samt for- undersøgelsesområdet.



Vindmølleparken forventes at få en effekt på op til 300 MW og udgøre et areal på ca. 42 km² (Figur 2.1). Vindmøllerne vil blive opstillet mere end 8 km fra den nærmeste kyst, og vil for de største vindmøller have en totalhøjde på op til 220 meter. Kabelkorridoren for installation af ilandføringskablet udgør ca. 12,5 km² (Figur 2.1).

Opstillingsmønsteret for vindmølleparken er udarbejdet af HOFOR, og er til brug for miljøkonsekvensvurderingerne præsenteret for en lille vindmølle på 5,5-6,5 MW, mellem vindmølle på 7,5-8,5 MW og en stor vindmølle på 9,5-11,0 MW.

Turbinetypen er ikke fastlagt på nuværende tidspunkt, men den valgte turbine forventes at have en effekt på mellem 5,5 og 11 MW. Vælges de største vindmøller på 11 MW vil det betyde opstilling af op til 26 vindmøller ved fuld udbygget Af-landshage Vindmøllepark. Afhængigt af, hvilken vindmøllestørrelse der vælges, vil en fuldt udbygget vindmøllepark komme til at bestå af enten 26 store vindmøller, 31 mellem vindmøller eller 45 små vindmøller.

Strømmen, der bliver produceret i vindmølleparken, føres i land via ilandsføringskabler, og vindmølleparken tilsluttes elnettet ved Energinets 132 kV-station ved Avedøreværket. Antallet af ilandføringskabler vil være op til 6 stk. 33 eller 66 kV, ved en fuldt udbygget vindmøllepark på 300 MW. Før tilslutningen til 132 kV-nettet, skal spændingen fra eksportkablerne transformeres til 132 kV.

2.1 Fundamenter

Vindmøllerne installeres på fundamenter, som står fast på havbunden og som omgives af en erosionsbeskyttelse bestående af sten og/eller beton. Det forventes, at der vil blive anvendt en af følgende typer fundamenter:

- Monopæl
- Gravitationsfundament

2.1.1 Monopæle

Monopæle er den mest anvendte type af fundamenter, og er installeret i 70-80 % af alle eksisterende vindmøller på havet. En monopæl er en stålpæl, der rammes ned i havbunden. Hvor langt pælen skal rammes ned, afhænger af vindmøllens størrelse, vanddybde, vejrforhold, og sedimentets beskaffenhed, og vil variere afhængigt af de lokale forhold.

I Tabel 2.1 er vist de estimerede dimensioner for monopælefundamenter til de tre vindmøllestørrelser placeret på en vanddybde på mellem 5 og 25 meter.

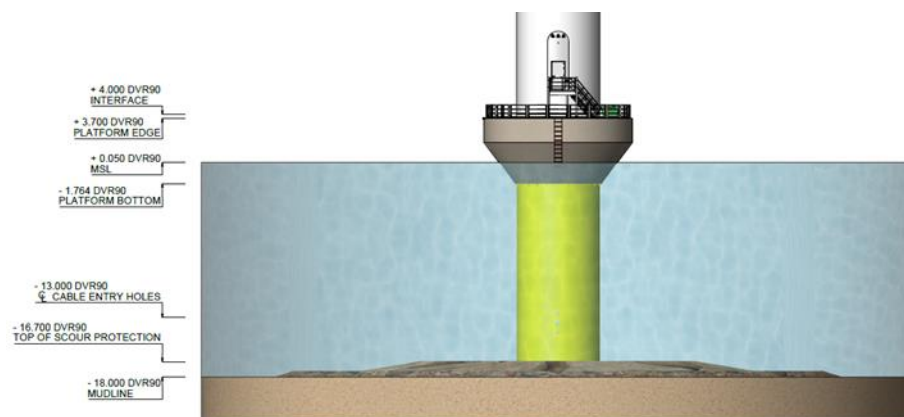
Tabel 2.1: Anslåede monopæle-dimensioner

Monopæle			
Vindmøllekapacitet	5,5-6,5 MW	7,5-8,0 MW	9,5-11,0 MW
Vindmølle, antal	45	31	26
Diameter ved havbunden, m	4,5-7,0	5,5-8,0	6,0-9,5
Pælelængde, m	40-65	50-70	50-80
Vægt pr. pæl, t	300-600	450-700	550-750
Nedramningsdybde under havbunds niveau, m	16-31	18-34	20-39

Afhængig af det forventede erosionstryk, som afhænger af strøm og bølgeforhold omkring fundamentet og af havbundens beskaffenhed, anlægges der typisk erosionsbeskyttelse i form af udlægning af sten på havbunden omkring fundamentet. Erosionsbeskyttelse er nærmere beskrevet i afsnit 2.3.

Et eksempel på erosionsbeskyttelse for et monopælsfundament ses af Figur 2.2.

Figur 2.2: Skitse af en monopæl med erosionsbeskyttelse. Overgangsstykket på de endelige monopæle vil være kortere end på illustrationen (Energinet, 2015).



I Tabel 2.2 er angivet det skønnede omfang og type af erosionsbeskyttelse af monopæle. Værdierne er anslåede, og vil kunne variere afhængig af det endelige valg af design og anlægsproces.

Tabel 2.2: Anslået omfang og type af erosionsbeskyttelse omkring monopæle.

Erosionsbeskyttelse - monopæle			
Vindmølle-størrelse	Lille vindmølle 5,5-6,5 MW	Mellem vindmølle 7,5-8,5 MW	Stor vindmølle 9,5-11 MW
Antal vindmøller, #	45	31	26
Volumen per fundament, m ³	1.150-2.000	1.350-2.300	1.600-2.700
Fodaftryk, dæklag, per fundament, m ²	500-900	600-1.050	700-1.200
Fodaftryk, filterlag, per fundament, m ²	600-1.000	700-1.150	800-1.350
Samlet erosionsbeskyttelse volumen ved 45/31/26 vindmøller, m ³	51.500-90.300	41.700-72.200	40.500-69.500
Samlet fodaftryk ved 45/31/26 vindmøller, m ²	25.800-45.200	20.800-36.100	20.300-34.700

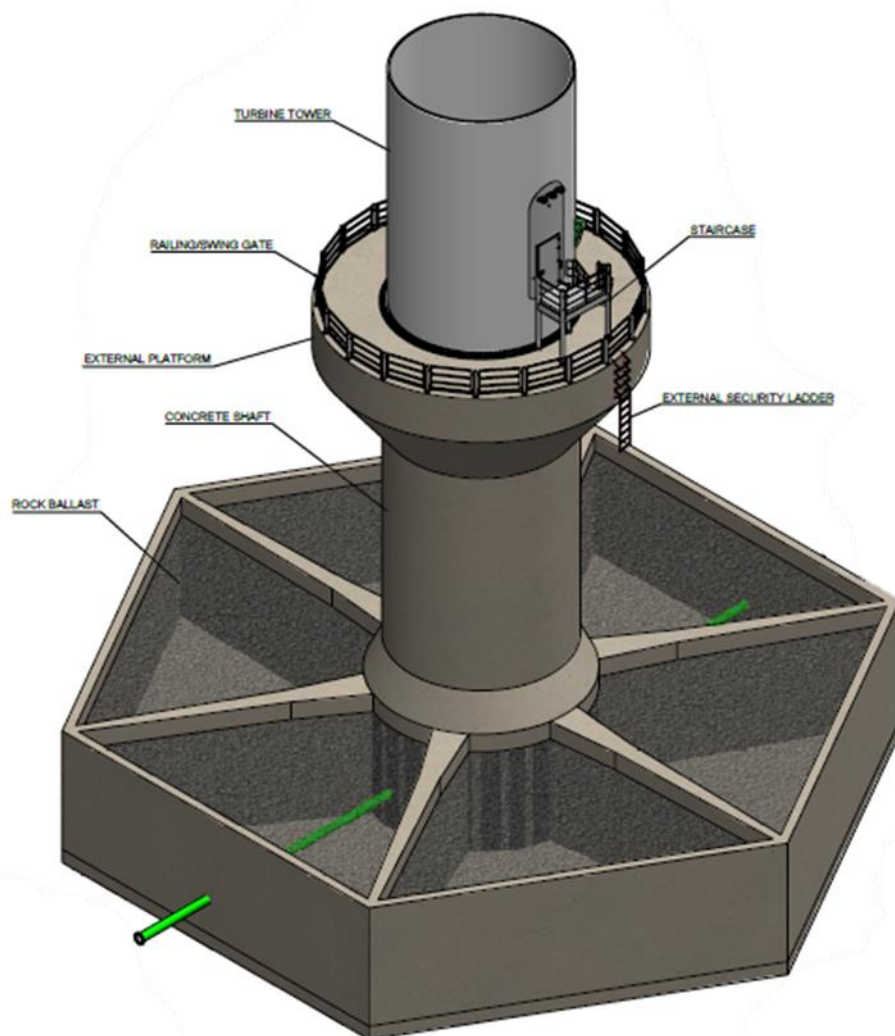
2.1.2 Gravitationsfundament

Et gravitationsfundament er en beton- eller stålkonstruktion, der hviler på havbunden ved hjælp af tyngdekraften. Gravitationsfundamenter er anvendt i vindmølleparker i danske, svenske og belgiske farvande. De er velegnede til placering på en relativt hård havbund og er især velegnede, hvor der er forholdsvis stor is-påvirkning.

Der anvendes generelt to type gravitationsfundamenter; en flad, åben stål- eller betonkasse, og en kegleformet sænkekasse. Kun den flade, åbne type er relevant for Aflandshage Vindmøllepark og er nærmere beskrevet her.

Det flade gravitationsfundament er anvendt i danske og svenske havvindmølleparker, bl.a. Nysted Havmøllepark og Lillegrunden. Det består af en fladbundet base med et centralt stålskaft til montage af vindmøllen og med åbne kamre til ballast (se Figur 2.3). Når gravitationsfundamentet er placeret på lokaliteten, fyldes kamrene med ballast, som typisk udgøres af sand og/eller tunge stenmineraller.

Figur 2.3: Skitse af et gravitationsfundament med flad bund og ballastkamre.



Inden installation af gravitationsfundamentet skal havbunden klargøres. Det foregår ved, at havbundens øverste lag fjernes ned til faste aflejringer. Gravearbejdet vil typisk foregå med en gravemaskine eller sedimentsuger installeret om bord på en pram. Det afgravede materiale vil blive lastet på pramme og bortskaftet på godkendte klappladser indenfor vindmølleparkens afgrænsning. Det afgravede materiale erstattes med grus eller sten for at etablere et stabilt underlag (en såkaldt skærvepude) for gravitationsfundamentet.

Omfanget af klargøring af havbunden afhænger af bundforholdene og vindmølletypen. De eksisterende bundforhold for Aflandshage Vindmøllepark er beskrevet i kapitel 4.1. I Tabel 2.3 er angivet overslag over mængder ved en udgravningsdybde på 2 meter.

Tabel 2.3: Anslåede oprensingsmængder til gravitationsfundamenter.

Gravitationsfundamenter			
Vindmøllekapacitet	5,5-6,5 MW	7,5-8,5 MW	9,5-11,0 MW
Udgravning, m (ca. diameter)	23-33	25-45	26-50
Oprensset materiale, m ³ (pr. fundament)	1.200-1.800	1.400-2.500	1.600-3.200
Stenbed, m ³ (pr. fundament) ¹	115-1.000	130-1.400	160-1.700

¹ Baseret på en steninddækningstykkelse på 0,3 - 1 m

Denne type fundament afhænger vægten af ballast, og dets evne til at modvirke de belastninger der kommer fra vindmøllen. Der er en direkte sammenhæng mellem vindmøllestørrelse og størrelse og vægt (masse) af det nødvendige fundament. Elementer som vanddybde, is og bølgepåvirkning har også indvirkning på dimensionerne af det endelige fundament.

I Tabel 2.4 er vist estimeret størrelse og vægt af gravitationsfundamenter.

Tabel 2.4: Estimat af størrelse og vægt af gravitationsfundamenter. Intervaller angiver mindste og højest vægt/rumfang ganget mindste og højeste antal vindmøller.

Gravitationsfundament			
Vindmøllekapacitet	5,5-6,5 MW	7,5-8,5 MW	9,5-11,0 MW
Vindmølle, antal	45	31	26
Skaft diameter, m	5,0-6,5	5,5-7,0	6,0-7,5
Base diameter, m	23-30	25-35	26-40
Betonvægt pr enhed, t	2.000-4.200	2.300-5.000	2.500-5.000
Ballast pr. enhed, m ³	1.700-3.000	2.000-4.000	2.500-5.000
Total beton vægt, t	90.000-189.000	71.300-155.000	65.000-130.000
Total ballast vægt, t	76.500-135.000	62.000-124.000	65.000-130.000

Der anlægges typisk erosionsbeskyttelse i form af udlægning af sten omkring gravitationsfundamenterne, se afsnit 2.3.

I Tabel 2.5 er angivet det skønnede omfang og type af erosionsbeskyttelse omkring et gravitationsfundament. Værdierne er anslåede og baseret på udlægning af erosionsbeskyttelse i et bælte, der er 5 - 10 meter bredere end gravitationsfundamentets base. De endelige mængder vil variere afhængig af det endelige valg af design og anlægsproces.

Tabel 2.5: Skønnet omfang og mængde af erosionsbeskyttelse omkring gravitationsfundamenter. Intervaller angiver mindste og højeste vægt/rumfang ganget mindste og højeste antal vindmøller.

Gravitationsfundament - erosionsbeskyttelse			
Vindmøllekapacitet	5,5-6,5 MW	7,5-8,5 MW	9,5-11,0 MW
Antal vindmøller, #	45	31	26
Ydre diameter ved havbund, m	23-30	25-35	26-40
Ydre diameter ved havbund inklusiv erosionsbeskyttelse ¹ , m	33-50	35-55	36-60
Erosionsbeskyttelse pr. fundament ¹ , m ³	880-2.500	940-2.850	970-3.150
Samlet erosionsbeskyttelse volumen ved 45/31/26 vindmøller, m ³	39.600-113.100	29.200-87.650	25.300-81.700
Samlet fodaftryk ved 45/31/26 vindmøller, m ²	38.500-88.350	29.850-73.650	26.450-73.500

¹ Afhænger af det endelige design.

2.2 Offshore transformerstation

Den offshore transformerstation, der eventuelt anlægges, forventes at have en længde på 35 - 40 m, en bredde på 25-30 meter og en højde på 15-20 m. Det højeste punkt på en HVAC-plattform forventes at være 30-35 meter over havets overflade (Figur 2.4). Transformeren opsamler og eksporterer den elektricitet, der genereres af vindmølleparkens turbiner gennem specialiserede undersøiske kabler. En transformerstation er derfor en væsentlig komponent i vindmølleparker, især i tilknytning til store vindmølleparker som producerer flere megawatt. Transformerstationer har desuden den vigtige funktion, at stabilisere og maksimere spændingen for elektriciteten genereret af vindmøllerne, reducere potentielle elektriske tab samt overføre elektriciteten til land. Den nøjagtige placering afhænger af vindmøllekapaciteten. Generelt placeres den transformerstationen centralt relativt tæt på kabelkorridoren til ilandføringskabler, og fungerer således som et knudepunkt for inter array kabler mellem vindmøllerne og ilandføringskablet, der leder elektriciteten til land.

Fundamentet for transformerstationen vil være enten en monopæl eller gravitationsfundament, svarende til fundamentene anvendt til vindmøllerne. Eneste afvigelse er, at der vil være 4-8 J-rør til installation af forbindelseskablerne og et J-rør til eksportkabel til ilandføringskablet.

Figur 2.4. Eksempel på en off-shore transformerstation (Foto: EON, now RWE Renewables).



2.3 Erosionsbeskyttelse

Erosion er den lokalt forekommende nedbrydning og fjernelse af sediment i området omkring basen på en struktur, der er placeret i farvand påvirket af strøm og bølger. Hvis havbunden er eroderbar og strømhastigheden er tilstrækkelig høj, kan der dannes der erosionshuller rundt om strukturen.

Erosion forekommer, når strøm og bølger øger strømhastigheden rundt om fundamenter, og ændrer strømmens lodrette hastighedsgradient til en trykgradient langs kanten. Med trykgradienten fremkommer en hvirveldannende nedadgående strøm, der påvirker havbunden og fjerner partikler fra havbunden.

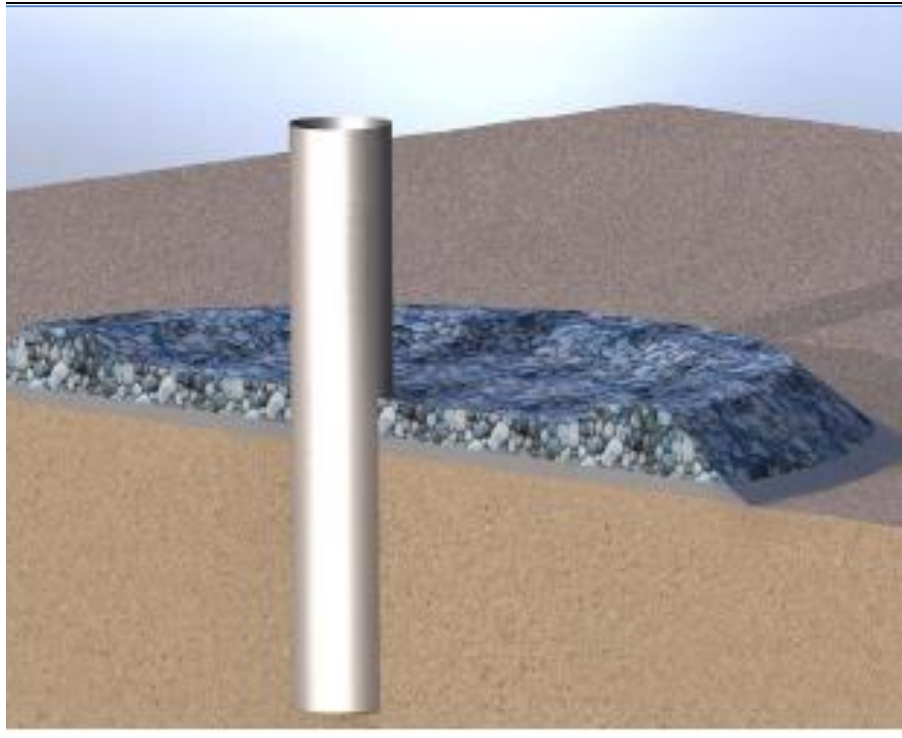
Erosion håndteres generelt i anlæggenes design ved en af følgende fremgangsmåder:

- Der anlægges erosionsbeskyttelse rundt om strukturen, typisk ved at udlægge sten rundt om fundamentet. Det beskytter sedimentet og forhindrer, at det skylles væk. Erosionsbeskyttelsen danner permanent støtte omkring fundamentet.
- Det tillades, at der dannes erosionshuller, og der tages højde for dem i fundamentets dimensioner ved at antage en større vanddybde og fravær af den øverste del af havbunden.

Den sidstnævnte tilgang vil generelt medføre, at et fundament skal være længere og tungere. I de tilfælde, hvor sedimentets beskaffenhed vil medføre erosionshuller, har sedimentet ofte også en ringe bæreevne. Her vil erosionsbeskyttelse have en begrænset effekt på fundamentets størrelse, og den kan derfor udelades.

Erosionsbeskyttelse består typisk af to lag granit sten, et filterlag og et inddækningslag. Alternativt anvendes et mere geometrisk bredspektret enkelt skærvelag. Erosionsbeskyttelsen udlægges generelt i en omkreds på ca. 10-15 meter omkring pælefundamenter. Tykkelsen på filterlaget forventes at være 0,7 - 0,9 m, mens tykkelsen på dæklaget vil være 0,7 - 1,5 meter. Omkring gravitationsfundamenter dækker erosionsbeskyttelsen generelt et område, der er 2-3 meter bredere end fundamentets base og har en kombineret tykkelse på ca. 2 meter.

Figur 2.5. Eksempel på erosionsbeskyttelse (tegning Rambøll).



2.4 Kabler på havet

Imellem vindmøllerne installeres intern array kabler, der forbinder vindmøllerne. Derudover vil elektriciteten, der produceres i vindmølleparken, føres i land ved hjælp af ilandføringskabler.

Vindmølleparken sluttes til det eksisterende elnet ved Energinets station ved Avedøreværket via undersøiske kabler. Søkablerne placeres i en kabelkorridor mellem vindmølleparken og kysten. Kabelkorridoren dækker et areal på ca. 12,5 km², og kabelstrækningen på vand er ca. 16 km.

Der vil blive installeret op til 6 parallelle ilandføringskabler med et spændingsniveau på 33 eller 66 kV i korridoren. De enkelte vindmøller og hver gruppe af 5-10 vindmøller (afhængig af vindmøllestørrelse) forbindes med inter array kabler.

2.4.1 Installation af søkabler

Afhængig af havbundens beskaffenhed installeres kablerne i havbunden ved nedspuling, pløjning, udrulning i en gravet rende, eller de lægges direkte på havbunden og dækkes efterfølgende med sten eller anden beskyttende materiale.

Der forventes, at kablerne generelt graves 1-1,5 meter ned i havbunden. Den endelige dybde afhænger af havbundsundersøgelsen og valg af anlægsmetode. Op til 10 % af kablerne må forventes at blive placeret på direkte på havbunden og vil blive beskyttet ved tilførsel af sten eller anden beskyttende materiale.

Afhængigt af havbundsforholdene vil kablerne enten blive nedspulet (jettet), lagt med plov, vertikal nedspulet eller nedgravet med gravemaskine. Endelig kan kablet blive dækket med sten for beskyttelse i de områder, hvor bunden er for hård. Søkablerne graves 1-1,5 meter ned i havbunden som beskyttelse mod fiskeaktiviteter, ankre osv. Gravedybden kan variere og afhænger af bundforholdene og det valgte graveudstyr. Effektiviteten af kabelbeskyttelsen afhænger ikke kun af gravedybde, men også på mængden af materiale, der fjernes fra grøften, og hvor hurtigt kablet dækkes til igen. Det er vigtigt at undgå en situation, hvor kablet er lagt ned til typisk 1-1,5m, men ligger blottet i en åben grøft, fordi alt materiale nær kablet er væk. Den bedste beskyttelse opnås, hvis grøften er smal og straks fyldes med det originale materiale efter kabler er placeret i renden. Det forventes at op til 10 % af kabelruten inkluderer at kablerne beskyttes med sten, skærver eller andre beskyttelsesforanstaltninger.

2.4.1.1 *Nedspuling af kabler "jetting"*

Der findes forskellige typer og størrelser af nedspulingsudstyr. Mindre nedspulingsmaskiner har normalt overfladevandpumper og har brug for hjælp fra dykkere. De bliver typisk brugt på lavt vand. Større nedspulingsmaskiner (ROV - Remotely Operated Vessel), med indbyggede vandpumper er ofte fjernstyret og er i stand til at fungere på store vanddybder. ROV'en placeres over kablet og flyttes fremad, mens kablet falder ned i renden i havbunden. Bredden af havbunden påvirket af selve nedspulingen vil være ca. 0,7-1,2 meter, afhængigt af kablestørrelse og det anvendte nedspulingsudstyr. Fremdriftshastigheden for nedspulingsoperationen afhænger af havbundens beskaffenhed. Generelt forventes der en hastighed på 500-2.000 m/dag.

2.4.1.2 *Kabelinstallation med plov*

En anden kabelinstallationsmetode er ved direkte nedgravning af kablet i havbunden med en plov. Kablet føres ind i en selvlukkende fure, der er skåret af en havplov. Havploven bugseres af et specialfartøj. Denne metode kræver homogene og blødere havbund, end nedspulingsmetoden. Når et kabel nærmer sig havbunden, føres det gennem ploven, der indsætter kabel ind i en smal fure. Forskellige plovdesign er tilgængelige, således de passer til forskellige bundbetingelser. Den traditionelle plov er velegnet til mudrede underlag, mens sandede sedimenter muligvis kræver en plov udstyret med spuleudstyr til at skære en grøft, som kablet placeres i, hvilket reducerer den nødvendige mekaniske fremdriftskraft af fartøjet.

Plovmetoden bruges ofte til nedgravning af telekommunikationskabler og lette strømkabler. Det er dog praktisk muligt at bruge en stor plov, til at nedgrave større strømkabler, om end denne metode indebærer nogle risici. Er ploven ikke egnet til den specifikke opgave, eller hvis ploven ikke fungerer korrekt, kan det medføre øget risiko for at beskadige det kabel det egentlig skulle beskytte. Særlig inhomogen havbund, hvor ploven kan støde på store sten, bundgarnspæle eller andre store indlejrede genstande, som kan forårsage en pludselig sideværts bevægelse, der øger risikoen for skade kablet.

Bredden af havbunden påvirket af selve pløjningen vil være ca. 1-2 meter afhængigt af kablets størrelse og det anvendte udstyr. Hastigheden for pløjning er

afhængig af havbundens beskaffenhed og det anvendte udstyr. Generelt kan der forventes en hastighed på 100-2.000 m/dag.

2.4.1.3 *Vertikal nedspuling*

Vertikal nedspuling (nedspulingsassisteret plov) består af et spulehoved/sværd med vandhøjtryksdyser forrest. Kablet føres gennem spulehoved og udlæggelse og beskyttelse dermed i én operation. Metoden er udbredt i Asien og i nogle europæiske lande. Metoden er velegnet til dybe installationer i nedspulings egnede havbund, hvor vanddybde er relativt lav. Metoden er imidlertid meget tidskrævende og er i nogen udstrækning sårbar over for ændringer i vejret. I tilfælde af hårdt vejr kan spulehoved efterlades i havbunden, mens kabelskibet eller prammen har vejrlig. Metoden er meget velegnet til installationer af kabler dybt i havbunden, nær skibsfart og i havne. Bredden af havbunden påvirket af den lodrette injektorinstallation og hastigheden kan forventes at være den samme som den generelle plovoperation nævnt tidligere, dvs. 1-2 meter bredde og fremdrift på 100-2.000 m/dag.

2.4.1.4 *Udgravede render*

Den mest sandsynlige installationsmetode for undersøiske kabler forventes at være i udgravet rende. I tilfælde af hårdbund som ler eller komprimeret sand fremstilles grøften på forhånd. Dermed kan kabellægningen og beskyttelse af kablet opdeles i to separate operationer. Med denne metode er kablet først anbragt i den tidligere forberedte grøft i havbunden.

Efter at kablet er installeret i grøften, kan grøften igen fyldes med det udgravede materiale, eventuelt med tilføjede sten eller grus. I sidstnævnte tilfælde opnås det optimale beskyttelsesniveau, når grøften over tid har fyldt sig selv. Installationen ved udgravning er bekostelig sammenlignet med udlægning med både plov og nedspuling. Udgravede grøfter ved hjælp af en gravemaskine er velegnede til vanddybder mindre end 18 meter.

For at være sikker på, at kablet bliver placeret på bunden af grøften, kan det være nødvendigt til en vis grad at nedspulekablet, særligt hvis grøften er kollapsede eller fyldt med organisk materiale. Bredden på grøften i havbunden vil være ca. 1-2 meter afhængigt af størrelse på grabben på gravemaskine. Generelt kan dybden af grøften og bredden af renden vælges således det giver maximal beskyttelse. Tempoet for grøftarbejdet afhænger af den havbundens beskaffenhed. Generelt kan forventes en fremdrift på 100-1.000 m/dag. Den supplerende nedspuling kan være nødvendigt, og vil blive foretaget i materiale, der allerede er forstyrret ved rende-gravningen. Fremdriftshastigheden kan derfor være på 2.000-3.000 m/dag.

2.4.1.5 *Beskyttet med steninddækning*

Steninddækning som beskyttelsesmetode består af at inddække kablet med sten og klippestykker så de danner en korrekt designet forhøjning. Denne applikation er ofte til rørledninger. Dybde, bølge, havstrøm, klippestørrelse, bakkehældning og bakkehøjde er vigtigste variabler til at designe passende kabelsikring med steninddækning. Der anvendes normalt klippestørrelser fra 10 til 40 cm, afhængigt af applikationen. Typisk vil der blive anvendt et dumpingskib, hvorfra klippestykkerne skubbes overbord i jævnt tempo. Denne stendumpningsmetode anvendes typisk på lavt vand. Til dybere vand kan der bruges et teleskopisk faldrør. Inddækningsbredden af dækning kan forventes at være op til 9 meter. Processen med stendækningslægnings afhænger af operationen og i vid udstrækning på den anvendte metode. Der kan forventes en fremdriftshastigheden på 100-1.000 m/dag.

2.5 Afvikling af vindmølleparken

Levetiden af vindmølleparken forventes at være 35 år. Det forudsættes, at to år før udløb af vindmøllernes levetid skal koncessionshaver indsende en afviklingsplan. Uanset afviklingsmetoden vil denne være i overensstemmelse med "best practice" og alle gældende lovkrav vedrørende afvikling på det pågældende tidspunkt.

På nuværende tidspunkt er det ukendt, hvordan havvindmølleparken skal afvikles. Dette skal aftales med myndighederne inden arbejdet igangsættes.

2.5.1 Omfang af afviklingsfasen

Det vil i afviklingsprocessen blive tilstræbt at minimere både de kortsigtede og langsigtede effekter på miljøet, samt at sikre sikkerheden til søs. Baseret på viden om den eksisterende teknologi antages det, at afvikling af havvindmølleparken vil omfatte følgende:

- Vindmøllerne og transformerstationen fjernes helt,
- Strukturer fjernes helt eller delvist til havbundsniveau,
- Nedgravede inter forbindelseskabler fjernes helt,
- Ilandføringskabler fjernes helt,
- Kabellandingen fjernes helt,
- Erosionsbeskyttelsen efterlades på havbunden.

2.5.2 Fjernelse af vindmølleparken

Vindmøllerne og transformerstationen fjernes med de samme maskiner og metoder som blev anvendt i forbindelse med anlæg. Operationerne vil ske i den modsatte rækkefølge.

2.5.3 Fjernelse af transformerstationen

Afvikling af transformerstationen vil foregå i denne rækkefølge:

- Afbrydelse af vindmøller og tilhørende hardware.
- Fjernelse af alle væsker, stoffer på platformen, herunder olier, smøremidler og gasser.
- Fjernelse af selve platformen fra fundamenter ved hjælp af en lift og et fartøj som dem, der anvendes til installationen.
- Fundamenter nedrives afhængig af den valgte konstruktion.

2.5.4 Fjernelse af nedgravede kabler

Ved optagning af nedgravende kabler, vil processen for optagning grundlæggende være modsat kabellægningsprocessen. Materiellet anvendes modsat, kablerne op-rulles på skibe eller skæres i 1,5 lange stykker, så snart det er taget op. Disse stykker transporteres til land med henblik på genbrug.

2.5.5 Fjernelse af fundamenter

Fundamenterne nedbrydes helt eller delvist. På nedrivningstidspunktet forventes strukturerne at have udviklet sig til naturlige stenrev og hensyn hertil vil indgå i afviklingsplanen. Genbrug eller fjernelse af fundamenter vil blive aftalt med myndighederne i forbindelse med godkendelse af afviklingsplanen.

2.5.6 Erosionsbeskyttelse

Erosionsbeskyttelsen kan blive efterladt på stedet og forventes at kunne fungere som naturlige stenrev, Hensyn hertil vil indgå i afviklingsplanen. Genbrug eller

fjernelse af erosionsbeskyttelsen vil blive aftalt med myndighederne i forbindelse med godkendelse af afviklingsplanen.

3 Metode

Forundersøgellesområdet for Aflandshage Vindmøllepark er beliggende i den sydlige del af Øresund og Køge Bugt, som vist i Figur 2.1. Det marine forundersøgellesområde udgøres af et ca. 56,5 km² stort område, der strækker sig fra kysten ud til vanddybder på op til ca. 14 meter. I forundersøgellesområdet forventes forskellige marinbiologiske samfund, der alle skal beskrives og kortlægges. Baggrundsbeskrivelserne af de marinbiologiske samfund af både flora og fauna er foretaget ud fra eksisterende data, samt resultaterne af den geologiske havbunds-kortlægning (GEUS, 2020). For at verificere havbundskortlægningen og indsamle viden om, hvilke habitattyper der er i området, blev der i forbindelse med nærværende projekt foretaget ROV- undersøgelser af udvalgte positioner. I ROV-undersøgelsen er der lagt vægt på at kortlægge organismer og habitater, der er særligt sårbare overfor påvirkninger fra de forestående anlægsaktiviteter. Ved at sammenholde den biologiske kortlægning med beskrivelsen af havbundens beskaffenhed fra den geophysical undersøgelse (GEUS, 2020) og hydrografiske forhold (NIRAS, 2021), er der udarbejdet kort over fladeudbredelsen af de enkelte habitattyper.

Kortlægning af den marine flora og fauna og deres udbredelsen omfatter således fire overordnede metoder og datakilder:

- 1 Side-Scan Sonar (SSS) kortlægning af havbundssedimenttyperne.
- 2 Ortofotos og satellitfotos
- 3 Gennemgang af eksisterende miljødata.
- 4 Supplerende feltundersøgelse (ROV).

3.1 Substrattyper i forundersøgellesområdet

Havbundssedimenttyperne i forundersøgellesområdet for Nordre Flint Vindmøllepark er kortlagt af GEUS under de geofysiske undersøgelser ved brug af Side-Scan Sonar (SSS). På baggrund af den konstruerede sidescan sonar data er havbundssedimenttyperne klassificeret ud fra GEUS klassificeringssystem (GEUS, 2020a).

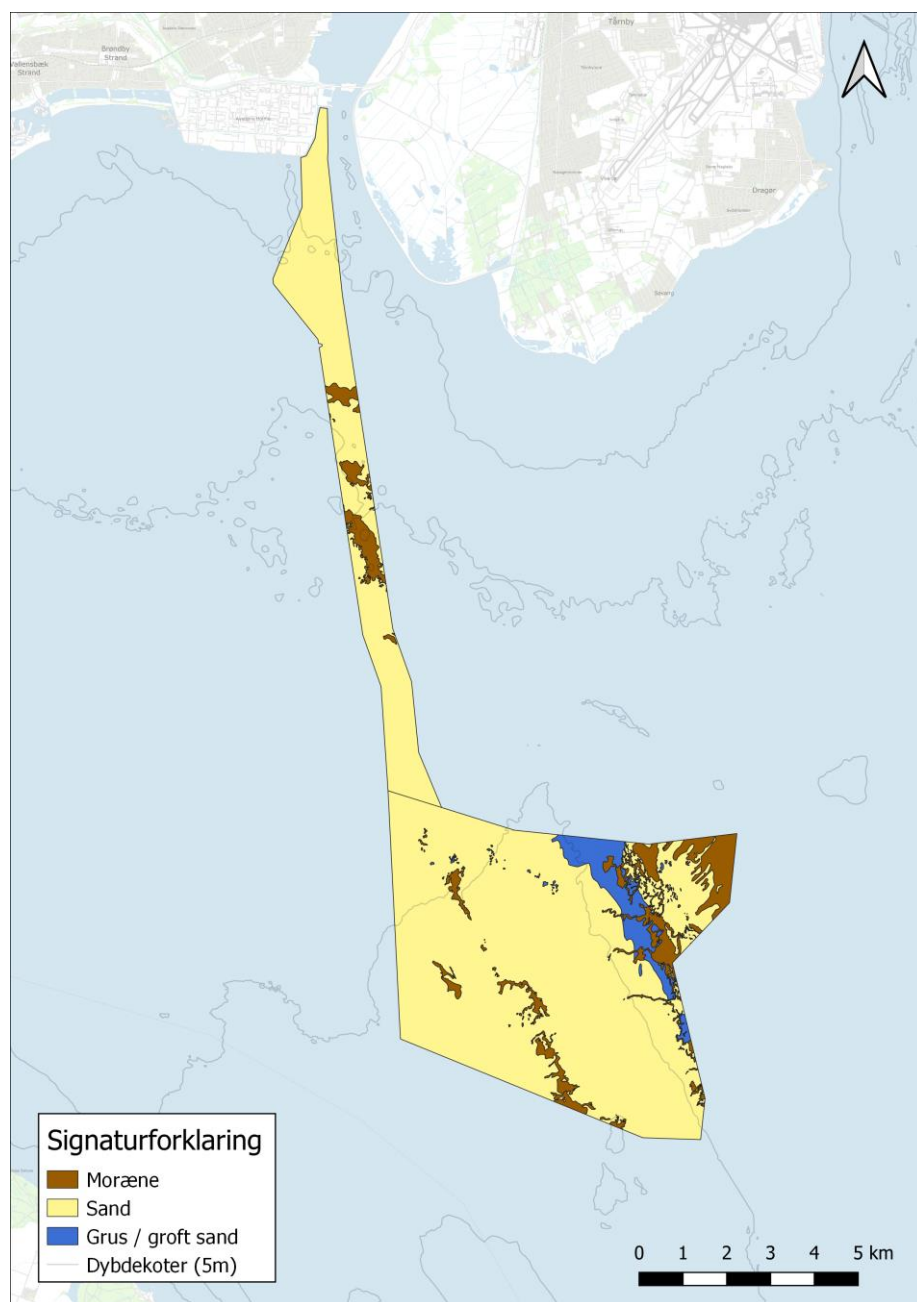
Overordnet er havbunden i forundersøgellesområdet for Aflandshage Vindmøllepark klassificeret og inddelt i følgende 3 substrattyper:

- **Sand:** Homogent lag af løst, godt sorteret sand.
- **Sand, grus og småsten (grus / groft sand):** Blandet sedimenter med en tykkelse på mere end 0,5 m
- **Moræne eller hårbund:** Hårbund bestående af blandede substrater med sand, grus og småsten med en varierende mængde af større sten. Substrattypen adskiller sig ved at indeholde et større antal sten >10 cm. Stenene ligger oftest spredt (bestrøning) og kun i ét lag.

For en mere detaljeret beskrivelse af GEUS' standard klassificeringssystem henvises til baggrundsrapporten (NIRAS, 2021).

Sedimentkortlægningen af forundersøgellesområdet for Aflandshage Vindmøllepark er vist i Figur 3.1.

Figur 3.1. Sedimentkortlægning indenfor forundersøgel-
sesområdet for Aflandshage
Vindmøllepark. Kilde (GEUS,
2020a).



Den dominerende havbundssedimenttype i forundersøgel-
sesområdet er sand, hvil-
ket er gældende for både kabelkorridoren og området for opstilling af vindmøl-
lerne. Der forekommer få områder som er karakteriseret, som moræne, samt et
større område i vindmølleområdet, som er karakteriseret som grus/groft sand.

3.1.1 Habitatklassificering

For at omformulere sedimenttyper til habitattyper i området, vil sedimentkortlæg-
ningen kortlagt af GEUS under de geofysiske undersøgelser sammen med de biolo-
giske undersøgelser udført i forundersøgel-
sesområdet for Aflandshage Vindmølle-
park bruges til at klassificere habitattyperne.

Der findes flere forskellige europæiske klassificeringssystemer til at definere habitattyperne ud fra en kombination af de fysiske forhold (havbundssedimenttyper) og de tilknyttede plante- og dyresamfund. I 2017 blev en ny kategorisering af habitattyper til anvendelse under havstrategidirektivet fastlagt (Olesen et. al., 2020), hvilken anvendes i denne rapport.

Systemet er delvist baseret på det reviderede EUNIS og består af 22 såkaldte "overordnede habitattyper" hvoraf findes der 16 habitattyper i danske havområder. I klassificeringen er havbundssubstratet inddelt i fem habitatgrupper: 1) klippe, sten og biogent rev, 2) groft sediment, 3) blandet sediment, 4) sand og 5) dynd.

Disse substratgrupper er igen inddelt efter lysgennemtrængningen, som afhænger af dybde og vandets klarhed (Olesen et. al., 2020).

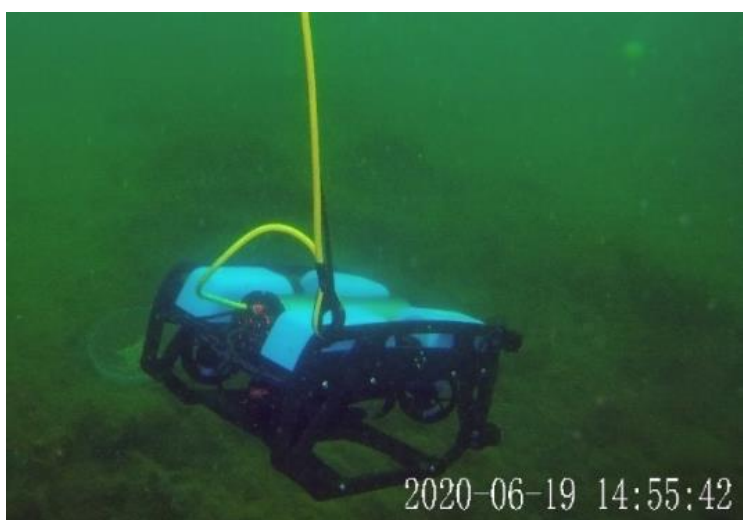
Der er seks dybdegrupper:

- a. Littoral, som er tidevandszonen.
- b. Infralittoral, som er en konstant vanddækket zone, der har tilstrækkelig lysnedtrængning til, at ålegræs og grønne makroalger kan leve der. Habitattyperne er domineret af makroalger.
- c. Cirkalittoral, som er en zone med svag lystilførsel, der domineres af fauna, men med tilstrækkelig lys til rød- og brunalger.
- d. Offshore cirkalittoral, som er den nederste del af den cirkalittorale zone. Her er ikke lys nok til planter-nes fotosyntese.
- e. Øverste og nederste bathyal, som er kontinentalskråningen, der i danske havområder kun findes i det nordligste Skagerrak.
- f. Abyssal, som er dybhavet og ikke findes i danske havområder.

3.2 Feltprogram og undersøgelse

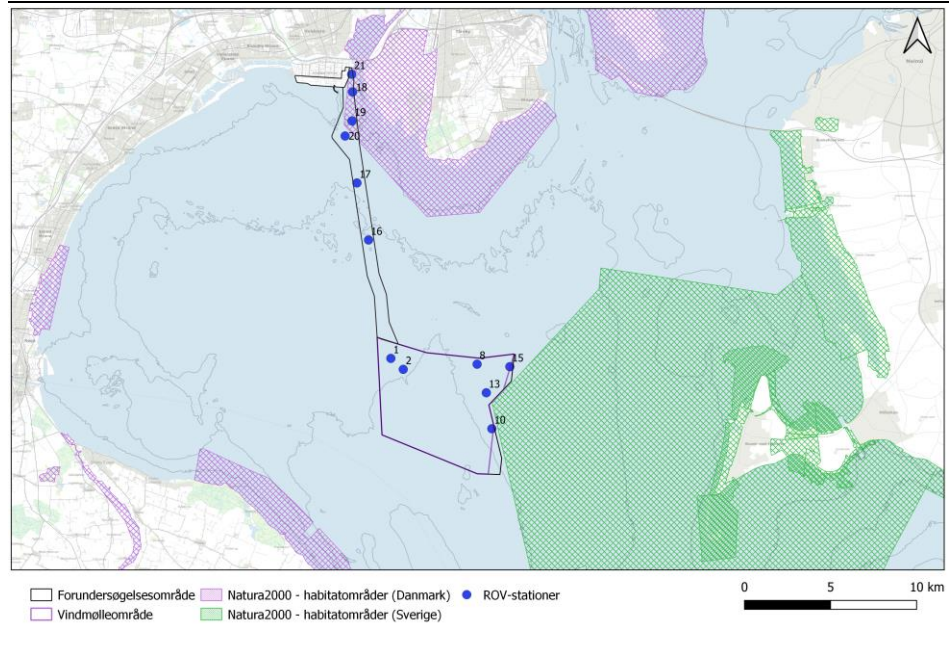
Feltundersøgelserne for kortlægning af havbundens flora og fauna indenfor forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark blev udført med ROV (Remote Operated underwater Vehicle) videooptagelser (Figur 3.2).

Figur 3.2: Fotos af de to ROV anvendt til feltundersøgelserne.



På baggrund af SSS-kortlægningen blev der udvalgt 12 positioner i forundersøgel-
sesområdet for Aflandshage Vindmøllepark til ROV-undersøgelser (Figur 3.3.). Po-
sitionerne er bl.a. udvalgt ud fra områder hvor havbunden fremstår særlig "ru",
hvilket kan være tegn på mulige stenrevslokalteter, dvs. områder med en tæthed
af større sten (>10 cm) over 25% og/eller kalkformationer. Derudover blev nogle
af stationer placeret i følsomme områder, hvor der er forekomst af
ålegræsområder indenfor Natura 2000-område 142, som kabelkorridoren passerer
igennem. De 12 positioner fremgår af Figur 3.3

Figur 3.3. Oversigt over positioner undersøgt med ROV (Remotely Operated underwater Vehicle) i forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark. ©SDFE



ROV-undersøgelsen blev udført den 18. juni 2020, hvor vejrforholdene og vækstsæsonen for havbundens flora anses som værende optimal. Ved ROV-undersøgelser kan det være vanskeligt at identificere vegetationen til artsniveau, da undersøgelsens kvalitet afhænger af især vejrforhold. ROV-undersøgelsen i forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark har derfor til hovedformål, dels at verificere den geologiske kortlægning og bibringe viden om habitattyperne i områder med meget "ru" havbundsforhold, og dels i det omfang det er muligt, at bibringe information om dækningsgraden af flora og fauna. ROV-undersøgelsen i forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark gav en god verifikation af substrat- og habitattyperne på de undersøgte positioner. Det var derfor ikke nødvendigt at foretage supplerende undersøgelser med dykker.

3.3 Eksisterende data

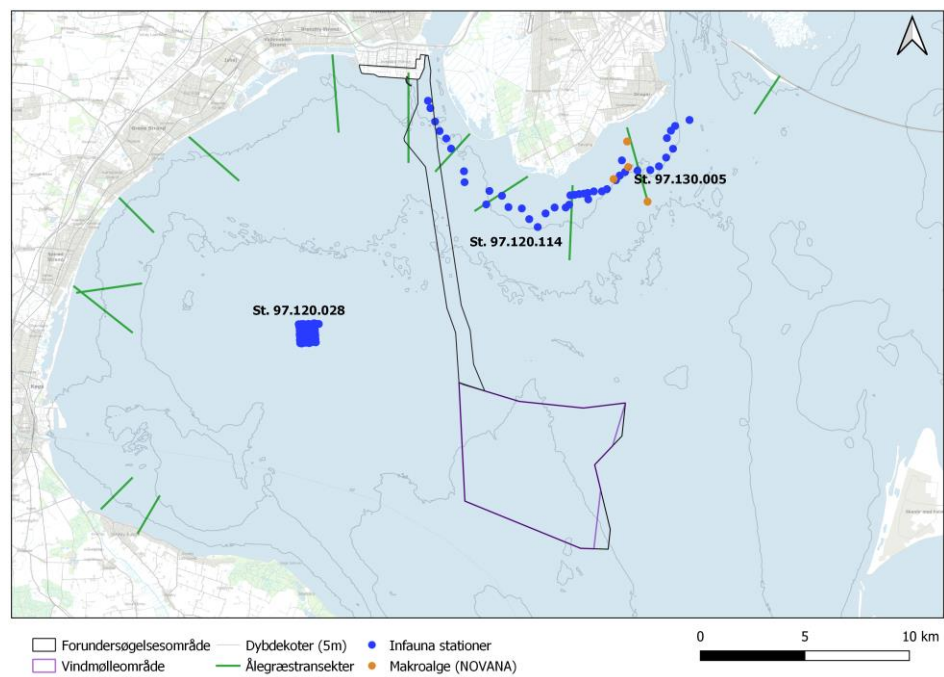
De eksisterende data er primært indhentet fra det danske miljøovervågningsprogram NOVANA, samt fra luft- og satellitfotos (ODA, 2020), (Google Earth (C), 2006-2020), (Kortforsyningen, 2020), som anvendes til at kortlægge dækningsgrader af sand, sten samt vegetation på lavt vand over et større areal.

3.3.1 NOVANA undersøgelser

NOVANA-programmets undersøgelser omfatter infauna, blåmuslinger, makroalger samt ålegræs. Data fra de mest nærliggende NOVANA lokaliteter er anvendt i beskrivelsen af havbundens flora og fauna i forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark. Dette inkluderer: 1) data fra de seneste udførte ålegræsundersøgelser på de nærmeste transekter i 2019, 2) NOVANA-programmets årlige registreringer af blåmuslinger på transekter i nærheden af forundersøgelsesområdet opsummeret i tidsperioden 2010-2019 samt 3) Infaunaundersøgelserne fra NOVANA-programmets årlige HAPS-prøvetagning udført fra i tidsperioden 2010-2019. For de enkelte infaunaarter er det gennemsnitlige antal og biomasse udregnet. Figur 3.4 viser placeringen af NOVANA-programmets ålegræs og blåmusling transekter, makroalge prøvetagningsstationer samt infauna prøvetagningsstatio-

ner, som er placeret nærmest forundersøgellesområdet for Aflandshage Vindmøllepark. Tre af infauna-prøvetagningsstationer ligger indenfor kabelkorridoren, mens resten befinder sig udenfor forundersøgellesområdet for Aflandshage Vindmøllepark. Arter som er registreres på de nærliggende NOVANA-stationer vurderes at være repræsentative for havbundens fauna- og florasamfund i de respektive habitater i forundersøgellesområdet, da de repræsenterer forskellige dybdeforhold i Køge Bugt og som dermed er dækkende for dybdeforholdene i forundersøgellesområdet for Aflandshage Vindmøllepark.

Figur 3.4. NOVANA undersøgelser i nærheden forundersøgellesområdet for Aflandshage Vindmøllepark. Makroalge- og infauna-undersøgelserne er angivet med stationsnumre.
©SDFE



4 Eksisterende forhold

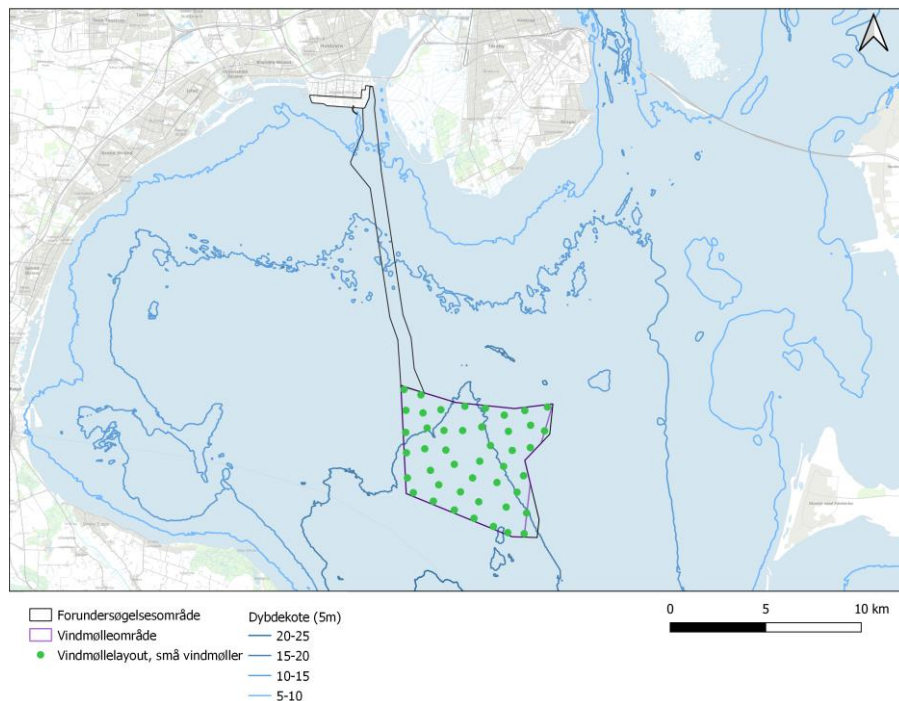
Vanddybderne i Aflandshage vindmølleområdet går fra 5 til 14 meter. Sedimenterne i området består hovedsageligt af substratkategorierne sand, groft sand/grus og moræne baseret på GEUS klassificeringssystem. Kabelkorridoren fra Aflandshage Vindmøllepark til land, føres i en lige linje fra vindmølleområdet til Avedøre Holme. På sin vej fra vindmølleparken til ilandføringspunktet reduceres dybden jævnt fra 12 meter ind imod kysten.

4.1 Fysiske forhold

I Øresund er der en stor variation i vanddybde, saltholdighed og bundsedimenter, som tilsammen danner mange forskellige habitater. Den sydlige del af Øresund fra omkring Salholm og Køge Bugt er relativt lavvandet, med vanddybder lavere end 10-15 meter, Figur 4.1.. Kystområder i den nordlige del af Øresund er ligeledes lavvandede (op til 15 meter) med flere vige og bugter, mens den dybe rende fra Kattegat fortsætter ind i Øresund øst og syd om øen Hven, med vanddybder ned til 30-45 meter. Vandmasserne ud til 10-15 meters dybde, herunder forundersøgellesområdet for Aflandshage Vindmøllepark, er domineret af udstrømmende brakvand fra Østersøen med en saltholdighed typisk under 20 ‰, mens de dybere dele fra >20 meter er domineret af indstrømmende bundvand fra Kattegat/Skagerrak med et højt saltindhold på 32-34 ‰. Øresunds bundflora og fauna er særligt tilpasset forholdene i en eller flere af disse vandlag. Imellem de to vandmasser

dannes et blandingslag (springlag), af varierende tykkelse. Den vertikale placering af springlaget er foruden mængden af saltvand og brakvand afhængig af vindretning. Saliniteten i og omkring forundersøgsområdet for Aflandshage Vindmøllepark kan derfor periodevis nå over 30 ‰. Vandtemperaturen ved i området varierer over året mellem 0-22 °C. De maksimale strømhastigheder er omkring 0,5 m/s, imod nord og bølgehøjden er op til 2 meter. De største strømhastigheder ses ved Drogden, (NIRAS, 2021). Havbundstyper i Øresund er generelt meget varierede og danner en mosaik af større og mindre områder med ler, mudder, sand, grus og sten (GEUS, 2020a).

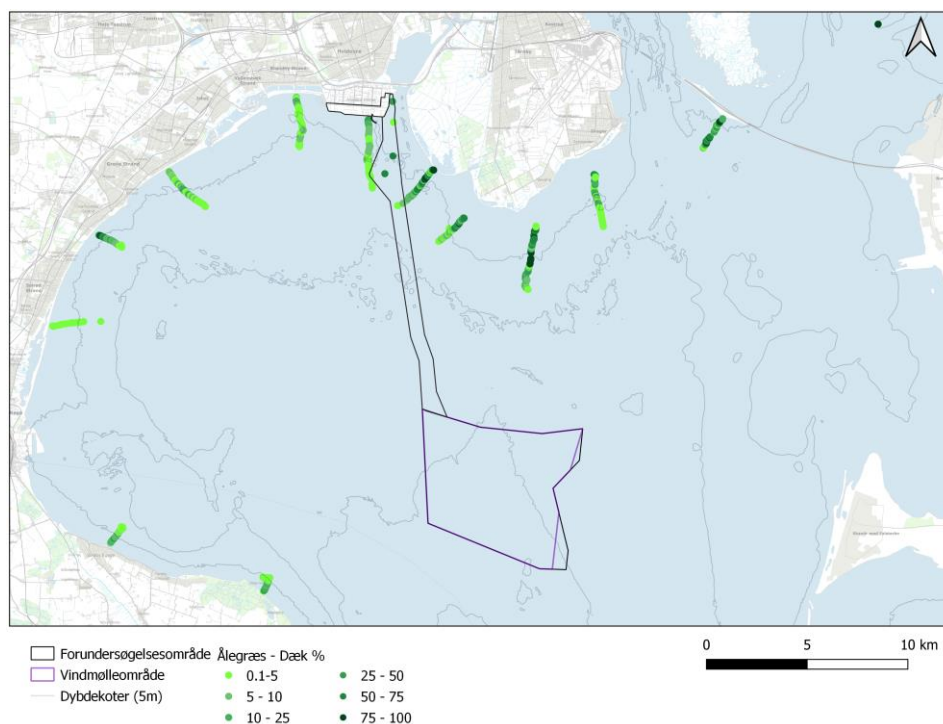
Figur 4.1. Oversigt over dybdeforholdene i og omkring forundersøgsområdet for Aflandshage Vindmøllepark.



4.2 Ålegræs og andre blomsterplanter i og omkring kabelkorridoren

Indenfor forundersøgsområdet for Aflandshage er ålegræs (*Zostera marina*) og andre blomsterplanter alene registreret i kabelkorridoren, position 18-21, som alle er beliggende i kabelkorridoren (Figur 3.3.), hvor havbunden består af sand. Denne type af ålegræs er meget tolerant for svingende saltkoncentrationer og vokser ved koncentrationer fra 5-40 ‰. Arten er almindelig udbredt langs Danmarks kyststrækning og er på den danske rødliste vurderet at være livskraftig (Moeslund et al., 2019). Generelt er ålegræsset i kabelkorridoren meget pletvist fordelt, med store tætte bede, opbrudt af bare sandflader. To NOVANA-ålegræs transekter ligger i kabelkorridoren (Avedøre og Søholm transekterne) Figur 4.2. Den maksimale dybdegrænse på disse transekter er henholdsvis 8,3 meter og 7,7 meter og hovedudbredelsen findes indenfor dybderne 6,7 meter til 6,9 meter.

Figur 4.2: Registrerede dækningsgrader af ålegræs i og omkring forundersøgsområdet for Aflandshage Vindmøllepark baseret på NOVANA-data samt observationer i forbindelse med ROV-besigtigelsen.



Ved analyse af luft- og satellitfotos af den kystnære del af forundersøgsområdet, vurderes det at dækningsgraden af ålegræsset er på ca. 35-40% i kabelkorridoren på de lave vanddybder ud til ca. 7 meter (som er omkring den nedre udbredelsesgrænse for ålegræs i området).

Figur 4.3. Luftfoto der viser områder med ålegræs i kabelkorridoren for Aflandshage Vindmøllepark.



Havgræs (*Ruppia* spp.) er i forbindelse med NOVANA-undersøgelserne kun registreret i 2012 på en enkelt position på 1,8 meters dybde, og er ikke siden blevet registreret i nærheden af forundersøgellesområdet. Under ROV-besigtigelserne udført i 2020 blev der ligeledes ikke registreret havgræs i forundersøgellesområdet. Havgræs forventes dog at kunne forekomme sporadisk i den lavvandede, kystnære del af kabeltraceet.

Børstebladet vandaks (*Stuckenia pectinata*) blev ved ROV-besigtigelsen i 2020 registreret på station 21 (Figur 3.3), med en udstrækning fra vandkanten ved kysten ud til ca. 1,5-2 meters vanddybde i kabelkorridoren. Ved vanddybder større end 1,5 meter aftager bevoksningen med børstebladet vandaks gradvist, og erstattes

af ålegræsbede. Børstebladet vandaks er naturligt forekommende i Danmark og er på den danske rødliste vurderet at være livskraftig (Moeslund et al., 2019). På Figur 4.3. fremstår området med børstebladet vandaks en kende grønnere end ålegræsområderne.

Ved ROV-besigtigelsen af blomsterplanter blev der desuden registreret vækst af epifytter, særligt på vandaks. Den procentvise dækning af de løstliggende eutrofieringsbetingede makroalger (fedtemøg, hovedsageligt bestående af de trådformede brunalger *Ectocarpus* spp. og *Pylaiella littoralis*) i det kystnære område, blev vurderet til generelt at være på 40-80% i områderne med blomsterplanter, hvor disse overlejres og indhylles i fedtemøg. Ålegræsset formåede dog flere steder at skyde op gennem "dynen" af fedtemøg Figur 4.4. Løstliggende eutrofieringsbetingede makroalger dækker også pletvis store områder af sandbunden.

Figur 4.4: Foto øverste. af børstebladet vandaks *Stuckenia pectinata*, dybde 0,5-2m ved Avedøre og nederste. ålegræs *Zostera marina* på 2-4 meters dybde i kabelkorridoren- bemærk de mange epifytter og løstliggende makroalger.



4.3 Makroalger

Den biologiske sammensætning af områdets makroalger beskrives på baggrund af data indsamlet som en del af Miljøstyrelsens NOVANA-undersøgelser af makroalger samt på baggrund af de indsamlede data fra ROV-besigtigelsen. Makroalger lever fortrinsvis fasthæftet på hårbund (havbundsområder med sten større end 10 cm). Visse enårige arter af trådformede makroalger (fedtemøg) kan leve uden tilhæftning og vokser frit, drivende over havbunden, hvor de i bl.a. Køge bugt området i løbet af sommeren danner tætte, sammenhængende måtter. Makroalgesamfundet i den sydlige del af Øresund og Køge bugt-området kan generelt betegnes som yderst sparsom og artsfattig især på grund af manglende egnet substrat, men også på grund af et stort næringsindhold i vandet, som tilgodeser de løstliggende, trådformede makroalger, der hæmmer væksten af de fasthæftede arter. Desuden hæmmes udbredelsen af mange makroalgearter af den forholdsvis lave saltholdighed (periodevis ned til 8-12 ‰) i sydlige del af Øresund, (ODA, 2020).

Som det ses i Tabel 4.1 præges den fastsiddende makroalgevegetation i høj grad af brunalgen (*Ectocarpus siliculosus*), som overalt i det sydlige Øresund og Køge bugt også vokser løstliggende. Skorpeformede rødalger (Red crust) dækker overfladen af sten i alle dybder, men bliver i løbet af vækstsæsonen som oftest overgroet af andre alger med opret løv (tråd- eller bladformede arter). De bladformede rødalger, som er de mindst tolerante arter (*Coccotylus truncatus*, *Membranoptera alata* og *Delesseria sanguinea*), findes kun med ringe udbredelse på stationen Søvang syd for Amager.

ROV-besigtigelserne af forundersøgellesområdet viste at de mindre hårbundsområder består af sand og grus med bestrøning af større sten i et enkelt lag. Makroalgesamfundet på disse sten domineres af rødalgerne klotang (*Ceramium* sp.), ledtang (*Polysiphonia* sp.) og blodrød ribbeblad (*Delesseria sanguinea*), samt enkelte brunalger hovedsageligt alm. vatalge (*Ectocarpus* sp.) og strengetang (*Chorda filum*). Områderne med blandet substrat er ligeledes under kraftig indflydelse af store mængder løstliggende alger, der driver rundt med den svage strøm indtil de bliver fanget og sidder fast i enten sten, musling og vegetation.

Der er ikke registreret sårbare marine elementer eller sjældne makroalge-arter i havområdet omkring forundersøgellesområdet. De registrerede arter kan samlet set betegnes som almindeligt forekommende i havområder med forholdsvis lav saltholdighed (vestlige del af Østersøen).

Tabel 4.1. Observerede arter af makroalger og gennemsnitlige dækningsgrader på egnet hårdbund fordelt på dybdeintervaller på station 97.220.010, Søvang

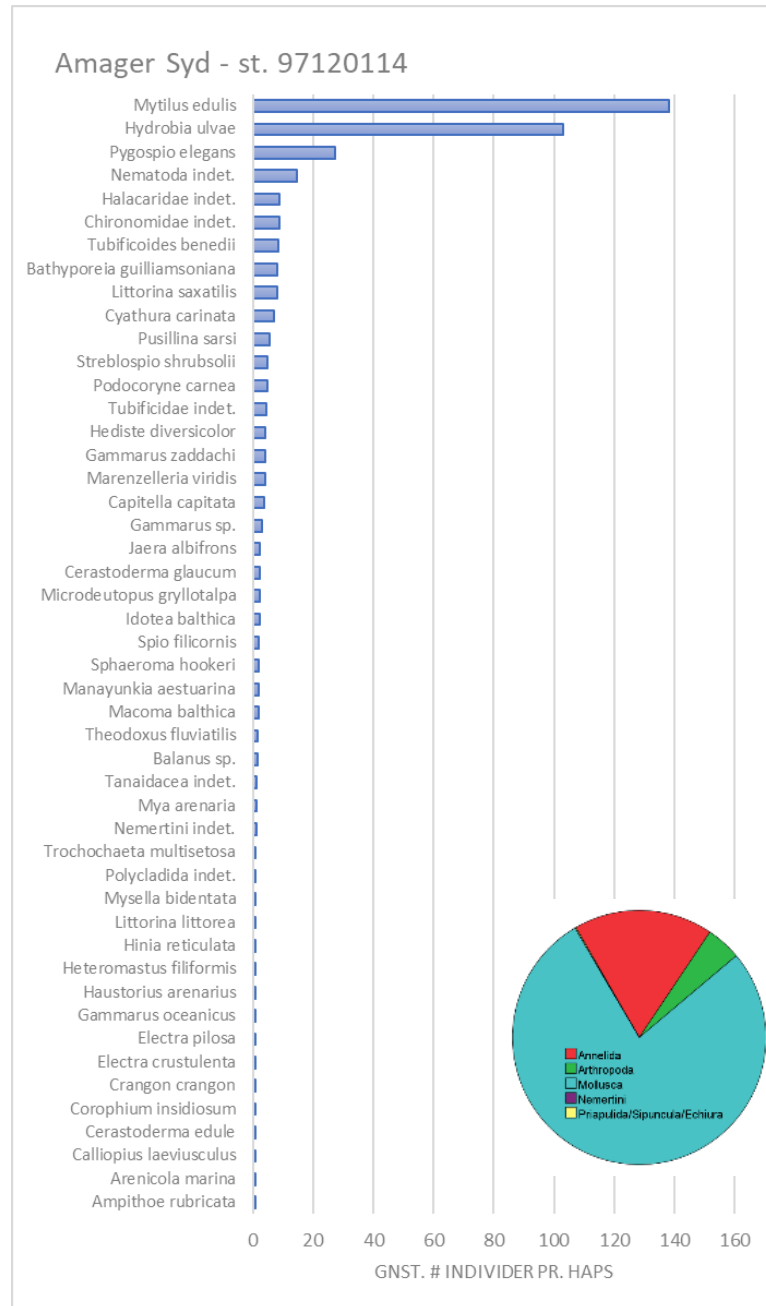
Gruppe	Artsnavn	2 - 4m	4 - 6m	6 - 8m	8 - 10 m
Grønne Makroalger	<i>Chaetomorpha linum</i>	1	1	4	1
	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	2			
	<i>Cladophora rupestris</i>				1
	<i>Cladophora</i> sp.	1			
Brune Makroalger	<i>Ectocarpus siliculosus</i>	90	67	37	60
	Brown crust	17	15	7	10
	<i>Eudesme virescens</i>		12		1
	<i>Chorda filum</i>	2			1
	<i>Pylaiella littoralis</i>			1	
Røde makroalger	Red crust	35	85	80	83
	<i>Coccotylus truncatus</i>		23	20	
	<i>Ceramium rubrum</i>	25		2	1
	<i>Dumontia contorta</i>	2	17	3	
	<i>Ceramium tenuicorne</i>	1	1	3	2
	Red calcified crust			6	
	<i>Delesseria sanguinea</i>		1	2	
	<i>Polysiphonia fucoides</i>	3			2
	<i>Ahnfeltia plicata</i>	1		1	
	<i>Cystoclonium purpureum</i>			1	
	<i>Furcellaria lumbricalis</i>			1	
	<i>Membranoptera alata</i>		1	1	
	<i>Callithamnion corymbosum</i>				1

4.4 Infauna

Infauna betegner den del af dyrelivet, som lever nedgravet i den bløde bund (sand eller mere finkornet sediment). Bundfaunaen på den bløde bund i Køge Bugt kan generelt beskrives som et typisk lavtvands- eller *Macoma*-samfund. Karakteristiske arter for denne type af blødbund er arter som østersømusling (*Macoma balthica*), hjertemuslinger (*Cerastoderma* spp.), sandorm (*Arenicola marina*) og slikkrebs (*Corophium* spp). På NOVANA-prøvetagningsstationen syd for Amager, med en gennemsnitlig vanddybde på 4 meter, er der registreret 47 infaunaarter, mens der på stationen midt i Køge Bugt, med en gennemsnitlig vanddybde på ca. 13,5 meter, er registeret 32 forskellige infaunaarter. Selvom der er registeret en del forskellige arter på de to stationer er blødbundsfaunaen på begge stationer antalsmæssigt domineret af få arter.

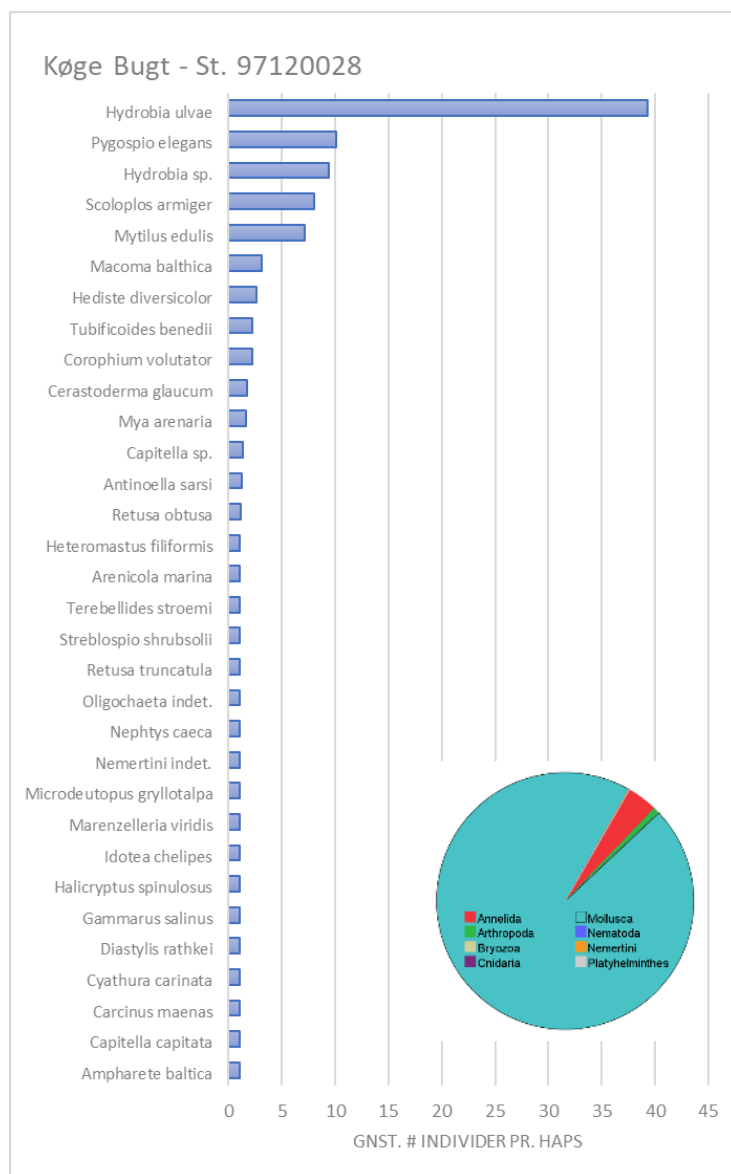
På prøvetagningsstationen syd for Amager, på det lave vand (4 meters vanddybde), er det især juvenile blåmuslinger (*Mytilus edulis*) og dyndsnegl *Peringia ulvae* (tidligere *Hydrobia ulvae*), der dominerer (Figur 4.5). Biomassen af infauna består hovedsageligt af bløddyr (Mollusca), som udgør ca. 75% af den samlede biomasse (vist i lagkagediagrammet i Figur 4.5). Det er hovedsageligt blåmuslinger, der dominerer, men også hjertemuslinger, strandsnegle og dyndsnegle bidrager til biomassen.

Figur 4.5. Gennemsnitlige individantal pr.art på NOVANA-stationen syd for Amager (4,0 meters dybde). Lagkagedia-grammerne viser biomassen fordelingen for de taksonomiske hovedgrupper.



På stationen midt i Køge Bugt, beliggende på en vanddybe på ca. 13,5 meter, er det dyndsnegl, havbørsteormene *Pygospio elegans* og *Scoloplos Armiger* samt blåmusling der antalsmæssigt er dominerende (Figur 4.6). Biomassen domineres af bløddyr (Mollusca), som udgør op til ca. 95 % af den samlede biomasse, mens havbørsteorme (Annelida) udgør ca. 4% af den samlede biomasse (diagrammet til højre i Figur 4.6). Biomassen af bløddyr udgøres især af sandmusling, østersømusling, blåmusling, hjertemusling og dyndsnegl. Biomassen af børsteorm udgøres hovedsageligt af sandorm.

Figur 4.6. Gennemsnitlige individantal pr.art på NOVANA-stationen i Køge Bugt (13,5 meters dybde). Lagkagediagrammerne viser biomassen fordelingen for de taksonomiske hovedgrupper.



Der er ikke registreret sårbare infauna-arter, dvs. organismer der ikke tåler meget forstyrrelse i form af sedimentoverlejring og suspenderet sediment eller sjældne infauna-arter i forundersøgningsområdet for Aflandshage Vindmøllepark. Alle registrerede arter kan samlet set betegnes som almindeligt forekommende i danske havområder, med forholdsvis lav saltholdighed (vestlige del af Østersøen).

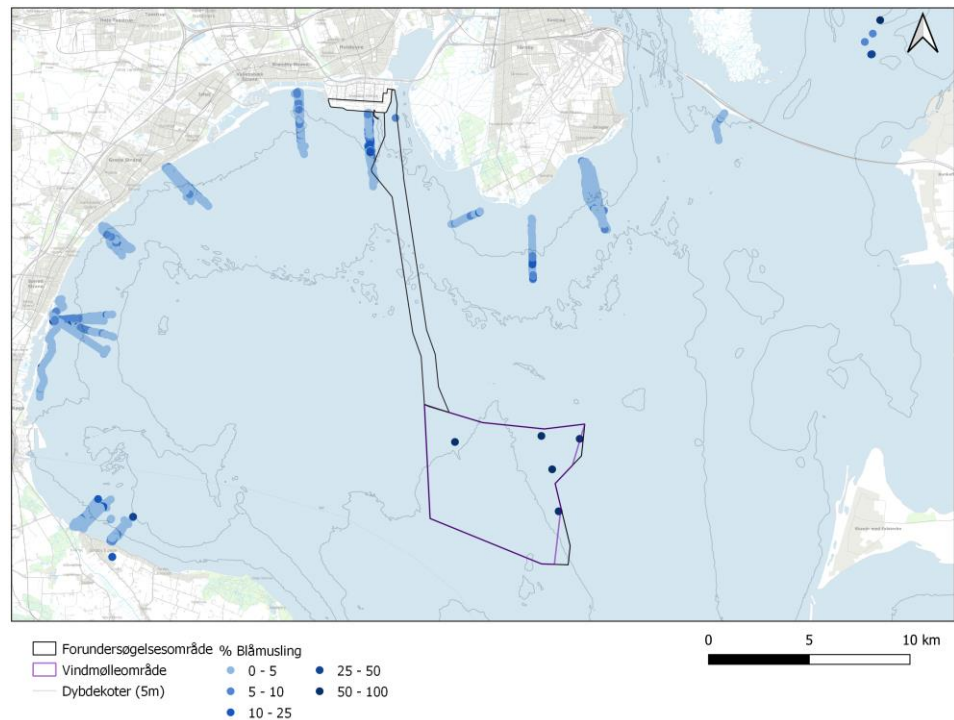
4.5 Makrofauna (Epifauna)

Epifauna betegner den del af dyrelivet, som sammen med makroalger lever oven på havbunden, fasthæftet på hård bund (havbundsområder med sten større end 10 cm), og på makroalger. Epifaunaen i det sydlige Øresund, kan generelt betegnes som yderst sparsom og artsfattig. Den beskedne diversitet er opstået ved

manglende egnet substrat, men også på grund af områdets forholdsvis lave salt-holdighed i den sydlige del af Øresund og Køge bugt. Blåmuslinger henregnes som epifauna, idet de foretrækker fast substrat til at fasthæfte sig til. Blåmuslinger dækker næsten alle større sten i forundersøgelingsområdet for Aflandshage Vindmøllepark. Blåmuslinger kan dog også sidde på ålegræsstængler eller på større muslingeskaller på den bare sandbund. Her kan de klynge sig sammen og i visse tilfælde danne større strukturer, som betegnes muslingebanker og kan i visse tilfælde klassificeres som biogene rev (muslingebanker der dækker mere end 2500 m²). Blåmuslinger kan langt bedre end alm. søstjerne (*Asterias rubens*), der er den største prædator på blåmusling, tåle en forholdsvis lav saltholdighed, som er kendetegnende på vanddybder mindre end 9-10 meter i det sydlige Øresund. Prædationstrykket på blåmuslinger i det sydlige Øresund og Køge Bugt er derfor lav, og blåmuslingen trives derfor i havområdet med beskedne vanddybder i det sydlige Øresund og Køge bugt, herunder i og omkring forundersøgelingsområde for VindmølleparkAflandshage.

Der blev ved ROV-besigtigelsen registreret blåmuslinger fra små grupperinger til tætheder op til 90% på nogle lokaliteter (Figur 4.7). Foruden fastsiddende på større sten blev blåmuslinger også observeret på muslingeskaller på den bare sandbund mellem stenene, hvor der var etableret mindre blåmuslingebanker. I forbindelse med NOVANA-ålegræsundersøgelserne er der nogle år også registreret dækningsgrader af blåmuslinger. Registreringerne viser dækningsgrader af blåmuslinger på op til 50% i transekterne, hvor der overvåges for ålegræs. Blåmuslingernes udbredelse strækker sig fra kysten og ud til vanddybder, hvor registreringerne stoppede (ca. 7 meter, som er dybdegrænsen for ålegræs). Det vurderes derfor, at blåmuslinger er den dominerende epifauna art i det sydlige Øresund og Køge Bugt.

Figur 4.7: Dækningsgrader af blåmuslinger i og omkring forundersøgelingsområdet for Aflandshage Vindmøllepark, baseret på NOVANA-observationer samt ROV-besigtigelsen.



Den høje dækning af blåmuslinger reducerer i høj grad etablering af øvrig epifauna, dels på grund af konkurrence om plads, og del på grund af prædation fra blåmuslingerne på æg og larver ved at filtrer vandet. Derudover kan den sparsomme epifauna diversitet også skyldes, at bunden i en stor del af sommerhalvåret, er dækket af løst liggende makroalger, som fedtemøg, hvilket begrænser fourageringsmulighederne. Der blev dog ved ROV-undersøgelsen observeret enkelte mobile makroinvertebrater i form af strandkrabber (*Carcinus maenas*) og dyndsnegle (*Peringia* spp).

Der er ikke registreret sårbare faunaarter, dvs. organismer der ikke tåler meget forstyrrelse i form af sedimentoverlejring og/eller suspenderet eller sjældne epifauna-arter i havområdet omkring forundersøgellesområdet for Aflandshage Vindmøllepark. De registrerede arter kan samlet set betegnes som almindeligt forekommende i havområder med lav saltholdighed (vestlige del af Østersøen).

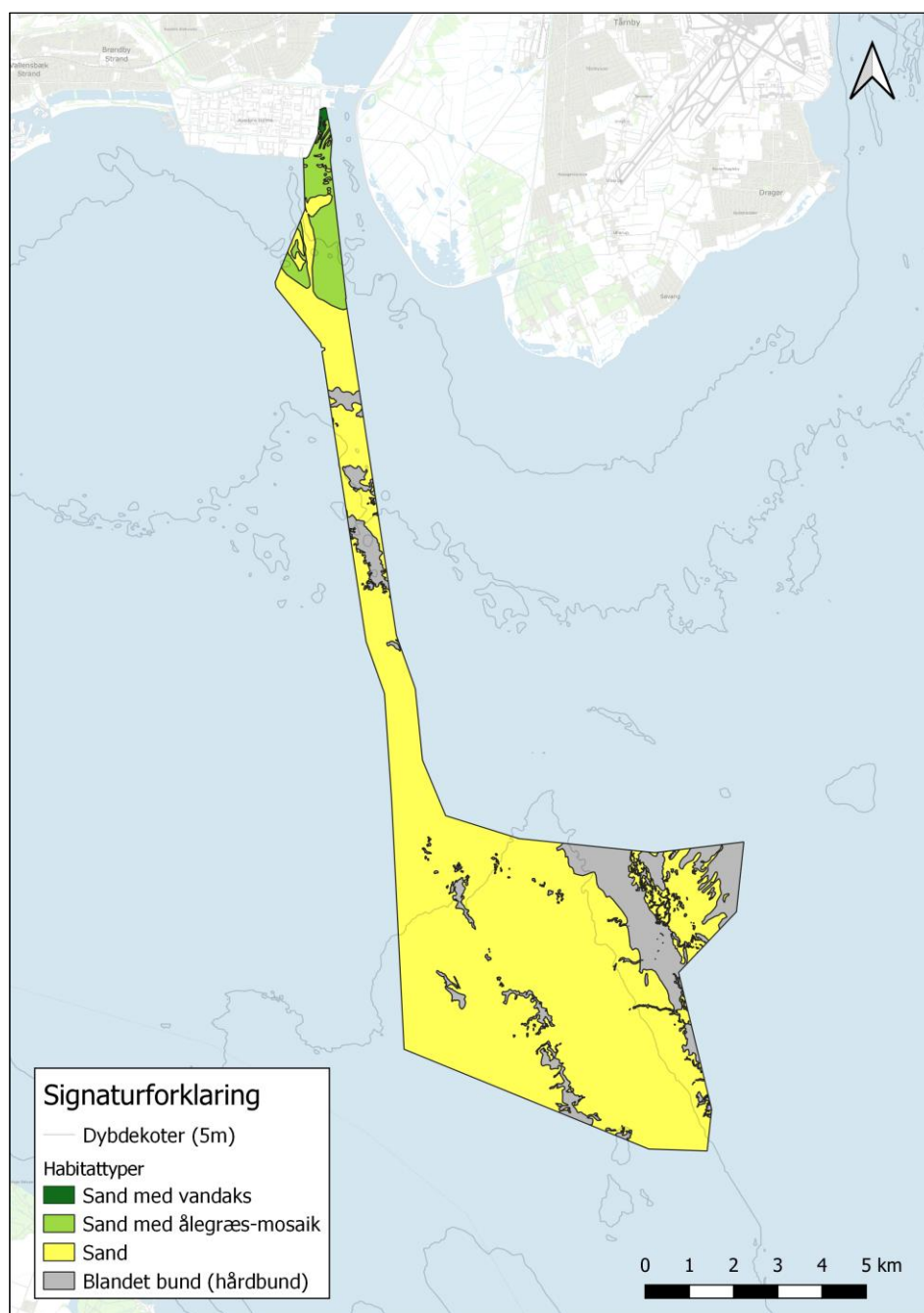
4.6 Habitattyper i forundersøgellesområdet

Baseret på GEUS' sedimentkortlægningen i forundersøgellesområdet for Aflandshage Vindmøllepark, er der blevet registreret tre havbundssubstrattyper (sand, grus/groft sand og moræne (hårdbund) (GEUS, 2020a). Da forundersøgellesområdet for Aflandshage Vindmøllepark (både kabelkorridor og vindmølleområde), er beliggende på relativt beskedne vanddybder, er området overordnet set klassificeret som dybdegruppe Infralittoral (Olesen et. al., 2020), som er karakteriseret ved at være en konstant vanddækket zone, der har tilstrækkelig lysgennemtrængning til, at enten ålegræs eller grønne makroalger i de dybere del kan leve der.

Ved at kombinere de karakteristiske havbundstyper i forundersøgellesområdet med floraen og faunaen, som er identificeret ved ROV-undersøgelserne samt ud fra eksisterende viden er habitattyperne kortlagt.

Der er således kortlagt 2 overordnede habitattyper i forundersøgellesområde for Aflandshage: 1) "infralittoral-sand" (som er yderligere opdelt i "bart sand", bestående af blottede sandflader, og "sand med blomsterplanter" (ålegræs og børstebladet vandaks) og 2) "infralittoralt-blandet bund" bestående af områder med sand, grus og småsten samt hårdbund, Figur 4.8. I habitatkortlægningen er havbundstyperne "blandet bund" (sand, grus og småsten) og "hårdbund" slået sammen til en habitattype (blandet bund - inklusive hårdbund), baseret på ROV-undersøgelserne, som viste at disse områder i habitatsammenhænge var ens. Det vil sige at begge områder bestod af sand, grus med en bestrøning af mindre eller større sten >10 cm i et enkelt lag. Mængden af sten >10 cm var generelt meget beskeden. Ligeledes, vil ingen del af blandet bund område klassificeres som decideret stenrev, da mængden af hårdbundssubstrat (sten >10 cm) ikke er tilstrækkelig stor (<25%) i områderne, og dels mangler flora og fauna karakteristisk for stenrev.

Figur 4.8: Kortlægning af habitattyper i -forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark.



4.6.1 Kabelkorridor

Habitattypen sand med blomsterplanter (ålegræs og børstet vandaks (kystnært)) findes langs hele kysten ved Avedøreværket og ud til ca. 7 meters vanddybde. Her findes en mosaik med bede af forskellige blomsterplanter opbrudt af bare sandflader. Det samlede areal med habitattypen sand med blomsterplanter er 2,9 km². Børstebladet vandaks dominerer kystnært på vanddybder fra 0-1,5 meters. I dette

område blev der dog også observeret mindre områder med ålegræs. Fra 1,5-2 meters dybde erstattes børstebladet vanddaks gradvist af ålegræs, som er den dominerende plante. Ålegræsset fortsætter herefter med sammenhængende bevoksning ud til ca. 7 meters dybde (Figur 4.8, øverst).

I kabelkorridorområdet på dybder over 6-7 meter findes ingen vegetation, hvilket efterlader store områder med blotlagte sandflader (Figur 4.9, nederst). Det samlede areal i kabelkorridoren med habitattypen bart sand er på 8,2 km². I kabelkorridoren forekommer der desuden et mindre område på 1,15 km² med blandet sediment (moræne). I dette område er der registreret sandflader med bestrøning af større sten. På stenene sidder der tætte klaser af blåmuslinger, hvilket reducerer mængden af fastsiddende makroalger, der hovedsagelig består af rødalgerne (*Ceramium* spp. og *Polysiphonia* spp.). Foruden fastsiddende makroalger blev der registreret fedtemøgarter i og omkring de spredte sten.

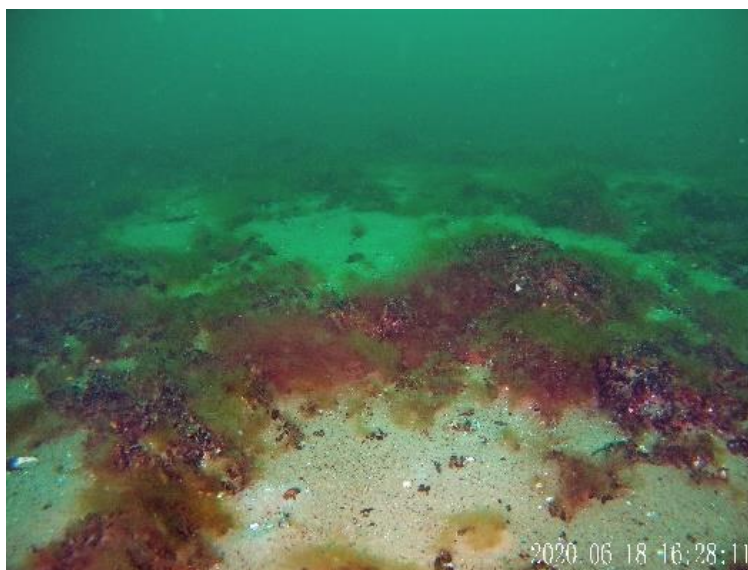
Figur 4.9: Øverst: Foto af typiske områder med ålegræs. Nederst: Foto med bart sand, (med løst liggende makroalger, fedtemøg).



4.6.2 Vindmølleområde

Størstedelen af vindmølleområdet (areal ca. 37 km²) er kortlagt som habitattypen bart sand. Da vanddybden i vindmølleområdet overstiger 7 meter, forekommer der ikke ålegræs i vindmølleområdet. Sandfladerne i vindmølleområderne er i stedet præget af talrige sandormehobe og drivende pletvise områder med løst liggende fedtemøg , Figur 4.10 øverst).

Figur 4.10: Øverst: Foto af typisk moræneområde af habitat-typen blandet bund (hårdbund). Nederst: Sand med bestrøning af større sten og mindre blåmuslingebanker.



I den nordøstlige del af vindmølleområdet samt i et smalt diagonalt bælte igennem vindmølleområdet findes et mindre område på ca. 2,5 km² med blandet sediment (hårdbund), sammen med et område på 2,4 km², med havbundssubstrattypen sand, grus og småsten. ROV-undersøgelserne viste at disse områder i habitatsammenhænge er ens, dvs. begge områder består af sand, grus med en bestrøning af større sten >10 cm i et enkelt lag. Mængden af sten >10 cm er generelt meget

beskeden. Der blev dog på ROV-position nr. 8 observeret et lille område (ca. 10x10 meter), med flere store sten samlet (se Figur 3.3 for placering af position 8). Alle sten registeret i vindmølleområdet har biologiske karakterer magen til de sten, der er registeret i kabelkorridoren. På stenene blev der observeret klaser af blåmuslinger, hvilket reducerer mængden af fastsiddende makroalger (Figur 4.10, nederst). De makroalger der blev observeret, bestod også i vindmølleområdet hovedsageligt af rødalger (*Ceramium* spp. og *Polysiphonia* spp.), foruden fedtemøgarter, der bliver fanget og hænger fast i og omkring de spredte sten.

4.6.3 Opsummering

Samlet set er områderne kortlagte med 2 overordnede habitattyper: Habitattypen infralittoral-sand som er yderligere adskilt i to habitattyper; 1) bart sand, bestående af blottede sandflader og sand med blomsterplanter (ålegræs og børstebladet vandaks) og 2) infralittoralt-blandet sediment (hårbund) bestående af områder med grus, småsten og moræne. Der er ingen del af hårbundsområder der klassificeres som decideret stenrev, da mængden af hårbundssubstrat (sten >10 cm) ikke er tilstrækkelig stor (<25%) i områderne, og dels mangler flora og fauna karakteristisk for stenrev.

5 Potentielle påvirkning

Alle aktiviteter i projektets tre faser (anlæg, drift, afvikling) kan forårsage hændelser, der er i stand til at påvirke forskellige elementer i det marine miljø, både positivt og negativt. Denne rapport fokuserer alene på vurderinger af aktiviteter og hændelser, der kan påvirke den bentiske flora og fauna og de marine habitater (Tabel 5.1).

Aktiviteter under anlægs- og afviklingsfasen har en begrænset varighed, hvorimod påvirkningen i driftsfasen er at betragte som længerevarende (permanent i hele vindmølleparkens levetid ~ 35 år).

Tabel 5.1 Liste over aktiviteter og påvirkningselementer på bentisk flora, fauna og naturtyper i de tre projektfaser, baseret på den tekniske projektskrivelse (NIRAS, 2021).

Projektfase	Projektaktivitet	Presfaktorer
Anlægsfase	Anlæg af vindmøllefundamenter	<ul style="list-style-type: none"> • Suspenderet sediment • Sedimentation • Midlertidigt forstyrrelse af havbunden
Anlægsfase	Anlæg af kabler	<ul style="list-style-type: none"> • Suspenderet sediment • Sedimentation • Midlertidigt forstyrrelse af havbunden
Driftsfasen	Ingen (ændring af bundstruktur)	<ul style="list-style-type: none"> • Inddragelse af areal – tab af habitat • Introduktion af hårbundssubstrat •
Afviklingsfase	Fjernelse af søkabler og vindmøllefundamenter	<ul style="list-style-type: none"> • Suspenderet sediment • Sedimentation • Midlertidigt forstyrrelse af havbunden • Fjernelse af hårbundssubstrat

5.1 Suspenderet sediment

I anlægsfasen vil der forekomme sedimentspild på grund af udgravning og præparering af havbunden. Det suspenderet sediment spredes med havstrømmen til de omkringliggende områder, indtil det sedimenterer på havbunden. Efter sedimentation kan de fineste partikler, på lave vanddybder, blive re-suspenderet via påvirkning fra bølger og vandstrøm. Den geografiske udbredelse af de forøgede koncentrationer af suspenderet sediment afhænger i høj grad af mængden og de hydrografiske forhold (dvs. strømretning og hastighed). Små partikler har den laveste aflejringshastighed og transporteres derfor længere væk end store partikler. Modelling af forskellige spredningsscenerier for suspenderet sediment i dette projekt er udført og beskrevet i baggrundsrapporten for kystmorfologi, hydraulik og sedimentforhold (NIRAS, 2021).

5.1.1 Sensitivitet af havbundens flora (ålegræs og makroalger)

De gennemsnitlige værdier for koncentrationen af suspenderet sediment langs de danske kyster er mellem 1 og 5 mg/l på vanddybder mellem 3 og 12 meter, (FEMA, 2013), dog forventes koncentrationerne ved bunden at være lidt højere end de 5 mg/l. Påvirkning af bundvegetationen som følge af suspenderet sediment i vandfasen forårsages først og fremmest af en reduktion i den mængde lys, der trænger igennem vandsøjlen, og dermed er til rådighed for planternes fotosyntese og vækst.

Ålegræs er den dominerende blomsterplante på det lave vand i og omkring forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark. Reduktion af lys ned gennem vandsøjlen kan potentielt medføre reduktion i udbredelsen af ålegræs, fordi den

dybde, planterne kan vokse på (dybdegrænsen), kan blive reduceret, hvis der trænger mindre lys ned til havbunden (Femern, Sund og Bælt, 2013).

Der er udført forsøg med ålegræs, som viser at ålegræs er afhængig af at ca. 15-20 % af overfladelyset når bunden, for at kunne overleve og vokse (Dennison et al., 1993). Ålegræsset kan dog overleve kortere perioder under disse reducerede lysforhold bl.a. fordi ålegræs er i stand til at ophobe kulhydratreserver kan overleve perioder med svagt lys (Burke et al., 1996). Men mindske lysindfaldet under denne grænse i en længere periode kan det medføre en øget dødelighed (Stæhr, et al., 2019). Påvirkningen er mest kritisk i vækstperioden, som er fra april/maj til september. Under danske forhold er det beregnet, at en reduktion i lysmængden ved bunden ned til 20 % af overfladelyset over en hel vækstsæson vil medføre en reduktion i ålegræs biomassen på mellem 5-20 % i vanddybden fra 0,5-5,5 meter (FEMA, 2013). Det vurderes at en lysreduktion som overstiger 80 % af overfladelyset i over en uge sammenhængende, kan have en negativ påvirkning på vækstraten af ålegræsset (FEMA, 2013). Undersøgelser af en nær slægtning (*Zostera muelleri* ssp.) til ålegræsset herhjemme (*Zostera marina*), viser at ålegræsset øger biomassen, hvis der kommer lys mellem to perioder med forhøjede koncentrationer af suspenderede sediment og at der kun vil forekomme tab af ålegræs, hvis lysreduktionen er over 65 % af overfladelyset i over 4 uger (Chartrand, Bryant, Carter, Ralph, & Rasheed, 2016). På det lavere vand (<2 meter) er planterne sjældent lysbegrænsede, og suspenderede partikler vil kun lokalt og i ringe grad kunne påvirke væksten af blomsterplanter (FEMA, 2013). Påvirkningen vil derfor være størst på dybder over 2 m, hvor ålegræsset oftest er naturligt lysbegrænset i danske farvande.

I områder hvor ålegræs forstyrres og efterfølgende reetableres, er det mest sandsynligt, at ålegræsset bredder sig vha. rhizom-vækst, fra nærområderne til det påvirkede ålegræsområde. Hastigheden hvormed dette sker afhænger af flere parametre, men er som udgangspunkt en langsom proces. Studier har vist at ålegræssets evne til at sprede sig horisontal vha. rhizom vækst er ca. 12,5 - 16 cm pr. år (Olesen & Sand-Jensen, 1994; Neckles et al., 2005). På baggrund af ovenstående vurderes ålegræssets sensitivitet at være høj over for suspenderet sediment.

Børstet vandaks, som ligeledes er registeret i forundersøgellesområdet for Af-landshage Vindmøllepark vurderes at have en sensitivitet, som er medium, da de oftest lever på meget lavt vand med blødere bund end ålegræs og er tilpasset høje sedimentkoncentrationer på lavt vand.

Makroalger er generelt mere tolerante overfor en reduktion af lysintensitet sammenlignet med blomsterplanter. De store brunalger kræver at ca. 0,5 % af overfladeindstrålingen når bunden, for at kunne trives, mens de bladformede rødalger kræver at 0,12 % af overfladeindstrålingen når bunden, for at kunne trives. De skorpedannende alger (som bl.a. forekommer i forundersøgellesområdet) er de mest hårdføre og kan gro ved lysintensiteter ved bunden på helt ned til 0,012 % af overfladelyset, (Markager & Sand-Jensen, 1992). Ved korttidspåvirkning af reduktion i lysintensiteten er makroalgerne generelt i stand til at opretholde deres normale vækst, uden at miste biomasse eller levedygtighed. Forsvinder makroalgerne helt fra et område vil reetableringstiden variere fra art til art. *Furcellaria* spp. har en lang reetableringstid på omkring 5-10 år, *Phycodrys* spp. *Delesseria* spp. en middellang tid 2-5 år og arter af *saccharina* spp. og løstliggende makroalger en genetableringstid indenfor 1-2 år.

Makroalger vurderes at have lav sensitivitet, da de generelt er mindre følsomme overfor dårlige lysforhold samt forholdsvis hurtigt retablerer sig via spredning af sporer.

På grund af den naturlige variation i lystilgængelighed, forårsaget af især ændringer i udbredelsen af fytoplankton, er den naturlige år-til-år variation for den benthiske vegetationsbiomasse (makroalger og ålegræs) anslået til at være mellem 10-25%. Ligeledes er ændringer i dybdegrænsen på 5% også inden for naturlig variation (NIRAS, 2021; FEMA, 2013).

5.1.2 Sensitivitet af havbundens fauna (infauna og epifauna)

Påvirkning af bundfauna som følge af suspenderet sediment i vandfasen er direkte og kan påvirke det filtrerende dyreliv, som f.eks. muslinger, i form af forringet fødeoptagelse eller tilstopning af filtreringsapparatet. En stor del af de filtrerende bunddyr er desuden fastsiddende, og kan ikke flygte fra områder med ugunstige levevilkår, men mange arter kan dog holde sig tillukkede i længere perioder og klare sig i længere tid (op til en uge) uden føde, dog med en potentiel reduktion i vækstrate over tid. Mange filtratorer har en høj vækstrate, og vil hurtigt genoprette deres biomasse efter endt påvirkning (Velasco & Navarro, 2002) (Navarro & Widdows, 1997). Længerevarende påvirkninger (>en uge) med forøget koncentration (>100 mg/l) af suspenderet sediment kan medføre øget dødelighed blandt de meste følsomme filtrerende bunddyr (Kiørboe et al., 1981).

Blåmuslingen forekommer talrigt i forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark og er den dominerende bundfaunaart på både sandbund og hårdbund i og omkring forundersøgelsesområdet. Studier har vist, at blåmuslinger er meget tolerante over for forhøjede koncentrationer af suspenderede sediment (MarLIN, 2015). Det er påvist, at blåmuslinger er i stand til at overleve i mindst 25 dage ved en koncentration af suspenderet sediment på 450 mg/l, og at der er ved lavere koncentrationer (20-50 mg/l) kun er minimale reduktioner i blåmuslingernes vækstrate (Kiørboe et al., 1981). Mobile epifaunaarter kan i et vist omfang flytte til nye områder. Dyndsnegle (*Peringia ulvae*), som er en hyppig art i Øresund, har f.eks. varige bestande i flodmundinger, hvor koncentrationen af suspenderet sediment varierer mellem 10-300 mg/l (Vejdirektoratet, 2010).

En øgning i koncentration af suspenderet sediment i vandfasen er generelt ikke kritiske for blødbundens (sandbund og mudderbund) organismer (Essink et al., 1986). Koncentrationer på mellem 10-50 mg/l over uger vil medføre kun begrænsede forstyrrelser af bunddyrene, og hvis varigheden kun er på få dage, forventes ingen påvirkning uanset sedimentkoncentrationen (Essink et al., 1986; Lisbjerg, Petersen, & Dahl, 2002).

Der forekommer desuden betydelige naturlige variationer i koncentrationen af suspenderet sediment i Øresund, og bunddyrene er normalt udsat for perioder forhøjede koncentrationer af suspenderet sediment. Alle blødbundsarter, der forekommer i og omkring forundersøgelsesområdet, er naturligt tilpasset perioder med høje koncentrationer af suspenderede sediment. Ved koncentrationer af suspenderet sediment under 10 mg/l, vil påvirkningen på bundfaunaen generelt være meget begrænset, fordi koncentrationen blot tangerer de periodevist naturligt forekommende koncentrationer som organisme er tilpasset.

Baseret på ovenstående vurderes sensitiviteten af bundfaunaen (både blødbundsfaunaen og hårdbundsfaunaen) i og omkring forundersøgelsesområdet vurderes at være lav.

5.2 Sedimentation

Suspenderet sediment vil med tiden aflejres og akkumuleres på havbunden. Denne sedimentationsproces afhænger især af kornstørrelsen på sedimentet samt strømpåvirkningen. De hydrografiske forhold i området har afgørende indflydelse på, hvor de forskellige bundmaterialer sedimenterer. Den modellerede sedimentation for Aflandshage Vindmøllepark er beskrevet i baggrundsrapporten (NIRAS, 2021). Afhængigt af sedimentaflejringens tykkelse vil det kunne påvirkes havbundens flora og fauna negativt, som i værste tilfælde blive kvalt.

5.2.1 Sensitivitet af havbundens flora (ålegræs og makroalger)

For havbundens flora kan sedimentation medføre fysisk stress, da sediment på plantens bladplader reducerer fotosyntesen og næringsoptagelsen fra vandet (Lyngby & Mortensen, 1996). Ved alvorlig fysisk stress kan reduktionen af primærproduktion og vækst resultere i øget dødelighed (Airoldi, 2003). Generelt betragtes en kortvarig, mindre sedimentoverlejring af planter ikke at have nogen effekt (<10 mm sediment og mindre end 10 dage) (FEMA, 2013). Lignende værdier forekommer også naturligt og de eksisterende flora er tilpasset sådanne forhold. Meget store sedimentlag (mere end 20 cm) kan medføre død og fysisk forstyrrelse af alle type vegetationssamfund på den bløde bund, (FEMA, 2013).

Ålegræs og andre blomster vokser på sandet, blødbund, hvor der naturligt forekommer omlejring af sediment og er derfor relativt robuste over for en mindre pålejring af sediment. Ålegræs bliver ikke negativt påvirkede ved sedimentaflejringer under 10 mm, hvis sedimenteringshændelsen er kortere end 10 dage (FEMA, 2013). Overstiger sedimentationen 10 mm, begynder ålegræsset at blive negativt påvirket og ved sedimentaflejringer på 20-40 mm er der observeret høj dødelighed hos ålegræs (50-90% dødelighed) (Petersen, 2018). Ligeledes kan ålegræsset (som nævnt i afsnit 5.1.1) være længe om at genetablere sig i et område. Ålegræs sensitivitet overfor sedimentaflejring vurderes at være høj.

Sedimentation kan også påvirke rekruttering af makroalger, idet et lag af sediment på hård bund, er kendt for at reducere tilførsel af nye sporer og reducer vækst og overlevelsen af unge planter (Deviny & Volse, 1978; Chapman et.al., 2002; Eriksson & Johansson, 2005; Umar et. al., 1998). For voksne individer fastgjort til hårdt underlag, medfører sedimentation på 10 mm kun en begrænset grad af forstyrrelse. Makroalger kan ved høje sedimentaflejringer også have forhøjet dødelig, men pga. af deres kort generationstid vurderes makroalgernes sensitivitet at være lav.

5.2.2 Sensitivitet af havbundens fauna (infauna og epifauna)

Påvirkninger af sedimentation på havbundens fauna varierer afhængigt af sedimentationshastigheder, lagtykkelse, samfundets karakter og habitatstrukturen. De mulige påvirkninger strækker sig fra midlertidig reduceret vækst for enkelte arter, til dødelig ødelæggelse af hele det bentiske samfund. Scenarierne mellem disse to ekstremer påvirker et bundfaunasamfunds funktionelle stabilitet ved ændringer i fødetilgængelighed og den fysiske struktur i habitatet (Lohrer et.al., 2004). Alvorlige effekter af moderat sedimentation kan forekomme, når sedimentationen finder sted over et længere tidsrum. Ændringer af et samfund som resultat af øget sedimentation kan eksempelvis være flugtafærd hos mobile arter, der forsøger at undgå de ugunstige forhold, eller en øget prædation på infauna-organismer, der presses op imod sedimentoverfladen på grund af forringede føde- eller iltforhold eller ødelagt levested (f.eks. rørboende polychaeter). Mange infauna-arters levesteder er desuden tæt knyttet til en sedimentsammensætning, med en specifik

kornstørrelse og tåler derfor ikke store ændringer som følge af sedimentation. Sedimentering af mudder (fine partikler) på et sandbundssamfund vil formodentlig have en mere alvorlig virkning, end den samme sedimentation i et tilsvarende mudderfladesamfund tilpasset et silt/ler habitat (Gibbs & Hewitt, 2004). Gentagne sedimentationsbegivenheder med korte intervaller forventes at forlænge restitutionstiden og forårsage kumulative virkninger på bundfaunaen. Omvendt kan bundfauna-samfund, under gunstige forhold, hurtigt komme sig efter en enkeltstående sedimentationsbegivenhed.

Sedimentaflejring på mindre end 3 mm forventes ikke at have en skadelig virkning på bundfaunaen helt generelt (Gibbs & Hewitt, 2004), uanset sedimentationsraten (inklusive øjeblikkelig sedimentation). Afhængig af art kan de fleste bunddyr tåle engangsaflejring af sediment på mellem 2-26 cm (Essink, 1999). Alle bundfaunaorganismer er i stand til enten at flygte (mobile invertebrater) fra sådanne begivenheder, eller justere deres gravedybde (infauna) i overensstemmelse med sedimentationsmængden. I forbindelse med udarbejdelsen af VVM for Femern Belt forbindelsen blev det vurderet at sedimentaflejring kun ville medføre væsentlige påvirkning på bundfaunaen, hvis området tilføres en sedimentaflejring på mellem 5-20 cm, samt at det bliver liggende i mindst 10 dage (FEMA, 2013).

Fastsiddende muslinger som blåmusling (der dominerer både hård- og blødbundsfaunaen i forundersøgsområdet), er forholdsvis intolerante overfor sedimentaflejring. Blåmuslinger bliver negativt påvirkede ved sedimentaflejring på mere end 10-20 mm, da deres mobilitet er meget begrænset (Essink, 1999). For børsteormen *Streblospio benedicti* og dyndsneglen *Peringia ulvae* er der blevet fundet påvirkning fra sedimentation allerede ved en lagtykkelse på 5 mm (Chandrasekara & Frid, 1998; Hinchey et.al., 2006).

Sensitivitet over for sedimentation på havbunden vurderes at være høj for blåmusling som er den dominerende art i forundersøgsområdet og enkelte epifauna såsom dyndsneglen og filtrerende børsteorme, mens den for den resterende del af havbundsfaunaen generelt vurderes at være lav/medium.

5.3 Midlertidig og permanent tab af havbund

Anlægget af vindmøllefundamenter vil forårsage en permanent beslaglæggelse af havbunden, som er deskriptor 6 i havstrategiplanen (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019). I disse områder vil den eksisterende havbund indeholdende habitat, flora og fauna være tabt permanent. I stedet vil der i løbet af en årrække etableres et samfund af hårbundsflora- og fauna-arter på vindmøllefundamenterne.

I forbindelse med anlæg af kabler mellem vindmøllerne og kablerne til ilandføringspunktet vil der forekomme en midlertidig beslaglæggelse (forstyrrelse) af havbunden. Den umiddelbare påvirkning i det beslaglagte område er at det eksisterende bentiske habitat ikke længere er tilgængeligt og dets organismer dør. Når en midlertidig beslaglæggelse af havbunden er fjernet, går der nogen tid inden det bentiske samfund potentielt er gendannet. Reetableringstiden afhænger af rekrutteringspotentialet fra de omkringliggende områder, organismernes livscyklus, reproduktionsevne og karakteren af det tilbageværende sediment og den tid det tager at genoprette naturlige abiotiske forhold i det beslaglagte område.

Reetableringstiden kan variere fra et par måneder for opportunistiske arter, til år, for langsomt voksende og længe levende arter (sårbare bentiske samfund). En permanent beslaglæggelse kan føre til tab/ændring af naturtyper i en region, når

det beslaglagte område er stort og/eller mange små niche levesteder påvirkes. Sensitiviteten af både havbundens flora og fauna i forhold til både midlertidig og permanente beslaglæggelse af havbunden vil derfor være høj.

6 Vurderingsmetode

Vurderinger af miljøpåvirkninger sigter mod at identificere og evaluere både væsentlige direkte og indirekte påvirkninger. Der findes ikke en fastlagt terminologi og graduering for miljøpåvirkningens relative størrelse, men der er både i det europæiske VVM-direktiv og i den danske miljøvurderingslov (LBK nr 973 af 25/06/2020) beskrevet en række parametre, der skal indgå i vurderingen af miljøpåvirkninger.

I denne baggrundsrapport anvendes en terminologi for påvirkningsgrad som vist i Tabel 6.1. I tabellens højre kolonne beskrives de typiske effekter på miljøet ved de forskellige påvirkningsgrader, der er vist i venstre kolonne.

En væsentlig påvirkningsgrad i Tabel 6.1 kan sidestilles med miljøvurderingslovens (LBK nr 973 af 25/06/2020) anvendelse af begrebet væsentlig. 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:

- a) indvirkningens størrelsesorden og rumlige udstrækning
- b) indvirkningens art
- c) indvirkningens grænseoverskridende karakter
- d) indvirkningens intensitet og kompleksitet
- e) indvirkningens sandsynlighed
- f) 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.

De forskellige grader af påvirkninger, og den valgte terminologi fremgår af Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Terminologi for miljøpåvirkninger som er anvendt i konsekvensvurderingen af flora og fauna i forbindelse med anlæg af vindmølleparken på Af-landshage.

Påvirkningsgrad	Typiske effekter på miljøet
Væsentlig	Der forekommer påvirkninger, som har et stort omfang, høj intensitet, er grænseoverskridende, komplekse og/eller af langvarig karakter, er hyppigt forekommende eller sandsynlige, og/eller der kan ske irreversible skader i betydeligt omfang. Kumulative påvirkninger af ovennævnte karakter.
Moderat	Der forekommer påvirkninger som ikke er væsentlige, men 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/ingen/positiv	Der forekommer påvirkninger, som kan have et vist omfang eller kompleksitet, en vis varighed ud over

	<p>helt kortvarige effekter, og som har en vis sandsynlighed for at indtræde, men som ikke medfører irreversible skader.</p> <p>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.</p> <p>Der forekommer positive påvirkninger.</p>
--	---

Til at vurdere omfanget af de enkelte miljøpåvirkninger, anvendes forskellige metoder for forskellige miljøforhold. Er der lovmæssige krav, der skal overholdes (eksempelvis grænseværdier for sediment), anvendes disse til vurderingen. Hvis nationale standarder, lovmæssige krav eller videnskabeligt anerkendte standarder er overholdt 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 miljøforhold, hvor der ingen grænseværdier eller standarder er at pejle efter, når miljøvurderingerne skal gennemføres, vil påvirkningsgraden belyses i relevant omfang i forhold til følgende parametre: art, rumlig 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/ingen/positiv (som anvist i Tabel 6.1). De nævnte parametre indgår i vurderingerne i det omfang, at det er relevant i forhold til det enkelte emne.

I tilfælde af at der konstateres væsentlige miljøpåvirkninger, foreslås altid foranstaltninger der kan undgå, forebygge eller begrænse og om muligt neutralisere de forventede væsentlige skadelige indvirkninger på miljøet. Hvis vurderingen resulterer i en moderat påvirkningsgrad, bliver der som udgangspunkt ikke foretaget en afvejning af mulige foranstaltninger til at 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, først at gennemføre vurderinger på baggrund af det projekt, der er beskrevet i projektbeskrivelsen. 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.

6.1 Worst case scenario

Valget af størrelsen på vindmøllerne og fundamenterne samt opstillingsmønster af vindmølleparken afhænger af en række faktorer, herunder miljøforhold som f.eks. sammensætning af undergrunden og fysiske forhold som f.eks. bølger og vindforhold. Der er fastlagt tre mulige opstillingsmønstre for vindmølleparken. Opstillingsmønstrene vil variere afhængigt af den valgt vindmøllestørrelse, som enten være en lille vindmølle på 5,5-6,5 MW (45 stk.), en mellem vindmølle på 7,5-8,5 MW (31 stk.) eller en stor vindmølle på 9,5-11,0 MW (26 stk.).

I forhold til potentielle påvirkninger fra sedimentspredning, vil anlæg af mange små vindmøller på gravitationsfundamenter, skabe den største mængde af sedimentspredning da der graves mest ved anlæg af gravitationsfundamenter og kabler mellem mange vindmøller, se afsnit 2.1 omhandlende vindmøllefundamenter. Hvad angår påvirkningen fra introduktion af nyt hårdt substrat på havbunden er denne også vurderet på et scenarie, hvor anlæg af mange små vindmøller, vil medføre de største ændringer i forhold til den nuværende situation. Desuden er der redegjort for mulige kumulative virkninger fra andre projekter og alternative løsninger, som vil kunne reducere de angivne miljøkonsekvenser (Miljøministeriet, 2010).

6.2 Nul-alternativet

For at kunne udføre en miljøkonsekvensvurdering skal der være et fælles sammenligningsgrundlag. Miljøkonsekvensvurderingerne skal sammenlignes med et nul-alternativ, der er defineret som en situation, hvor vindmølleparken ikke opføres.

7 Vurdering af påvirkningerne i anlægsfasen

Anlægsfasen omfatter anlæg af selve vindmølleparken, og anlæg af inter array kabler mellem vindmøllerne og søkabler til ilandføringspunktet. Anlægsarbejderne vil give anledning til sedimentspild (suspenderet sediment samt sedimentation) og forstyrrelser af havbunden fra arbejdet med at anlægge fundamenter og transformerplatform og fra kabeludlægningen.

I forbindelse med vurderingerne af påvirkningen fra Aflandshage Vindmøllepark på havbundens flora og fauna er sedimentspildet modelleret (NIRAS, 2021). Sedimentspredningsmodellen tager udgangspunkt i et worst-case" scenarie med opstilling af mange små vindmøller (45 stk) på gravitationsfundamenter samt 6 parallelle søkabler til ilandføringspunktet, med 25 meter indbyrdes afstand.

Der er dels modelleret på den maksimale koncentration af suspenderet sediment, og dels varigheden af tidsrummet, hvor koncentrationen af suspenderet sediment vil kunne overstige 10 mg/l og 50 mg/l. Modellen fokuser på sedimentkoncentrationer i vandsøjlen 1 meter over bunden. Endvidere er der foretaget en modellering af sedimentaflejringen (i millimeter) som sedimentation af det suspenderede materiale vil afstedkomme (NIRAS, 2021).

7.1 Fysisk forstyrrelse og habitatændringer

I forbindelse med anlæg af kabler mellem vindmøllerne og ilandføringskablerne (6 stk.) vil der som worst-case scenarie blive lavet 6 render med en bredde på 1 meter. Det samlede midlertidige "footprint" fra kablerne af kabelkorridoren udgør således <0,7 % af det samlede forundersøgelsesområde. Ilandføringskablerne vil uundgåeligt skulle føres igennem et eller flere ålegræs mosaikområder. Ålegræs-områderne vil lokalt blive ødelagt under gravearbejdet. Efterfølgende vil ålegræsset vil reetablere sig ved at sprede sig fra de nærliggende områder. Mest sandsynligt er det, at ålegræsset bredder sig vha. rhizom-vækst. Hastigheden hvormed dette sker afhænger af flere parametre, men er som udgangspunkt en langsom proces. Studier viser at ålegræssets evne til at sprede sig horisontal vha. rhizom-vækst at være på mellem 12,5 - 16 cm pr. år (Olesen & Sand-Jensen, 1994) (Neckles et. al., 2005). Varigheden for ålegræsset genetableringstid varierer fra til et område og opnåelse af en dækningsgrad på 95%, varierer fra år til årtier (Duarte, 1995). Der er dog felteksempler der viser, at re-kolonisering kan være både hurtigt (Plus et. al, 2003) eller meget langsom/ikke eksisterende (Munkes, 2005). Med en vækst på 16 cm pr. år, og en gravebredde på ca. 1-1,5 meter, vil det tage mellem 6-9 år, inden ålegræsset igen har indtaget de ødelagte områder, og ca. den halve tid, hvis reetablering sker fra hver sin side af renderen.

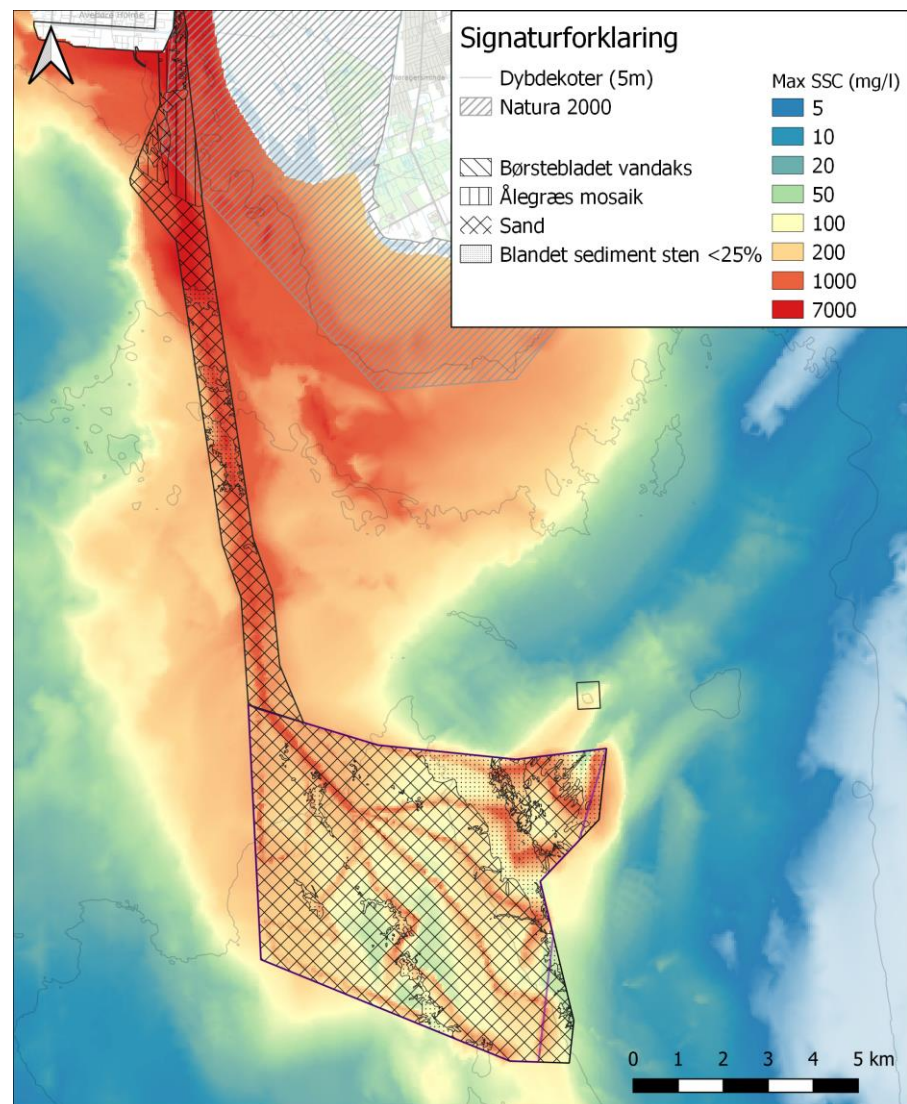
På baggrund af ovenstående vurderes det, at den direkte fysiske påvirkning af havbunden som følge af kabellægning i områder med ålegræs, vil medføre en kraftig, men reversibel påvirkning af disse lokale ålegræsområder af langvarig karakter. Ålegræs vil sandsynligvis reetableres over kortere tid på de steder, hvor havbunden reetableres med det opgravede havbundsmateriale. Ålegræsbelter er dog, som tidligere nævnt, udbredt over store arealer i det kystnære område i og omkring forundersøgelsesområdet og området generelt, og det påvirkede areal er derfor forholdsvis lille og ikke enestående sammenlignet med den samlede udbredelse af ålegræs i området. Påvirkningen vil berøre mindre del af det samlede areal med ålegræs i forundersøgelsesområdet, og påvirkningen vil ske i en midlertidig periode (indtil ålegræsset er reetableret). Det vurderes derfor, at der vil være tale om en **moderat** påvirkning, af ålegræs og den associerede invertebratfauna.

7.2 Suspenderet sediment

Anlæg af gravitationsfundamenter vurderes at ville forårsage det højeste niveau af sedimentspild. En forøgelse af mængden af suspenderet sediment i vandfasen, samt den efterfølgende sedimentation er en uundgåelig følge af anlægsaktiviteter på havbunden.

Resultatet af sedimentspredningsmodellen viser at der kortvarigt (få timer) vil forekomme koncentrationer af suspenderet sediment på op til 7.000 mg/l, lokalt hvor der graves (Figur 7.1) og op til 1.000 mg/l, i nærområdet til graveaktivitet (hvis alle vindmøller og søkabler anlægges samtidigt - teoretisk).

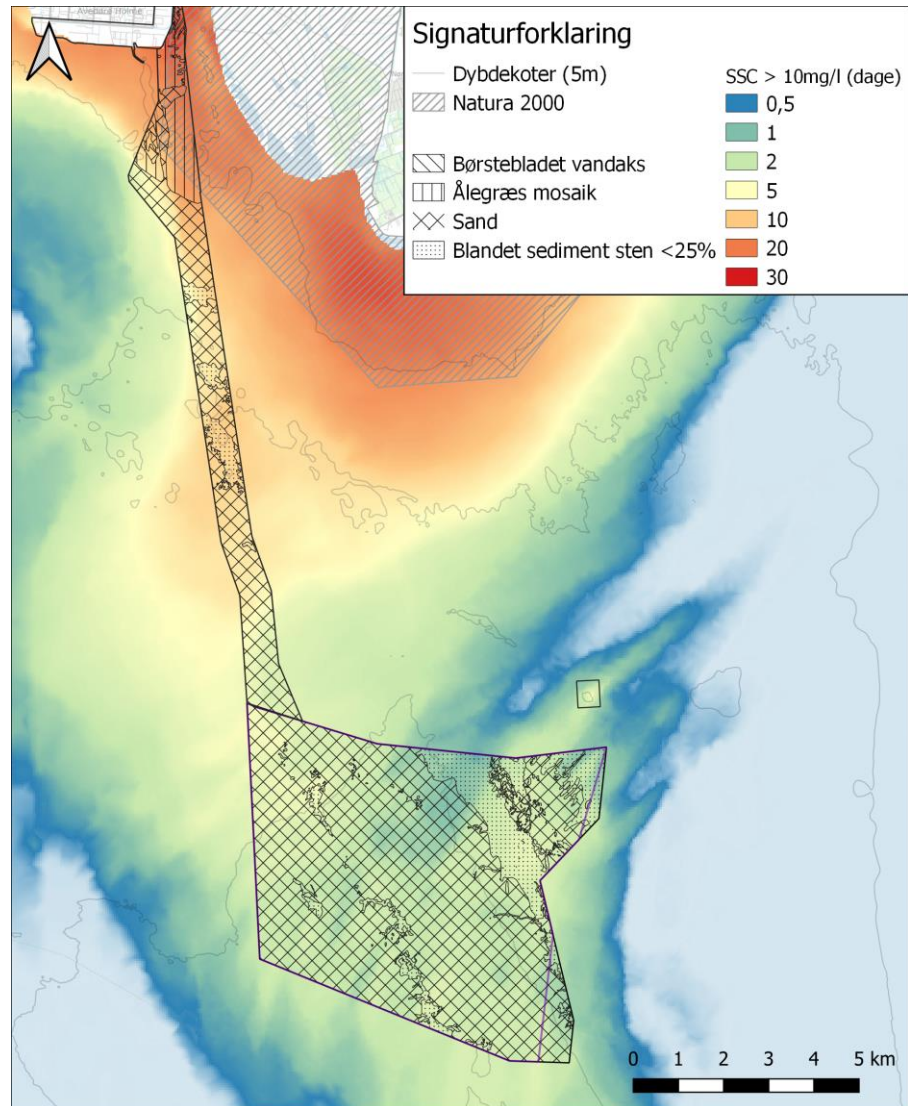
Figur 7.1. Max. Koncentrationer af suspenderet sediment i forundersøgesområdet for Aflandshage Vindmøllepark.



Koncentrationen af suspenderet sediment ligger på mellem 10-200 mg/l i og omkring en stor del af vindmølleområdet og kabelkorridoren især det lavvandede område syd for Amager. Varigheden af perioden, hvor koncentrationen af suspenderet

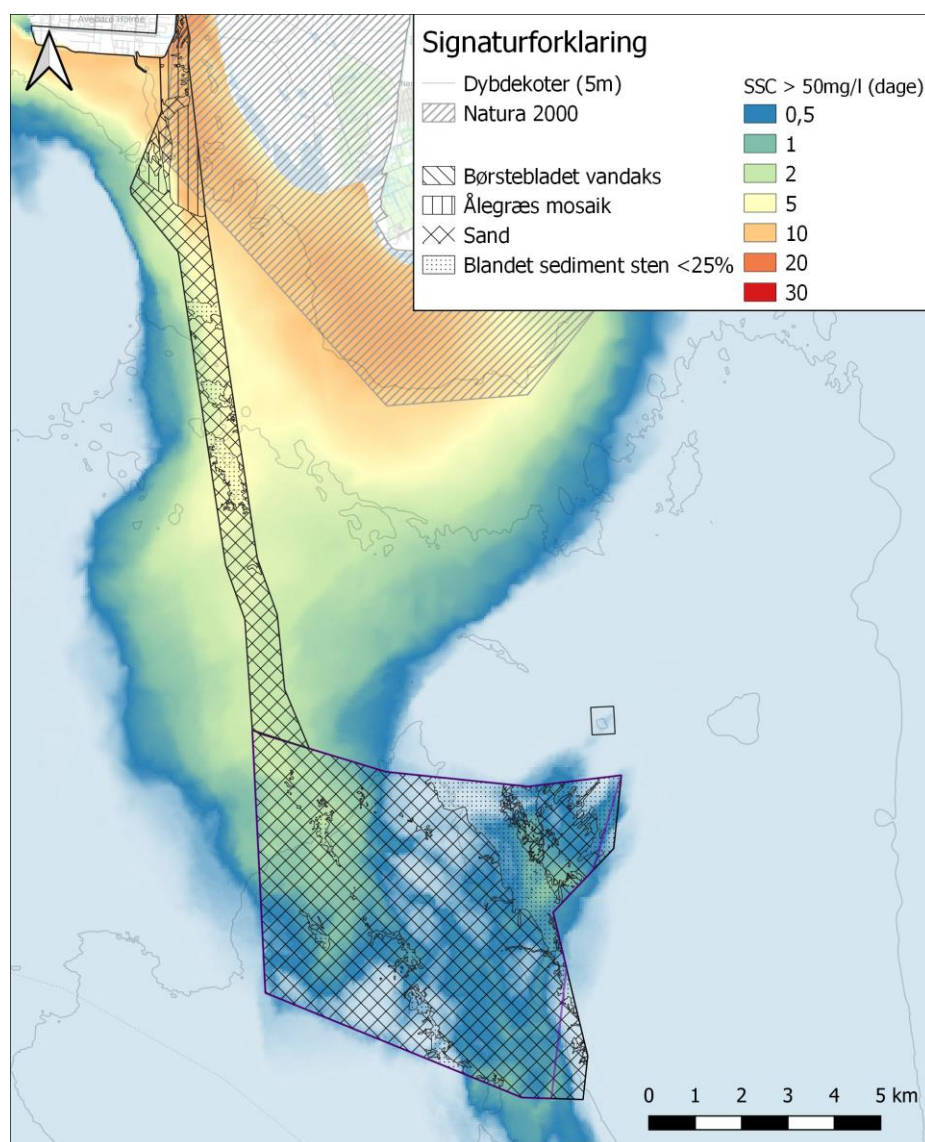
ret sediment 1 meter over bunden overstiger 10 mg/l er ca. 1-10 dage i forundersøgsområdet for Aflandshage Vindmøllepark (både kabelkorridoren og opstillingsområdet for vindmøllerne), mens den i det kystnære område syd for Amager er mellem 10-20 dage (NIRAS, 2021) (Figur 7.2).

Figur 7.2. Varighed af perioden, hvor koncentrationen af suspenderet sediment overstiger 10 mg/l i og omkring forundersøgsområdet Aflandshage vindmøllepark.



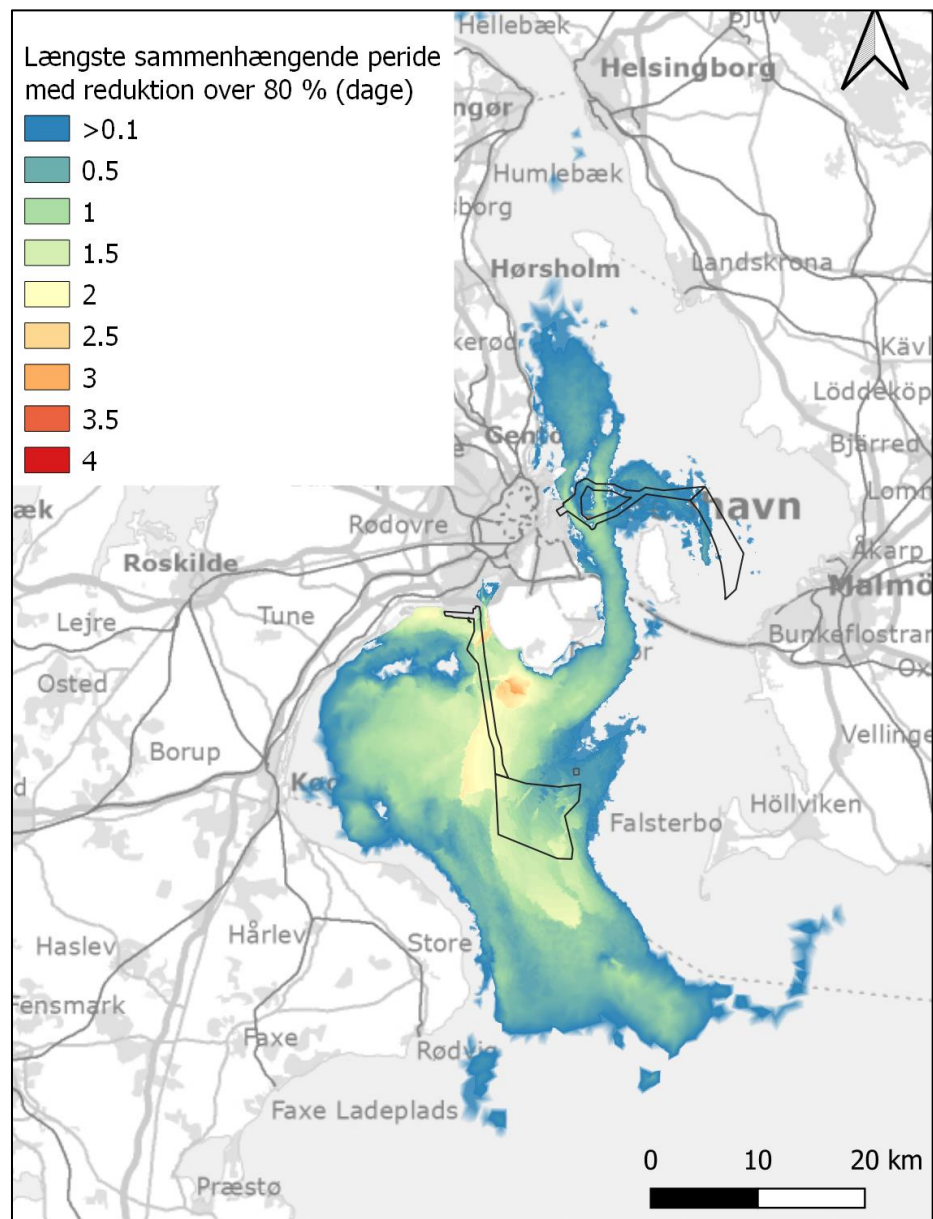
Varigheden af perioden hvor koncentrationen suspenderet sediment overstiger 50 mg/l er områdespecifik og ligger på op til 1 dag i forundersøgsområdet for opstilling af vindmøllerne. I kabelkorridoren vil perioden hvor koncentrationen af suspenderet sediment overstiger 50 mg/l være på 2-5 dage, mens den i det kystnære område syd for Amager er på over 50 mg/l i ca. 5-10 dage (Figur 7.3).

Figur 7.3. Varighed af perioden, hvor koncentrationen af suspenderet sediment overstiger 50 mg/l i og omkring forundersøgesområdet Af-landshage vindmøllepark.



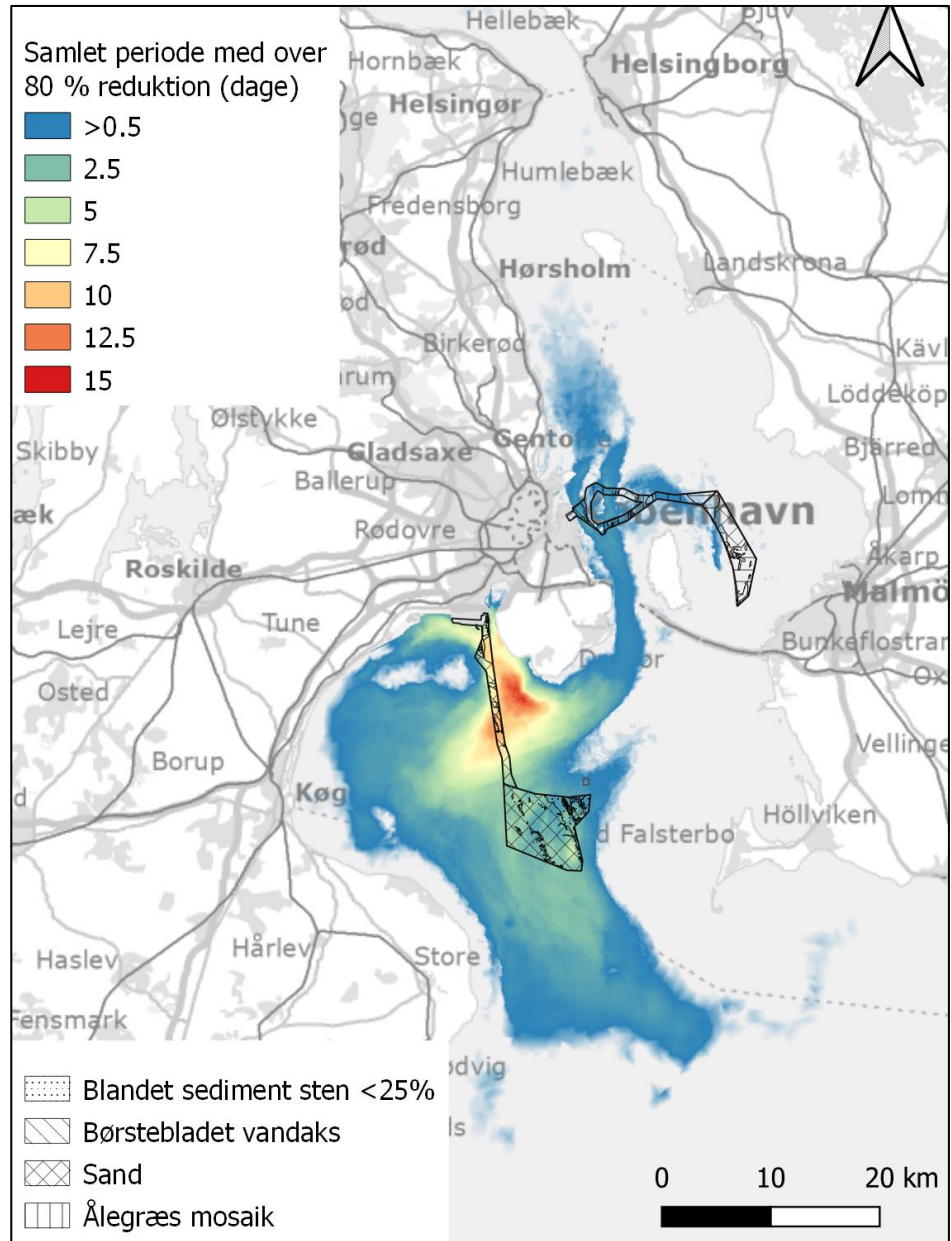
For at vurdere effekten af sedimentspild på lysintensiteten ved bunden, er lysreduktionen i vandsøjlen modelleret. Den længste sammenhængende periode, hvor lysreduktionen ved bunden overstiger 80 % af overfladelyset, er på op til 3 dage i et mindre område i den kystnære del af kabelkorridoren, samt i det kystnære område syd for Amager. I og omkring størstedelen af forundersøgesområdet for Af-landshage Vindmøllepark vil perioden være begrænset til mellem 1 - 2 dage (Figur 7.4).

Figur 7.4: Den længste sammenhængende periode (angivet i antal dage), hvor lysreduktion ved bunden overstiger >80 % af overfladelyset, som følge af suspenderet sediment.



Det samlede antal dage hvor lysreduktionen overstiger 80 % er vist på Figur 7.5 og er på mellem 2-12,5 dage i kabelkorridoren og op til 5 dage i vindmølleområdet. For det kystnære område umiddelbart syd og sydvest for Amager, hvor der er registreret ålegræs, vil lysreduktionen overstige 80 % i en periode på sammenlagt 15 dage (Figur 7.5).

Figur 7.5: Den længste periode (angivet i antal dage), hvor lysreduktionen overstiger 80 % som følge af suspenderet sediment.



7.2.1 Påvirkninger i kabelkorridoren

I nedenstående afsnit vurderes påvirkningen på havbundens flora (7.2.1.1) og fauna (7.2.1.2) i forhold til forhøjede koncentrationer af suspenderede sediment.

7.2.1.1 Havbundens flora

Marine blomsterplanter (ålegræs og børstebladet vandaks) samt fasthæftede makroalger kan blive negativt påvirket af længerevarende skyggeeffekter og forringede lysforhold forårsaget af suspenderet bundmateriale i vandsøjlen, som følge af graveaktiviteter. Kystnært i og omkring kabelkorridoren er der kortlagt et område med børstebladet vandaks (ud til 2 meters vanddybde), mens der i og omkring kabelkorridoren ud til ca. 7 meters dybde er kortlagt ålegræsbede med pletvise områder af bart sand.

Det forventes, at dele af ålegræsbedene vil opleve en reduceret lysmængde op til 80 % af overfladelyset. Det samlede antal dage hvor lysreduktionen overstiger 80 % er på mellem 2-12,5 dage i kabelkorridoren. For det kystnære område umiddelbart syd og sydvest for Amager, hvor der er registreret ålegræs, vil lysreduktionen overstige 80 % i en periode på sammenlagt 15 dage (mens den længste sammenhængende periode vil være på maksimalt 3 dage).

Området, hvor der forventes den største påvirkning fra suspenderet sediment overlapper med det kystnære område i kabelkorridoren, samt området syd for Amager. Ålegræs i dette området har en nedre udbredelse på 7 meter (maksimal dybde på 8,3 meter). Det er ved denne dybde, at der forventes den størst påvirkning på ålegræs, da ålegræsset her, er på grænsen til at kunne trives pga. den naturlige reduktion i lys ved havbunden. Summen af den naturlige lyssvækkelse og den lyssvækkelse der er forårsaget af den øgede mængde, suspenderede sediment fra vindmølleprojektet, kan muligvis kortvarigt forårsage en lysintensitet ved bunden, der er mindre end 20 % af overfladelysintensiteten. Intensiteten og varighed af påvirkningen fra suspenderet sediment på ålegræs i og omkring kabelkorridoren vurderes at være lav.

I kabelkorridoren er udbredelsen af habitattypen blandet bund (hårdbund) meget begrænset. Makroalgerne, der sidder fasthæftede til de spredte sten, er rødalger, der er tilpasset større dybder og perioder med reduceret lysgennemtrængelighed i forbindelse med algeopblomstringer om sommeren. Intensiteten af påvirkningen på makroalger på hårdbundslokaliteterne i kabelkorridoren, vurderes derfor at være lav.

Den rummelige udstrækning af påvirkningen vurderes at være lokal, mens sandsynligheden for at påvirkningen forekommer vurderes at være lav/medium for ålegræs. For de øvrige blomsterplanter og makroalger vurderes sandsynligheden for at påvirkning forekommer at være lav.

Da det er ganske få dage (maksimal 3 dag) hvor den sammenhængende lysreduktion overstiger 80 % af overfladelyset vurderes varigheden af påvirkningen at være kortvarig.

Samlet vurderes påvirkningen af forhøjet koncentrationer af suspenderet sediment på grund af skyggeeffekter og forringede lysforhold på ålegræs og makroalger i og omkring kabelkorridoren for Aflandshage Vindmøllepark at være **lille** og reversibel.

Forhøjede koncentrationer af suspenderet sediment vurderes ikke at påvirke dybdegrænsen for hovedudbredelsen af ålegræs i og omkring forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark.

7.2.1.2 *Havbundens fauna*

Alle infauna-arter der findes i kabelkorridoren i henhold til kortlægningen, er naturligt tilpasset perioder med høje koncentrationer af suspenderet sediment. Kabelarbejdet forårsager koncentrationer af suspenderede sediment >50 mg/l i næsten hele kabelkorridoren i ca. 2-5 dage. Blåmusling er den mest talrige faunaorganisme i og omkring kabelkorridoren og er en god repræsentant for de filtrerende faunaarter. Blåmuslingen har en høj tolerance tærskel overfor forhøjede koncentrationer af suspenderet sediment (se afsnit 5.1).

I habitattypen blandet bund blev der ved ROV-undersøgelsen ikke registreret andre epifauna-arter end blåmusling. Lokale eller kortvarige episoder med forøget mængde suspenderet bundmateriale i vandsøjlen, som følge af anlægsaktiviteterne, forventes ikke at kunne afstedkomme yderligere påvirkning af områdets epifauna.

Der vil kun være overskridelser af suspenderet sediment på 50 mg/l i umiddelbar nærhed af området hvor anlægsarbejdet finder sted, samt i det kystnære område syd for Amager. Den rummelige udstrækning af påvirkningen vurderes derfor at være lokal.

Perioden hvor koncentrationen af suspenderet sediment overstiger 50 mg/l er på maksimalt 5-10 dage i og omkring den indre del af kabelkorridoren. Påvirkningen vurderes derfor at have en kort varighed og med lav intensitet. Da påvirkningen er begrænset i udbredelse samt varighed er den vurderet som lav/medium og fuldt ud reversibel.

Den samlede påvirkning fra suspenderet sediment på bundfaunaen i og omkring kabelkorridoren for Aflandshage Vindmøllepark vurderes derfor at være **lille**.

7.2.2 **Vindmølleområdet**

Forhøjede koncentrationer af suspenderet sediment i forbindelse med anlægsarbejdet vil i den vestlige del af vindmølleparken maksimalt være på mellem 200-1000 mg/l ganske kortvarigt (få timer) (Figur 7.1). Varigheden af perioden, hvor koncentrationen af suspenderet sediment overstiger 50 mg/l er højst 2-5 dage (Figur 7.3.). Varigheden af perioden, hvor koncentrationen af suspenderet sediment overstiger 10 mg/l vil forekomme i hele vindmølleområdet, og varigheden vil være op til 5 dage (Figur 7.2)

7.2.2.1 *Havbundens flora*

Der er ikke registreret ålegræs eller andre blomsterplanter i vindmølleområdet. Der er udelukkende registreret makroalgarter i området på habitattypen blandet bund (hårdbund). Udbredelsen af habitattypen blandet sediment (hårdbund) hovedsageligt begrænset til den østlige del af området. Dette område er kun i meget begrænset omfang påvirket af suspenderet sediment med en maksimal koncentration omkring 7000 mg/l, og en varighed af koncentrationer over 10 mg/l på 5 dage, se Figur 7.1 og Figur 7.2. Makroalgerne, der sidder fasthæftede til de spredte sten, er rødalger, som er naturligt tilpasset større dybder og perioder med reduceret lysgennemtrængelighed i forbindelse med algeopblomstringer om sommeren. Ifølge resultaterne fra sedimentmodelleringen (NIRAS, 2021) vil der ikke forekomme reduktion af overfladeindstrålingen større end 80% i området, hvor der er

registeret makroalger. Da makroalger først blive påvirket ved lysintensiteter mindre end 1 % af overfladeindstråling (se afsnit 5.1.1), vil makroalgerne kun blive påvirket i ringe grad og intensiteten af påvirkningen vurderes derfor at være lav.

Den rummelige udstrækning af påvirkningen vurderes at være lokal, mens sandsynligheden for at påvirkningen forekommer vurderes at være lav.

Da det er ganske få dage (maksimal 2 dag) hvor påvirkningen finder sted t vurderes varigheden af påvirkningen at være kortvarig.

Den samlede påvirkning fra suspenderet sediment på floraen i og omkring vindmølleområdet for Aflandshage Vindmøllepark vurderes derfor at være **ingen til lille**.

7.2.2.2 *Havbundens fauna*

Alle de infauna-arter som forekommer i vindmølleområdet, er naturligt tilpasset perioder med høje koncentrationer af suspenderet sediment. Kabelarbejdet forårsager koncentrationer >50 mg/l i den vestlige del af vindmølleområdet. Varigheden af perioden, hvor koncentrationen af suspenderet sediment overstiger 50 mg/l er under 4 timer og dermed kortvarig. Blåmuslinger, som er den mest talrige faunaorganisme i vindmølleområdet og er en god repræsentant for de filtrerende faunaarter. Blåmuslingen er tolerant overfor høje sedimentkoncentrationer og bliver kun i begrænset omfang påvirket af koncentrationer >50 mg/l, forudsat varigheden ikke er mere en 25 dage. Påvirkningen vurderes derfor at have en kort varighed med en lav intensitet.

Den rummelige udstrækning af påvirkningen vurderes at være lokal, mens sandsynligheden for at påvirkningen forekommer vurderes at være lav.

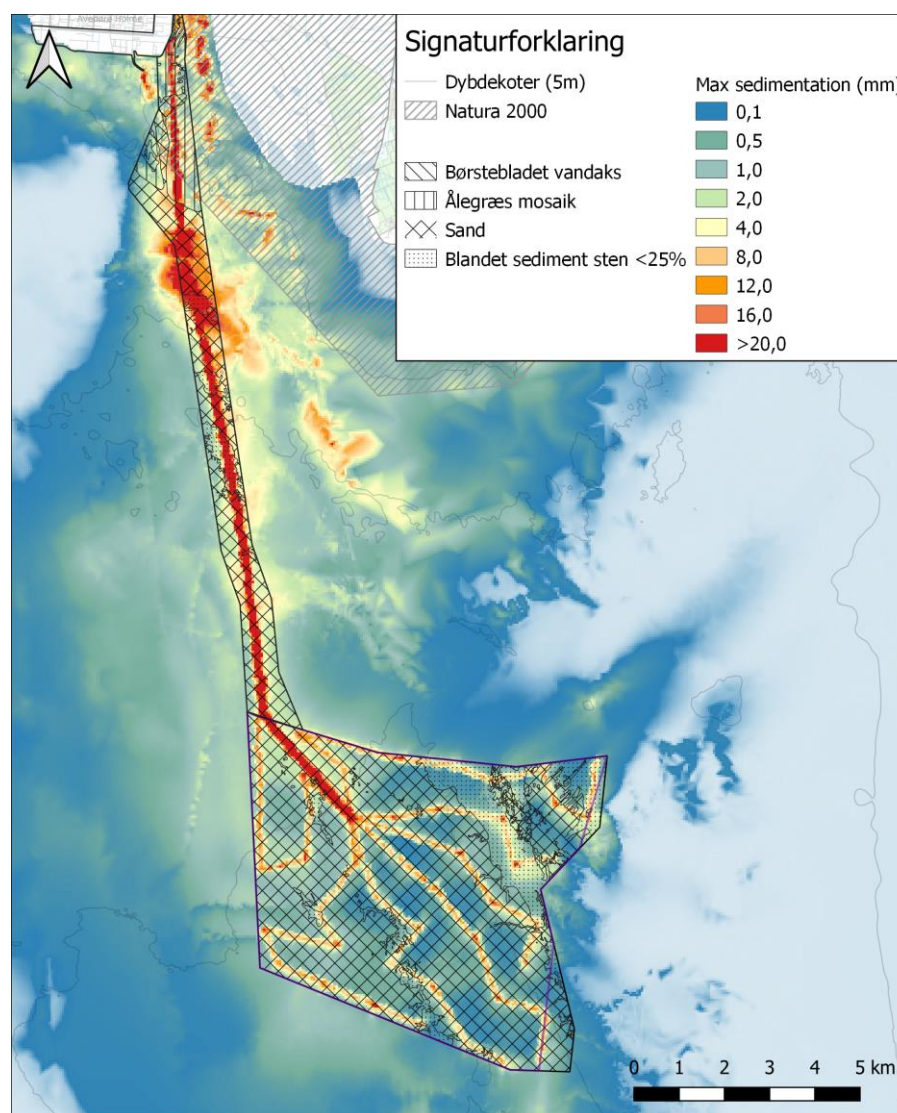
Den samlede påvirkning fra suspenderet sediment på faunaen i og omkring vindmølleområdet for Aflandshage Vindmøllepark vurderes at være **lille**.

7.3 Sedimentation

Det suspenderet 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 blive kvalt.

Baseret på sedimentspredningsmodellen vil sedimentation af det suspenderet materiale primært forekomme meget lokalt. De største aflejringer vil forekomme i kabelkorridoren, hvor et aflejringslag på mellem 1 - 20 millimeter kan forventes (Figur 7.6).

Figur 7.6. Sedimentation (mm) i og omkring forundersøgel-sesområde for Aflandshage Vindmøllepark.



I opstillingsområdet for vindmøller vil største delen af området ikke påvirkes af sedimentation, da sedimentationsaflejringerne er beregnet til at være mindre end 1-2 mm. I den resterende del af vindmølleområdet er sedimentationsniveauet på mellem 5-20 mm. Langt største delen af sedimentation i vindmølleområdet ligger derfor indenfor de naturlige variationer og naturligt forekomne omlejring af sedimentet. På grund af de beskudne mængder af sedimentaflejringer i opstillingsområdet for vindmøllerne vil påvirkningen i denne del af forundersøgel-sesområdet være ubetydelig (ingen) og behandles ikke yderligere.

7.3.1 Kabelkorridor

I kabelkorridoren kan der aflejres op til ca. 20 mm sediment i umiddelbar nærhed af nedlægningsområdet. Sedimentaflejringerne i største delen af kabelkorridoren vil dog være mindre end 4 mm og vil derfor kun i mindre grad påvirket af anlægsarbejdet (Figur 7.6.). I de resterende dele ligger sedimentationsniveauet mellem 4-8 mm. Ifølge tærskelværdierne beskrevet i afsnit 5.2.1, har sedimentationslag <10

mm ikke nogen negativ effekt på ålegræsset. Med de modellerede sedimentationsniveauer vurderes det derfor, at intensiteten af påvirkning på havbundens flora i kabelkorridoren er lav.

Ifølge tærskelværdierne beskrevet i afsnit 5.2.1, har sedimentationslag <10 mm en meget begrænset negativ effekt i form af en vækstreduktion hos infauna og epifauna. På baggrund af de modellerede sedimentationsniveauer vurderes det derfor, at intensiteten af påvirkning på fauna organismer fra sedimentation i kabelkorridoren er lav.

Den rummelige udstrækning af påvirkningen vurderes at være lokal, da sedimentaflejringerne kun vil forekomme i umiddelbar nærhed af anlægsområdet. Varigheden af sedimentaflejringen vurderes at være kortvarig, da den kun finder sted, når der anlægges kabler og fundamenter og det er en begrænset sedimentaflejring der finder sted. Sandsynlighed for at påvirkningen forekommer vurderes at være lav/medium, da det er i et begrænset område af kabelkorridoren og meget begrænset område i vindmølleområdet, hvor sedimentaflejring kan være op til 20 mm.

Samlet vurderes påvirkningen fra aflejring af sediment på havbundens flora og fauna at være lille og fuldt ud reversibel.

7.3.2 Vindmølleparken

Sedimentationen i det meste af vindmølleområdet (ca. 97%) er upåvirket i anlægsperioden og viser nettosedimentationshøjder <1 mm (Figur 7.6.). Sedimentationshøjden ligger i dette område på niveau med den forventede baggrund sedimentation, ved naturlig omlejring af sedimentet. I den resterende 3% aft området er sedimentationsniveauet mellem 1-20 mm. Ifølge tærskelværdierne beskrevet i afsnit 5.2.2, har sedimentationslag <10 mm ikke nogen eller kun en meget begrænset negativ effekt i form af en vækstreduktion på infauna eller epifauna. På baggrund af de modellerede sedimentationsniveauer vurderes det derfor, at der **ingen til lille** påvirkning på fauna organismer fra sedimentation i vindmølleområdet.

8 Vurdering af påvirkningerne i driftsfasen

I driftsfasen er det kun tilstedeværelsen af vindmøllefundamenterne med erosionsbeskyttelse, transformerstationen samt tab af habitat, der bliver vurderet. Den mest betydende påvirkning er tilføjelse af hårdsubstrat i form af fundamenter og erosionsbeskyttelse. Vurderingen er begrænset til vindmølleområdet, da der ikke forventes tilføjelse af hårdbundssubstrat i forbindelse med ilandføringskablerne.

8.1 Hårdbundssubstrat

Der vil være permanent inddragelse af areal på havbund og dermed et tab af levesteder, hvor der opstilles vindmøller, samt hvor der anlægges erosionsbeskyttelse omkring fundamenterne. Det permanente tab af levesteder for dyr og planter pga. fundamenter og erosionsbeskyttelse udgør kun 0,088 km². Det samlede "footprint" fra vindmøllefundamenter og erosionsbeskyttelse er derfor kun ca. 0,2% af det samlede vindmølleområde og den rummelige udstrækning af påvirkningen vurderes at være lokal. Forstyrrelsen fra den fysiske påvirkning anses derfor at være meget lav og dermed vurderes påvirkningen til at være **lille**.

Alle hårdbundsstrukturer fra projektet i form af sten, skærver, beton eller stål betragtes som hårdbundssubstrat. Hårdbundsstrukturer er velegnet som habitat for en række fastsiddende bentiske organismer, f.eks. alle makroalger og bentisk

fauna som blåmuslinger, rurer, søpunge, mosdyr (polypper) mm. Hårbundstrukturer kan derfor fungere som kunstige rev. Kolonisationstypen afhænger af fysiske og hydrografiske parametre som vanddybde (lystilgængelighed for flora, madtilgængelighed for fauna), strømme og bølger (eksponering), samt saltholdigheden.

Hårbundssubstrat er oftest en mangelvare i det marine miljø i Danmark. Yderligere hårbundssubstrat har derfor i de fleste tilfælde en positiv effekt med hensyn til artsrigdom og biodiversitet. I de tilfælde hvor nyt hårbundssubstrat er placeret i områder, hvor der i forvejen naturligt forekommer hårbundssubstrathabitat, er der status quo i forhold til områdets bentiske habitat- og artsdiversitet

Det hårbundssubstrat der etableres i vindmølleområderne under anlægsfasen, forbliver der i hele driftsfasen. I begyndelsen af driftsfasen vil kolonisering af det nyetablerede jomfruelige hårbundssubstrat endnu ikke være afsluttet, da en sådan kolonisering vil tage år. Etableringen af et stabilt klimaksflora- og faunasamfund kan således tage op til 5-10 år, (Støttrup et al, 2013) (Jørgensen et. al., 2013) (Stenbjerg & Kristensen, 2015). I løbet af de første år af driftsfasen kan der forekomme stærke successionshændelser mellem pionerarterne (primært årlige og opportunistiske arter som et-årlige brune og røde alger, men også f.eks. *Mytilus edulis*). De lokale miljøforhold vil afgøre, hvilken type klimakshårbundssamfund der endelig etableres. Da det meste af det hårde substrat i undersøgelsesområderne er koloniseret med blåmuslinger (*Mytilus edulis*), forventes det, at denne art også vil dominere det nyindførte faste substrat ved havbunden. Desuden vil der også vokse alger og epifauna på de faste strukturer nær havoverfladen, og dermed øges den lokale artsdiversitet potentielt. Etablering af store flerårige makroalger på udlagte sten er erfaringsmæssigt en proces, som forløber over flere år. Den begyndende kolonisering vil være af bentiske mikroalger og bakterier, efterfulgt af hurtigt voksende organismer som trådalger og sessile dyr. Efterfølgende vil der ske en etablering af sporofytter, som senere kan udvikle tætte flerårige bestande med kønsmodne makroalger. Den eksakte udvikling er svær at forudsige, da det er resultatet af multifaktorielle hændelser. I takt med at nye organismer kommer til, foregår der en kompleks konkurrence indenfor og imellem etablerede dyre- og plantegrupper. Der er således mange fysiske, kemiske og biologiske forhold, som har indflydelse på sammensætningen af det endelige klimakssamfund (Jørgensen et. al., 2013).

Over tid udvikles der stabile hårbundssamfund på de nyetablerede hårde strukturer. Disse samfund vil have en lav grad af forstyrrelse på de dominerende omkringliggende bunddyrssamfund i vindmølleområdet, da de hovedsageligt vil blive etableret i habitattypen sand, der udgør et stort areal. Den begrænsede påvirkning af hårbundsområder fører til en højere samlet artsdiversitet i vindmølleområdet, ikke alene pga. det ny-introducerede substrat, men også ved at styrke artsdiversiteten omkring de spredte sten, der findes i begrænset omfang i området. Forstyrrelsen kan derfor overordnet betragtes som **lille** og **positiv**. Overordnet ændrer fundamentene ikke hovedkarakteren af de havbundsarealerne, da de kun omfatter ca. 0,2% af det samlede sandbundareal i vindmølleområdet.

9 Vurdering af påvirkningerne i afviklingsfasen

Vindmølleparken forventes at have en levealder på 35 år. I løbet af den 35-årige periode skal der udarbejdes og godkendes en afviklingsplan. De nærmere detaljer for, hvorledes afviklingen skal foregå, er således endnu ikke besluttet, men som worst-case skal alle kabler, transformerstationen og selve vindmøllerne skal fjernes. Arbejdet hermed vil medføre forhøjede koncentrationer af suspenderede af sediment, sedimentation og forstyrrelse af havbunden, som potentielt vil kunne påvirke flora- og faunasamfundene i området.

Påvirkningerne fra nedbrydningsarbejdet vil i stor udstrækning kunne sammenlignes med de påvirkninger, der forventes i anlægsfasen. Påvirkningerne på den marine havbund samt flora og fauna er derfor overordnet vurderet til at være **lille**.

Der er potentielt mulighed for, at dele af erosionsbeskyttelsen kan blive efterladt i området, hvilket i givet fald vil betyde, at den såkaldte reveffekt vil kunne oprettholdes med de deraf følgende positive konsekvenser for de stenrevsassocierede plante- og dyresamfund. Fjernes fundamentene igen forventes den overordnede effekt på bundflora og fauna at være **lille**, da en reduktion i de arter, der lever i tilknytning til rev, må forventes.

10 Opsummering af vurderinger

Vurderingerne af påvirkninger på den marine flora og fauna som følge af anlægsfasen, driftsfasen og afviklingsfasen af Aflandshage Vindmøllepark er opsummeret i nedenstående tabeller.

Kabelkorridoren - Flora:

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Øgede sedimentkoncentrationer i vandsøjlen	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Afvikling	Lille
Sedimentation	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Afvikling	Ingen
Fysiske forstyrrelser	Anlæg	Moderat
	Drift	Lille
	Afvikling	Lille
Beslaglæggelse af bunden/Habitatændringer	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Afvikling	Lille
Kumulative effekter	Anlæg	Ingen
	Drift	Ingen
	Afvikling	Ingen
Grænseoverskridende effekter	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Afvikling	Ingen

Kabelkorridoren - Fauna:

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Øgede sedimentkoncentrationer i vandsøjlen	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Afvikling	Lille
Sedimentation	Anlæg	Ingen
	Drift	Ingen
	Afvikling	Ingen
Fysiske forstyrrelser	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Afvikling	Lille
Beslaglæggelse af bunden/Habitatændringer	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Afvikling	Lille
Kumulative effekter	Anlæg	Ingen
	Drift	Ingen
	Afvikling	Ingen
Grænseoverskridende effekter	Anlæg	Ingen
	Drift	Ingen
	Afvikling	Ingen

Vindmølleområdet - Flora:

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Øgede sedimentkoncentrationer i vandsøjlen	Anlæg	Ingen
	Drift	Ingen
	Afvikling	Lille
Sedimentation	Anlæg	Lille

	Drift	Ingen
	Afvikling	Ingen
Fysiske forstyrrelser	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Afvikling	Lille
Beslaglæggelse af bunden/Habitatændringer	Anlæg	Lille
	Drift	Lille*
	Afvikling	Lille
Kumulative effekter	Anlæg	Ingen
	Drift	Ingen
	Afvikling	Ingen
Grænseoverskridende effekter	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Afvikling	Ingen

* positiv effekt

Vindmølleområdet - Fauna:

Emne	Fase	Påvirkningsgrad
Øgede sedimentkoncentrationer i vandsøjlen	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Afvikling	Lille
Sedimentation	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Afvikling	Ingen
Fysiske forstyrrelser	Anlæg	Lille
	Drift	Lille
	Afvikling	Lille
Beslaglæggelse af bunden/Habitatændringer	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Afvikling	Lille
Kumulative effekter	Anlæg	Ingen
	Drift	Ingen
	Afvikling	Ingen
Grænseoverskridende effekter	Anlæg	Lille
	Drift	Ingen
	Afvikling	Ingen

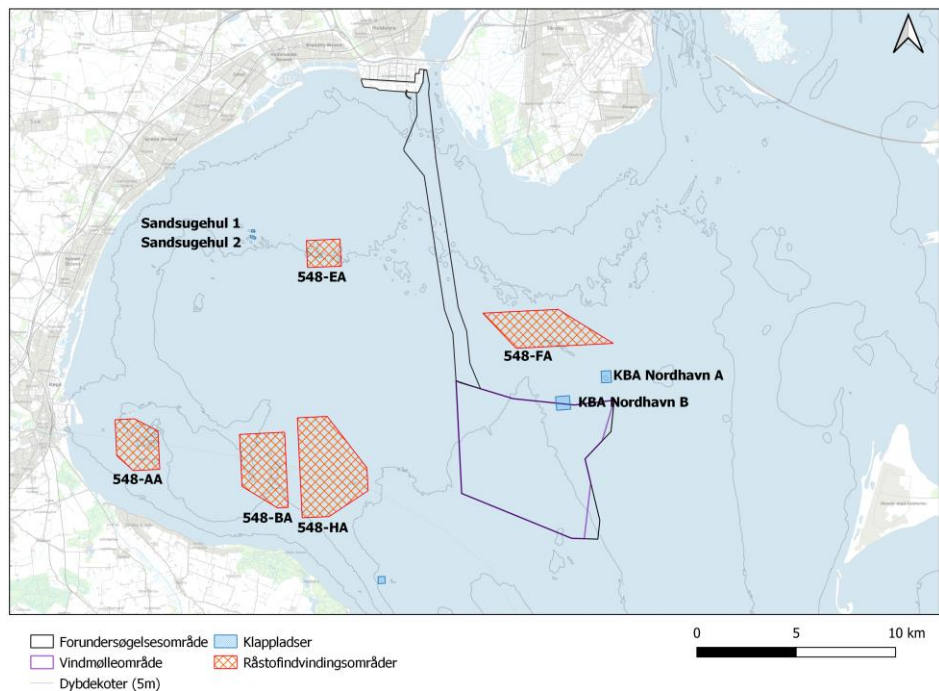
11 Kumulative virkninger

Anlæg af Aflandshage Vindmøllepark og projektets påvirkninger på havbundens flora og fauna skal vurderes i sammenhæng med øvrige aktiviteter, der forårsager samme påvirkninger som projektet. De projekter, der sammen med Aflandshage Vindmøllepark vurderes, at være relevante i forhold til kumulative påvirkninger, vurderes at være råstofudvinding og klapping af sediment i Køge Bugt som følge af etablering af Lynetteholm samt anlæggelse af Nordre Flint Vindmøllepark.

Der er udpeget flere råstofindvindingsområder i nærheden af forundersøgellesområdet for Aflandshage Vindmøllepark. Råstofindvindingsområderne omfatter et samlet område på 26 km² i området mellem forundersøgellesområdet og Køge, samt et område på 2,3 km² og et område på 8 km², henholdsvis vest og øst for kabelkorridoren (Figur 11.1).

I miljøkonsekvensvurderinger for indvindingsområde 548-BA (Orbicon A/S, 2014) er der refereret til tidligere sedimentspredningsmodeller i relation til råstofindvinding, vindmølleparker, broforbindelser, søkabler og andre infrastrukturprojekter fra Kattegat, Øresund og nordlig Østersø. Disse beregninger viser, at spildmateriale kun spredes over et relativt begrænset nærområde, og at sedimentkoncentrationer i vandfasen oftest ikke overstiger 5-15 mg/l få hundrede meter fra kilden (Orbicon A/S, 2014). Da alle råstofindvindingsområder ligger mere end 1 km fra forundersøgellesområdet for Aflandshage Vindmøllepark, og da de forhøjede koncentrationer af suspenderede sediment nærstående projekt er forholdsvis beskedne, kortvarigt og primært forekommer i forundersøgellesområdet, samt det lavvandede område syd for Amager (se afsnit 8.1.3.2), vurderes der ikke at ske en kumulativ påvirkning ved at udvinde råstoffer og anlægge vindmølleparken samtidigt.

Figur 11.1: Kumulative aktiviteter der bidrager til mængden af suspenderet sediment i vandsøjlen.



I Køge Bugt er der udlagt to områder til klappning af havbundsmaterialer. Den ene klappads ligger delvist inden for forundersøgelsesområdet for vindmølleparken, mens den anden ligger lidt for området for opstilling af vindmøller (Figur 11.1). Mængden af klappet havbundsmateriale er meget begrænset, og det forventes, at ca. 3-5% af klappningsmaterialet vil blive ført med strømmen, resten vil forblive på klappadsen. Klappningsaktiviteterne vil derfor medføre beskedne forhøjede koncentrationer af suspenderede sediment samt begrænset sedimentaflejring uden for klappområdet. Da både klappningsaktiviteterne og sedimentspild fra anlæg af Aflandshage Vindmøllepark er begrænset, kortvarigt og primært forekommer i nærområdet for aktiviteterne, vurderes der ikke at ske en kumulativ påvirkning ved både at klappe sediment og anlægge af vindmølleparken samtidigt.

Ved etablering af Lynetteholmen, Hovedforslag 1 og 2, kan der forventes en kumulativ effekt af gravearbejdet og klappningen af sedimentet herfra i Køge Bugt. Resultater indikerer, at der kan være kumulative effekter med Aflandshage Vindmøllepark som følge af sedimentspild ved klappning omkring vindmølleområdet. De kumulative effekter ved Aflandshage Vindmøllepark er modelleret og beskrevet i baggrundsrapporten (NIRAS, 2021), hvor der kan ses maksimale koncentrationer i mg/l, overskridelseshyppigheder af sedimentkoncentration på 10 mg/l samt sedimentaflejring for henholdsvis Hovedforslag 1 og 2. Resultaterne af modelberegningerne indikerer, at der ved begge forslag for Lynetteholmen vil forekomme kortvarige maksimale koncentrationer af suspenderet sediment på 200 mg/l i det meste af vindmølleområdet ved Aflandshage. Varigheden af perioden, hvor koncentration af suspenderet sediment overstiger 10 mg/l, er lokalt op til ca. 30 dage, og er på 10 og 20 dage i et større område på tværs af vindmølleparken fra nord til syd. Det ses, at koncentrationen af sediment på alle stationer er under ca. 20 mg/l i 95 % af tiden, mens den er under 5 mg/l i 85 % af tiden. Den kumulative aflejring er tilnærmelsesvis ens ved Hovedforslag 1 og 2, og enkelte steder i den nordlige del af vindmølleområdet, i området hvor der klappes, vil være op til 20 mm (2 cm). I de resterende dele af vindmølleområdet ligger sedimentationsniveauet på 1-8 mm.

Der er udelukkende registeret mindre forekomster af makroalgearter i vindmølleområdet, som er naturligt tilpasset større dybder og perioder med reduceret lysgennemtrængelighed. Ligeledes er alle de infauna-arter, som forekommer i vindmølleområdet, naturligt tilpasset perioder med høje koncentrationer af suspenderet sediment, og de er dermed tolerante overfor høje sedimentkoncentrationer. I vindmølleområdet kan der aflejres op til ca. 20 mm sediment i umiddelbar nærhed af klappingsområdet, hvorimod sedimentaflejringen i størstedelen af vindmølleområdet vil være mindre end 8 mm, og derfor kun i mindre grad vil blive påvirket af den kumulative effekt.

På grund af den begrænsede forøgelse af den rummelige udstrækning af de maksimale koncentrationer af suspenderet sediment, den mindre forøgelse af varigheden af perioden, hvor koncentration af suspenderet sediment overstiger 10 mg/l og den begrænsede forøgelse af sedimentaflejring, vurderes den kumulative effekt af sedimentspild ved klappning under etablering af Lynetteholm, Hovedforslag 1 og 2, og anlæg af Aflandshage at være lille og fuldt ud reversibel.

11.1 Nordre Flint Vindmøllepark

Forsyningsselskabet HOFOR Vind A/S planlægger foruden Aflandshage Vindmøllepark at anlægge en vindmøllepark ved Nordre Flint, beliggende ca. 22 km nord for Aflandshage Vindmøllepark. Udbredelserne af sedimentfaner fra anlægsaktiviteterne vil kunne medføre en kumulativ påvirkning af suspenderet sediment, såfremt

de to vindmølleparker anlægges samtidig, hvilket kan medføre en merpåvirkning på havbundens flora og fauna. Anlægsaktiviteterne i de to projekter forventes dog at foregå successivt, og derfor forventes der ikke at forekomme kumulative effekter med hensyn til suspenderet sediment. En kumulativ virkning fra overlap af aflejret sediment fra anlæg af de to vindmølleparker, vil desuden være af så beskednen størrelse grundet afstanden mellem parkerne, at der ikke vil være risiko for kumulativ påvirkning af havbundens flora og fauna. Afværgeforanstaltninger

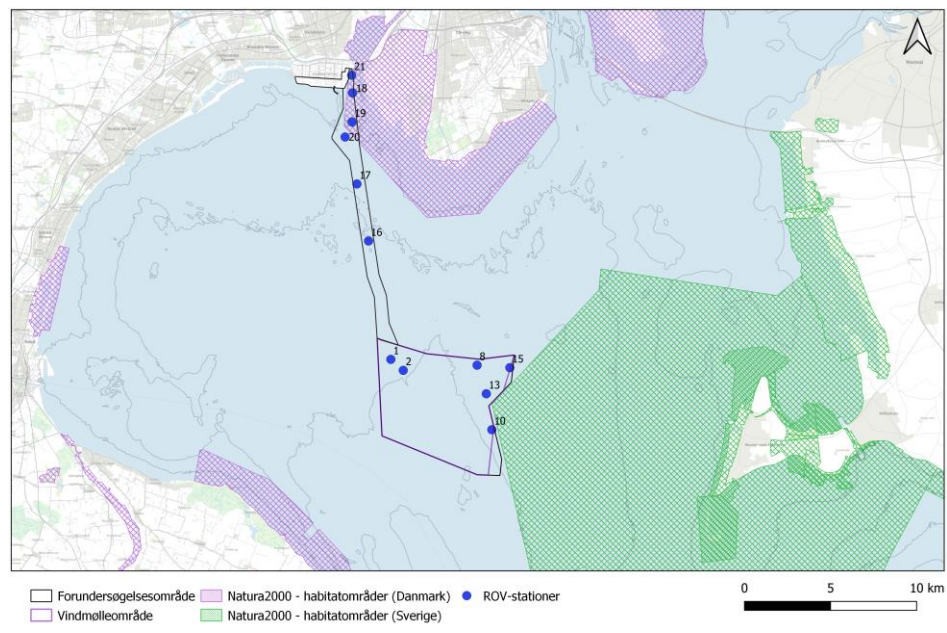
Idet der ikke er identificeret væsentlige påvirkninger, vil afværgeforanstaltninger i forhold til havbundens flora og fauna ikke være nødvendig.

12 Grænseskridende virkninger

Aflandshage Vindmøllepark planlægges opført ved den internationale grænse til Sverige i Øresund og afstanden til den svenske kyst vil være mellem 13-14 km til nærmeste vindmølle. Anlægsaktiviteterne kan have en påvirkning uden for forundersøgelsesområdet og i Svenske farvand, da suspenderet sediment kan føres med havstrømmen og utilsigtet påvirke de svenske havbundsområder, herunder Natura 2000-området Falsterbo halvøen. Ifølge sedimentmodellen vil der i svensk farvand forekomme en maksimal sedimentkoncentration på ca. 100-200 mg/l, og varigheden af sedimentkoncentrationer over 10 mg/l vil være under 2 dage, Figur 7.1 og Figur 7.2. Ligeledes forventes aflejring af det suspenderede materiale på mellem 0 og 1 millimeter, Figur 7.6..

På baggrund af tærskelværdierne beskrevet i afsnit 5.2.1, og det meget korte tidsrum med forøgede koncentrationer vurderes påvirkningen fra suspenderet sediment og sedimentation og potentielle grænseoverskridende virkninger på svenske habitatområder at være **lille**.

Figur 12.1. Placering af de danske og svenske habitatområder i forhold til forundersøgelsesområdet for Aflandshage Vindmøllepark.



13 Afværgeforanstaltninger

Idet der ikke er identificeret væsentlige påvirkninger, vil afværgeforanstaltninger i forhold til havbundens flora og fauna ikke være nødvendig.

14 Eventuelle mangler

Der er ikke identificeret mangler.

15 Referencer

- Airoldi, L. (2003). The effects of sedimentation on rocky coast assemblages. *Oceanographic Marine Biology Ann Rev* 41., s. 161–236.
- Burke et al., B. M. (1996). Non-structural carbohydrate reserves of eelgrass *Zostera marina*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 137, 195-201.
- Chandrasekara, W. U., & Frid, C. L. (1998). A laboratory assessment of the survival and vertical movement of two epibenthic gastropod species: *Hydrobia ulvae* (Pennant) and *Littorina littorea* (Linnaeus), after burial. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 221., s. 191–207.
- Chapman et.al., A. A. (2002). Differential effects of sediments on survival and growth of fucus serratus embryos (fucales, phaeophyceae). *Journal of Phycology*, Volume38, Issue5, s. 894-903.
- Chartrand, K., Bryant, C., Carter, A., Ralph, P., & Rasheed, M. (2016). Light Thresholds to Prevent Dredging, Impacts on the Great Barrier Reef, Seagrass, *Zostera muelleri* ssp. *capricorni*. *Front. Mar. Sci.* 3:106. doi: 10.3389/fmars.2016.00106.
- Dennison et. al., W. O. (1993). Assessing Water Quality with Submersed Aquatic Vegetation. *BioScience*, s. Vol. 43, No. 2. 86-94.
- Devlinny, J. S., & Volse, L. A. (1978). Effects of sediments on the development of *Macrocystis pyrifera* gametophytes. *Marine Biology volume 48*, s. 343–348.
- Duarte, M. (1995). Submerged vegetation in relation to different nutrient regimes. *Ophelia* 41,, s. 87-112.
- Energinet. (2015). Technical Project Description for Offshore Wind Farms (200 MW). Offshore Wind Farm at Vesterhav Nord, Vesterhav Syd, Sæby, Sejerø Bugt, Smålands-farvandet and Bornholm. Illustration courtesy of Rambøll.
- Eriksson, B. K., & Johansson. (November 2005). Effects of sedimentation on macroalgae: species-specific responses are related to reproductive traits. *Oecologia* 143(3), s. 438-48.
- Essink. (1999). Essink K. Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. *Journal of Coastal Conservation* 5:69-80.
- Essink et al. (September 1986). Essink K., Tydeman P., De Koning F., Kleef H.L. On the adaptation of the mussel *Mytilus edulis* L. to different SPM concentrations In: Klekowski RZ, Styczynska-Jurewicz E, Falkowski L (eds.) Proc. 21st European Marine Biology Symposium, 15–19 Sept. 1986.
- Essink, K. (1999). Ecological effects of dumping of dredged sediments: options for management. . *Journal of Coastal Conservation*, s. 5, 69–80.

- FEMA. (2013). *Fehmarnbelt Fixed Link EIA. Marine Fauna and Flora – Impact Assessment. Benthic Fauna of the Fehmarnbelt Area - Report No. E2TR0021 - Volume II*. København: Femern A/S.
- FEMA. (2013). *Fehmarnbelt Fixed Link EIA. Marine Fauna and Flora – Impact Assessment. Benthic Flora of the Fehmarnbelt Area*. København: Femern A/S.
- Femern. (2013). *VVM-redegørelse for den faste forbindelse over Femern Bælt (kyst-kyst)*. København: Femern Sund & Bælt.
- Femern, Sund og Bælt. (2013). *Fehmarnbelt Fixed Link EIA. Marine Fauna and Flora – Impact Assessment. Benthic Flora of the Fehmarnbelt Area. Report No. E2TR0021 - Volume I*.
- GEUS. (2020). *Background Report for geophysical mapping and characterization of the seabed. Offshore windfarm Aflandshage*. GEUS.
- GEUS. (2020). *Background Report for geophysical mapping and characterization of the seabed. Offshore windfarm Nordre Flint*. GEUS.
- GEUS. (2020a). *Background report for geophysical mapping and characterization of the seabed. Aflandshage windfarm area*.
- GEUS. (2020a). *Background Report for geophysical mapping and characterization of the seabed. Offshore windfarm Aflandshage*. GEUS.
- 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 .
- Google Earth (C). (2006-2020). Google Earth (C). København, Øresund, Danmark.
- Hinchey et.al., E. S. (2006). Responses of estuarine benthic invertebrates to sediment burial: The importance of mobility and adaptation. *Hydrobiologia*, s. 556, 85–98.
- Jørgensen et. al., T. J. (2013). *Tilvejebringelse af et fagligt grundlag for genetablering af spredte stenrev i de centrale dele af Limfjorden*. . Limfjordsrådet. 36 sider.
- Kjørboe et al. (1981). Kjørboe T., Møhlenberg F., Nøhr O. Effect of suspended bottom material on growth and energetics in *Mytilus edulis*. *Mar Biol* 61: 283-288.
- Kortforsyningen. (29. 10 2020). *Kortforsyningen*. Hentet fra Kortforsyningen.dk/: <https://kortforsyningen.dk/>
- LBK nr 973 af 25/06/2020. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM). Miljø- og Fødevareministeriet.

- LBK nr 973 af 25/06/2020. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM). Miljø- og Fødevareministeriet.
- Lisbjerg, D., Petersen, J., & Dahl, K. (2002). Biologiske effekter af råstofindvinding på epifauna. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 391, 56 pp.
- Lohrer et.al., A. T. (2004). Terrestrially derived sediment: response of marine macrobenthic communities to thin terrigenous deposits. . *Marine Ecology Progress Serie, 273*, s. 121- 138.
- Lyngby , J. E., & Mortensen, S. M. (1996). Effects of Dredging Activities on Growth of *Laminaria saccharina*. *Marine Ecology, Volume17, Issue1-3*, s. 345-354.
- Markager, S., & Sand-Jensen, K. (1992). Light requirements and depth zonation. *Marine Ecology Progress Series*, s. 88:83 - 92.
- Miljø- og Fødevareministeriet. (2019). *Danmarks Havstrategi II God miljøtilstand, Basisanalyse, Miljømål*. København: Miljø- og Fødevareministeriet, ISBN: 978-87-93593-73-2.
- Miljøministeriet. (2010). *Bekendtgørelse om vurdering af visse offentlige og private anlægs virkning på miljøet (VVM) i medfør af lov om planlægning. BEK. nr. 1510 af 15/12/2010*. Miljøministeriet.
- Miller et. al., D. M. (2002). : Detrimental effects of sedimentation on marine benthos: what can be learned from natural processes and rates? *Ecological Engineering* , s. 19, 211–232.
- Moeslund et al. (2019). Den danske Rødliste. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. www.redlist.au.dk. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet.
- Munkes, B. (2005). *Seagrass systems. Stability of seagrass systems against anthropogenic impacts*. Kiel, Germany. 111 pp.: PhD Thesis, Christian-Albrechts-University .
- Navarro , J. M., & Widdows, J. (1997). Feeding physiology of *Cerastoderma edule* in response to a wide range of seston concentration. *Marine Ecology Progress Series 152*, s. 175–186.
- Neckles et. al., H. S. (2005). Disturbance of eelgrass *Zostera marina* by commercial mussel *Mytilus edulis* harvesting in Maine: dragging impacts and habitat recovery. *Mar. Ecol. Prog. Ser. 285,,* s. 57-73.
- NIRAS. (2021). Aflandshage/Nordre Flint Vindmøllepark: Baggrundsrapport for Kystmorfologi, klapning, hydraulik mv. HOFOR Vind A/S.
- NIRAS. (2021). Offshore and Onshore Technical Project Description: Aflandshage Windfarm. HOFOR Vind A/S.

- ODA. (01. 08 2020). *Overfladevandsdatabasen (ODA)*. Hentet fra Miljøministeriets og DCE, Aarhus Universitetet: <https://odaforalle.au.dk/>
- Olesen et. al., S. J. (2020). *BÆLTHAVET NATURKORTLÆGNING - Analyse af eksisterende netværk af beskyttede havområder i Bælthavet*. København: Miljø- og Fødevareministeriet.
- Olesen, B., & Sand-Jensen, K. (1994). Patch dynamics of eelgrass *Zostera marina*. *Mar. Eco. Prog. Ser. Vol. 106*, s. 147-156.
- Orbicon A/S. (2014). *Miljøvurdering for Fællesområde 548-BA Juelsgrund - Miljøvurdering*. Glostrup: NCC Roads.
- Petersen, J. (2018). Menneskeskabte påvirkninger af havet:- Andre presfaktorer end næringsstoffer og klimaforandringer. DTU Aqua-rapport nr. 336-2018. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 118 pp. + bilag.
- Plus et. al, M. D.-P.-M. (2003). Seagrass (*Zostera marina* L.) bed recolonisation after anoxia-induced full mortality. *Aquatic Botany 77*,, s. 121-134.
- Purchon. (1937). Purchon R.D. Studies on the biology of the Bristol Channel. *Proceedings of the Bristol Naturalists' Society 8: 311-329*.
- Staeher, P., Göke, C., Holbach, A., K.-J. D., Timmermann, K., Upadhyay, S., & Ørberg, S. (2019). Habitat Model of Eelgrass in Danish Coastal Waters: Development, Validation and Management Perspectives. *Front. Mar. Sci.* 6:175. doi: 10.3389/fmars.2019.00175.
- Stenbjerg, C., & Kristensen, L. (2015). *Stenrev som gyde- og opvækstområde for fisk (Revfisk)*. Charlottelund: DTU Aqua-rapport nr. 294.
- Støttrup et al, J. S. (2013). *Stenrev - Gennemgang af den biologiske og økologiske viden, der findes om stenrev og deres funktion i tempererede områder*. Charlottenlund: DTU Aqua-rapport nr. 266.
- Umar et. al., M. M. (1998). Effects of sediment deposition on the seaweed *Sargassum* on a fringing coral reef. *Coral Reefs 17*, s. 169-177.
- Velasco, L. A., & Navarro, J. M. (2002). Feeding physiology of infaunal (*Mulinia edulis*) and epifaunal (*Mytilus chilensis*) bivalves under a wide range of concentration and quality of seston. *Marine Ecology Progress Series 240*, s. 143-155.

16 Bilag

16.1 Bilag 1 Habitatklassifikation

Kategori	Overordnet habitattype i Østersøen inkl. Bælthavet Dansk	Total areal, (km ²)
Littoral (tidevands- og kystzone)	Littoral klippe, sten og biogent rev (Littoral rock and biogenic reef)	Ikke kortlagt
	Littoralt sediment (Littoral sediment)	Endnu ikke konsekvent kortlagt men findes i hele Danmark.
Infralittoral (vanddæk- ket zone domineret af makroalger, zonen ophører ved 1 % lysnedtrængning)	Infralittoral klippe, sten og biogent rev (Infralittoral rock and biogenic reef)	171
	Infralittoralt groft sediment (Infralittoral coarse sediment)	96
	Infralittoralt blandet sediment (Infralittoral mixed sediment)	4.021
	Infralittoralt sand (Infralittoral sand)	4.899
	Infralittoralt mudder (Infralittoral mud)	2.855
Circalittoral (faunado- mineret zone, svag lystilførsel)	Circalittoral klippe, sten og biogent rev (Circalittoral rock and biogenic reef)	87
	Circalittoralt groft sediment (Circalittoral coarse sediment)	58
	Circalittoralt blandet sediment (Circalittoral mixed sediment)	2.076
	Circalittoralt sand (Circalittoral sand)	2.522
	Circalittoralt mudder (Circalittoral mud)	3.029
Offshore circalittoral (nederste del af circa- littoral, ikke lys til foto- syntese)	Offshore circalittoral klippe, sten og biogent rev (Offshore circalittoral rock and biogenic reef)	Ikke i Danmark
	Offshore circalittoralt groft sediment (Offshore circalittoral coarse sediment)	1.282
	Offshore circalittoralt blandet sediment (Offshore circalittoral mixed sediment)	Ikke i Østersøen
	Offshore circalittoralt sand (Offshore circalittoral sand)	292
	Offshore circalittoralt mudder (Offshore circalittoral mud)	7.167
Bathyal (kontinentalskråning)	Øverste bathyalt klippe, sten og biogent rev (Upper bathyal rock and biogenic reef)	Ikke i Danmark
	Øverste bathyalt sediment (Upper bathyal sediment)	Ikke i Østersøen
	Nederste bathyal klippe, sten og biogent rev (Lower bathyal rock and biogenic reef)	Ikke i Danmark
	Nederste bathyalt sediment (Lower bathyal sediment)	Ikke i Danmark
Abyssal	Abyssal	Ikke i Danmark
	Uklassificeret	0,5
	<i>Total</i>	28.559