

Til
Energinet.dk

Dokumenttype
Rapport

Dato
November, 2022

ENERGIØ BORNHOLM

TEKNISK RAPPORT - SKIBSTRAFIK OG SEJLADSSIKKERHED



ENERGIØ BORNHOLM

TEKNISK RAPPORT - SKIBSTRAFIK OG SEJLADSSIKKERHED

Projektnavn **Energiø Bornholm**
Projektnr. **1100048531**
Modtager **Energinet.dk**
Dokumenttype **Rapport**
Version **3.0**
Dato **2022/11/09**
Udarbejdet af **CMFA**
Kontrolleret af **TOKJ**
Godkendt af **EKLN**
Godkendt af **BES**
Energinet
Beskrivelse **Vurdering af skibstrafikken og sejladssikkerheden i forbindelse med opførelse af havvindmøller ved Energiø Bornholm**

Rambøll
Hannemanns Allé 53
DK-2300 København S

T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
<https://dk.ramboll.com>

INDHOLD

1.	Opsummering	3
2.	Introduktion	4
2.1	Formål med rapporten	5
2.2	Generel metode til vurdering af sejladsikkerhed	5
2.2.1	HAZID-workshop	5
2.2.2	Data og risikoanalyse	6
3.	Projektbeskrivelse	9
3.1	Placering af Energiø Bornholm	9
3.2	Vindmøller og opstillingsmønstre	11
3.3	Sejladskorridorer	13
3.4	Vejrforhold og bathymetri	14
4.	Baseline	17
4.1	Skibstrafik i området	17
4.1.1	Fiskere	23
4.1.2	Lystsejlere	25
4.1.3	Fremtidens skibstrafik	26
4.1.4	Kendte hændelser i området	28
4.2	Modellering af skibstrafik og kollisionsscenarier	30
4.3	Modellering af basisscenariet	32
4.4	Kollisionsfrekvenser	33
4.5	Risikovurdering	34
5.	Vurdering af påvirkning	36
5.1	Omlægning af skibstrafik	36
5.2	Kollisionsfrekvenser	42
5.3	Risikovurdering	44
5.3.1	Risiko i anlægsfase og nedtagningsfase	49
5.4	Andre forhold	50
5.4.1	Kabler fra Energiø Bornholm	50
5.4.2	Fiskeri	53
5.4.3	Lystsejlere	53
5.4.4	Radarforstyrrelser	54
5.5	SAR-operationer – redningsoperationer	54
5.6	Kumulative projekter	54
6.	Konklusion og anbefalinger	56
7.	Referencer	59

APPENDICES

Appendiks 1

IWRAP Modelleringsdetaljer

Appendiks 2

Detaljeret information om skibstrafikken

FORKORTELSER

IMO	Den Internationale Søfartsorganisation
FSA	Formel Sikkerhedsvurdering
HAZID	Hazard Identification
AIS	Automatic Identification System
HVDC	Højspændings Jævnstrøm
EEZ	Exclusive Economic Zone
TSS	Traffic Separation Scheme
HVAC	Højspændings Vekselstrøm
VMS	Vessel Monitoring System
HELCOM	Den Baltiske Havmiljøbeskyttelseskommision
MAS	Maritime Assistance Service (Søværnet)
EFS	Efterretninger for Søfarende
ECDIS	Elektronisk kortvisning og informationssystem

1. OPSUMMERING

Sejladssikkerheden er i nærværende rapport vurderet i forbindelse med anlæg, drift og nedtagning af havvindmøller og kabler inden for rammerne af udkast til planen for Energiø Bornholm. Skibstrafikken i området er analyseret med udgangspunkt i historisk viden om et års skibsbevægelser i området, og det er vurderet hvordan skibstrafikken må skulle tilpasse sig efter etablering af havvindmøller inden for planområderne.

Området er i forvejen stærkt trafikeret, og trafikken forløber overordnet set i velplanlagte og ensrettede trafikstrømme. Mødesituationer mellem skibe og risikoen for blackout / maskinsvigt giver dog også inden etablering af Energiø Bornholm anledning til en del hændelser i området; herunder skibskollisioner, grundstødninger og slæbte ankre, som har resulteret i kabelbrud.

Havvindmøller i området vil udgøre hindringer, som skibe vil kunne kolliderer med, samtidig med at nogle sejlruiter må forventes omlagt. Omlægningen af skibstrafikken vurderes at medføre fortætning af trafikken på visse allerede eksisterende ruter, samt etablering af en ny sejladskorridor imellem to af planområderne.

Den tættere trafik vil kunne medføre en lille øget risiko for skibskollisioner, ligesom særligt blackout / maskinsvigt vil give en risiko for kollisioner mellem skibe og havvindmøller. En række risikoreducerende tiltag under såvel anlæg, drift og nedtagning, vurderes dog at medvirke til, at sejladssikkerheden i området vil kunne opretholdes på et acceptabelt niveau.

For mere detaljerede konklusioner og anbefalinger henvises til afsnit 6.

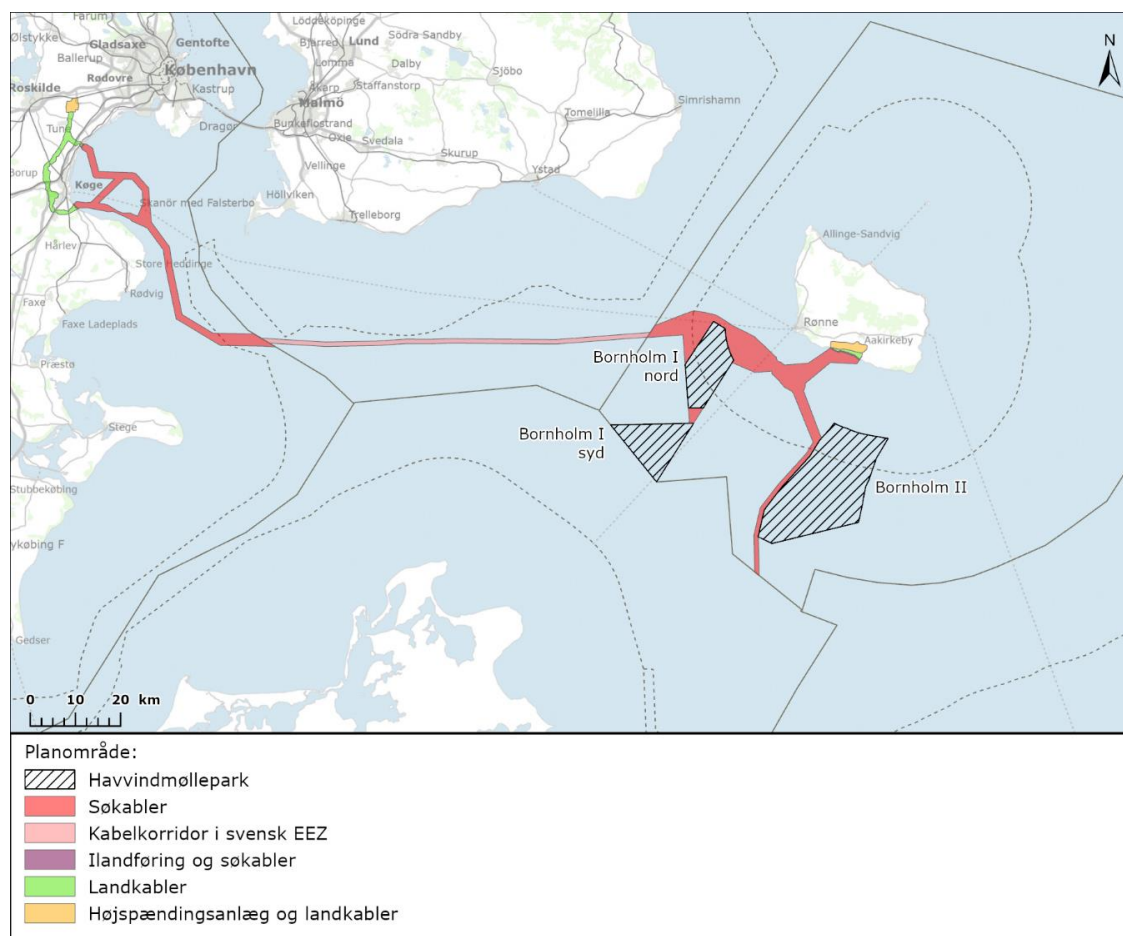
2. INTRODUKTION

Energiøerne markerer begyndelsen på en ny æra for produktion af energi fra havvind, der sigter mod at skabe en vedvarende energiforsyning til det danske og udenlandske elnet. Øerne, der fungerer som vedvarende kraftværker til søs, forventes at spille en stor rolle i udfasningen af fossile energikilder i Danmark og Europa. Der er planlagt én energiø i Nordsøen og én i Østersøen.

Efter politisk aftale om energiøerne er indgået, spiller Energistyrelsen en nøglerolle i at lede projektet, der skal transformere de to energiøer fra vision til virkelighed. Energiø-projekterne er pionerprojekter, der vil nødvendiggøre udbredelsen af eksisterende viden i en helt ny kontekst.

Planen for Program Energiøen Bornholm ("Planen") sætter rammerne for opførelsen af Energiøen Bornholm – en af de første energiøer i verden og et banebrydende havvindenergiknudepunkt i Østersøen (se Figur 2-1).

Planen omfatter havplanlægningsområder for en havvindmøllepark 15 km fra Bornholm, og for undersøiske kabler i dansk farvand mellem Bornholm og Sjælland samt mellem Bornholm og tysk farvand.



Figur 2-1 Planområder i Planen for Program Energiø Bornholm.

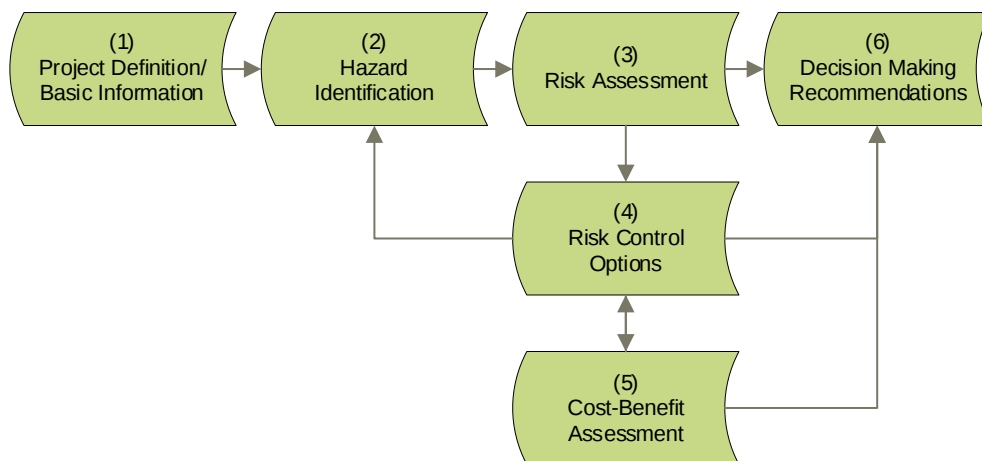
Det før nævnte planområde er opdelt i tre havvindmølleområder: Bornholm I Syd (118 km²), Bornholm I Nord (123 km²) og Bornholm II (410 km²). Planområdet vil indeholde vindmøller med en maksimal højde på 330 m, maksimalt 7 transformerplatforme og undersøiske kabler. Disse tre havvindmølle områder vil have en samlet produktionskapacitet på maksimalt 3,8 GW. Yderligere information om planområdet kan findes i udkastet til den strategiske miljøvurdering for dette projekt.

2.1 Formål med rapporten

Rapporten beskriver den maritime trafik i området og giver en vurdering af den maritime trafik og sejladsikkerhed baseret på en analyse af området omkring havvindmølleparkerne samt en høring af relevante brugere af farvandet. Vurderingen sker i forhold til planen for Energiø Bornholm og som baggrund for en fremtidig miljøkonsekvensvurdering for et konkret projekt.

2.2 Generel metode til vurdering af sejladsikkerhed

Vurderingen af sejladsikkerheden er gennemført ud fra standardmetoden fra Den Internationale Søfartsorganisation (IMO). IMO udstikker en retningslinje for formel sikkerhedsvurdering (FSA), der sætter rammerne for risikovurdering. En skematisk illustration af FSA-processen er vist i Figur 2-2. FSA-principperne følges for denne tidlige fase af projektet; det vil sige, at fareidentifikation og indledende risikovurdering inklusive effekt af risikoreducerende foranstaltninger udvikles som en del af baggrunden for miljøvurderingen i forhold til sejladsikkerheden, samt som baggrundsinformation for en fremtidig miljøkonsekvensvurdering for et konkret projekt.



Figur 2-2. Skematisk illustration af trin frem til en risikovurdering og beslutninger taget på baggrund af risikovurderingen.

2.2.1 HAZID-workshop

Som baggrund for vurderingen af konsekvenserne for skibstrafikken og input til miljøvurderingen for etableringen af Energiø Bornholm, havvindmølleparkerne i Østersøen sydvest for Bornholm, blev der den 15. december 2021 afholdt en workshop. Workshoppens formål var at konsultere de maritime brugere om identifikation af mulige farer (HAZID), for at adressere effekten på sejladsikkerheden i forhold til Energiø Bornholm.

Formålet med at gennemføre fareidentifikationsprocessen var at identificere farer relateret til sejladsikkerheden under anlæg og drift af Energiø Bornholm. Fremtidige nedtagningsaktiviteter blev ikke adresseret specifikt, men forventes til en vis grad at være sammenlignelige med anlægsaktiviteter. De input, der blev givet på workshoppen, indgår som grundlag for miljøvurderingen af planen og den maritime risikovurdering, som teknisk baggrund for fremtidige projektfaser. De detaljerede input givet på workshoppen kan ses i HAZID-rapporten i ref. /1/.

På HAZID-workshoppen blev områderne Bornholm I nord og Bornholm I syd (se Figur 2-1) præsenteret som et sammenhængende område uden mulighed for passage mellem de nuværende to delområder. Da de opdaterede områder er reduceret i forhold til områderne præsenteret på HAZID-workshoppen som følge af et militært øvelsesområde og sejladskorridoren syd for Bornholm på tværs af planområdet for Bornholm I, er der ikke gennemført en ny fareidentifikation. Nogle af de identificerede farer relateret til mulighed for passage på tværs af området er derudover adresseret med de opdaterede planområder. Dette tages i betragtning i nærværende risikoanalyse.

Der blev i alt identificeret tre specifikke farer relateret til anlægsfasen og derudover 16 farer relateret til driftsfasen.

2.2.2 Data og risikoanalyse

Sejladsikkerheden undersøges bl.a. ud fra AIS-data (Automatic Identification System). AIS-data bruges som basis til at kvantificere skibsbevægelser inden for analyseområdet. Sammen med input fra HAZID-workshoppen er det den vigtigste datakilde til risikoberegningerne. AIS er et maritimt radiosystem til automatisk identifikation af skibe og andre enheder ifm. søfart. Systemet fungerer ved at skibe er udstyret med en AIS-sender, som fra tid til anden sender en digital radiomeddelelse i det reservede VHF-bånd. Beskeden indeholder blandt andet oplysninger om skibets navn, geografiske placering, kurs, hastighed, dybgang med mere, og er tilgængelig fra andre AIS-modtagere, der er inden for rækkevidde. AIS-udstyr er et krav til alle skibe over 300 bruttoton, alle passagerskibe og alle fiskefartøjer over 15 meter i længden (EU-regler), som nævnt i ref. /3/.

For militærfartøjer er der intet krav om at bruge AIS. Det samme er tilfældet for mindre fartøjer, herunder primært lystbåde. Nogle af disse har dog valgt at have en AIS-sender for at være mere synlige til søs og vil derfor også være at finde i data. Dette medvirker til at antallet af lystfartøjsejere der har en AIS-sender er stigende og gør AIS-data til et værdifuldt datasæt til risikovurderinger, der gør det muligt at lave repræsentative trafikmønstre og ruter til rekreative aktiviteter.

Da ikke alle skibe angiver deres skibstype i AIS-data, vil disse blive præsenteret som "andre skibe". Det er ofte militærfartøjer, lystbåde eller andre mindre skibe, der ikke har udfyldt deres skibsoplysninger.

AIS-data for hele 2019 hentet fra Søfartsstyrelsen, ref. /2/, er valgt som grundlag for analysen. Derudover er AIS-data for år 2021 undersøgt for eventuelle ændringer i skibstrafikmønstre, ruter, havvindmølleparker eller andre effekter, som medtages i analysen og risikovurderingen. Data fra 2020 vurderes i høj grad at være påvirket af COVID-19-pandemien, som brød ud i foråret 2020.

Data for 2020 er derfor ikke anvendt i analysen. Det bemærkes, at de anvendte AIS-data er dækkende inden for dansk EEZ, samt i et vist omfang i områderne udenfor. Dækningen er dog mere sporadisk længere fra dansk EEZ.

Modelleringen af skibstrafikken er foretaget i den IALA-anbefalede software IWRAP, ref. /4/, /5/. I modelleringsprocessen er der taget højde for input fra HAZID-workshoppen. Modellering i IWRAP benyttes til at estimere frekvensen for kollisioner mellem skibe, hhv. mellem skibe og havvindmøller, samt grundstødninger. Modelleringsprincipper og kollisionsmodeller for skibstrafikken er beskrevet i appendiks 1.

Risikovurderingen foretages som en komparativ analyse, hvor risikoen modelleres i et basisscenario med de nuværende forhold, samt i fremtidige scenarier med Energiø Bornholm i drift. Her vil nogle sejlruiter og trafikintensiteter være ændret, ligesom placeringen af havvindmøller i området vil kunne udgøre en risiko for skibstrafikken. Ved modelleringen af risiko tages højde for eksisterende, nærliggende havvindmølleparker. For de fremtidige forhold modelleres risikoen for to forskellige indikative opstillingsmønstre for vindmøller, se afsnit 3.2.

Konsekvenserne ved en kollision er ikke estimeret i detaljer i relation til personskaade, skade på udstyr og miljøskade. Derimod er omfanget af konsekvenserne ved en kollision kvalitativt vurderet og relateret til rammerne indikeret af Søfartsstyrelsen i dokument "Entrepreneurarbejder til søs". Klassificeringen af konsekvensstørrelsen foretages her på en skala fra 0 til 4 i relation til omtrentlige omkostninger fra begrænset til katastrofal skade, se Figur 2-3.

Incident (What could go wrong? "brainstorm")	Consequence figure (total amount for environmental cleaning, loss of values, loss of lives/injuries per year): 0 in the amount of DKK 20,000 (limited) 1 in the amount of DKK 200,000 (minor) 2 in the amount of DKK 2,000,000 (considerable) 3 in the amount of DKK 20,000,000 (serious) 4 in the amount of DKK 200,000,000 and above (catastrophic)	Probability 7=10 accidents/year (often) – about once a month 6=1 accidents/year (relatively often) – once a year 5=0.1 accident/year (probable) – once every 10. year 4=0.01 accident/year (possible) – once every 100. year 3=0.001 accident/year (seldom) – once every 1000. year 2=0.0001 accident/year (very seldom) – once every 10,000. year 1=0.00001 accident/year (extremely seldom) – once every 100,000. year 0=0.000001 accident/year (improbably seldom) – once every 1,000,000. year	M	R (C+P) <5>

Figur 2-3. Søfartsstyrelsens vurderingsskema for vurdering af sejladsikkerheden ved arbejder til søs, ref. /13/.

Vurderingsskemaet er ikke i udgangspunktet møntet på en driftsfase, men anvendes til at give en indikation af risikoniveauet.

Frekvensen for ulykker af forskellig art fastlægges på baggrund af analyser af skibstrafikken, grundlæggende estimering af kollisionsfrekvenser foretaget i IWRAP og efterfølgende vurderinger.

Lystsejlere og fiskere vil ikke nødvendigvis følge simple ruter igennem området, og vil ikke nødvendigvis i fuldt omfang være omfattet af AIS-data. Der er derfor foretaget separate, kvalitative vurderinger for disse.

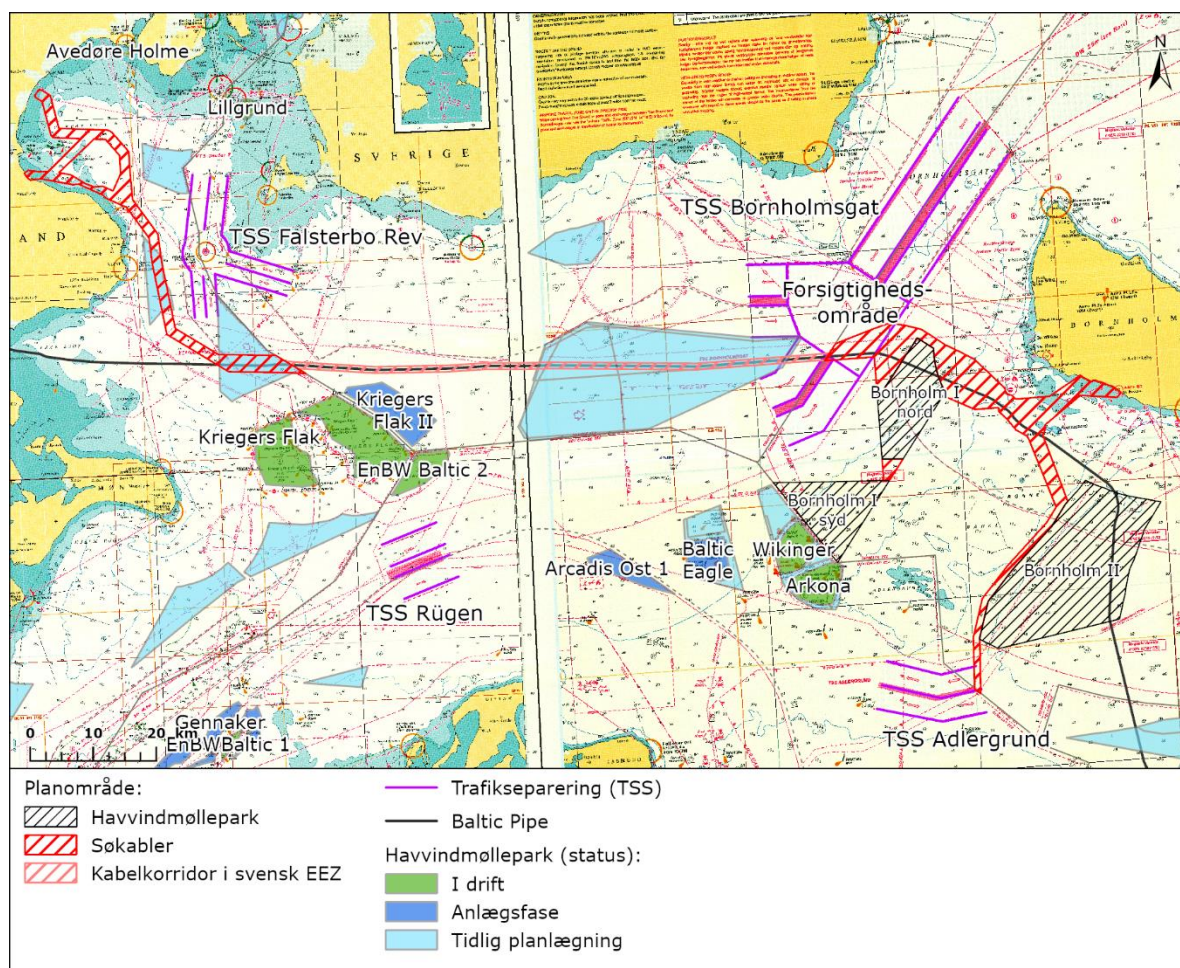
Risikovurderingen er gennemført for planen for program Energiø Bornholm i forhold til kabeltraceer og mulige vindmølleopstillinger inden for planområderne. Formålet med denne rapport er at vise, at det er muligt at etablere planen (havmøllerne og søkablerne) samtidigt med, at sejladsikkerheden opretholdes på et acceptabelt niveau og kan som sådan anvendes som baggrund for fremtidige projektfaser. Risikovurderingen bør dog genbesøges og opdateres i forhold til gennemførelse af et konkret projekt inden for planområderne.

3. PROJEKTBEKRIVELSE

I dette afsnit beskrives projektet og området hvor Energiø Bornholm planlægges etableret; herunder tekniske specifikationer for havvindmøllerne, opstillingsmønstre og kabelføringer, samt nærliggende skibstrafikruter og vind- og vejrf forhold.

3.1 Placering af Energiø Bornholm

Havvindmøllerne til Energiø Bornholm planlægges placeret syd og sydvest for Bornholm. Figur 3-1 viser planområderne til opstilling af vindmøller, områder til kabelføringer fra vindmøllerne til Bornholm, samt et trace til højspændings jævnstrøms-kabler (HVDC) mellem Bornholm og Sjælland. Projektet er planlagt med tre planområder til opstilling af havvindmøller beliggende i dansk farvand; hhv. Bornholm I nord og Bornholm I syd placeret sydvest for Bornholm og Bornholm II placeret syd for Bornholm.



Figur 3-1. Placering af kabler, undersøgelsesområde og havvindmølleparkerne for Energiø Bornholm.

Der er en intens skibstrafik i området, og en del af trafikken styres af trafiksepareringssystemer (TSS'er), hvor skibstrafikken er ensrettet og særlige regler gælder for eksempel krydsende

trafik. TSS Bornholmsgat og TSS Adlergrund ligger umiddelbart nord og syd for planområderne, og særligt TSS Bornholmsgat er tæt trafikeret, da dette område udgør hovedruten ind og ud ad Østersøen. Den intense skibstrafik i farvandet fremgår i Søfartsstyrelsens statistik, der årligt opgør antallet af passager af AIS-udstyrede skibe, der krydser grænsen mellem to farvandsafsnit. Her ses bl.a., at der årligt passerer omtrent 50.000 skibe igennem TSS Bornholmsgat mellem Sverige og Bornholm og derudover ca. 17.000 syd om Bornholm, ref. /2/. TSS Falsterbo Rev og TSS Rügen leder trafikken fra hhv. Øresund og Femern Bælt videre mod TSS Bornholmsgat.

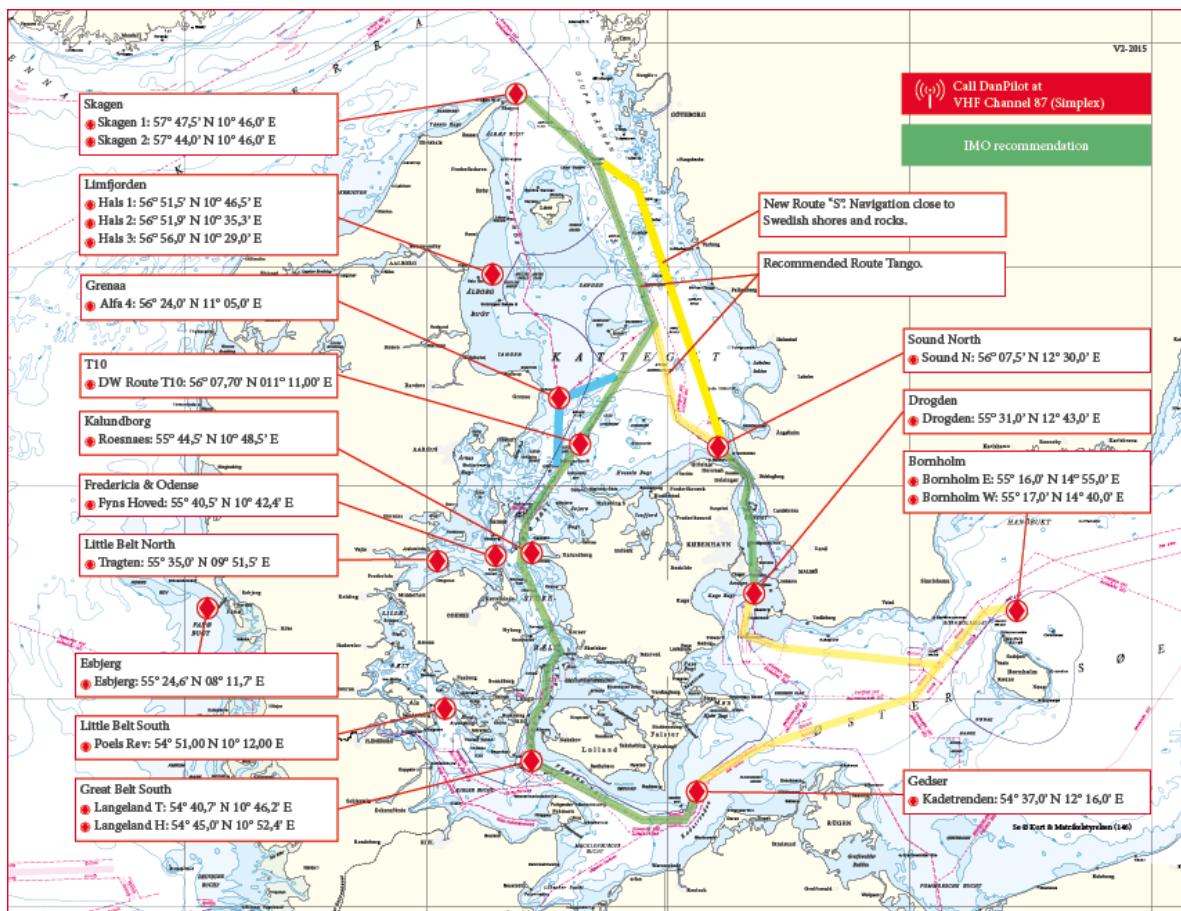
Skibstrafikken, der sejler på ruterne til og fra TSS'erne, sejler langs Bornholm I nord ved TSS Bornholmsgat igennem forsigtighedsområdet. Derudover sejler dagligt færger til og fra Rønne fra bl.a. Køge og Ystad, ligesom en del skibstrafik passerer imellem planområderne Bornholm I nord og syd. Skibstrafikken i området er yderligere detaljeret i afsnit 4.1, hvor AIS-data er behandlet, analyseret og præsenteret.

Inden for planområderne Bornholm I nord, Bornholm I syd og Bornholm II vil der blive etableret et internt kabelnet. Derudover vil der i et område ind til Bornholms sydkyst blive ført kabler med højspændt vekselstrøm (HVAC). Desuden vil der blive etableret op til to kabelsystemer med højspændt jævnstrøm (HVDC) mellem Bornholm og Sjælland via en kabelkorridor, som over en strækning går igennem svensk EEZ.

Eksportkablet mellem Bornholm og Sjælland vil bl.a. krydse TSS Bornholmsgat og forsigtighedsområdet vest for Bornholm og passere sydvest om TSS Falsterbo ved Sjællands østkyst. Kablet er planlagt til at følge Baltic Pipe rørledningen på den øst-vestgående strækning mellem Bornholm og Sjælland. Eksportkablet har to mulige ilandføringspunkter i Køge Bugt ved hhv. Vallø og Karlstrup Strand, se Figur 3-1.

I området mellem Bornholm og Sjælland er fire vindmølleparker allerede i drift. EnBW Baltic 2 er placeret i tysk EEZ mellem Bornholm og Sjælland syd for Trelleborg. Ved siden af i dansk EEZ er vindmølleparken Kriegers Flak, som er opdelt i et østligt og vestligt vindmølleområde beliggende endnu tættere på HVDC eksportkabernes planlagte korridor. Derudover er vindmølleparkerne Wikingen og Arkona placeret sydvest for enden af Bornholm I syd. Ud over de vindmølleparker, der allerede er i drift, er de planlagte vindmølleparker Arcadis Ost 1 og Baltic Eagle under opførelse og placeret vest for Bornholm I syd. Tæt på EnBW Baltic 2 i tysk farvand og Kriegers Flak i dansk farvand er den godkendte placering for vindmølleparken Kriegers Flak II i svensk farvand. I svensk EEZ er der derudover planlagt flere vindmølleparker. De specifikke placeringer af disse vindmølleparker er vist i Figur 3-1. Realisering af enhver af disse potentielle havvindmølleparker vil kunne føre til en tættere skibstrafik på ruterne; se afsnit 4.1 for en analyse af skibstrafikken i området. Skibstrafikken fra Trelleborg og Ystad på vej mod syd vil f.eks. kunne skulle passere igennem fremtidige havvindmølleparker. Lignende forhold for skibstrafikken vil kunne forventes ved passage imellem Bornholm I nord og Bornholm I syd.

Nord for Bornholm er placeret en lodsstation, se Figur 3-2. Skibe, der skal tage lods, anvender derfor området mellem TSS Bornholmsgat og Bornholm til at sejle mellem forsigtighedsområdet og lodsstationen. Skibe vil derfor gå ind og ud af TSS Bornholmsgat nord for Bornholm I nord for at tage lods, hvilket øger trafiktætheden uden for TSS'en mellem TSS Bornholmsgat og Bornholm.



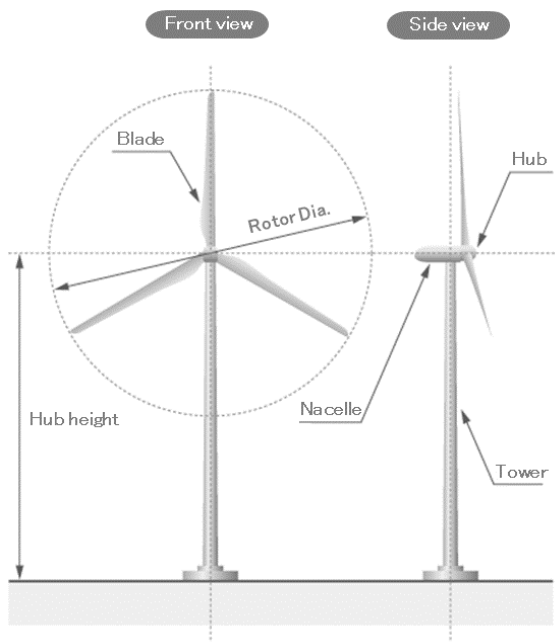
Figur 3-2. DanPilot stationer i danske farvande, kilde: <https://danpilot.dk/pilotage/transit-pilotage/>.

Området omkring Energiø Bornholm er også begrænset af et militært øvelsesområde, som er årsag til, at Bornholm I nord er reduceret mod vest. Påvirkningen af mulighederne for at udføre militære øvelser i området er ikke medtaget i nærværende rapport, der fokuserer på sejladsikkerheden.

3.2 Vindmøller og opstillingsmønstre

Størrelsen og antallet af vindmøller er ikke fastlagt, og den endelige detaljering udestår til et fremtidigt projekt. Til brug for miljøvurderingen er derfor valgt et spænd af vindmøllestørrelser fra 15 MW til 27 MW. Der vurderes på en installeret effekt på op til 3,8 GW, hvoraf de 0,6 GW er installeret som "overplantning". Formålet med overplantning kan for eksempel være at kunne levere den maksimale kapacitet selvom nogle vindmøller er ude af drift eller levere maksimalt tilladt effekt i timer med svagere vind eller til PtX gennem direkte ledninger. Ved overplantning etableres flere vindmøller. I lighed med scenarierne til vurdering af den visuelle påvirkning af Energiø Bornholm, se ref. /18/, er her anvendt to scenarier med en installeret effekt på hhv. 3,2 GW og 3,8 GW.

Forskellige termer er beskrevet i Figur 3-3 og specifikationer for de mindste og største vindmøller på hhv. 15 MW og 27 MW ses i Tabel 3-1. Antallet af vindmøller afhænger af den totale kapacitet og varierer derfor for scenarier med og uden overplantning.



Figur 3-3. Illustration af de tekniske termer der benyttes for vindmøller.

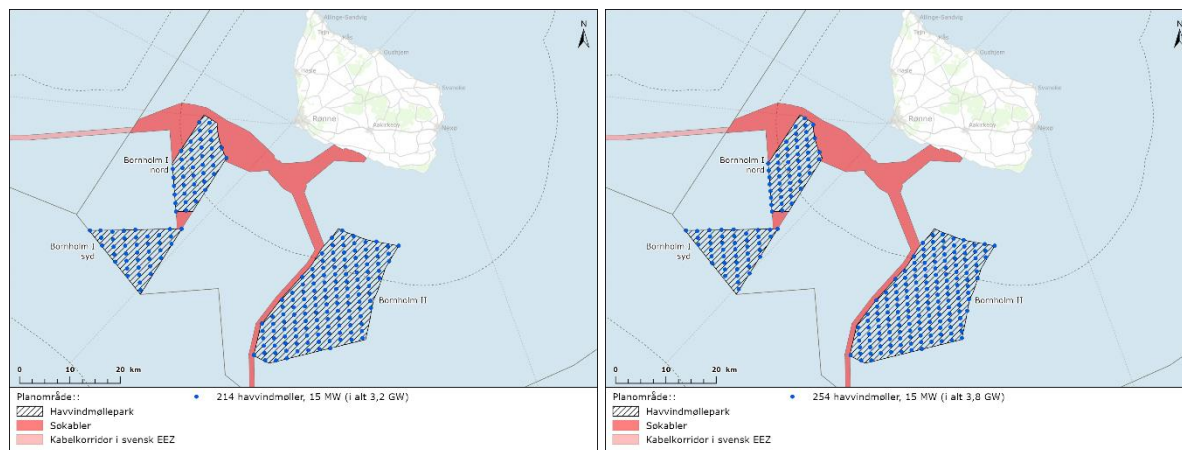
Antallet af vindmøller har en indflydelse på påvirkningen af skibstrafikken. Placeres flere vindmøller, så vil hver af disse kunne give anledning til forstyrrelser. Flere vindmøller i samme område vil medvirke til at de vil stå tættere, blokere udsyn og lede til en øget risiko for skibskollisioner. I risikoanalysen antages konservativt det største antal vindmøller, og der vurderes således på scenarierne med 15 MW-vindmøller hhv. med og uden "overplantning".

Tabel 3-1. Tekniske specifikationer for de forskellige vindmøller der planlægges at installere ved Energiø Bornholm.

Havvindmølle	15 MW vindmøller	27 MW vindmøller
Antal vindmøller	214 stks 3,2 GW 254 stks 3,8 GW (overplantning)	119 stks 3,2 GW 141 stks 3,8 GW (overplantning)
Hub højde	146,5 m	180 m
Rotor diameter	233 m	300 m
Maksimal vingetip højde	263 m	330 m
Afstand fra Middelvandstand til nedre vingetip	30 m	30 m

Mulige opstillingsmønstre for 15 MW havvindmøller er vist i Figur 3-4 for en samlet kapacitet på hhv. 3,2 GW og 3,8 GW. Antallet af vindmøller er færre, hvis der installeres større vindmøller.

Den nærmeste vindmølle vil stå cirka 15 km fra Bornholms kyst. Den korteste afstand til den svenske kyst er omkring 30 km fra Bornholm I nord, og den korteste afstand til den tyske kyst er ca. 40 km fra Bornholm I syd. For Bornholm II er de korteste afstande cirka 65 km til den tyske og polske kyst.



Figur 3-4. Indikative opstillingsmønstre for havvindmøller; hhv. 3,2 GW (venstre) og 3,8 GW (højre) ved anvendelse af 15 MW-havvindmøller.

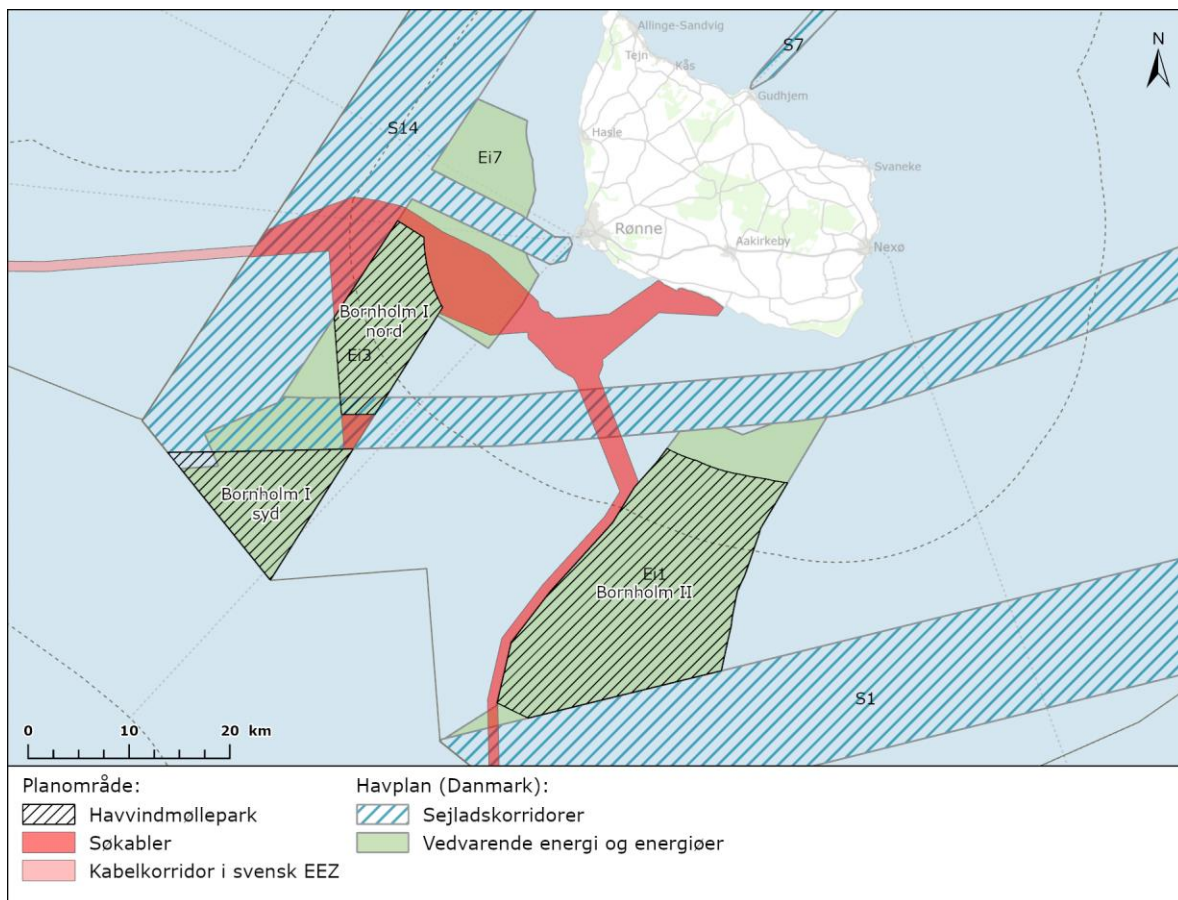
Ud over havvindmøllerne vil der inden for planområder også blive opstillet op til syv transformerstationer. En transformerstation vil være bredere men ikke højere end en vindmølle. Placeringen af transformerstationerne er ikke konkretiseret i forbindelse med analyserne, men de vil sandsynligvis være placeret inde i områderne blandt vindmøllerne for at optimere den samlede kabelføring. Transformerstationerne kan dog også være placeret langs kanten af planområderne.

3.3 Sejladskorridorer

Overordnet er der i Danmark udformet en havplan, som beskriver anvendelse af søterritoriet. Områderne inden for hvilke planområderne Bornholm I nord, Bornholm I syd og Bornholm II er fastlagt, er defineret som udviklingszoner til vedvarende energi og energigør. Relevant for analysen af sejladssikkerheden er også, at der er defineret zoner til sejladskorridorer, som vist i Figur 3-5.

To primære sejladskorridorer er defineret til hovedtrafikken, hhv. en gennem Bornholmsgat nordvest for planområderne, hhv. en syd om Bornholm II. Derudover er der beskrevet en sejladskorridor mellem forsigtighedsområdet og Rønne havn nord om Bornholm I nord, samt en korridor imellem planområderne Bornholm I nord og Bornholm I syd.

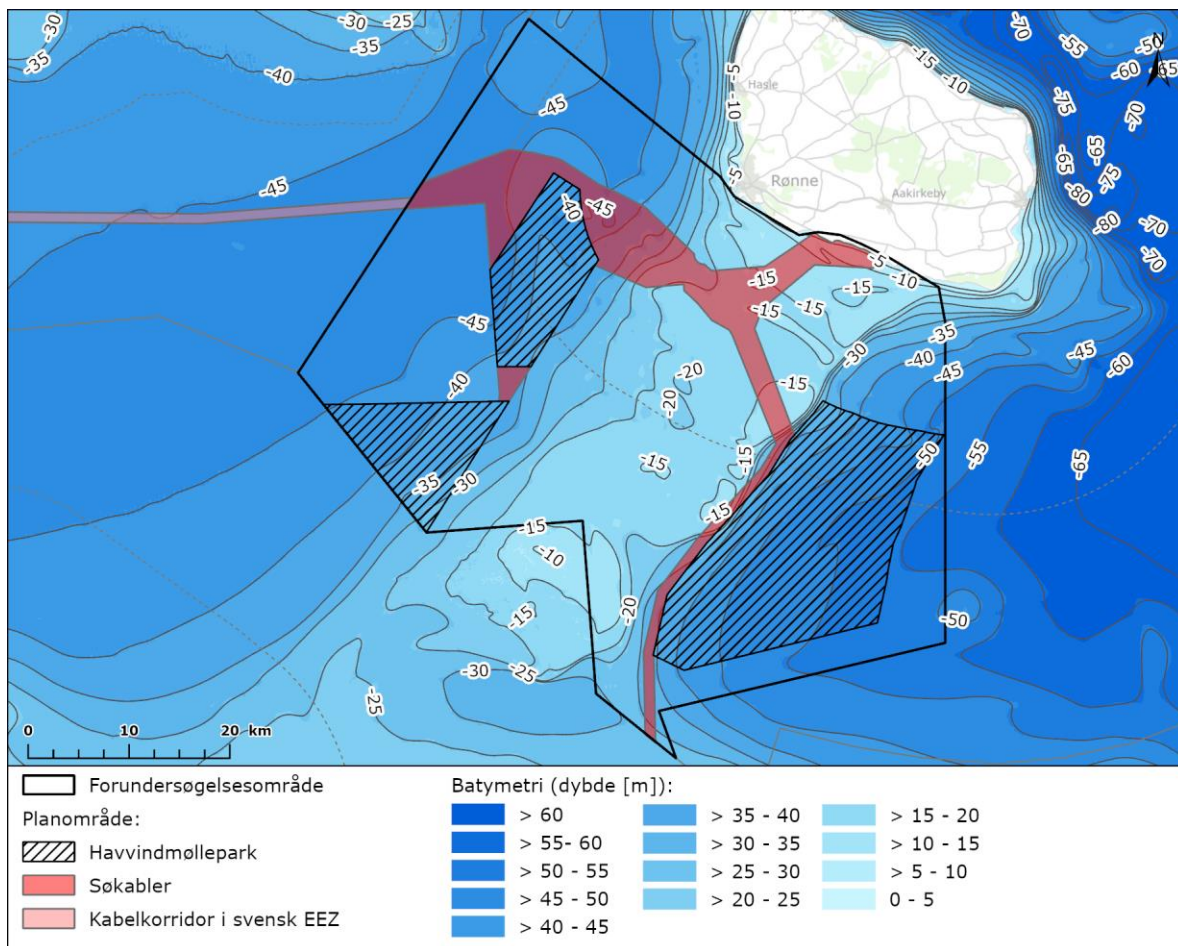
Som beskrevet tidligere er området til udvikling af vedvarende energi reduceret som følge af et militært øvelsesområde, hvorfor området Bornholm I nord er reduceret mod vest. Det er derimod udvidet en smule mod syd ved sejladskorridoren. Sejladskorridoren planlægges derfor indsnævret i området mellem Bornholm I Nord og Bornholm I Syd. Dette beskrives yderligere i afsnit 5.1.



Figur 3-5. Sejladskorridorer ved Bornholm ift. Danmarks Havplan.

3.4 Vejrforhold og bathymetri

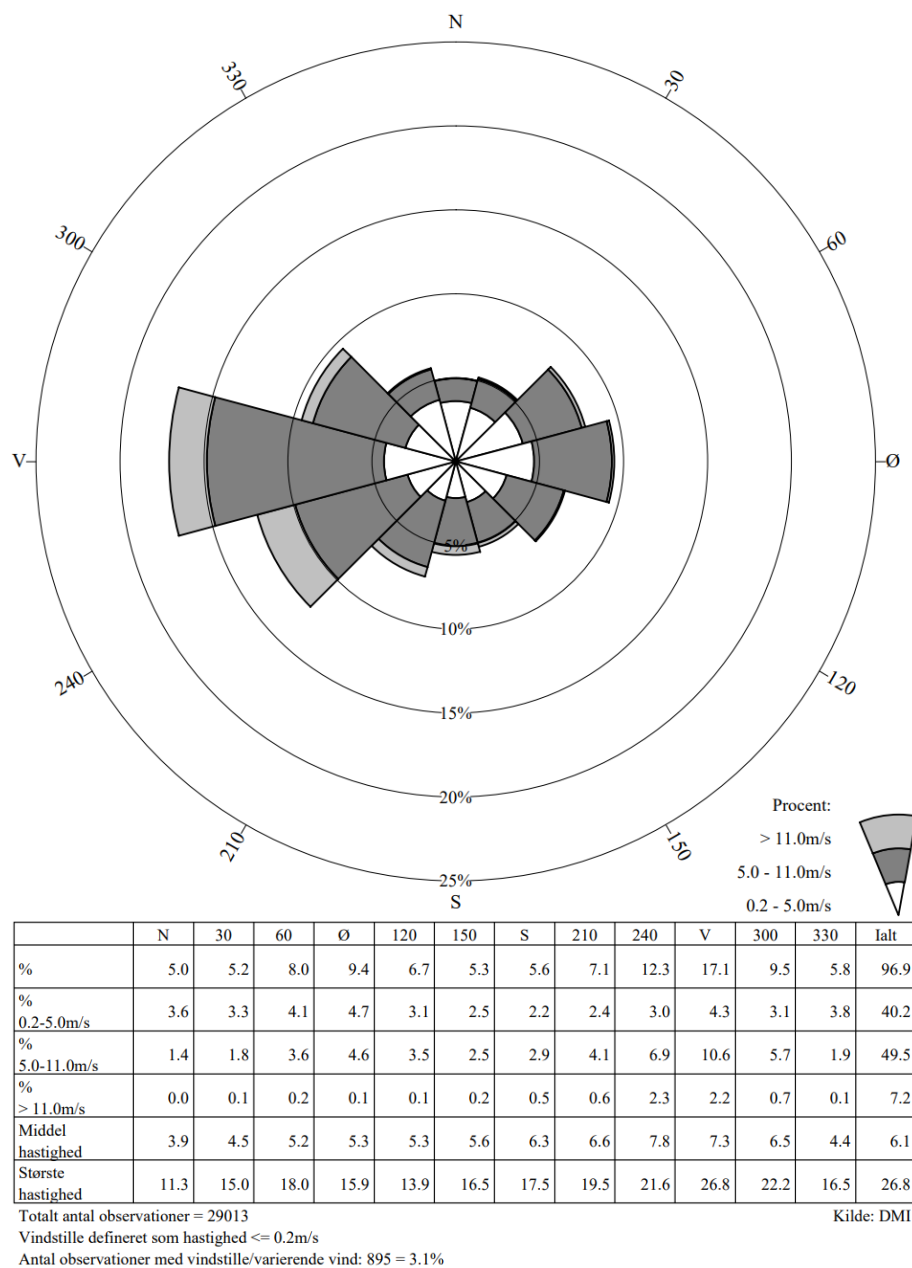
Sydvest for Bornholm midt imellem områderne for havvindmølleparkerne der udgør Energiø Bornholm, er vanddybden mere begrænset end i det omkringliggende farvand. Vanddybden mellem havvindmølleparkerne varierer mellem 10 m og 20 m ved middelvandstand (MSL). Området mellem havvindmølleparkerne er også kendt som "Rønne Banke", med mindre dybde end det omkringliggende område. Ved havvindmølleparkområderne er vanddybden ca. 25-45 m MSL og tilsvarende hhv. vest og øst for områderne. Et detaljeret kort for vanddybden omkring Rønne Banke er vist i Figur 3-6 hvoraf konturlinjer for vanddybden er angivet for hver 5m og farvet herefter.



Figur 3-6. Oversigt over vanddybden ved Rønne Banke sydvest for Bornholm med konturlinjer for hver 5m.

Planområderne er beliggende i åbent farvand, hvilket betyder at vinden er forholdsvis stabil i retning og styrke når det blæser.

I Figur 3-7 er vist en vindrose, der med kiler ind mod midten af en kompasscirkel viser vindforholdene ved Bornholms lufthavn over en 30-årig periode fra 1961-1990. Vindrosen angiver vindens retning og hyppighed baseret på vindmålingerne det pågældende sted. Øverst i Figur 3-7 er grafisk vist fordelingen af hvilken vindretning, der har flest målinger for svag, middel og stærk vindstyrke, og nederst i Figur 3-7 er de procentvise fordelinger af vindmålingerne for de forskellige vindstyrker vist.



Figur 3-7. Vindrose for perioden 1961-1990 målt ved Bornholms Lufthavn, ref. /7/.

Helt overordnet viser vindmålingerne at der primært er vind fra vest og sydvest. Kraftig vind forekommer også hyppigst fra vest. Vinde fra nord og syd er sjældne, mens østlige vinde er hyppigere.

Kraftig vind fra vestlige retninger vil bidrage til at bølger kan opbygges over lang afstand fra Sjællands kyst mod Energiø Bornholm. Ved kraftige vinde fra nordøst og øst vil Bornholm i nogen grad beskytte havvindmølleparkerne og skibstrafikken i dette område mod større bølger.

4. BASELINE

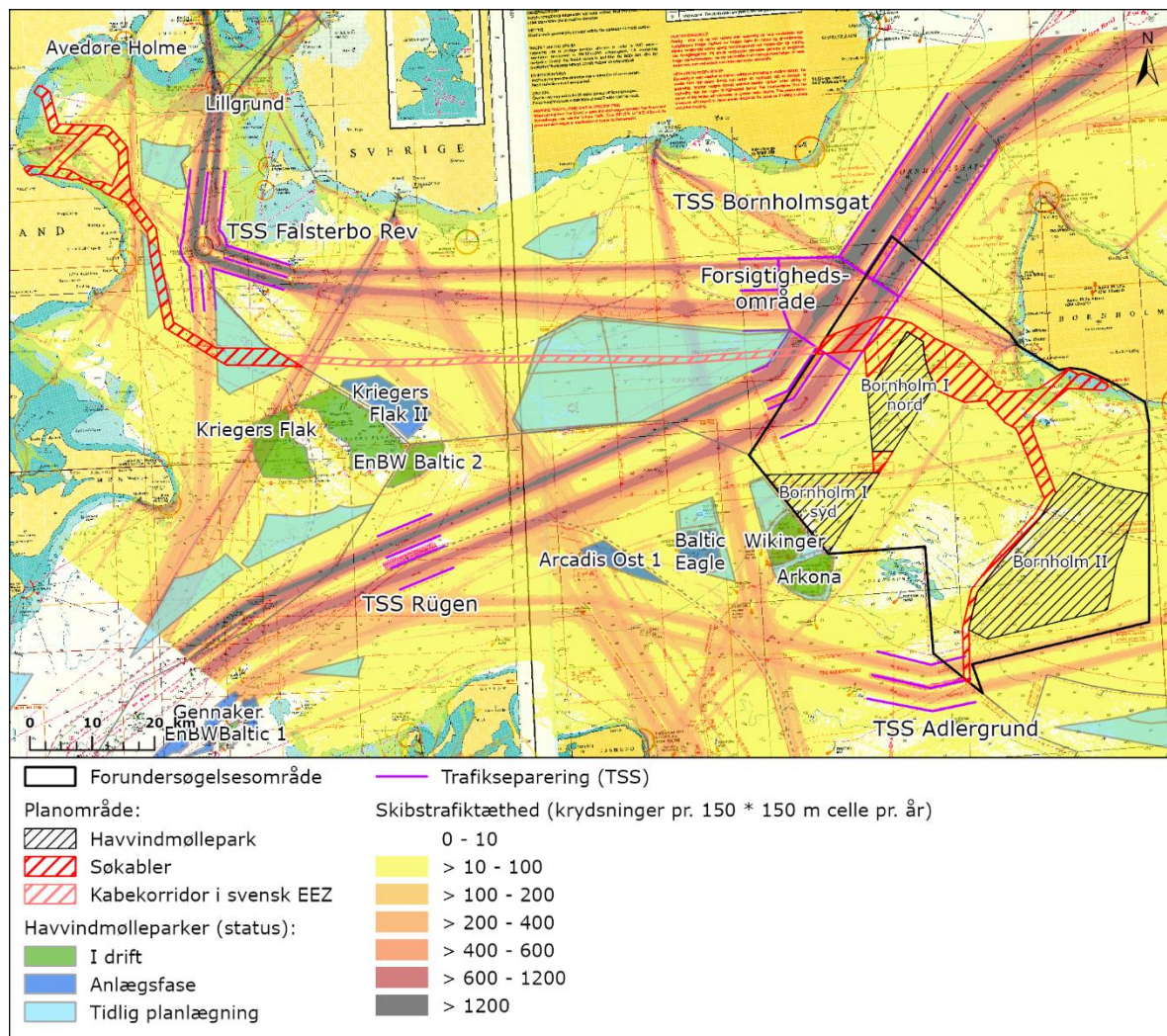
I dette afsnit præsenteres den nuværende sejladsikkerhedsmæssige situation i området ved Energiø Bornholm som basis for en sammenlignende vurdering. Frekvenser for kollisioner mellem skibe og mellem skibe og nuværende vindmøller i området estimeres sammen med frekvensen for grundstødninger.

4.1 Skibstrafik i området

Skibstrafikken i området er analyseret med udgangspunkt i historiske skibsregistreringer for området. Trafikintensiteten er vist i Figur 4-1 og er baseret på AIS-data, der dækker tidsperioden fra 1. januar til 31. december i 2019. Kravet til brug af en AIS-transponder gælder for alle skibe over 300 bruttotons, alle passagerskibe og alle fiskefartøjer over 15 meter i længden (EU-regler), som nævnt i ref. /2/. Nogle overvejelser om den fremtidig skibstrafik er givet i sektion 4.1.3.

For militærfartøjer er der intet krav om at bruge AIS. Det samme er tilfældet for mindre fartøjer, herunder primært lystbåde. Da ikke alle skibe angiver deres skibstype i deres AIS-data, vil disse blive præsenteret som "andre skibe". Det er ofte militærfartøjer, lystbåde eller andre mindre skibe, der ikke har udfyldt deres skibsoplysninger. Derudover er det forventeligt at der vil kunne være militærskibe som ikke anvender AIS i forbindelse med øvelser i området.

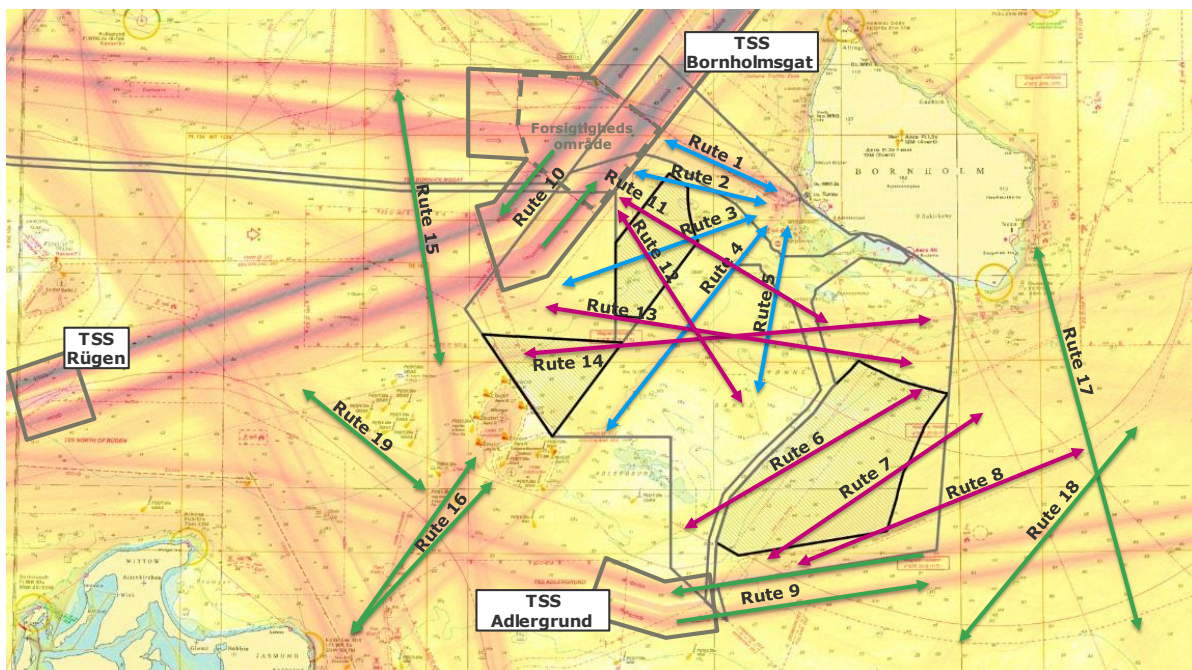
Intensitetskortet for skibstrafikken i Figur 4-1 viser området omkring Energiø Bornholm og omfatter alle typer skibe, dvs. kommercielle skibe, militærfartøjer, passagerskibe, lystbåde osv., som registreret i AIS-data. En sort farve indikerer en høj intensitet, en rød eller orange farve indikerer middel intensitet, hvor en gul farve er en lav intensitet af skibstrafikken.



Figur 4-1. Intensiteten af skibstrafikken ved Østersøen syd for Sverige for hele år 2019. Intensitetskortet fremhæver mønstre i skibstrafikken, og hvor skibstrafikken er mest almindelig sammen med området Energiø Bornholm, relevante byer, navigationskanaler.

Figur 4-1 viser generelt, at skibstrafikken følger TSSerne. Derudover er der andre ruter med moderat intensitet, som krydser Østersøen i nord- og sydgående retning.

Ruterne med skibstrafik i og omkring planområderne for Energiø Bornholm er i Figur 4-2 nummereret og farvet for lettere reference. Der er i alt identificeret 19 ruter. De identificerede ruter er præsenteret med pile for hver rute, hvor farven beskriver rutens karakteristika. En grøn rute passerer forbi udenfor planområderne for Energiø Bornholm, hvorimod de røde ruter krydser planområderne, og de blå er ruter har kurs fra og til Rønne havn på Bornholm.



Figur 4-2. Intensiteten af skibstrafikken og identificering og nummerering af ruter ved Energiø Bornholms havvindmøleparker for hele år 2019.

Skibstrafikruterne i Figur 4-2 er yderligere detaljeret og beskrevet i Tabel 4-1, og det årlige antal skibe registreret på hver af ruterne i hver retning og totalt er vist i Tabel 4-2. En yderligere detaljering af ruternes skibstrafik mht. skibslængder og skibstyper ses i appendiks 2.

Tabel 4-1. Beskrivelse af skibstrafikruter ved Energiø Bornholm.

Rute	Beskrivelse	
1	Hovedsageligt hurtigfærger mellem Rønne og Ystad, men også skibe der sejler ud af Rønne og ind i forsigtighedsområdet og videre mod vest til TSS Falsterbo	Ruter til / fra Rønne
2	Trafik fra TSS Falsterbo, TSS Rügen og forsigtighedsområdet mod Rønne havn	
3	Trafikken mellem TSS Rügen og Rønne der sejler syd for forsigtighedsområdet	
4	Hovedsageligt passagerfærger, der sejler mellem Rønne og Sassnitz langs Bornholm I og den nærliggende tyske vindpark, Arkona	
5	Skibstrafik mellem et indvindingsområde og Rønne	
6	Skibstrafik der før og efter TSS Adlergrund afhængig af sejlretningen sammenfletter/opdeles med rute 9	Ruter gennem Bornholm II
7		
8		
9	Skibstrafik, der passerer gennem TSS Adlergrund	TSSer
10	Skibstrafik, der passerer gennem TSS Bornholmsgat og forsigtighedsområdet	

Rute	Beskrivelse	
11	Skibstrafik, der passerer syd om Bornholm mellem forsigtighedsområdet og sydøst for Bornholm	Ruter gennem Bornholm I
12	Skibstrafik mellem et indvindingsområde og forsigtighedsområdet	
13	Skibstrafik mellem TSS Falsterbo med kurs direkte syd for Bornholm og syd for TSS Bornholmsgat	
14	Trafik der sejler mellem TSS Rügen og sydøst for Bornholm	
15	Passagerfærger mellem Ystad og Sassnitz/Swinoujscie	Ruter uden om Energiø Bornholm
16	Arbejds- og vedligeholdelsestrafik til og fra de tyske vindmølleparker, Wikinger og Arkona placeret sydvest Bornholm I syd	
17	Sejlads mellem Nexø og Polen (Kotobrzeg) i nord/sydgående retninger	
18	Forbipasserende skibstrafik med retning mellem Østersøen sydøst for Bornholm og til og fra Swinoujscie	
19	Skibstrafik mellem TSS Falsterbo med kurs direkte mod TSS Adlergrund syd for de tyske vindmølleparker i drift sydvest for Bornholm I syd	

Tabel 4-2. Optællinger af skibstrafikken på de identificerede ruter baseret på AIS-data dækkende 2019.

	Nord/Vest	Syd/Øst	Total
Rute 1	1.495	1.487	2.982
Rute 2	166	571	737
Rute 3	138	203	341
Rute 4	362	360	722
Rute 5	116	131	247
Rute 6	101	92	193
Rute 7	355	214	569
Rute 8	351	286	637
Rute 9	3.242	3.079	6.321
Rute 10	11.308	13.639	24.947
Rute 11	226	198	424
Rute 12	129	123	252
Rute 13	412	519	931
Rute 14	591	534	1.125
Rute 15	1.747	1.786	3.533
Rute 16	1.235	1.199	2.434
Rute 17	208	241	449
Rute 18	232	178	410
Rute 19	323	538	861

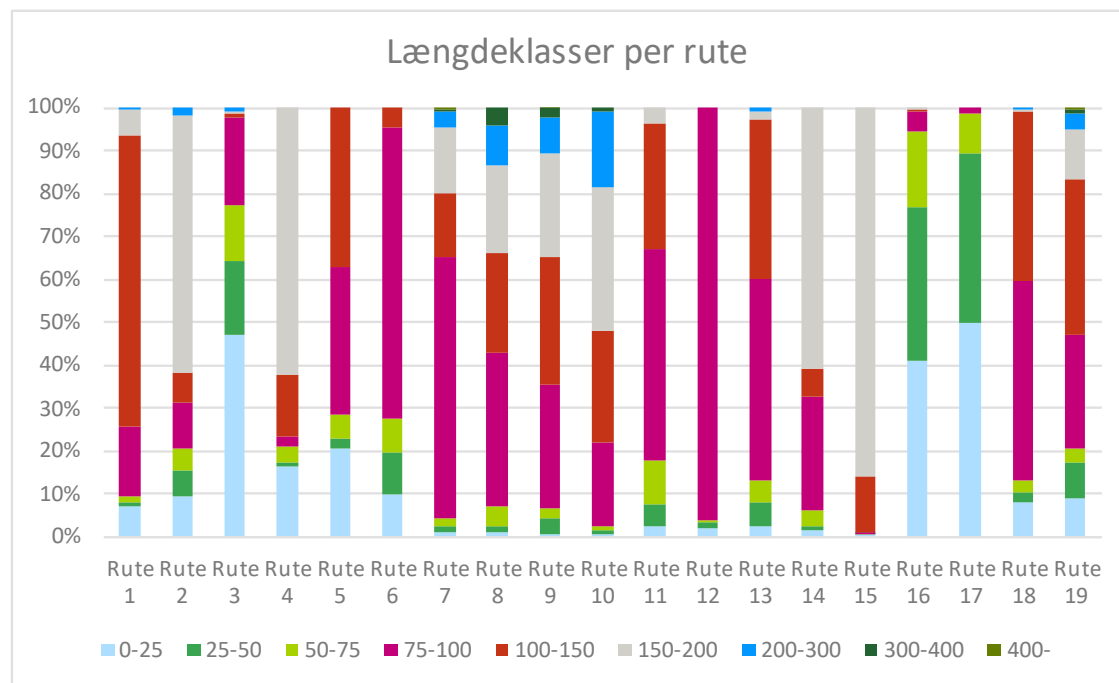
Det ses af intensitetskortet, men også af Tabel 4-2, at rute 9 og rute 10 er de mest trafikerede, hvorefter færgetrafikken fra Ystad på rute 1 og rute 15 også er tæt trafikeret. Rute 16 har også medium intensitet med dens skibstrafik til og fra de tyske vindmølleparker. Derudover er der registreret mere end 1.000 årlige bevægelser på rute 14, der passerer syd om Bornholm inden for planområdet for Bornholm I syd. En del af denne trafik udgøres af DFDS-færger mellem Kiel og Klaipėda. De resterende ruter har lavere intensiteter.

I værktøjet IWRAP skelnes der som standard mellem otte forskellige skibstyper som oplistet i Tabel 4-3. For hver skibstype er skibene inddelt i et antal længdekategorier i 25 m intervaller, 0-25, 25-50 osv., der slutter med 400 og derover. Givet AIS data inddeler IWRAP skibstrafikken ud fra skibstype og længde, hvilket efterfølgende er behandlet for at kunne visualisere dette grafisk. Analyserne i denne rapport er baseret på skibstyper og længder, som angivet i AIS-datasættet og behandlet i IWRAP.

Tabel 4-3. Klassificering af skibstyper i IWRAP, ref. /4/.

Skibstyper i IWRAP (standard)			
Olie tanker	Passagerskib	Support skib	Lystbåde
Fragtskib	Hurtig færge	Fiskeskib	Andre skibe

I Figur 4-3 og Figur 4-4 er skibstrafikoptællingerne for hver af ruterne præsenteret for at vise fordelingen af skibenes længder og typer.



Figur 4-3. Fordeling af skibstrafik på de identificeret ruter ift. skibslængderne.

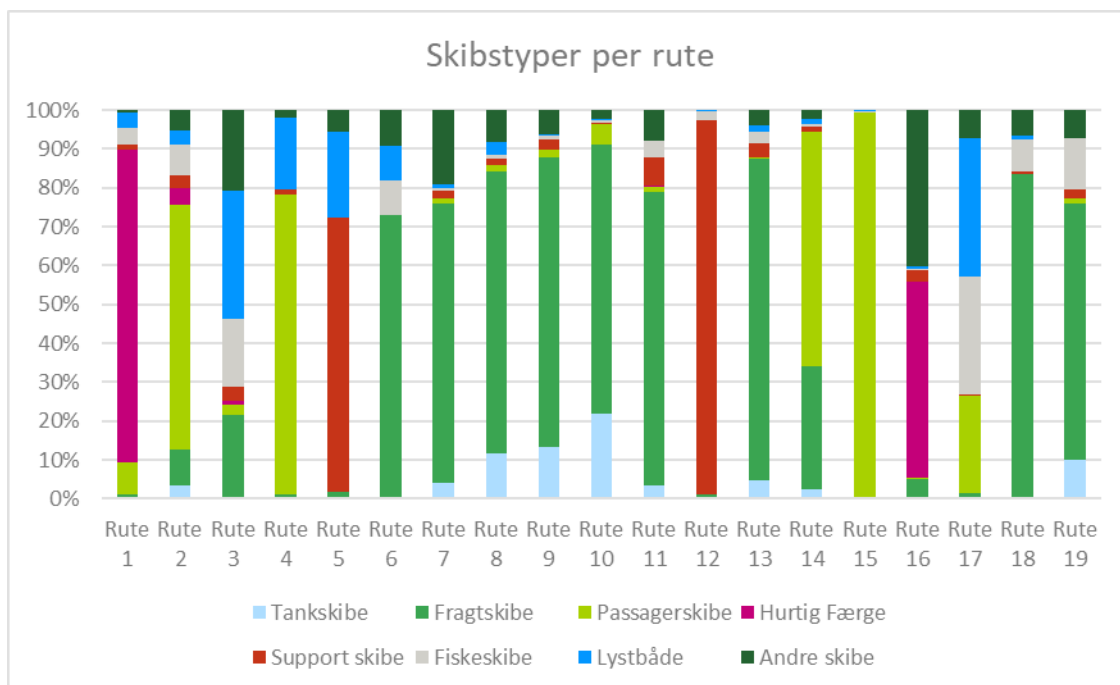
Da sejlads i åbne farvande oftest er repræsenteret af større kommerciel skibstrafik, så forventes kun i begrænset omfang mindre skibe og lystsejlere i disse områder. Ved kystnære ruter eller mellem havne er det dog forventeligt at ruterne vil inkludere mindre både.

I Figur 4-3 ses, at de fleste ruter kun i meget begrænset omfang besejles af mindre skibe. Undtagelser er særligt rute 3, der går igennem planområdet Bornholm I nord, og rute 16 og 17, der løber uden for planområderne. Det ses, at de største skibe med længder større end 300 m sejler på eller ved hovedskibstrafikruterne ved TSSerne på rute 7-10 og 19. Selvom disse ruter har de længste skibe, så er de også repræsenteret af kortere skibe helt ned til 75 meter, men kun meget få mindre skibe.

På ruterne fra Rønne eller syd om Bornholm, rute 2, 4, 14 og 15, har over halvdelen af skibene en længde på over 150 meter, hvilket skyldes færgetrafikken, der sejler på disse ruter (se Figur 4-4). Færgetrafik er også repræsenteret på rute 1, men her er hurtigfærgerne mellem Rønne og Ystad kortere end færgerne på de øvrige færgeruter.

Figur 4-4 viser, at skibene på rute 5 og rute 12 stort set kun består af supportskibe, der sejler til og fra råstofindvindingsområdet syd for Rønne havn.

Det bemærkes, at rute 16 og 17 stort set kun tæller skibe på under 100 meter i længden. Figur 4-4 viser, at rute 16 består af andre skibe og hurtigfærger, hvilket bl.a. er arbejds- og vedligeholdelsestrafik til og fra de tyske vindmølleparker. Rute 17 mellem Nexø og Polen er en modsætning til mange af de andre ruter, da denne har en stor del af fiskeskibe og lystsejlere og en mindre del passagerskibe.

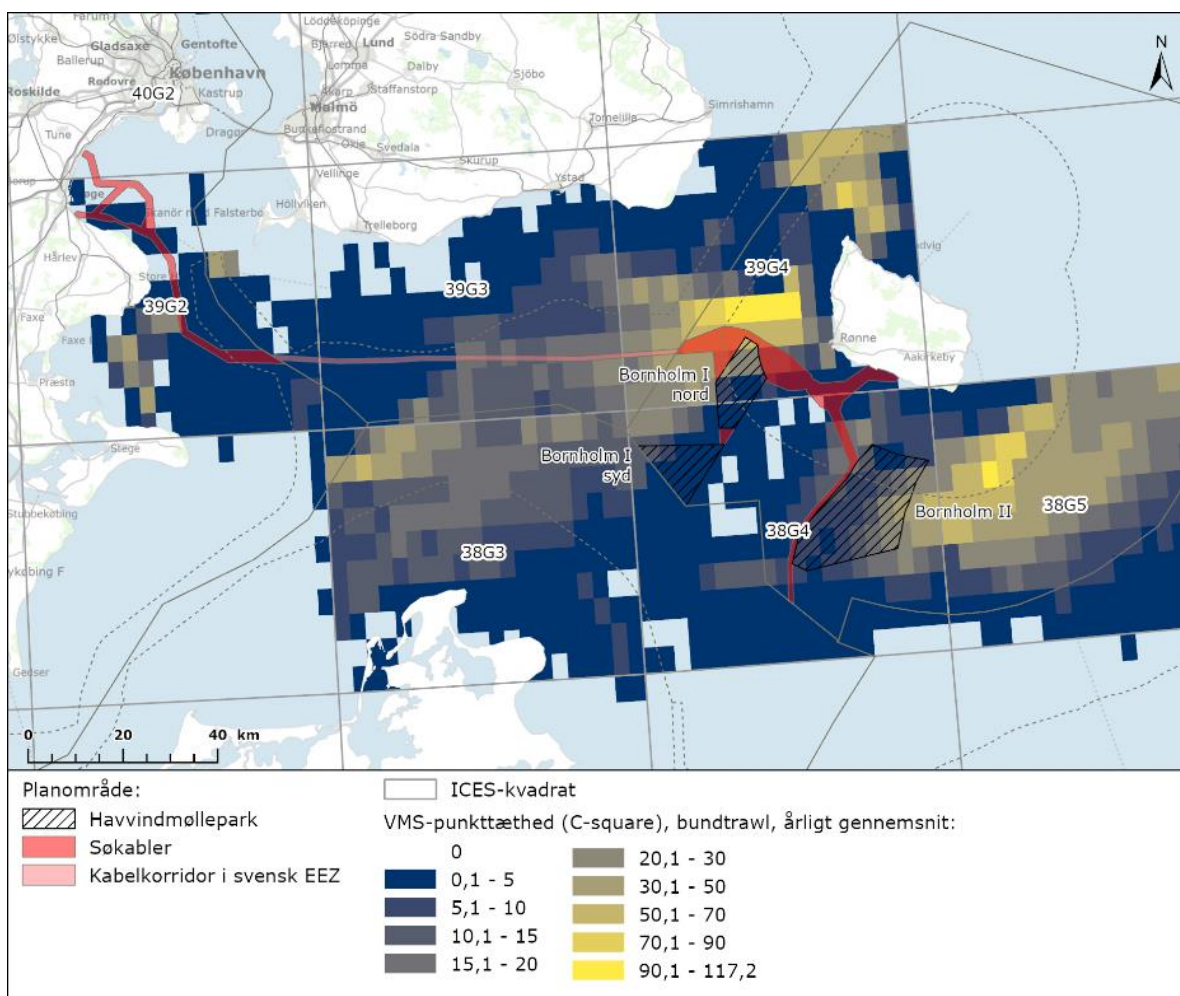


Figur 4-4. Fordeling af skibstrafik på de identificeret ruter ift. skibstyperne.

4.1.1 Fiskere

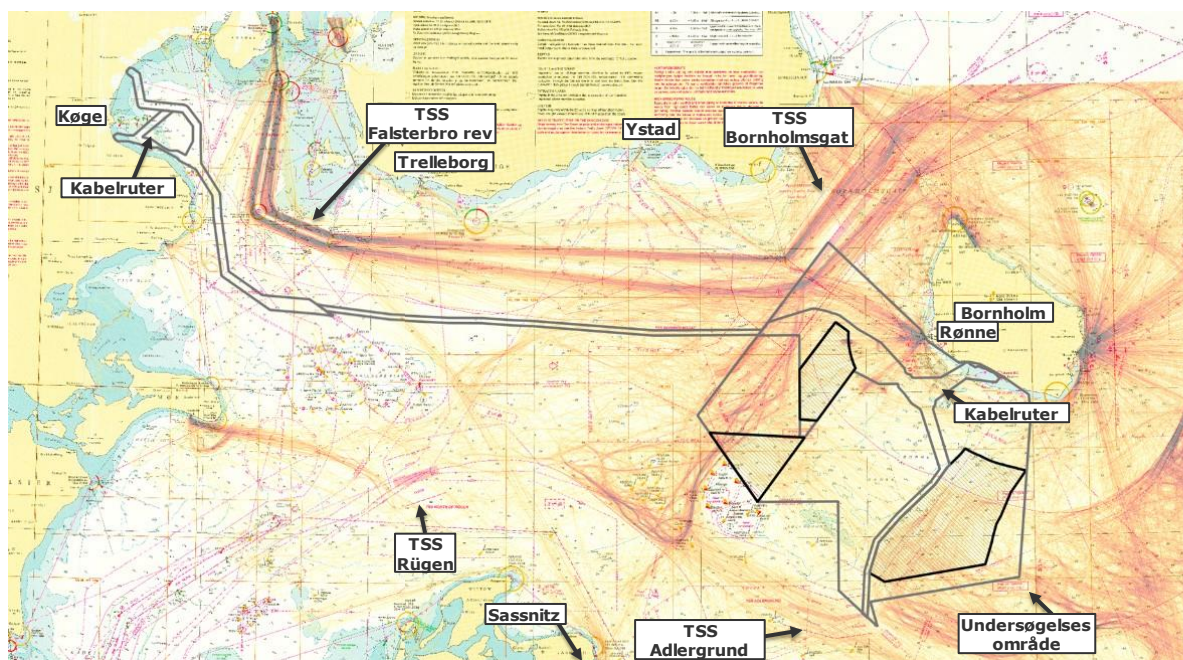
Alle fiskeskibe på over 15 m skal i henhold til EU-lovgivning anvende AIS og er dermed medtaget i den generelle skibstrafikanalyse. Fiskere anvender dog ikke nødvendigvis de almindelige sejlruiter, og særligt i forbindelse med fiskeriaktiviteter vil fiskernes bevægelser foregå uden for ruterne og i forskellige mønstre afhængig af fiskeriaktiviteter. Mindre fiskeskibe vil ikke nødvendigvis anvende AIS, og disse vil derfor ikke i fuldt omfang være repræsenteret i det anvendte datasæt.

Vessel Monitoring System (VMS) er et system til automatisk detektering af fiskeskibe. En specifik analyse af fiskeriet er foretaget i en separat teknisk rapport og omfatter analyser af VMS-data for perioden 2010 til 2020 for det kommercielle fiskeri i Danmark, Sverige, Polen og Tyskland. I forbindelse med analyserne af fiskeriet er der også gennemført interviews med lokale danske fiskere på Bornholm. Analysen af fiskeriet er opdelt efter fiskeritype, f.eks. illustreret ved intensiteten af aktiviteter med bundtrawl for danske fiskere Figur 4-5.

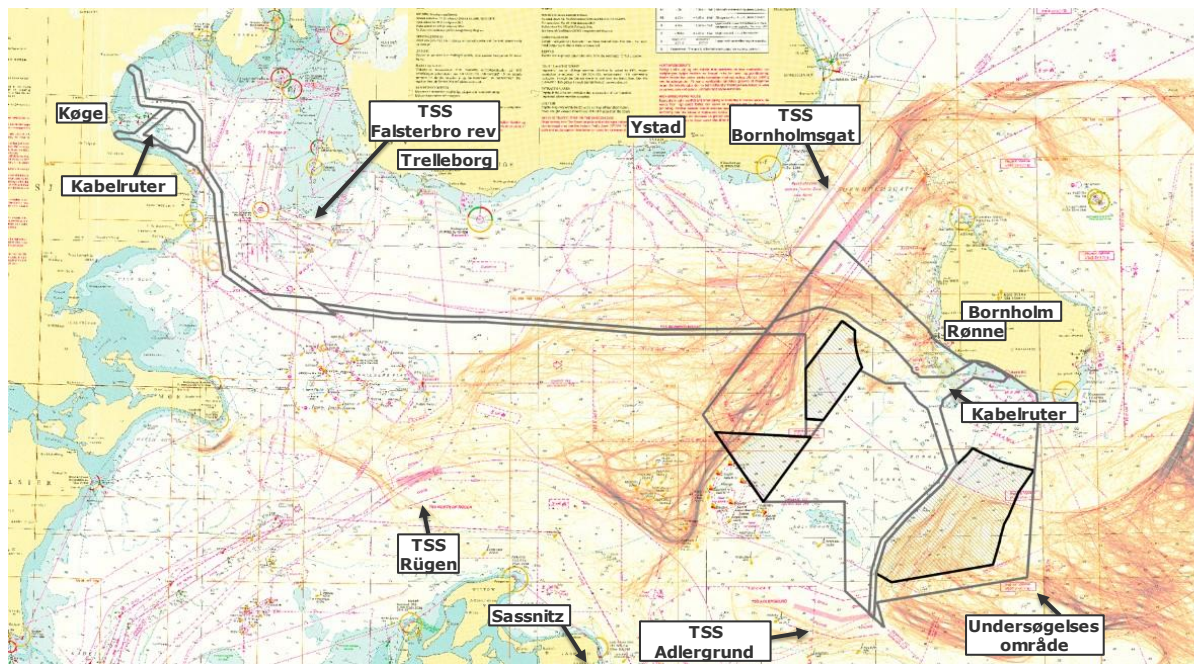


Figur 4-5. Illustration af detaljeret fiskerianalyse for danske fiskeres anvendelse af bundtrawl i området ved Energiø Bornholm.

Fiskeriaktiviteterne kan flytte rundt fra år til år afhængig af fiskebestande og placeringen af gode fiskesteder, og detaljerede påvirkninger af fiskeriet er ikke indeholdt i analysen af de sejladsikkerhedsmæssige forhold. Generelle billeder af fiskeskibes bevægelser er præsenteret i Figur 4-6 og Figur 4-7 baseret på AIS-data. Det bemærkes, at de anvendte AIS-data ikke dækker områder langt uden for dansk EEZ, hvorfor densiteten af fiskere synes lav eller ikkeeksisterende ved Tyskland. I Figur 4-7 er densitetskortet begrænset til kun at omfatte fiskeskibe, der sejler med en hastighed på mellem 2 og 4 knob. Hastigheden hvormed der sejles ved forskellige fangstmetoder kan variere, og figuren anvendes udelukkende til at illustrere forskellen mellem tydelige transportruter, som ses i Figur 4-6, og områder med mere udpræget fiskeri, som generelt foretages ved lavere hastigheder.



Figur 4-6. Densiteten af fiskeskibes bevægelser ved Østersøen syd for Sverige for hele år 2019.

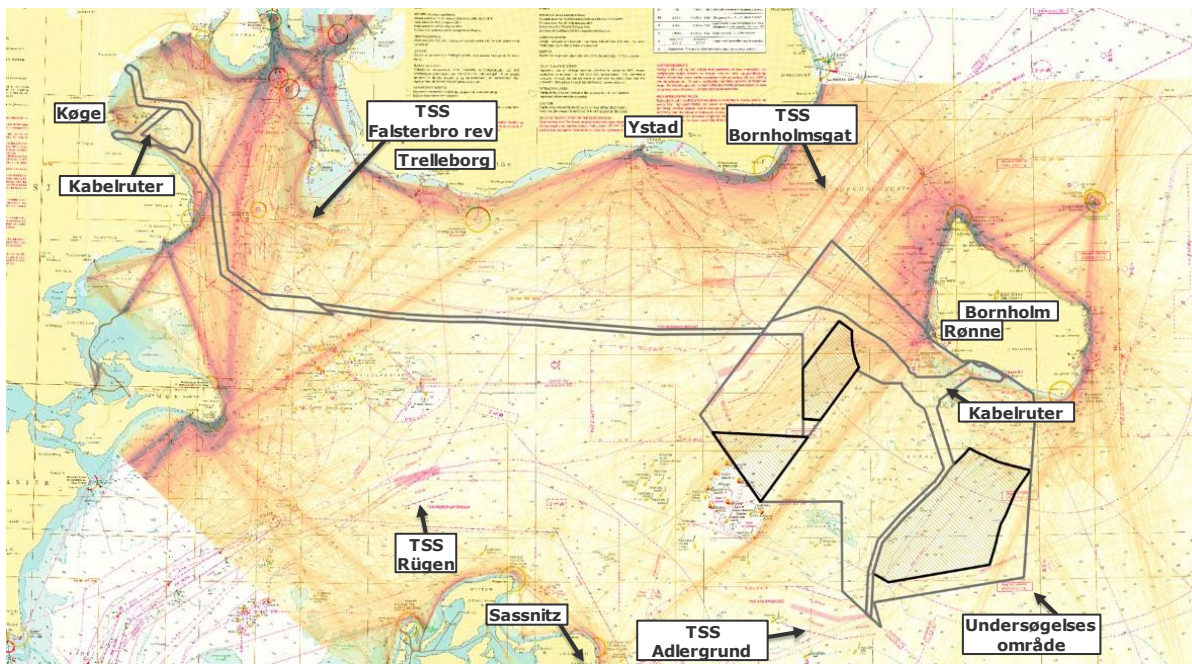


Figur 4-7. Densiteten af fiskeskibe sejlen med 2-4 knob ved Østersøen syd for Sverige for hele år 2019.

Det ses at fiskeskibe i høj grad anvende ruten mellem TSS Falsterbo rev og TSS Bornholmsgat, men at bevægelser nordvest for Bornholm I og inden for området dækket af Bornholm II i høj grad udgøres af fiskeriaktiviteter ved lavere hastigheder.

4.1.2 Lystsejlere

For lystsejlere er der ikke krav om anvendelse af AIS-udstyr, og særligt mindre lystsejlere vil derfor erfaringsmæssigt kun i begrænset omfang være repræsenteret i AIS-data. Der findes ikke nøjagtige opgørelser over andelen af lystsejlere, der anvender AIS, men afhængig af området vil det kunne være så lidt som 1% af lystsejlere. I et studie foretaget af Rambøll i Københavns Havn i forbindelse med miljøkonsekvensvurdering for Lynetteholmen blev det fundet, at ca. 10% af lystsejlerne anvendte AIS, se ref. /14/. Et densitetskort over de lystsejlere, der er indeholdt i AIS-data, er vist i Figur 4-8.



Figur 4-8. Intensiteten af lystsejlertrafikken i Østersøen syd for Sverige baseret på AIS-data for hele år 2019.

Det ses i Figur 4-8, at der er en intens lystsejlertrafik langs Bornholms kyster, ligesom der ses intens trafik langs Sveriges sydkyst og ved Sjælland. Længere fra kysterne bevæger lystsejlerne sig i højere grad imellem havne i lige linjer ved krydsning over større afstande. Der ses dog en vis lystsejlertrafik i området vest for Bornholm, samt syd for Bornholm og ud i området ved vindmølleområdet Bornholm I. Det antages, at lystsejlere, der bevæger sig længere fra kysterne, i højere grad er større både.

4.1.3 Fremtidens skibstrafik

Ovenstående skibstrafikanalyse er baseret på AIS-data fra 2019. Der kan dog forekomme ændringer i trafikmønstrene, som kan være relevante at medtage i risikovurderingen, hvilket undersøges i dette afsnit.

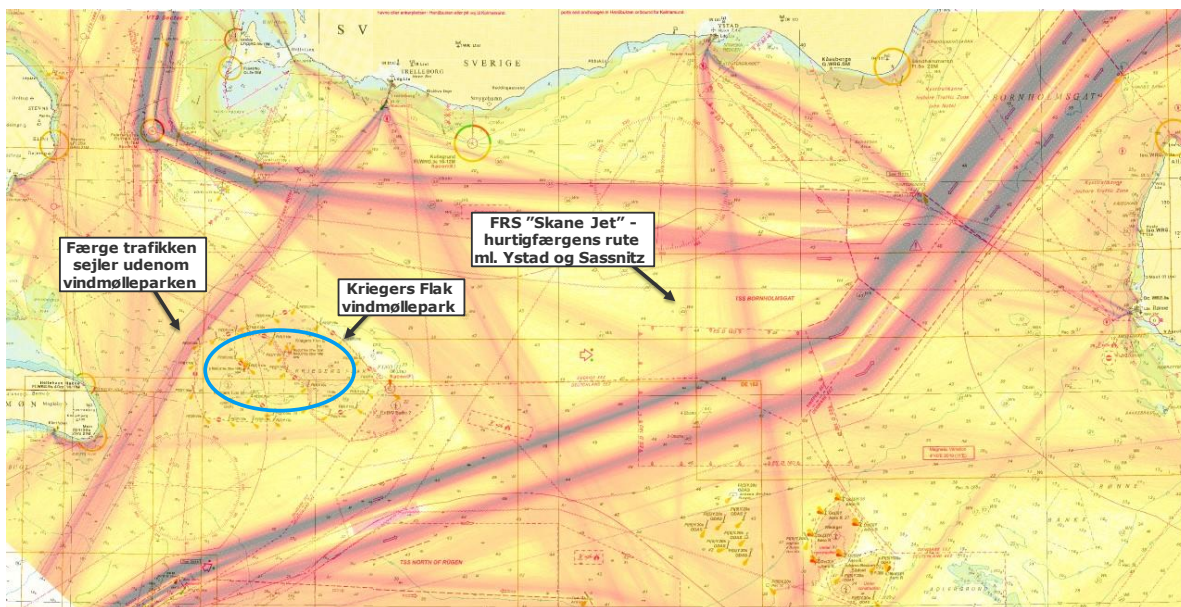
Den historiske udvikling af skibstrafikken i Østersøen er angivet af HELCOM i ref. /11/, figur 3 som er indsat nedenfor i Figur 4-9. En væsentlig effekt af den økonomiske krise ses at have reduceret antallet af skibe passeret nord for Bornholm i årene efter 2007. Siden da har antallet af skibspassager været relativt stabilt ved dette område med kun en lille stigning for fragtskibene fra et lavpunkt i 2010, og både fragtskibe, tankskibe og andre skibe viser et lille fald i antallet af skibspassager fra 2017 til 2018. I fremtiden kan der forekomme en stigning i antallet af skibstrafik, men udviklingen i skibstrafikken har gennem de seneste mange år haft en anden tendens til større skibe, som kan modvirke stigningen i skibstrafikken.



Figur 4-9. Historisk udvikling af skibstrafikken i den baltiske region. Adopteret fra HELCOM, ref. /11/, Figur 3.

Generelt ses passagertrafikken over Østersøen som vist i Figur 4-9 også at være stabil og i nogle områder – herunder området nord for Bornholm – at vise en lille nedgang. Der kan dog forekomme lokale ændringer af færgeruter og sejlplaner for færgeruter. I efteråret 2020 begyndte færgeselskabet FRS f.eks. at sejle en hurtigfærge mellem Ystad og Sassnitz, ref. /10/. Denne trafik indgår derfor ikke i ovenstående trafikanalyse. I stedet er trafikintensiteten inklusive alle passagerskibe vist for hele år 2021 i Figur 4-10. FRS-færgeruten ses at sejle med en kurs mere nord/syd end passagerfærgerne mellem Ystad og Swinoujscie; altså på en mere direkte kurs mellem Ystad og Sassnitz.

Derudover er havvindmølleparkerne ved Kriegers Flak blevet konstrueret og sat i drift i år 2021, hvilket har øget arbejds trafikken hertil samt ændret færgeruten fra Trelleborg mod Kadetrenden i den vestlige del af området som vist i Figur 4-10 til en mere vestlig rute udenom Kriegers Flak. I området ved Energiø Bornholm observeres ingen nævneværdig ændring af ruter fra analysen baseret på AIS-data fra 2019.



Figur 4-10. Intensiteten af skibstrafikken ved Østersøen syd for Sverige for hele år 2021.

Med henblik på denne rapport antages den fremtidige udvikling i kommerciel skibstrafik i området at følge den tendens, der er observeret gennem de seneste år, uden at vise nogen væsentlig stigning i antallet af skibstrafik.

4.1.4 Kendte hændelser i området

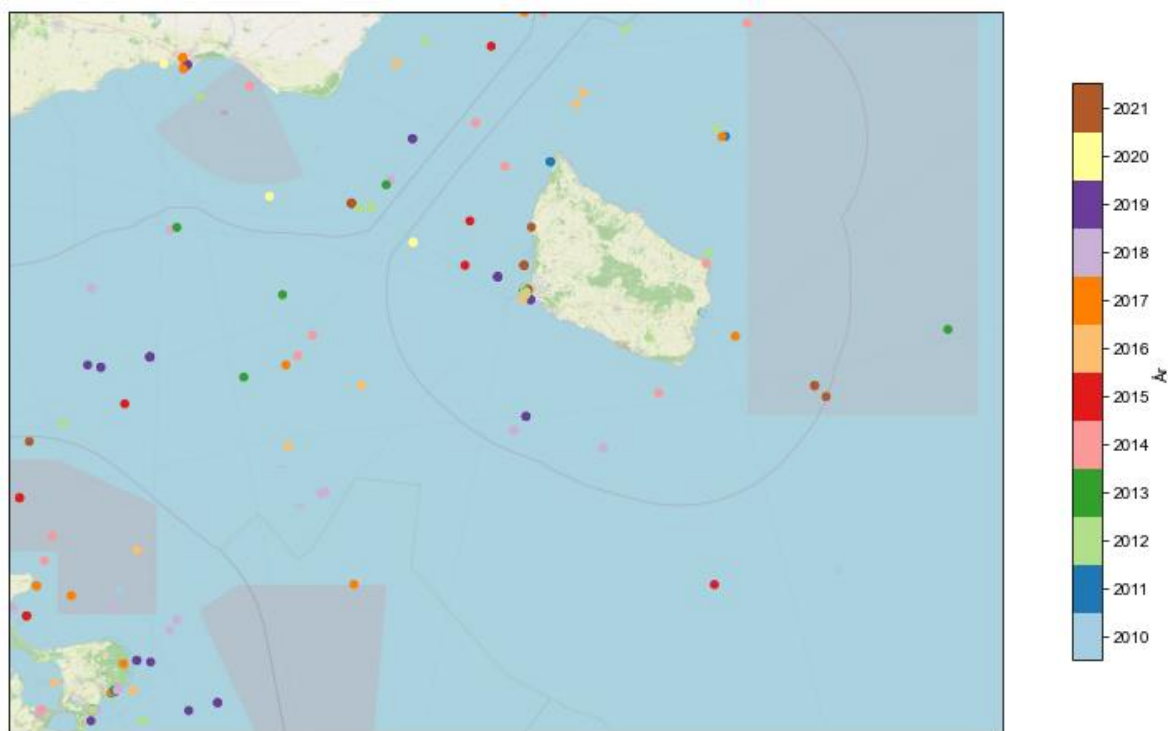
Skibstrafikulykker i Østersøen rapporteres årligt af den baltiske havmiljøbeskyttelseskommision (Helsinki-kommisionen, HELCOM). I nedenstående er dele af ulykkesrapporten fra 2020, ref. /11/, opsummeret.

Der blev i alt registreret to uheld med forurening i Østersøen, men disse ulykker var begge i havne. De eneste skibsykker i nærheden af de planlagte planområder for Energiø Bornholm er tre situationer kategoriseret som "Andet" i TSS Bornholmsgat. I ulykkesrapporten er det noteret, at disse hændelser vedrørte hhv. ét fragt- og to passagerskibe. Placeringen af alle hændelser i Østersøen i 2020 er vist i Figur 4-11.



Figur 4-11. Kollisions- og kontaktulykker i Østersøen i 2020 fra rapporten, ref. /11/.

Resultatet fra HELCOM rapporten dækker kun hændelser inden for år 2020. For at sammenligne med andre år og opnå en større indsigt i hvor skibsykker oftest sker, er data fra Søfartsstyrelsens ulykkesstatistik vist i Figur 4-12 for farvandet omkring Bornholm. Her er de seneste 12 års hændelser indtegnet i Østersøen syd for Sverige.



Figur 4-12. Skibstrafikulykker de seneste 12 år i Østersøen omkring Bornholm. Kilde: Søfartsstyrelsen.

Hændelser omkring Bornholm forekommer hyppigst i forbindelse med de trafikerede skibsruter og ved forsigtighedsområdet og TSS Bornholmsgat vest for Bornholm, hvor trafikken fletter sammen fra flere retninger. Der er kun rapporteret få hændelser i planområderne for Energiø Bornholm; hhv. en enkelt hændelse i 2016 (lys-orange markering) i år 2016 ved Bornholm I syd, og enkelte hændelser (pink og lille markeringer) i år 2018-2019 ved Bornholm II. Det skal bemærkes, at hændelserne her dækker alle registreringer og dermed også en lang række hændelser, der ikke har medført kollisioner eller grundstødninger. Det kan f.eks. være maskinsvigt, som udbedres inden grundstødning, eller en brandhændelse ombord på et skib.

Samlet set ses hændelser og ulykker udenfor planområderne for Energiø Bornholm generelt at forekomme ret hyppigt i de stærkt trafikerede skibskorridorer og sjældnere udenfor de trafikerede skibskorridorer.

Det er værd at bemærke, at de potentielle miljøpåvirkninger fra kollisioner inden for vindmølleområderne kan sprede sig til tysk eller svensk farvand og dermed bidrage til en effekt på tværs af nationale grænser.

4.2 Modellering af skibstrafik og kollisionsscenarier

Modelleringen af skibstrafikken og kollisionsscenarierne er foretaget i værktøjet IWRAP. Specifikke detaljer og indstillinger for modelleringen er beskrevet i appendiks 1.

Der modelleres grundlæggende tre forskellige ulykkesscenarier; hhv.

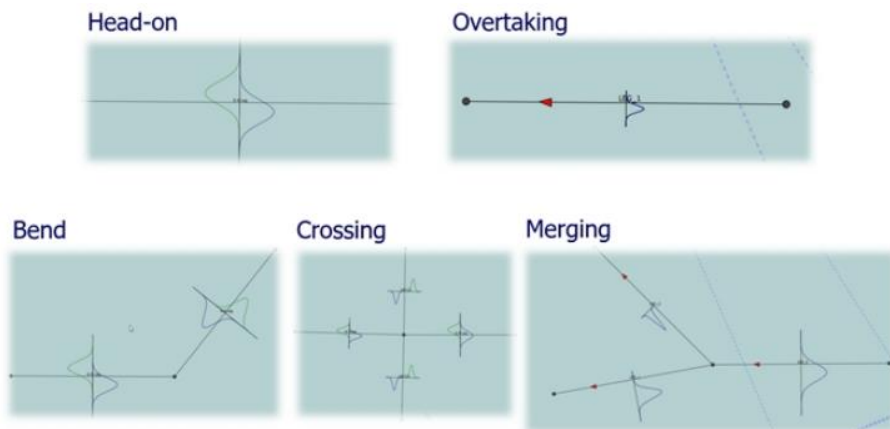
- Grundstødninger
- Kollisioner mellem skibe og faste hindringer – her turbiner og platforme
- Indbyrdes kollisioner mellem skibe

Placeringen af anlæg på søterritoriet vil generelt kunne påvirke den måde skibene i området sejler på, f.eks. ved at disse ændrer sejladsmønstre, flere skibe følger de samme hovedruter, osv. Placeringen af Energiø Bornholm vil dermed kunne påvirke på hvor mange skibe, der i forskellige situationer har kurs mod lavvandede områder, hvor tæt skibene sejler på omkringliggende ruter, osv. Dermed vil Energiø Bornholm kunne give anledning til såvel kollisioner mod selve turbinerne, som ændring i frekvensen for grundstødninger og skib-skib-kollisioner.

Grundstødning mod landområder og kollisioner med faste hindringer (fx havvindmøller eller en offshore transformerstationsplatform) kan skyldes menneskelige fejl, hvor et skib med uændret hastighed fortsætter indtil grundstødning eller kollision. Ved maskinsvigt vil et skib derimod begynde at drive, og dermed være udsat for vind og bølger og ved lavere hastighed kunne fortsætte til grundstødning eller kollision. Muligheden for ankring og genstart af maskinen inden grundstødning eller kollision tages i betragtning i modelleringen i IWRAP, ligesom vindretning tages i betragtning ved estimering af drivretning. Frekvensen for grundstødninger vil være påvirket af antallet af faste hindringer langs de modellerede skibsruter. Skibene er afhængige af vind og ulykkescenarie og vil kunne ende i en situation hvor de påsejler eller driver ind i en hindringerne inden skibene grundstøder.

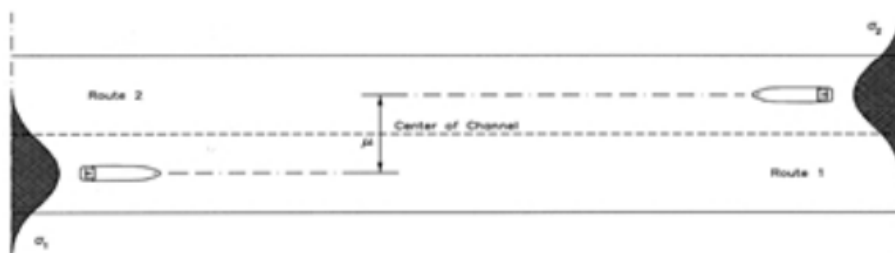
Skib-skib-kollisioner kan ske inden for en enkelt rute i forbindelse med passage af modsatrettet trafik (head-on), samt ved overhaling af andre skibe (overtaking). Derudover kan der ske

kollisioner i forbindelse med krydsende trafik, ved ruteknæk og ved sammenflettende trafik. Modelleringsscenarier som implementeret i IWRAP er vist i Figur 4-13.



Figur 4-13. De forskellige hændelsestyper for skib-skib kollisioner modelleret i IWRAP.

Figur 4-14 viser et eksempel på muligheden for en frontal skibskollision (head-on). To statistiske fordelinger beskriver de mulige placering af skibe, der bevæger sig i hver sin retning langs en rute. Med udgangspunkt i skibenes bredde og mulige placering på tværs af ruten, beregnes sandsynligheden for, at to skibe er på kollisionskurs. Foretages der i sådan en situation ikke en undvigemanøvre, vil der ske en kollision. IWRAP inkluderer årsagsfaktorer til beskrivelse af sandsynligheden for, at undvigemanøvrer ikke foretages korrekt. Yderligere detaljeringer af beregningerne foretaget i IWRAP er beskrevet i værktøjets manual i ref. /4/.



Figur 4-14. Eksempel på risikoen for head-on-kollision.

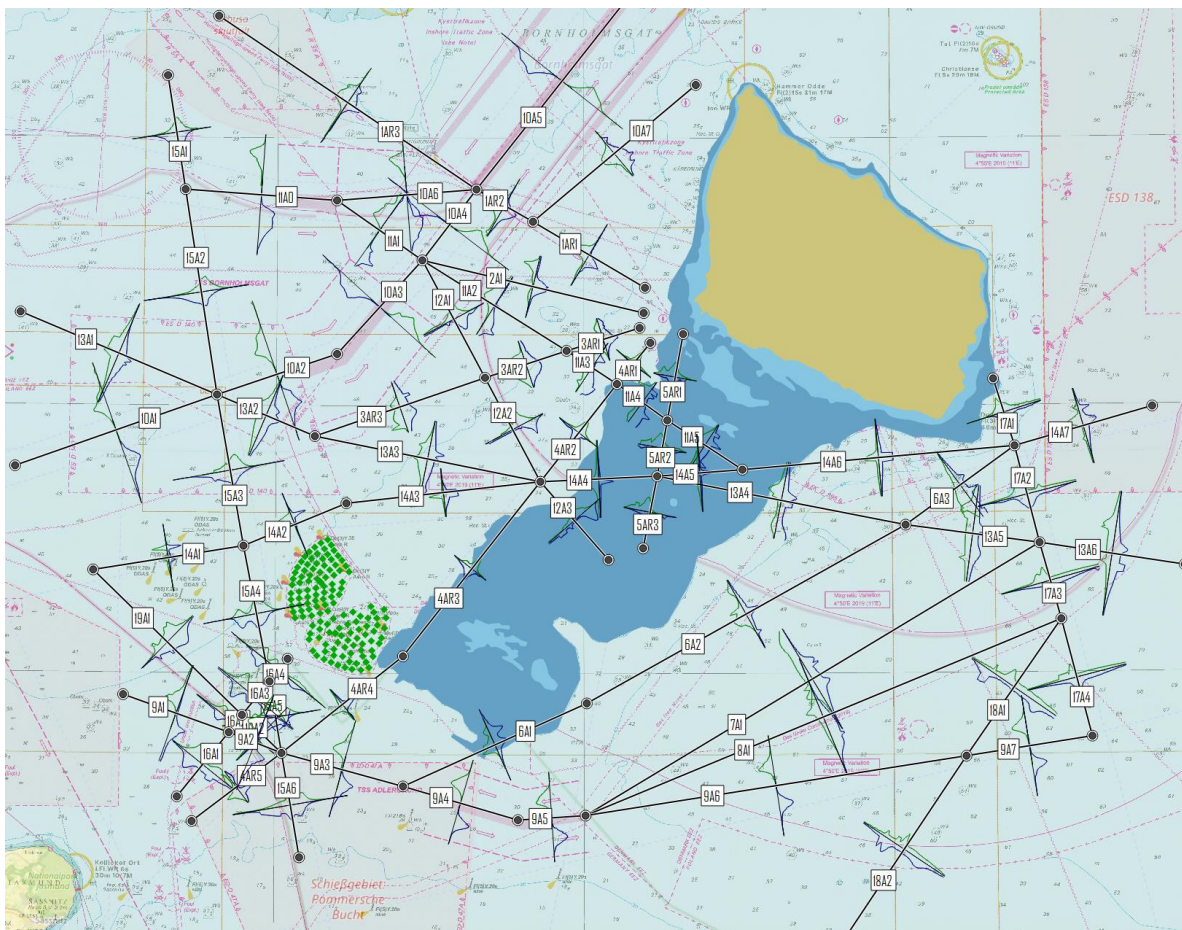
Frontale skibskollisioner sker hyppigst på ruter, hvor skibstrafikkens fordeling overlapper i begge retninger, hvilket bl.a. gælder for snævre korridorer, da disse ruter ikke har nogen større spredning på deres trafik i modgående retninger. Overhalinger er derimod hyppigere på større sejladsruter, hvor skibe af forskellige størrelser sejler med forskellige hastigheder, hvilket giver anledning til overhalinger og en øget risiko for en skibskollision. Ændringen af frekvensen for frontale skibskollisioner kan bl.a. påvirkes af konstruktionen af nye vindmølleparker. Etablering af nye vindmølleparker kan bidrage til, at trafikken omlægges og nogle ruter vil opleve en forøgelse af trafik. Dette vil naturligt bidrage til flere kollisioner, især på ruter der passerer forbi eller imellem flere vindmølleområder, hvor skibene sejler tæt i begge retninger. Skibstrafik på ruter, der er indsnævret, vil opleve en reduceret mulighed for at foretage undvigemanøvrer eller mulighed for at stoppe en drivende kollision mod en vindmølle.

Ruter, der ændrer retning og knækker, kan give anledning til kollisioner uanset typen af skibstrafik. Krydsende ruter, sammenflettende og opsplittende ruter øger tilsvarende risikoen for skibskollisioner og er også modelleret og medtaget i beregningerne i IWRAP.

4.3 Modellering af basisscenariet

I basisscenariet modelleres de nuværende sejladsmæssige forhold i Østersøen omkring Bornholm. Her er medtaget de nærmeste vindmølleparker, der allerede er i drift, Arkona og Wikinger, i tysk farvand sydvest for Bornholm. Dette vil i basisscenariet medvirke til kollisionsfrekvenser mod vindmøller, således at modelleringen af de fremtidige forhold kan sammenlignes med det nuværende.

Skibstrafikken er modelleret givet et stort antal linjestykker (ruteben) med en given bredde hvor skibstrafikken er optalt. Rutebenene beskriver samlet set trafikken på ruterne præsenteret i afsnit 4.1. Rutebenene er defineret i forhold til de observerede sejlretninger, og trafikfordelingen på tværs af hvert enkelt ruteben er estimeret af IWRAP på baggrund af trafikintensiteten i AIS-data. Alle modellerede ruteben ses i Figur 4-15.



Figur 4-15. Modelleringen af de nuværende forhold for skibstrafikken baseret på skibstrafikintensitetskortet i Figur 4-2, med grønne markeringer af vindmøller i tysk EEZ, Bathymetri for Rønne Banke og Bornholm.

Alle krydsende ruter og ruteknæk resulterer i såkaldte waypoints i IWRAP. Disse waypoints er markeret med sorte cirkler i Figur 4-15, og for hvert waypoint er det defineret hvordan trafikken fra et ruteben fortsætter på et eller flere andre ruteben. Således er trafikstrømme igennem området beskrevet ved trafikken på de enkelte ruteben og interaktioner i waypoints.

Trafikfordelingen på tværs af hvert enkelt ruteben er illustreret i Figur 4-15, og disse fordelinger af trafik bidrager til estimeringen af kollisionsfrekvenser. Udover at sejle langs rutebenene vil skibe – ved en menneskelig fejl – kunne fortsætte med uændret kurs efter et ruteknæk og dermed risikere at grundstøde eller kolliderer mod hindringer i området, ligesom skibe på alle ruter kan opleve maskinsvigt. For vedligeholdelsestrafikken mellem Tyskland og de tyske vindmølleparker Wiking og Arkona ses dog, at disse skibe naturligvis sejler direkte imod og ind imellem vindmøllerne. For ikke at overestimere kollisionsfrekvensen mod vindmøllerne medregnes ikke det scenarie, hvor vedligeholdelsestrafikken kolliderer direkte imod de nuværende vindmøller.

4.4 Kollisionsfrekvenser

I basisscenariet vil kollisionsfrekvenserne dække grundstødninger, samt skib-skib-kollisioner og kollisioner mod de vindmøller, der allerede er i drift. De tyske vindmølleparker, Wiking og Arkona, er medtaget i modelleringen. Vindmøllerne vil være udsat for drivende skibskollisioner fra flere af ruterne, samt kollisioner fra skibstrafik hvor en menneskelig fejl indtræffer, og skibet kolliderer mod en vindmølle med højere hastighed.

Ved estimering af kollisionsfrekvenser i IWRAP er der taget højde for grundlæggende, navigationsmæssige foranstaltninger, herunder mulighed for udbedring af maskinfejl og brug af nødankring for i nogle tilfælde at afværge grundstødning eller kollision mod turbinerne. Der er derimod ikke taget højde for specifikke afværgeforanstaltninger i forbindelse med etablering af havvindmølleparken.

Som nævnt på HAZID-workshoppen, se ref. /1/, så vil den østgående skibstrafik på hovedtrafikruten i retning mod Bornholmsgat kunne grundstøde ved Bornholm. I den nuværende situation er der en alarmzone i området vest for Bornholm i forhold til at reagere på skibe, der kan komme ud af kurs fra hovedruten og mod grundstødning på Bornholm. MAS-vagten (Maritime Assistance Service) reagerer her på en automatisk alarm, hvilket har indflydelse på antallet af grundstødninger, der finder sted på Bornholm. I estimatet af grundstødningsfrekvenser er der konservativt ikke taget højde for effekten af alarmzonen.

I Tabel 4-4 er de estimerede kollisionsfrekvenser vist for hhv. grundstødninger, skib-vindmølle kollisioner og skib-skib kollisioner. Resultaterne er også vist som den årlige returperiode; altså det antal år, der i gennemsnit forventes imellem hændelser.

Tabel 4-4. Opsummerede årlige returperioder for kollisioner for basisscenariet.

Kollisions scenarie	Basisscenarie	
	Frekvens [år]	Returperiode [år]
Påsejling af grund	3,48E-03	287
Drivende grundstødning	3,05E-02	33
Totalt antal grundstødninger	3,39E-02	29
Påsejling af vindmølle	1,07E-04	9.378
Drivende vindmøllekollision	2,26E-03	443
Totalt antal vindmøllekollisioner	2,36E-03	423
Overhaling	3,15E-02	32
Modgående	4,23E-04	2.364
Krydsende	4,56E-02	22
Sammenflettende	1,94E-02	51
Knæk	4,89E-02	20
Totalt antal skibskollisioner	1,46E-01	7
Totalt antal kollisioner og grundstødninger	1,82E-01	5,49

Risikoen for grundstødninger i basisscenariet er modelleret mod det lavvandede område ved Rønne Banke og Bornholm. Helt overordnet ses, at en grundstødning vurderes at ske ca. hvert 29 år, og at en kollision mod en af de eksisterende vindmøller i de to tyske vindmølleparker forventes ca. hver 425. år. De fleste både grundstødninger og vindmøllekollisioner estimeres at skyldes drivende skibe og vil dermed ske ved lavere hastighed.

For forskellige typer af skib-skib kollisioner vurderes returperioder på mellem ca. 20 og 50 år, på nær kollisioner relateret til modgående trafik, som vurderes at være meget sjældne. Dette skyldes, at trafikken i området i høj grad er opdelt i ensrettede trafikstrømme. Samlet set vurderes returperioden for en skib-skib-kollision i området at være ca. 7 år, hvilket skyldes den tætte omkringliggende trafik fra hovedruterne hvor overhalinger og sammenfletninger mv. finder sted og bidrager til risikoen.

Medregnes både skib-skib-kollisioner og grundstødninger vurderes en kollision eller grundstødning at indtræffe ca. hvert fem et halvt år inden for det modellerede område. Ved sammenligning med opgørelsen over hændelser i afsnit 4.1.4 skal det bemærkes, at de opgjorte hændelser også inkluderer hændelser, der ikke har medført kollision eller grundstødning. Ud over de estimerede kollisioner og grundstødninger vil der dermed kunne forekomme hændelser, som håndteres inden de udvikler sig til egentlige kollisioner eller grundstødninger.

4.5 Risikovurdering

Som følge af den intense skibstrafik i området er der naturligvis en væsentlig sandsynlighed for kollisioner og grundstødninger, hvilket også ses af antallet af registrerede ulykker i afsnit 4.1.4 og estimeringen af kollisionsfrekvenser i Tabel 4-4. Konsekvenserne ved en kollision vil dog kunne variere fra frontalkollisioner ved høj hastighed til mere overfladiske kollisioner ved lavere hastighed. Både kollisioner og grundstødninger vil kunne give anledning til såvel materielskade og

personskade som skade på miljøet. Kollisioner mod vindmøller og andre faste installationer vil også kunne give anledning til skade på såvel skibe som installationer.

Alvorligheden af kollisioner afhænger af kollisionshastighed, skibstype og skibsstørrelse, og dermed af om hændelsen involverer drivende skibe eller skibe, der sejler med fuld hastighed. Forholdet imellem personskade og materielskade kan også variere afhængig af skibsstørrelsen, ligesom risikoen for skade på miljøet kan afhænge af skibstypen, der er involveret i en kollision. Særligt kollisioner, der involverer tankskibe, vil naturligvis kunne bidrage til større miljøskade.

Samlet set består skibstrafikken i området af alle mulige skibstyper fra tankskibe og fragtskibe til passagerfærger, lystsejlere og fiskere. Konsekvenserne ved kollisions- og grundstødnings-scenarier kan dermed variere fra helt små til katastrofale. Som følge af den store trafikmængde med kommerciel trafik på hovedruterne i og omkring planområderne vil mange kollisioner dog kunne involvere større, kommercielle skibe.

Ved anvendelse af vurderingsskalaerne i Søfartsstyrelsens skema, se Figur 2-3, ses kollisionsfrekvenserne i Tabel 4-4 at give anledning til sandsynlighedsindeks på ca. 4-5 afhængig af hændelsen – svarende til hændelser hvert 10. til 100. år. Konsekvenserne ved grundstødninger vil kunne være betydelige, men dog mindre end skib-skib-kollisioner ved fuld hastighed, som i værste fald kan være katastrofale, f.eks. i forbindelse med en større kollision med et tankskib. Kollisioner mellem skibe og vindmøller vil også kunne være alvorlige for både skibe og vindmøller, om end de oftere forekommende drivende kollisioner sandsynligvis vil give anledning til mindre konsekvenser.

Kvalitativt vurderede risikoindeks for de forskellige hændelser er præsenteret i Tabel 4-5.

Tabel 4-5. Vurdering af risikoindeks for basisscenariet inden etablering af Energiø Bornholm.

Hændelse	Frekvensindeks	Konsekvensindeks	Risikoindeks
Skib-skib-kollision	5	2-4	7-9
Grundstødning, drivende	4-5	1	5-6
Grundstødning, fuld hastighed	3-4	1-2	4-6
Skib-vindmølle-kollision, drivende	3-4	2	5-6
Skib-vindmølle-kollision, fuld hastighed	2	2-3	4-5

I forhold til anlægsprojekter planlægges almindeligvis med, at en risiko efter etablering af forebyggende foranstaltninger er acceptabel ved et risikoindeks på fem eller mindre. Risikoen relateret til såvel grundstødninger og kollisioner ses derfor som udgangspunkt inden etablering af Energiø Bornholm at være høj i området omkring Bornholm. Den højeste risiko vurderes at være relateret til skib-skib-kollisioner.

Det bemærkes dog, at denne risiko er kendt og accepteret og i høj grad knytter sig til den intense, kommercielle trafik, som uvægerligt passerer igennem området.

5. VURDERING AF PÅVIRKNING

I dette afsnit vurderes de sejladsmæssige ændringer som følge af etablering af Energiø Bornholm. Derudover vurderes påvirkningen af sejladssikkerheden.

5.1 Omlægning af skibstrafik

Etablering af Energiø Bornholm vil give anledning til ændringer i skibstrafikken i området, da større skibe ikke længere vil kunne passere planområderne med vindmøller. Det antages derfor, at noget af skibstrafikken vil omlægges for at undgå at passere gennem planområderne for Energiø Bornholm. De ruter, der bruges til at modellere skibstrafikken i risikoanalysen, er derfor tilpasset baseret på den antagne fremtidige adfærd for denne trafik.

På HAZID-workshoppen, ref. /1/, blev særligt området Bornholm I vurderet at udgøre en større risiko, da der passerer skibstrafik igennem området, og da der er intens trafik umiddelbart nord for området. Som udgangspunkt for HAZID-workshoppen var der ikke planlagt en gennemsejlingskorridor imellem områderne Bornholm I nord og Bornholm I syd. Med opdelingen i Bornholm I nord og Bornholm I syd muliggøres passage på tværs af området, hvilket der er taget højde for i den modellerede omlægning af trafikken.

Den rute, der vil blive mest direkte påvirket af etableringen af Energiø Bornholms vindmølleparker, er DFDS-ruten, der sejler mellem Kiel i Tyskland og Klaipėda i Litauen. Baseret på diskussioner før og under HAZID-workshoppen, ref. /1/, er det forventeligt at sejladskorridoren imellem Bornholm I nord og Bornholm I syd er den mest sandsynlige, fremtidige rute for DFDS-færgerne og anden kommerciel trafik på denne strækning.

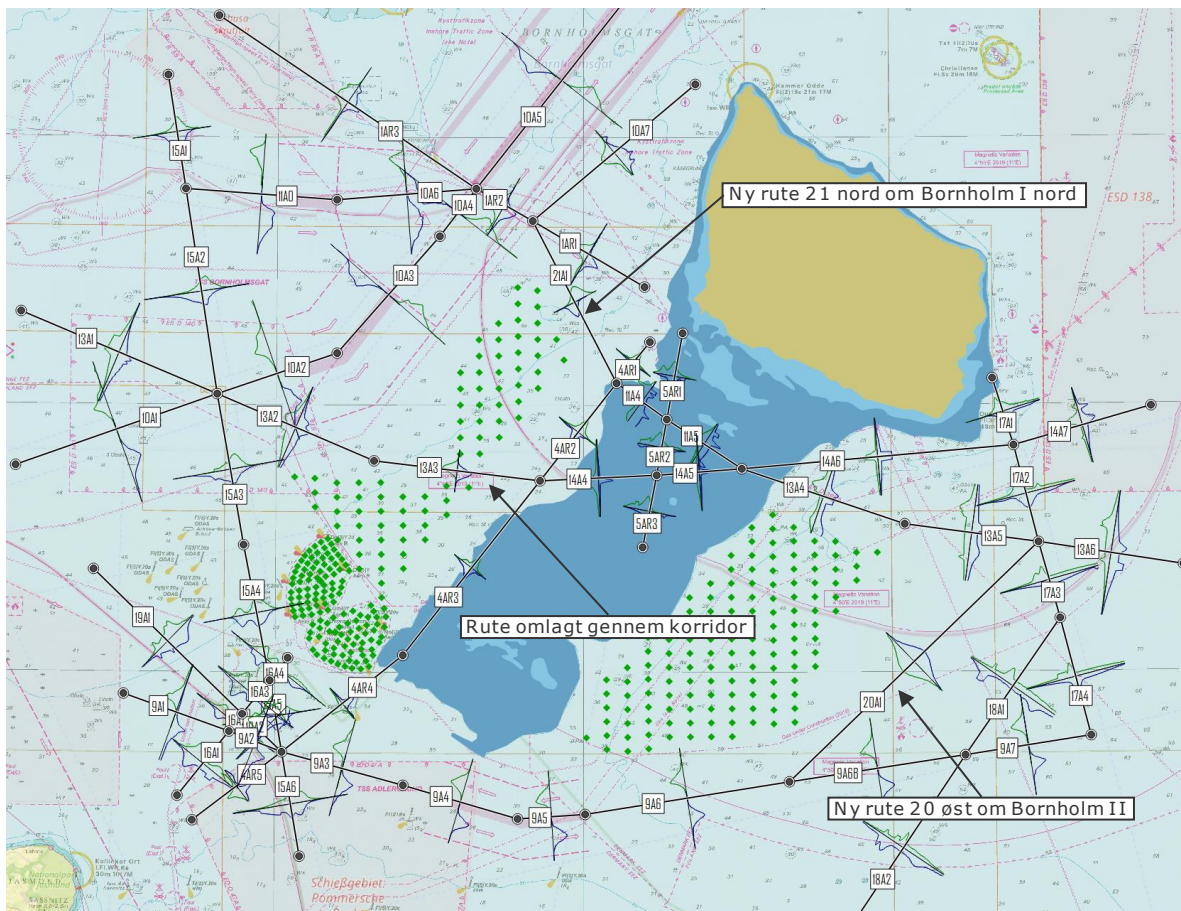
I forbindelse med projektet behandles to scenarier for opstillede vindmøller, som beskrevet i afsnit 3.2; hhv. et scenarie med en samlet kapacitet på 3,2 GW og et scenarie med en samlet kapacitet på 3,8 GW. Ud over havvindmøllerne vil der også blive opstillet op til syv transformerstationer i hvert scenarie. I scenariet med 3,8 GW vil der blive opstillet flere vindmøller inden for planområderne. Planområderne er dog uændrede, og omlægningen af skibstrafikken modelleres derfor på samme måde uafhængig af opstillingsmønstrene. Med henvisning til de nuværende ruter defineret i afsnit 4.1 antages ændringer som beskrevet i Tabel 5-1.

Tabel 5-1. Justering af ruter efter anlæg af Energiø Bornholm.

Rute	Beskrivelse	Påvirkning efter etablering af Energiø Bornholm
1	Rønne mod Bornholmsgat (retning Ystad)	Uændret
2	Mod Rønne fra Øresund	Omlægning mod nord gennem forsigtighedsområdet til sammenfald med rute 1
3	Fra Rønne mod sydvest gennem Bornholm I nord	Omlægges til at passere vest om Bornholm I nord via rute 4 og derefter igennem korridoren mellem Bornholm I nord og Bornholm I syd
4	Sydvest fra Rønne langt Bornholm I og Bornholm 2	Uændret

Rute	Beskrivelse	Påvirkning efter etablering af Energiø Bornholm
5	Mellem Rønne og indvindingsområde på Rønne Banke	Uændret
6	Fra TSS Adlergrund og over Bornholm II	Omlægges igennem TSS Adlergrund og til ny rute øst for Bornholm II
7	Fra TSS Adlergrund og over Bornholm II	Omlægges igennem TSS Adlergrund og til ny rute øst for Bornholm II
8	Fra TSS Adlergrund og over Bornholm II	Omlægges igennem TSS Adlergrund og til ny rute øst for Bornholm II
9	Hovedtrafik gennem TSS Adlergrund	Uændret
10	Hovedtrafik gennem TSS Bornholmsgat	Uændret
11	Fra TSS Bornholmsgat og syd om Bornholm gennem Bornholm I nord	Omlægges til en rute nord om Bornholm I nord, delvist sammen med rute 1
12	Fra TSS Bornholmsgat og mod indvindingsområde på Rønne Banke over Bornholm I nord	Omlægges til en rute nord om Bornholm I nord, delvist sammen med rute 1
13	Fra TSS Falsterbo Rev og syd om Bornholm	Omlægges til at benytte korridoren mellem Bornholm I nord og Bornholm I syd
14	Fra TSS Rügen og syd om Bornholm	Omlægges til at benytte korridoren mellem Bornholm I nord og Bornholm I syd
15	Ystad – Sassnitz/Swinoujscie	Uændret
16	Vedligeholdelsestrafik til Wikinger og Arkona	Uændret
17	Nexø - Kotobrzeg	Uændret
18	Sydøst for Bornholm og til og fra Swinoujscie	Uændret
19	Trafik mellem TSS Falsterbo Rev og TSS Adlergrund	Uændret

Omlægningen af skibstrafikken som beskrevet i Tabel 5-1 medfører revurdering af fordelingen af trafik på de enkelte ruter, ligesom nogle ruter vil være begrænset af vindmøllernes placering. De omlagte ruter, modelleret i IWRAP, er vist i Figur 5-1, og særlige forhold i forbindelse med omlægning af ruterne efter etablering af vindmølleparkerne for Energiø Bornholm er beskrevet efterfølgende.



Figur 5-1. Modelleringen af de fremtidige forhold for skibstrafikken baseret på de ændringer planområderne for Energiø Bornholm giver til skibstrafikken ift. basisscenariet, med grønne markeringer af vindmøller, Bathymetri for Rønne Banke og Bornholm.

Skibstrafik vest og syd for planområderne, samt syd for Nexø

Trafikken vest og syd for planområderne og mellem Nexø og Polen påvirkes kun i mindre grad af etablering af vindmøller inden for planområderne, men er medtaget i modellen, da skibe i nærområdet ved en maskinfejl vil kunne drive mod vindmøllerne.

Omlægning af trafik igennem Bornholm I

Inden etablering af Energiø Bornholm kan trafikken mellem Rønne og TSS Bornholmsgat brede sig over et større område. Således krydser trafik til/fra TSS Falsterbo Rev diagonalt igennem forsigtighedsområdet, hvorimod hurtigfærgerne mellem Ystad og Rønne passerer nordlige igennem forsigtighedsområdet på en direkte kurs mellem de to havne. Efter etablering af Bornholm I nord antages trafikken mellem Rønne og TSS Falsterbo Rev at passere nordligere igennem forsigtighedsområdet for at undvige de nordligste havvindmøller. Trafikken, der tidligere forlod TSS Bornholmsgat i den sydlige del af forsigtighedsområdet for at følge en kurs syd om Bornholm eller mod Rønne Banke, antages på samme måde at tage en nordligere kurs igennem forsigtighedsområdet for derefter at sejle nord om Bornholm I nord og efterfølgende syd om Bornholm. Der er således modelleret en ny rute nord om Bornholm I nord for den trafik, der

tidligere passerede igennem området. Bredden på ruten er begrænset af de nordligste vindmølle, og omlægningen bevirker, at trafikken mellem Rønne og forsigtighedsområdet intensiveres.

Den nuværende trafik ud fra Rønne og igennem planområdet for Bornholm I nord (rute 3) omlægges ligeledes i den fremtidige situation. Da ruten primært besejles af mindre skibe, antages denne omlagt over Rønne banke og igennem korridoren mellem Bornholm I nord og Bornholm I syd.

Omlægning af trafik igennem Bornholm II

Trafikken, der på nuværende tidspunkt passerer igennem området udlagt til Bornholm II, antages i fremtiden at benytte TSS Adlergrund og først øst for Bornholm II ændre til en nordøstlig kurs. Al trafikken, der tidligere sejlede igennem området udlagt til Bornholm II, antages dermed at forløbe via en ny rute øst for Bornholm II. Trafikken på de nuværende ruter breder sig over et større område, og der er ligeledes god plads i området øst for Bornholm II. Skibene antages dermed at sejle over en bred fordeling på den nye rute (rute 20). Trafikken er modelleret i IWRAP og fordelingen af trafikken på tværs af ruten er her normalfordelt med en standardafvigelse på 1.500 m for begge retninger.

Korridoren mellem Bornholm I nord og Bornholm I syd

Den eksisterende trafik fra TSS Falsterbo Rev (rute 13) antages i fremtiden at følge samme kurs, dog begrænset af korridoren imellem Bornholm I nord og Bornholm I syd. Trafikken fra TSS Rügen (rute 14) antages derimod at tage en nordligere kurs for at sejle nord om Bornholm I syd og flette sammen med trafikken fra TSS Falsterbo Rev, således at den samlede trafik fra de to ruter fortsætter igennem den etablerede korridor. Derudover antages en del af trafikken, der tidligere sejlede igennem planområdet Bornholm I nord (rute 3), også at benytte korridoren. Totalt er der i 2019 registreret hhv. 341 skibe på rute 3, 931 skibe på rute 13 og 1.125 skibe på rute 14. Samlet set antages dermed omkring 2.400 skibe at passere igennem korridoren pr. år.

Bredden på sejladskorridorer bør være tilstrækkelig til at skibe sikkert kan passere igennem; også i tilfælde af behov undvigemanøvrer. Søfartsstyrelsen henholder sig generelt til principper for vurdering af tilstrækkelig bredde, som beskrevet i et hollandsk white paper, ref. /15/ og tilsvarende principper beskrevet i en PIANC-vejledningen "Interaction Between Offshore Wind Farms And Maritime Navigation", ref. /8/.

Vurderingen af den nødvendige bredde af sejladskorridorer er baseret på antallet af skibe, der skal benytte korridoren, en nødvendig plads for at overhale, samt muligheden for at give plads og undvige inden for rutens bredde.

Idet omlægningen af trafikken viser, at der vil være i omegnen af 2.400 skibe om året i korridoren i øst/vestgående retning imellem Bornholm I nord og Bornholm I syd, så anbefales en bredde svarende til fire gange længden af et standardskib. Først ved flere end 4.400 årlige passager anbefales en større bredde. Et standardskib er defineret således, at 98,5 % af de skibe, der benytter den pågældende rute, ikke er større end standardskibet. Et standardskib i korridoren mellem Bornholm I nord og Bornholm I syd vurderes at være på ca. 200 m, se også Figur 4-3, hvor det ses at alle skibe på rute 14 er under 200 m, og kun meget få af de nuværende skibe på rute 3 og 13 er længere.

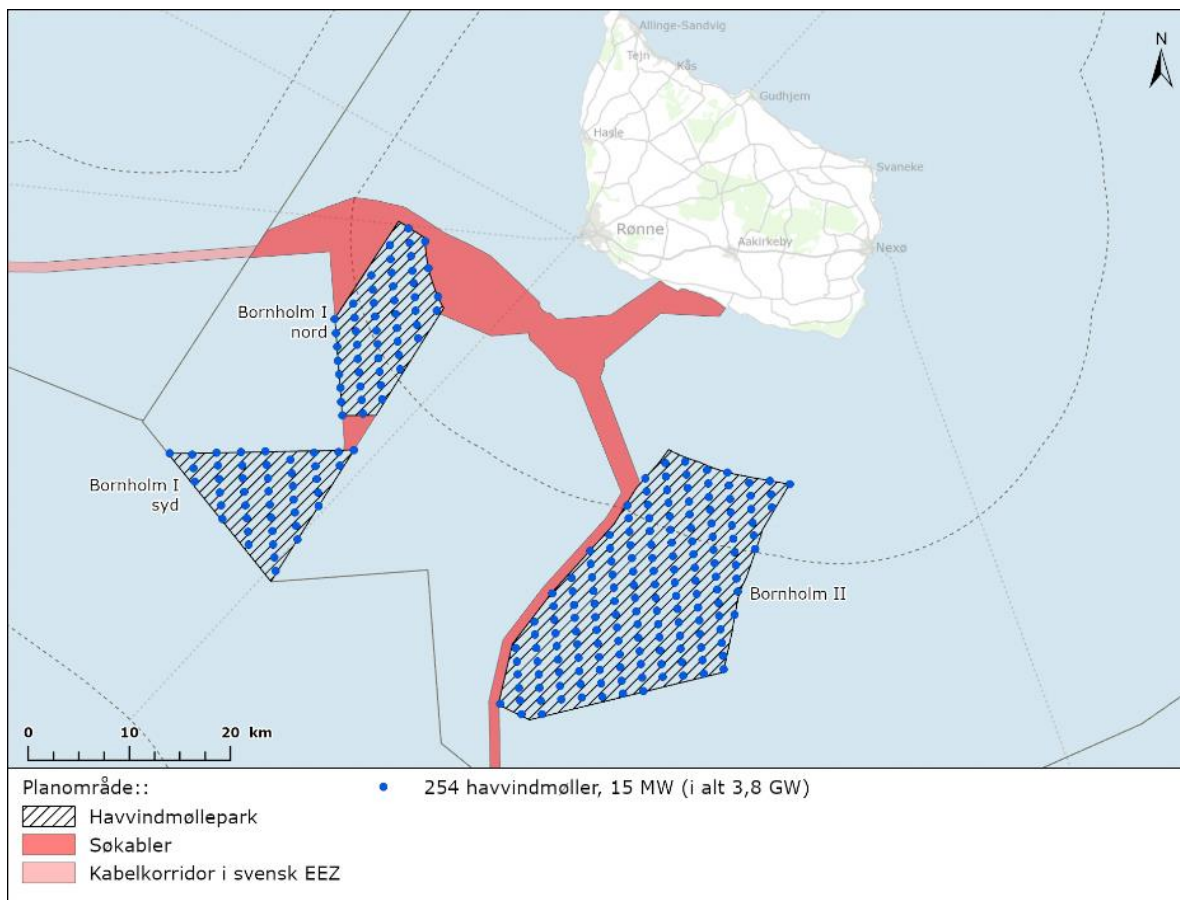
Ud over plads til den almindelige trafikafvikling er der behov for en ekstra sikkerhedsmargin eller bufferzone fra yderkanten af trafikafviklingen til vindmøllerne langs korridoren. Dette er et område, hvor et skib vil kunne foretage undvigemanøvrer. En undvigemanøvremanøvre består af en kursændring mod styrbord på 0,3 sømil efterfulgt af en 360-graders vending. En vending på 360 grader vurderes normalt at fylde seks gange skibets længde. Korridoren vil have trafik i begge retninger, og ovenstående vil derfor i udgangspunktet gælde i begge retninger.

Baseret på standardskibets længde (L) og trafikintensiteten kan den vejledende bredde for korridoren beregnes ved følgende formel:

$$(4L + (0.3nm + 6L)) \times 2$$

Beregningen giver en bredde på ca. 5,1 km (2,8 sømil), hvilket svarer til bredden på sejladskorridoren angivet i Havplanen, se Figur 3-5.

Den korteste afstand mellem planområderne Bornholm I nord og Bornholm I syd er ca. 3,4 km (1,85 sømil) og dermed mindre end bredden af korridoren foreslået i havplanen. Korridoren bliver dog ganske kort og vil blot omfatte passage af et par vindmøller på hver side, se Figur 5-2. Figuren illustrerer et muligt opstillingsmønster for en parkudlægning baseret på den højeste, samlede kapacitet og de mindst mulige, og dermed flest, havvindmøller. Både øst og vest for passagen mellem Bornholm I nord og Bornholm I syd er der mere plads til at undvige potentielle kollisioner. Skibskorridoren vil dermed tilnærmelsesvis kunne betragtes som en passage mellem to bropiller, om end den østgående trafik op imod passagen vil sejle langs den nordlige side af Bornholm I syd, hvor der vil være behov for en sikkerhedsafstand mod rækken af vindmøller. Sammenlignes med gennemsejlingen under Storebæltsbroen, hvor trafikmængden er væsentligt større, er der her kun ca. 1,6 km. mellem pylonerne. En fri bredde på ca. 3,4 km i gennemsejlingen mellem Bornholm I nord og Bornholm I syd vurderes derfor som tilstrækkelig til sikkert at kunne afvikle trafikken.

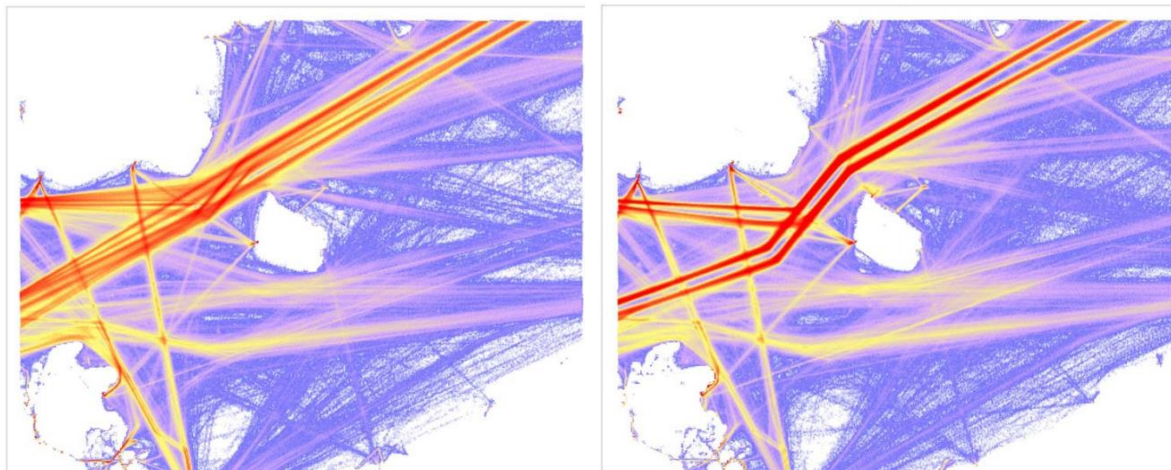


Figur 5-2. Indikativt opstillingsmønster for havvindmøller 3,8 GW ved anvendelse af 15 MW-havvindmøller.

Energinet er bekendt med, at der er et overlap mellem planområdet for Bornholm I nord og sejlkorridoren, og informerer om, at sejlkorridoren vil blive indsnævret, ref. /16/.

Den forventede skibstrafikfordeling for skibstrafikken på rute 14 hvor blandt andet DFDS-færgerne mellem Kiel og Klaipėda sejler samt trafikken fra Øresund og syd om Bornholm på rute 13 imellem de planlagte vindmølleområder Bornholm I nord og syd, antages at være mindre når trafikken omlægges og tilpasses sejlkorridoren. Begrundelsen for at antage en snævrere fordeling knytter sig til, at skibskorridoren begrænser pladsen til at sejle alternative ruter. Vindmøllerne vil begrænse skibets navigation og sikkerhedsafstande mellem sig selv og andre genstande og dermed indsnævre skibstrafikken. Det antages derfor, at skibe, der sejler gennem vindmølleparken, er tvunget til at sejle i en mindre bane, hvilket leder til at fordelingen af skibstrafikken på rute 13 og rute 14 kan antages at være mindre efter anlæg af Energiø Bornholms vindmølleparker.

For at kvantificere effekten, er nedenfor beskrevet effekten af implementeringen af TSS Bornholmsgat, der tvinger skibe ind i en mindre bane vist i Figur 5-3. I denne figur er skibstrafikintensiteten før og efter implementering af TSS Bornholmsgat visualiseret. Det indikerer tydeligt effekten af TSS Bornholmsgat. Skibskorridoren gennem Energiø Bornholms vindmølleparker antages derfor med en tilsvarende effekt.



Figur 5-3. Skibstrafikken i Østersøen syd for Sverige før og efter etableringen af TSS Bornholmsgat. Venstre: Data fra juli-december 2005, højre: Data juli-december 2006, fra ref. /9/.

I lignende projekter for estimeringer af skibstrafikkens kollisionsfrekvenser med bropiller er det antaget, at skibene vil følge en smallere fordeling for at holde sig inden for ruterne mellem forhindringerne. Det antages i den forbindelse, at 5 % af skibstrafikken fordeler sig uniformt inden for bredden af korridoren, og de resterende 95 % fordeler sig normalfordelt med en standardafvigelse på 9 % af rutens bredde. Med en standardafvigelse på 9 % af rutens bredde (3,4 km), så er denne sat til 306 m. Dette tvinger skibstrafikken til at sejle på en smallere rute, da skibene under normale omstændigheder forventes at undgå kollisioner med vindmøllerne. Effekten heraf kan være en stigning i frontal- og overhalingskollisioner for skibstrafikken, hvilket afspejles i frekvensresultaterne, ligesom sjældne frontalkollisioner mod vindmøllerne og risikoen for maskinsvigt ved passage af korridoren er medtaget i modelleringen.

Skibstrafikken, der er omlagt nord om Bornholm I nord på rute 21 vist i Figur 5-1, er tilsvarende modelleret i IWRAP med en normalfordeling af trafikken, der minder om de ruter, den forbinder. Her er benyttet en smallere fordeling for den østgående trafik med en standardafvigelse på 350 m idet denne trafik presses op mod vindmølleparken for at give plads til den modgående skibstrafik, der sammenfletter med den vestgående trafik fra Rønne. Den vestgående trafik på ruten er også normalfordelt, men med en væsentligt bredere standardafvigelse på 600 m for at tage højde for sammenfletningen med Ystad-Rønne ruten ud i forsigtighedsområdet og TSS Bornholmsgat. Det er derudover antaget, at den modsatrettede trafik er delvist separeret, og dermed at den østgående trafik sejler tættere op mod Bornholm I nord, hvorimod den vestgående trafik sejler tættere på Bornholm.

5.2 Kollisionsfrekvenser

Efter omlægning af skibstrafikken og indsættelse af vindmøller er kollisionsfrekvenserne igen estimeret i IWRAP.

Resultaterne af ulykkesfrekvenserne for de to scenarier med en samlet kapacitet på hhv. 3,2 GW eller 3,8 GW svarende til placering af 214 eller 254 vindmøller indenfor planområderne, er

præsenteret i Tabel 5-2. Her er vist hvert scenarios kollisionsfrekvenser og tilsvarende returperioder.

Tabel 5-2. Opsummerede årlige returperioder for kollisioner efter etablering af Energiø Bornholm.

Kollisionsscenario	3,2 GW kapacitet		3,8 GW kapacitet	
	Frekvens [år]	Retur-periode [år]	Frekvens [år]	Retur-periode [år]
Påsejling af grund	3,43E-03	292	3,43E-03	292
Drivende grundstødning	3,02E-02	33	3,01E-02	33
Totalt antal grundstødninger	3,36E-02	30	3,36E-02	30
Påsejling af vindmølle	2,22E-03	451	2,50E-03	401
Drivende vindmøllekollision	5,78E-03	173	6,55E-03	153
Totalt antal vindmøllekollisioner	7,99E-03	125	9,04E-03	111
Overhaling	3,23E-02	31	3,23E-02	31
Modgående	6,38E-04	1,567	6,38E-04	1,567
Krydsende	4,84E-02	21	4,84E-02	21
Sammenflettende	1,94E-02	51	1,94E-02	51
Knæk	4,91E-02	20	4,91E-02	20
Totalt antal skibskollisioner	1,50E-01	7	1,50E-01	7
Totalt antal kollisioner og grundstødninger	1,91E-01	5,22	1,92E-01	5,20

Det ses, at de totale kollisionsfrekvenser nederst i Tabel 5-2 indeholdende både grundstødninger, skibskollisioner med vindmøller og skib-skib kollisioner ikke afviger væsentligt mellem de to scenarier. Forskellen ses i kollisionsfrekvenserne for vindmøllekollisioner, hvor der oftere forventes kollisioner i scenariet med flere vindmøller.

Procentdelen af vindmøllekollisioner, som vedrører Energiø Bornholms havvindmøller, er opsummeret i Tabel 5-3. Procenterne viser, at ca. 75 % af alle vindmøllekollisioner er relateret til Energiø Bornholms havvindmøller. De resterende ca. 25 % er dermed relateret til de nærliggende tyske vindmølleparker. Det ses, at procenterne for påsejlende kollisioner er ca. 95 %, hvilket betyder at kun 5% af de sejlene kollisioner mod vindmøller er relateret til de tyske vindmøller og andelen af de påsejlende kollisioner mod Energiø Bornholms vindmøller er derfor ikke væsentlig forskellig fra de tidligere viste resultater i Tabel 5-2. De drivende kollisioner mod Energiø Bornholms havvindmøller er væsentligt færre end opsummeret i Tabel 5-2, idet kun 66 % af disse er estimeret til at kolliderer mod Energiø Bornholms vindmøller.

Da en del af de estimerede vindmøllekollisioner vedrører kollisioner mod de eksisterende tyske vindmølleparker, vil frekvensen for kollisioner mod Energiø Bornholms havvindmøller være lavere end angivet i Tabel 5-2. Den totale returperiode for kollisioner mod Energiø Bornholms havvindmøller vurderes således at være hhv. hvert 174 år og 148 år afhængig af antallet af havvindmøller.

Tabel 5-3. Andel af kollisionsfrekvenser mod Energiø Bornholm vindmøller.

	3,2 GW kapacitet	3,8 GW kapacitet
Påsejling af vindmølle	95%	96%
Drivende vindmølle kollision	63%	67%
Totalt antal vindmøllekollisioner	72%	75%
Totale returperiode for Energiø Bornholms vindmølle kollisioner	174 år	148 år

Specifikt for kollisioner mod Energiø Bornholms havvindmøller fordeler kollisioner for forskellige skibstyper i begge scenarier sig således: ca. 72% fragtskibe, 11% tankskibe og 2-3% fordelt på hver af de øvrige skibstyper. Da hovedruten (rute 10) til TSS Bornholmsgat passer nært forbi Bornholm I med knapt 25.000 skibe om året, hvilket er den mest trafikeret rute i området, bl.a. med ca. 70% fragtskibe på denne rute (se Figur 4-4), så er det forventeligt at størstedelen af kollisionerne mod vindmøllerne er relateret til påsejlende og drivende fragtskibe. På samme rute er også repræsenteret tankskibe, hvilket forklarer de 11% af kollisionerne. Derudover er også rute 9 igennem TSS Adlergrund en trafikeret rute syd om vindmølleparkerne.

Specifikt for skibslængderne der kolliderer mod Energiø Bornholms vindmøller, så fordeler kollisioner i begge scenarier sig således, at 12 % af skibene er under 50 m, 72 % er under 100 m, 95 % er kortere end 175 m og 99 % er kortere end 250 m. Hovedparten af skibene, der kolliderer med Energiø Bornholms havvindmøller, forventes dermed at være under 175 m lange.

Ud over kollisioner mod havvindmøllerne vil der også kunne ske kollisioner mod transformerstationerne inden for planområderne. Placeringen af transformerstationerne inden for planområderne er ikke konkretiseret, og der er ikke estimeret konkrete kollisionsfrekvenser. Hvis transformerstationerne placeres centralt i planområderne, vurderes de dog ikke at give anledning til væsentligt flere kollisioner, da de til en vis grad vil være beskyttet af de ydre rækker af havvindmøller. Placeres de på kanten af planområderne vil de udgøre mere væsentlige hindringer. Ved sammenligning af de to beregnede scenarier ses dog en relativt lille forskel mellem placering af hhv. 214 og 254 havvindmøller. Da transformerstationerne er større end havvindmøllerne vurderes de op til syv transformerstationer at kunne bidrage med yderligere kollisioner i samme størrelsesorden som de 40 ekstra havvindmøller.

5.3 Risikovurdering

Risikovurderingen foretages som en sammenligning mellem eksisterende forhold i basisscenariet og de to scenarier med vindmøller placeret inden for planområderne Bornholm I nord, Bornholm I syd og Bornholm II.

Sammenligningen af ulykkesfrekvenserne for skibskollisioner er opsummeret i Tabel 5-4, hvor resultaterne fra basisscenariet (Tabel 4-4) og de fremtidige forhold (Tabel 5-2) er præsenteret sammen med den procentvise forskel.

Tabel 5-4. Sammenligning af årlige returperioder for kollisioner for de undersøgte scenarier.

Kollisions scenarie	Basis	3,2 GW kapacitet		3,8 GW kapacitet	
	Returperiode	Returperiode	Forskel til basis (%)	Returperiode	Forskel til basis (%)
Påsejling af grund	287	292	-1,57%	292	-1,57%
Drivende grundstødning	33	33	-0,96%	33	-1,02%
Totalt antal grundstødninger	29	30	-1,03%	30	-1,08%
Påsejling af vindmølle	9.378	451	1.977,79%	401	2.240,22%
Drivende vindmølle kollision	443	173	156,20%	153	190,40%
Totalt antal vindmølle kollisioner	423	125	238,44%	111	282,95%
Overhaling	32	31	2,41%	31	2,41%
Modgående	2.364	1.567	50,86%	1.567	50,86%
Krydsende	22	21	6,25%	21	6,25%
Sammenflettende	51	51	-0,10%	51	-0,10%
Knæk	20	20	0,47%	20	0,47%
Totalt antal skibskollisioner	7	7	2,76%	7	2,76%
Totalt antal kollisioner og grundstødninger	5,49	5,22	5,11%	5,20	5,68%

Ved sammenligning af basisscenariet grundstødning med de to fremtidige forhold hvor vindmøllerne i planområderne for Energiø Bornholm er i drift, så ses kun en mindre ændring, hvor det sjældnere forventes, at der opstår grundstødninger. Når vindmøllerne er i drift, vil hver vindmølle skærme for Rønne Banke og Bornholm for nogle af skibsruterne, hvilket vil lede til at nogle grundstødninger i basisscenariet i stedet vil blive til vindmøllekollisioner.

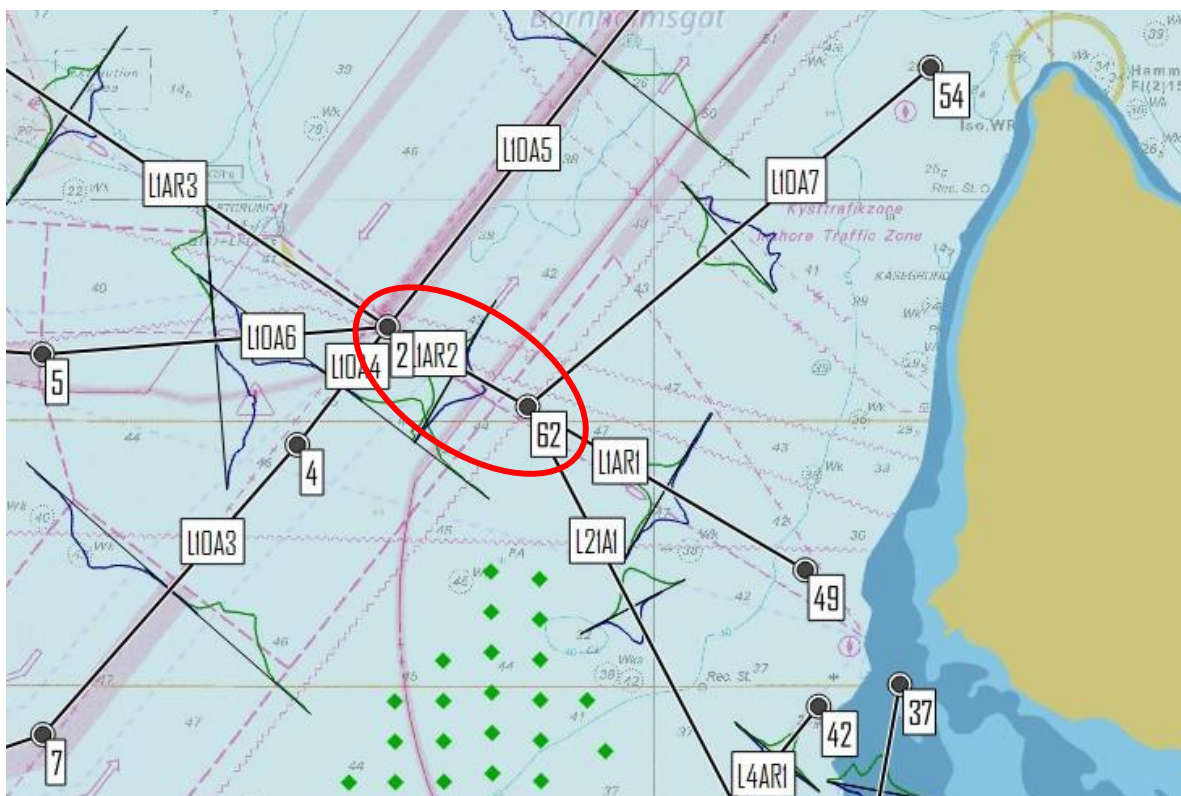
Risikoen for skib-vindmølle-kollisioner i basisscenariet inkluderer udelukkende de to tyske vindmølleparker Wikinger og Arkona sydvest for Bornholm I syd, der netop er i drift. I basisscenariet er den samlede returperiode for skib-vindmølle kollision mod de tyske vindmøller estimeret til at være hvert 423 år. Efter etablering af Energiø Bornholm reduceres returperioden for både sejlede og drivende kollisioner. Ved opstilling af en kapacitet på op til 3,2 GW med op til 214 vindmøller estimeres en returperiode for påsejling hvert 451 år, kollision fra et drivende skib hvert 173 år, og samlet set en skib-vindmøllekollision hvert 125 år. For scenariet med "overplanting" og 254 havvindmøller med en samlet kapacitet på 3,8GW, er returperioderne yderligere reduceret til en samlet returperiode for en skib-vindmøllekollision hvert 111 år.

Tabel 5-4 viser, at frekvensen for direkte påsejling af vindmøller er ændret mest, men at det stadig er de drivende skibskollisioner mod vindmøllerne, der udgør det største bidrag til den samlede returperiode i begge fremtidige scenarier med vindmøller i drift inden for planområderne. Drivende skibe skyldes motorstop, og vil kunne forekomme for alle skibe i området. Med en høj trafikintensitet både nord og syd for planområderne vil der naturligt være en risiko for drivende skibe.

Medregnes kollisioner mod transformerstationer vil returperioden for kollisioner reduceres en smule, og det vurderes, at den samlede returperiode for kollisioner mod såvel havvindmøller som transformerstationer vil være omtrent 100 år i scenariet med "overplanting". Placeres transformerstationerne inde blandt vindmøllerne vil transformerstationerne bidrage mindre til risikoen.

Risikoen for skib-skib kollisioner ændrer sig som følge af omlægningen af sejlrufterne. Omlægningen giver anledning til mere trafik omkring områderne med havvindmøller, hvilket giver en stigning i risikoen for skib-skib-kollisioner, hvor den største ændring er relateret til modgående skibskollisioner hvor returperioden falder fra hvert 2.364 år til hvert 1.567 år. Det er dog de øvrige kollisionsscenarier der bidrager til de hyppigste hændelser med returperioder fra ca. 20 til 50 år. Efter etablering af Energiø Bornholm vurderes skib-skib kollisioner ved sammenfletninger at ske sjældnere, hvilket knytter sig til, at de nuværende ruter på tværs af området forventes at samle sig til færre ruter omkring planområderne. Samlet set viser Tabel 5-4, at skib-skib kollisioner er hændelser, der er estimeret til hvert syvende år for alle scenarierne, og kun en mindre forøgelse ses efter etablering af Energiø Bornholm.

Idet omlægning af trafik igennem Bornholm I flytter nogle skibsruter nord om planområdet Bornholm I nord, så vil trafikintensiteten stige i netop dette område, hvilket også blev nævnt på HAZID workshopen, ref. /1/. Skibstrafikken, der førhen sejlede på tværs af forsigtighedsområdet, tvinges nu ind i det mest trafikeret område i TSS Bornholmsgat hvorefter det sejler mod Rønne og herefter syd om Bornholm og tilsvarende i den modsatte retning. Denne øgning i trafikken medvirker et større bidrag i skib-skib kollisioner i det med rødt markerede området på Figur 5-4.



Figur 5-4. Udsnit af det nordlige område ved TSS Bornholmsgat og Ystad-Rønne færreruten modelleret i IWRAP. Den forbipasserende trafik sammenflettes nord om planområdet Bornholm I nord, hvilket er markeret med rødt.

Skibstrafikken sammenfletter i de to waypoints (2 og 62) hvorefter trafikken sejler langs rute 1 (L1AR2). I Tabel 5-5 er opsummeret de årlige kollisionsfrekvenser i de to waypoints og rutebenet imellem for Baseline og de fremtidige scenarier hvor Energiø Bornholms vindmølleparker er i drift.

Tabel 5-5. Årlige frekvenser for kollisioner i det nordlige område for de undersøgte scenarier.

	Basis	3,2 GW kapacitet	3,8 GW kapacitet
LEG_1AR2	7.63E-06	5.10E-05	5.10E-05
WAYPOINT_2	6.19E-02	6.74E-02	6.74E-02
WAYPOINT_62	8.89E-06	1.01E-04	1.01E-04
Total	6.19E-02	6.76E-02	6.76E-02

Tabel 5-5 viser, at kollisionsfrekvenserne i de specifikke waypoints og på det modellerede ruteben, øges efter omlægningen af skibstrafikken. Den totale skibskollisionsfrekvens øges med 0,57E-02 efter etablering af Energiø Bornholms vindmølleparker. Returperioden for dette område givet de to waypoints enkelte ruteben svarer til hvert 16. år, hvilket efter omlægningen leder til hvert 15. år. Omlægningen af skibstrafikken giver en mindre forøgelse for skibskollisioner i området, men vurderes at ligge på samme niveau som tidligere.

For den samlede kollisionsfrekvens dækkende grundstødninger, kollisioner mod havvindmøller og skib-skibkollisioner ses for begge scenarier med havvindmøller en øgning på ca. 5-6 % i forhold til basisscenariet. I alle tilfælde er den årlige returperiode for en grundstødning eller kollision omkring 5 år.

Risiko for kollision med vedligeholdelsesfartøjer vil relatere sig til transitruter mellem vedligeholdelseshavn og planområderne, bevægelser indenfor planområderne og mellem planområderne. Til og fra områderne forventes det at vedligeholdelsesfartøjer følger den almindelige skibstrafik og almindelige regler for sikker navigation, hvilket leder til en lille risiko for transitsejlads. Afhængig af valg af vedligeholdelseshavn vil forskellige hovedtrafikerter muligvis skulle krydses, f.eks. trafikken ved TSS Adlergrund ved valg af vedligeholdelseshavn i Tyskland. Krydsninger af hovedtrafik skal ske i henhold til almindelige søvejsregler, og eksempelvis så vinkelret som muligt, hvis krydsningen sker inden for eller i nærheden af en TSS.

Vedligeholdelsesfartøjer, der opererer indenfor planområderne, kan også være medvirkende til en øget risiko for skibskollisioner. Indenfor planområderne vil skibsbevægelser kun relatere sig til meget få skibe der sejler i området. Indenfor planområderne er det antageligt at ingen kommercielle skibe vil befinde sig, da disse vil benytte og sejle på hovedruterne udenfor planområderne. Idet sejlads indenfor danske vindmølleparker er tilladt og større kommercielle skibe sejler udenfor vindmølleparker på hovedruter, så antages det at skibstrafikken, der kan observeres indenfor planområderne, er bestående af lystsejlere, trollingfiskere (se HAZID Appendiks, ref. /1/) og andre mindre både. Derudover blev det også nævnt på workshopen at lystsejlere højst sandsynligt også ville sejle udenom planområderne fremfor indenfor. Skibstrafikken sejlede imellem de opstillede vindmøllerne vil generelt være meget få, men ved højtider for trollingfiskeri være forøget. Risikoen ved at have et vedligeholdelsesfartøj sejlede mellem vindmøllerne samt stationært ved vindmøllerne indenfor planområdet må anses at være en lille risiko idet mindre fartøjer ikke er begrænset af deres dybgang eller manøvreveje og ville kunne vige for et vedligeholdelsesfartøj og tilsvarende modsat.

Ved passage fra et planområde til et andet forventes det at vedligeholdelsesfartøjer følger den almindelige skibstrafik og almindelige regler for sikker navigation, hvilket leder til en lille risiko for transitsejlads. Men for vedligeholdelsesfartøjer sejlede mellem planområderne Bornholm I nord og syd, skal der sikres overblik inden passage på tværs af sejlkorridoren. Passagen på tværs krydser den fremtidige rute imellem planområderne hvor der forventes op til ca. 2.500 kommercielle skibe på årlig basis, hvilket gennemsnitligt svarer til 7 skibe om dagen. Vedligeholdelsesfartøjer, der skal passere sejlkorridoren på 3,4 km, vil skulle bruge ca. 10 minutter på dets passage givet det sejler med 10 knops fart. Vedligeholdelsesfartøjer vil kun kortvarigt befinde sig i sejlkorridoren. Derudover antages det, at fartøjet benytter AIS, VHF-radio, radarreflektor mv. for at sikre synlighed til søs for større skibe. Det vurderes, at vedligeholdelsesfartøjer, der passerer fra et planområde til et andet på tværs af sejlkorridoren, kun udgør en mindre begrænset risiko for skibstrafikken.

Anvendes igen vurderingsskalaerne i Søfartsstyrelsens skema, se Figur 2-3, fås kvalitativt vurderede risikoindeks for de forskellige hændelser, som præsenteret i Tabel 5-6. Risikoen relateret til grundstødninger og skib-skib-kollisioner vurderes at ligge på samme niveau som tidligere, og risikoen relateret til skib-vindmølle-kollisioner er øget marginalt. Dog er risikoen for

skib-skib-kollisioner i området stadig størst som følge af den intense, kommercielle trafik og de potentielt store konsekvenser.

Tabel 5-6. Vurdering af risikoindeks efter etablering af Energiø Bornholm.

Hændelse	Frekvensindeks	Konsekvensindeks	Risikoindeks
Skib-skib-kollision	5	2-4	7-9
Grundstødning, drivende	4-5	1	5-6
Grundstødning, fuld hastighed	3-4	1-2	4-6
Skib-vindmølle-kollision ^{*)} , drivende	4	2	6
Skib-vindmølle-kollision ^{*)} , fuld hastighed	3-4	2-3	5-7

^{*)} Inkl. transformerstationer

Med den fastlagte afstand mellem vindmøllerne og hovedtrafikerterne, samt etablering af en gennemsejlingsmulighed mellem Bornholm I nord og Bornholm I syd, vurderes det dermed muligt at etablere vindmøller inden for planområderne. Det bør dog pointeres, at særligt området nord for Bornholm I nord vurderes at opleve en stigning i kollisionsrisikoen som følge af en fortætning af trafikken.

Vindmøllerne er i udgangspunktet placeret uden for de større trafikårer, og de fleste kollisioner vurderes at ville ske i forbindelse med drivende skibe og dermed ved lavere hastighed. Samlet set vurderes etableringen af Energiø Bornholm – uanset om der installeres 3,2 GW eller 3,8 GW – at medføre en begrænset stigning i den samlede risiko for skibstrafikken. Dog vurderes særligt området nord for Bornholm I nord at opleve en øget fortætning af skibstrafikken i et område, der i forvejen er tæt trafikeret. Dette vil lokalt kunne medføre en øget risiko. Markering af vindmøllerne i dette område vurderes derfor som særligt vigtigt.

5.3.1 Risiko i anlægsfase og nedtagningsfase

I anlægsfasen vil arbejdsfartøjer operere i området, hvor de fleste forventes at være supportskibe samt større fartøjer til montering af fundamenter og turbiner.

For at reducere risici i anlægsfasen og nedtagningsfasen, er det forventeligt, at der anvendes tilstrækkelige sikkerhedszoner, og at alle arbejdsområder vil være markeret med AtoN (Aids to Navigation). AtoN er alle former navigationstyper der kan være behjælpeligt for skibstrafikken for at markere arbejdsområder, fx fyrtårne, bøjer, signal, eller andet vejledende for skibstrafikken som hjælper skibstrafikken med at navigere herefter. Det er også vigtigt at have en kommunikationsplan i overensstemmelse med Søfartsstyrelsen og daglige opdateringer i kommunikationen med myndigheden, for at informere alle skibe, der sejler i dette travle område i Østersøen.

Kollisionsfrekvenser er ikke kvantitativt estimeret for anlægsfasen. Sejladsmønstre af arbejdsfartøjer antages at interagere med den normale skibstrafik i henhold til COLREGS (normale IMO-regler for interaktion mellem skibe), når der ikke arbejdes inden for definerede arbejdsområder. Kollisioner mellem tredjeparts skibstrafik og anlægsaktiviteter vurderes at være

af lignende karakter som skib-skib-kollisioner og vindmøllekollisioner i driftsfasen, hvor alle vindmøller vil være permanent til stede i området.

Nedtagningsfasen af vindmølleparken forudsættes i lighed med anlægsfasen, hvor arbejdsområder indrettes med sikkerhedszoner, og trafik til og fra området følger de almindelige ruter. Risikoen antages derfor sammenlignelig, og nedtagningsfasen behandles ikke yderligere.

5.4 Andre forhold

Kollisionsanalysen og risikovurderingen ovenfor vedrører langt overvejende den kommercielle skibstrafik. Forskellige andre relevante forhold relateret til sejladsikkerheden er kommenteret og vurderet kvalitativt nedenfor.

5.4.1 Kabler fra Energiø Bornholm

Områderne planlagt til kabelføringer ses af Figur 4-1 sammen med skibstrafikintensiteten for 2019.

I forbindelse med anlægsfasen vil der være kabellægningsaktiviteter inden for de markerede områder; hhv. mellem vindmølleområderne og Bornholms sydkyst (HVAC-kabler), og mellem Bornholm og Sjælland (HVDC-kabler). Denne anlægsaktivitet vil kunne påvirke skibstrafikken; særligt i områder med krydsende skibstrafik. De anlægsfartøjer, der anvendes i forbindelse med udlægning af kabler, vil have begrænsede manøvre muligheder og være udsat for kollisioner fra krydsende skibstrafik. Kabellægningsaktiviteter er dog almindeligt kendte aktiviteter, og en række risikoreducerende foranstaltninger forventes iværksat; herunder information om aktiviteterne meddelt i Efterretninger for Søfarende (EFS), anvendelse af sikkerhedszone omkring anlægsfartøjerne, relevant navigationsafmærkning og lys på anlægsfartøjerne, samt eventuel anvendelse af afviserfartøj. Den endelige planlægning af anlægsaktiviteterne for det konkrete kabeltrace bør vurderes i henhold til Søfartsstyrelsens vejledning for entreprenørarbejder til søs og endelige risikoreducerende foranstaltninger bør fastlægges i dialog med Søfartsstyrelsen.

I driftsperioden vil kablerne ligge nedgravet i havbunden eller på anden måde være beskyttet. Desuden vil kablerne være markeret i søkort, og der vil i udgangspunktet være en zone på 200 m fra kablerne, hvor ankring og fiskeri med bundtrawl vil være forbudt. Der vil dog stadig være en risiko for kabelbrud som følge af:

- Tabte ankere eller andre objekter
- Synkende eller grundstødende skibe
- Fiskeriaktiviteter
- Ankere slæbt langs havbunden

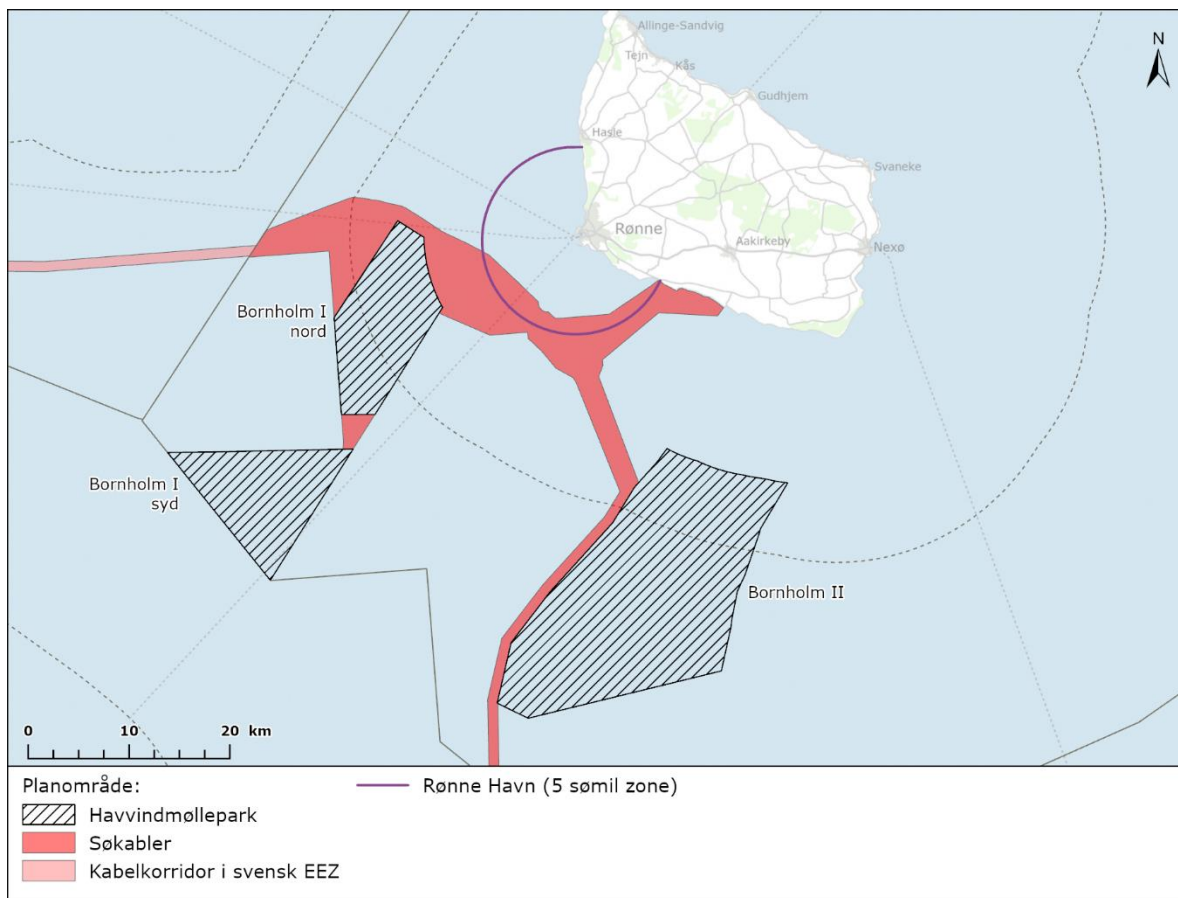
I området inden for vindmølleparkerne og mellem parkerne og Bornholm er skibstrafikken begrænset og består mest af fiskere og lystsejlere. Der er dog en begrænset mængde kommerciel trafik, som passerer syd om Bornholm og nord for vindmølleparkerne, ligesom der er kommerciel trafik i korridoren imellem Bornholm I nord og Bornholm I syd. Da trafikken i området er begrænset, vil kablerne kun i mindre omfang være udsat for risikoen for slæbte ankere.

I området umiddelbart vest for Bornholm I nord krydser kabeltraceet for eksportkablet mellem Bornholm og Sjælland det tæt trafikerede område ved TSS Bornholmsgat. I dette område forventes eksportkablet at følge kabeltraceet for gasledningen Baltic Pipe. Det store antal kommercielle skibe i dette område giver en øget risiko for beskadigelse af kablet som følge af slæbte ankre. Der observeres med jævne mellemrum hændelser med slæbte ankre i området mellem Bornholm og Sverige. Det er derfor meget relevant med beskyttelse af kablerne i dette område.

I området ind imod Køge Bugt er skibstrafikken mere begrænset, om end traceet vil krydse flere mindre befærdede sejlruiter. Graden af særlig kabelbeskyttelse i disse områder må vurderes i forbindelse med konkret planlægning af kablet.

Risikoen i forbindelse med kabelbrud er primært relateret til selve driften af kablet, og bruddet i sig selv vurderes ikke at udgøre en større risiko for den passerende skibstrafik eller miljøet. Udbedring af en kabelskade vil dog kræve tilstedeværelse af et fartøj med begrænset manøvremlighed, hvilket vil give anledning til en øget kollisionsrisiko i perioden for udbedring. Da kabelbrud som følge af slæbte ankre oftest forventes at ske i områder med meget skibstrafik vil udbedringsaktiviteterne dermed også foregå i disse områder.

På HAZID-workshopen, se ref. /1/, nævnte Rønne Havn et behov for ankring i et område ud for Rønne Havn i forbindelse med håndtering af større krydstogtskibe, samt i forbindelse med bunkeringaktiviteter. Rønne Havn ønskede derfor fritagelse af et område af 5 sømils radius omkring Rønne for alle hindringer inkl. søkabler for at imødekomme ankringsaktiviteter. Et sådant område er indikeret på Figur 5-5. Der er omkring 4 sømil mellem de indikerede områder til kabler og Rønne havn, og inddragelse af Rønne Havn bør derfor overvejes ved detaljeret planlægning af kabeltraceerne ved Bornholm.



Figur 5-5. Indikering af område omkring Rønne med radius på 5 sømil.

5.4.1.1 Kompasforstyrrelser

HVDC-kabler kan give anledning til statiske magnetfelter, som kan påvirke kompasvisningen på passerende skibe. De fleste større og kommercielle skibe vil dog anvende elektronisk udstyr og elektroniske søkort (ECDIS), som ikke forstyrres af de statiske magnetfelter. Kompasmisvisning vil dermed primært kunne forstyrre mindre skibe og lystsejlere ved passage af HVDC-kablerne.

Størrelsen af den mulige kompasmisvisning afhænger af forskellige forhold såsom strømmen i kablet, afstanden fra kablet til vandoverfladen og afstanden mellem leder og returleder. Der er forskellige forhold, som kan begrænse det resulterende magnetfelt. Særligt vil bundtede kabler, hvor leder og returleder ligger tæt på hinanden, resultere i, at påvirkningen af det samlede magnetfelt minimeres. Det endelige design vil dermed kunne reducere en eventuel påvirkning, ligesom kablet vil blive markeret i søkort og dets tilstedeværelse dermed kendt af passerende skibe.

Eventuelle kompasforstyrrelser vurderes ikke at være til hinder for projektet, om end eventuelle risikoreducerende foranstaltninger i forbindelse med det detaljerede kabledesign må vurderes.

5.4.2 Fiskeri

Fiskeriet vil blive påvirket af Energiø Bornholm, og den erhvervsmæssige påvirkning er vurderet i en separat teknisk rapport om fiskeriet.

I forbindelse med anlægs- og nedtagningsaktiviteter vil forbudszoner hindre fiskere i at sejle i områder med anlægsaktiviteter. Sejladsikkerhedsmæssigt skal forbudsområder markeres og kommunikeres ud i Efterretninger for Søfarende og vil dermed udgøre kendte hindringer.

Inden for 200 m af søkabler vil der efter etablering af vindmølleparkerne være forbud imod fiskeri med redskaber, der påvirker havbunden, såsom bundtrawl. Inden for havvindmølleparkerne er der i udgangspunktet ikke restriktioner, og fiskere må derfor gerne færdes i områderne. Aktiviteter med bundslæbende redskaber vil dog kunne være begrænset som følge af kabler internt i havmølleområderne, ligesom aktiviteter med længere trawl i praksis være hindret inden for områderne med havvindmøller.

I forbindelse med afholdelse af HAZID-workshoppen indkom høringssvar fra Bornholms Trollingklub, se ref. /1/. Da der ikke er forbud imod sejlads inden for havvindmølleparkerne, ser lokale fiskere positivt på mulighederne for fiskeri ved de mange vindmøllefundamenter, som vil danne grobund for ny fauna og liv i området.

Det må derfor forventes, at en del større, kommercielle fiskere i fremtiden vil holde sig fra at fiske i områderne med havvindmøller, samtidig med at lystfiskeraktiviteter vil fortsætte imellem havvindmøllerne. Sejladsikkerhedsmæssigt vil fiskere i området ikke bevæge sig langs fastlagte ruter, men i højere grad sejle på kryds og tværs imellem vindmøllerne.

Kollisionsrisikoen for fiskernes generelle bevægelser langs ruter ved og igennem vindmølleområderne er inkluderet under afsnit 5.2. De mere lokale bevægelser inden for områderne kan derudover give anledning til kollisioner med vindmøllerne som følge af bevidst sejlads tæt på vindmøllerne. Dette er dog en generel og accepteret risiko ved sejlads inden for områder med vindmøller.

5.4.3 Lystsejlere

I forbindelse med anlægs- og nedtagningsaktiviteter vil der blive etableret forbudsområder, hvor uvedkommende – herunder lystsejlere – ikke har adgang. Afmærkning og information skal koordineres, men aktiviteterne vurderes derudover ikke at udgøre en større risiko for lystsejlerne, som vil kunne undgå disse områder.

I driftsfasen vil der være adgang til sejlads inden for havvindmølleparkerne. Der er en større aktivitet af lystsejlere mellem Rønne og området ved Sassnitz over Rønne Banke, se afsnit 4.1.2. Denne trafik vil kunne fortsætte uhindret efter etablering af vindmølleparken, da den forløber vest for Bornholm I. Derudover er lystsejlerne mere sporadiske i området, og ved sejlads imellem vindmøllerne vil der kunne ske kollisioner. Vindmøllerne vil kunne udgøre egentlige udflugtsmål, og det må forventes, at lystsejlere i et vist omfang vil besejle området.

I forbindelse med sejlads tæt på vindmøllerne vil der kunne ske kollisioner mod vindmøllefundamenterne. Derudover vil der være en risiko for at master på sejlåde kolliderer med vindmøllevingerne. Det er derfor væsentligt at sikre en vis frihøjde fra havoverfladen til

nederste vingespids. Søfartsstyrelsen stiller i den forbindelse krav om en frihøjde på mindst 20 m fra havoverfladen (HAT – højeste astronomiske tidevand) til nederste vingespids. Derudover stiller Søfartsstyrelsen krav om, at fundamenter skal konstrueres som kollisionsvenlige, således at der sker mindst mulig skade ved en kollision. For de nuværende foreslåede vindmøller vil der være en frihøjde fra middelvandstand (MSL) til nederste vingespids på 30 m, hvilket overholder Søfartsstyrelsens mindstekrav.

Vindmølleparkens påvirkning af lystsejlernes aktiviteter i området vurderes derfor som lille.

5.4.4 Radarforstyrrelser

Generel påvirkning af radarer og radiokæder er vurderet i en separat teknisk rapport. Specifikt for skibstrafikken vil forstyrrelse af radarer dog kunne påvirke sejladsikkerheden, og forholdet blev kommenteret på HAZID-workshoppen som en risiko for nedsat overblik, se ref. /1/. Risikoen blev særligt kommenteret i forbindelse med sejlads i en sejladskorridor igennem Bornholm I, i forhold til overblik over eventuelt krydsende vedligeholdelsestrafik.

Der blev på HAZID-workshoppen nævnt erfaringer med falske ekkoer ved Sprogø i Storebælt, men derudover ikke eksempler på større, kendte radarforstyrrelser. Med etableringen af stadig flere vindmølleparker vil flere udfordringer med radarskygge og falske ekkoer kunne vise sig.

På baggrund af input fra HAZID-workshoppen vurderes den største risiko for nedsat overblik som følge af radarskygge at optræde omkring hjørnerne af havvindmølleparkerne, hvor skibstrafik mødes fra forskellige sider. Et fokusområde med stor trafikmængde vil være den nordlige del af Bornholm I nord, hvor passage til og fra forsigtighedsområdet i forvejen bør gennemføres med forsigtighed. Sejladskorridoren defineret i havplanen for Bornholmsgat, se Figur 3-5, inkluderer dog en sikkerhedsmargin, således at der er et område mellem planområdet og hovedtrafikken, således at vestgående trafik nord om Bornholm I nord vil kunne orientere sig inden der sejles ind i forsigtighedsområdet.

5.5 SAR-operationer – redningsoperationer

Der vil i udgangspunktet ikke være restriktioner i forhold til at sejle imellem vindmøllerne, og med mere end 1.000 m imellem havvindmøllerne vurderes redningsoperationer stadig efter opførelse af havvindmøllerne for Energiø Bornholm at kunne foregå i området.

5.6 Kumulative projekter

Den igangværende udbygning af vindkraft betyder, at flere vindmølleparker er planlagt i området mellem Sverige, Tyskland og Bornholm som beskrevet i afsnit 3.1.

Skibskorridoren imellem vindmølleparkerne Bornholm I nord og syd er planlagt under hensyntagen til placering og udbygning af vindmøller i tysk farvand, og ruterne igennem området for Energiø Bornholm forventes ikke yderligere påvirket af andre vindmølleparker. Skåne Havsvindpark ligger f.eks. på den anden side af TSS Bornholmsgat og påvirker som sådan ikke trafikken i området ved Energiø Bornholm.

Da flere vindmølleparker planlægges konstrueret i Østersøen, så er det dog forventeligt, at dette yderligere vil kunne fortætte noget af den trafik, som på nuværende tidspunkt sejler uden for hovedruterne, på samme måde som trafikken i forbindelse med anlæg af Energiø Bornholm

forventes flyttet uden for planområderne. Ensretning og fortætning af trafikken vil kunne give anledning til flere kollisioner inden for de enkelte ruter, men samtidig også kunne reducere risikoen for kollisioner ved rutekrydsninger. Risikoen for kollisioner mod vindmøller vil naturligvis øges ved etablering af flere vindmølleparker; særligt risikoen for drivende kollisioner, da blackout / maskinfejl med mellemrum vil indtræffe. Etableringen af Energiø Bornholm vil dermed, såvel som andre vindmølleparker i området, bidrage til, at den samlede risiko stiger. En samlet koordinering af skibstrafikken (HELCOM) kunne være fordelagtig i relation til den fortsatte udbygning. Ikke blot omkring Energiø Bornholm, men for Østersøen som helhed. Lokalt for Energiø Bornholm vurderes naboprojekter ikke at have den store indflydelse.

6. KONKLUSION OG ANBEFALINGER

Det konkluderes overordnet, at etablering af havvindmøller inden for rammerne af miljøvurderingen af planen, samt udlægning af kabler til Bornholm såvel som eksportkabel mellem Bornholm og Sjælland, vil være mulig samtidig med at sejladsikkerheden i området opretholdes på et acceptabelt niveau.

Baseret på analyser af skibstrafikken, samt potentielle farer og mulige risikoreducerende foranstaltninger, er de væsentligste påvirkninger af sejladsikkerheden relateret til anlæg, drift og nedtagning af Energiø Bornholm, listet nedenfor.

Væsentlige påvirkninger under anlæg og nedtagning af havvindmølleparkerne:

- Anlægstrafik til og fra området vil interagere med anden trafik i området. De konkrete ruter for anlægstrafikken vil afhænge af valg af arbejdshavn, og nogle ruter vil kunne krydse hovedtrafikkorridorer.
- Inden for planområderne vil tilstedeværelsen af anlægsskibe og skibe med begrænsede manøvre muligheder udgøre en lokal risiko.
- I forbindelse med kabellægning vil arbejdsfartøjer skulle operere inden for planområderne, mellem planområderne og Bornholm, og mellem Bornholm og Sjælland. I den forbindelse vil flere tæt befærdede trafikkorridorer skulle krydses af anlægstrafik, hvoraf nogle fartøjer vil have begrænsede manøvre muligheder.

Risikoreducerende tiltag under anlæg og nedtagning af havvindmølleparkerne:

- Anlægstrafik til og fra planområderne, såvel som arbejdsstrafik relateret til kabellægning, vil følge almindelige søvejsregler. Særlig opmærksomhed bør rettes mod eventuel krydsning af hovedtrafikkorridorer.
- Alle anlægsaktiviteter skal planlægges nøje, og den endelige planlægning skal vurderes i henhold til Søfartsstyrelsens vejledning for entreprenørarbejder til søs. Risikoreducerende foranstaltninger bør fastlægges i dialog med Søfartsstyrelsen.
- Anlægsaktiviteter bør efter aftale med Søfartsstyrelsen meddeles i Efterretninger for Søfarende (EFS). Yderligere kommunikation til lystsejlere og fiskere bør overvejes.
- For fartøjer med begrænsede manøvre muligheder bør flere risikoreducerende tiltag overvejes, herunder anvendelse af sikkerhedszone omkring anlægsskibene, relevant navigationsafmærkning og lys på anlægsskibene, samt eventuel anvendelse af afviserfartøj. De endelige risikoreducerende tiltag bør fastlægges for det konkrete projekt efter aftale med Søfartsstyrelsen.

Væsentlige konklusioner efter etablering af havvindmølleparkerne:

- Udlægningen af hovedtrafikkorridorer igennem TSS Bornholmsgat og TSS Adlergrund hhv. nord og syd for planområderne vil ikke påvirkes af Energiø Bornholm.
- Sejlads vil være tilladt mellem vindmøllerne. Lystsejlere og lystfiskere forventes i et vist omfang at besejle områderne med havvindmøller, som vil kunne udgøre rekreative udflugtsmål.

Væsentlige påvirkninger efter etablering af havvindmølleparkerne:

- Vindmøllerne vil udgøre synlige hindringer i området, ligesom de vil kunne ses på radarer.
- Sejlads vil være tilladt imellem vindmøllerne, men særligt kommercielle skibe og de fleste fiskere vurderes dog i praksis at blive begrænset i mulighederne for at besejle området. Dette bevirker, at størstedelen af skibstrafikken nu må følge ruterne omkring planområderne.
- Hovedtrafikerterne omkring planområderne er stærkt trafikerede, og det kan ikke undgås, at skibe med mellemrum vil opleve blackout / maskinfejl. Afhængig af vindforholdene vil dette give anledning til risiko for, at drivende skibe kolliderer mod havvindmøllerne.
- Skibe, der benytter sejladskorridorer i og omkring planområderne, vil skulle forholde sig til havvindmøllerne, og pladsen til undvigemanøvrer i forbindelse med potentielle skib-skib-kollisioner vil være påvirket af havvindmøllernes tilstedeværelse.
- Særligt området mellem Rønne og TSS Bornholmsgat ved forsigtighedsområdet – nord for planområdet Bornholm I nord – er tæt trafikeret, og skibstrafikken i dette område forventes at blive fortættet yderligere efter etablering af havvindmøller i planområdet Bornholm I nord. Den totale skibskollisionsfrekvens efter etablering af Energiø Bornholms havvindmølleparker og omlægningen af skibstrafikken giver en mindre forøgelse for skibskollisioner netop ved forsigtighedsområdet. Kollisioner i andre områder, hvor skibstrafikken fortrænges af havvindmøllerne, vil naturligvis blive sjældnere. Fremtidige ændringer i trafikmønstre som følge af kumulative projekter i området vil derudover yderligere kunne påvirke trafiktætheden, bl.a. i forsigtighedsområdet.
- Konsekvenserne i tilfælde af skib-skib kollisioner eller skib-vindmølle-kollisioner kan være store givet den type fartøjer, der sejler i området. Både kollisioner mellem skibe og sammenstød mellem skibe og havvindmøller kan resultere i materielskade, personskade og skade på miljøet i tilfælde af olieudslip fra skibene. Kollisionsscenarioer varierer dog fra overfladiske kollisioner til frontale kollisioner. Det vurderes også, at de oftest forekommende kollisioner mellem skibe og havvindmøller vil ske i forbindelse med blackout / maskinsvigt og dermed ved lavere, drivende hastighed.
- Eventuelt større miljøkonsekvenser ved såvel skib-skib-kollisioner som skib-vindmølle-kollisioner vil kunne spredes over grænser til tysk og svensk farvand. Dette er dog ikke anderledes end konsekvenserne af en mulig skib-skib-kollision inden etablering af havvindmøller i forbindelse med Energiø Bornholm.
- I dansk farvand er der i henhold til kabelbekendtgørelsen, ref. /17/, almindeligvis ankringsforbud i en zone på 200 m fra søkabler. Kabeltraceerne inden for planområderne, mellem planområderne og Bornholm samt mellem Bornholm og Sjælland (inden for dansk EEZ) vil derfor give anledning til ankringsforbud og forbud mod at fiske med bundslæbende redskaber. Dette kan påvirke mulighederne for ankring i området ud for Rønne Havn.

Risikoreducerende tiltag i forbindelse med design og drift af havvindmøllerne:

- Ved etablering af Energiø Bornholms havvindmøller bør almindelige risikoreducerende foranstaltninger implementeres. Disse omfatter markering af havvindmølleparkerne på søkort, markering af havvindmølleparkerne baseret på IALA-standarder for søafmærkning og tilføjelse af navigationslys på vindmøllerne. Derudover bør havvindmøllerne designes

og konstrueres som kollisionsvenlige, således at konsekvenserne ved en eventuel kollision minimeres, ligesom der skal udarbejdes nødprocedurer for nedlukning i tilfælde af, at et skib er på kollisionskurs.

- I forbindelse med lysmarkering bør det overvejes, om denne skal koordineres med nærliggende vindparker i tysk farvand, så områderne med vindparker fremstår ensartet.
- Havvindmøllerne er planlagt med en mindsteafstand fra middelvandstand til nederste vingespids på omtrent 30 m, hvilket reducerer risikoen for kollisioner mellem vindmøllevinger og lystsejleres master.
- Den præcise placering af havvindmøller i den nordligste del af Bornholm I nord, samt ved korridoren mellem Bornholm I nord og Bornholm I syd, bør vurderes yderligere i fremtidige projektfaser, f.eks. i forbindelse med risikoen for radarskygge og sikring af overblik for skibe, der skal passere områderne.
- Placeringen af transformerstationer inden for planområderne bør overvejes i forbindelse med fremtidige projektfaser. Placeres disse i yderkanten af planområderne – og særligt i nærheden af primære sejladskorridorer mod nord og syd – vil de bidrage med en øget kollisionsrisiko. Placeres de inde blandt havvindmøllerne vil de kun i mindre omfang bidrage til risikoen i området, da de ydre rækker af havvindmøller delvist vil skærme for kollisioner.
- Planlægning af kabeltraceer i nærheden af Rønne bør koordineres med Rønne Havn.
- Ud over layoutet af vindmølleparken og mitigerende foranstaltninger, der skal implementeres af projektet, er større initiativer såsom Sea Traffic Management-initiativet STM BALT SAFE¹ også i gang i Østersøregionen for generelt at øge navigationssikkerheden. Sådanne initiativer bør følges af projektet, og projektet bør potentielt bidrage til samarbejde om at forbedre navigationssikkerheden i området.

¹ <https://www.seatrafficmanagement.info/projects/stm-balt-safe/>

7. REFERENCER

- /1/ Rambøll, "Energiø Bornholm - Teknisk Rapport - HAZID workshop", dato: januar 2022
- /2/ AIS data. <ftp.ais.dk>. Danish Maritime Authority, dato: 2022.
- /3/ AIS requirements, Danish Maritime Authority
<https://www.soefartsstyrelsen.dk/sikkerhed-til-soes/sejladsinformation/ais-data>, dato: 2022.
- /4/ IWRAP Mk2. User manual. Per Engberg, project44. dato: August 2019.
- /5/ IALA's wiki site on IRWAP Mk2.
https://www.ialaism.org/wiki/iwrap/index.php/Main_Page
- /6/ Quantitative assessment of risk to ship traffic in the Fehmarn Fixed Link project. Rasmussen et al. Journal of Polish Safety and Reliability Association, Summer Safety and Reliability Seminars, Vol. 3, No. 1-2, dato: 2012.
- /7/ Danish Meteorological Institute, Technical Report 99-13, "Observed Wind Speed and Direction in Denmark - with Climatological Standard Normals, 1961-90",
https://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Rapporter/TR/1999/tr99-13.pdf, dato: 1999.
- /8/ PIANC - The World Association for Waterborne Transport Infrastructure, Report N°161, Interaction Between Offshore Wind Farms And Maritime Navigation, date: 2018.
- /9/ COWI - Søfartsstyrelsen, Risk Analysis of Sea Traffic in the Area around Bornholm, dato: 2008.
- /10/ Shippax, <https://www.shippax.com/en/news/frs-to-start-sassnitz-ystad-high-speed-service-in-september.aspx>, dato: June 2020.
- /11/ HELCOM, Baltic Marine Environment Protection Commission, Shipping Accidents in the Baltic Sea, <https://helcom.fi/media/publications/Helcom-report-on-Shipping-accidents-in-the-Baltic-Sea-2020-1.pdf>, date: 2021.
- /12/ IMO – International Maritime Organization, COLREG – Convention on the international regulations for preventing collision at sea, consolidated edition 2003, date: 1972.
- /13/ Søfartsstyrelsen, "Entreprenøropgaver til søs",
<https://www.soefartsstyrelsen.dk/sikkerhed-til-soes/sejladssikkerhed/entreprenoeropgaver-til-soes>, dato: juni 2022.
- /14/ Rambøll, Sejladsanalyse for Lynetteholm – Baggrundsrapport, oktober 2020, Tilgængelig via Trafikstyrelsen.
- /15/ Council of the European Union (2015) Amendment to the General Provisions on Ships' Routeing (resolution A.572(14)) on establishing multiple structures at sea – Assessment Framework for Defining Safe Distances between Shipping Lanes and Offshore Wind Farms. W. Doc. 2015/99. Information paper by the Netherlands.
- /16/ Email ml. Rambøll og Energinet, "Energiø Bornholm: opdateret planudkast og GIS", Overlap mellem sejladskorridor planområde, dato: 07 april 2022 11:52.
- /17/ BEK nr. 939 af 27/11/2019, "Bekendtgørelse om beskyttelse af søkabler og undersøiske rørledninger"
- /18/ Planenergi, "Energy Island Bornholm – Technical Report – Visibility assessment", v 2.0, 2022-08-15

APPENDIKS 1

IWRAP MODELLERINGSDETALJER

A1.1 Modelleringsprincipper / kollisionsmodeller

IWRAP-værktøjet bruges til hændelsesmodellering for kollisioner med skib-skib og skib-vindmøller. Metoden er rent probabilistisk, dvs. baseret på statistik. IWRAP har været en del af IALA risikoværktøjskassen, nævnt af IMO SN Circular 296, siden 2008.

IWRAP-modellen tager hensyn til skib-skib kollisioner og allision (skib-objekt kollisioner). IWRAP anvender en geometrisk-statistisk model i den forstand, at den betragter skibstrafik som at bevæge sig langs definerede ruter med statistiske laterale fordelinger. IWRAP modellerer ikke de enkelte skibes bane. Detaljeniveauet i modelinputtet, fx batymetri og detaljeringsgraden i fortolkningen af resultaterne skal afspejle dette. For detaljer om, hvordan IWRAP-modellen fungerer, henvises til IWRAP-brugermanualen /4/ og til IALAs wiki-side på IWRAP /5/. I det følgende beskrives de indstillinger, der er brugt i modellerne.

Værdien af årsagsfaktoren er naturligvis essentiel for modellen og vist i Tabel A1 1. IALA har sammen med en gruppeekspert defineret et sæt af globalt anvendelige årsagsfaktorværdier. Det samlede antal kollisioner er antallet af geometriske kandidater ganget med årsagsfaktoren. Så den ene del af IWRAP er geometri og statistik, og den anden del er den menneskelige faktor.

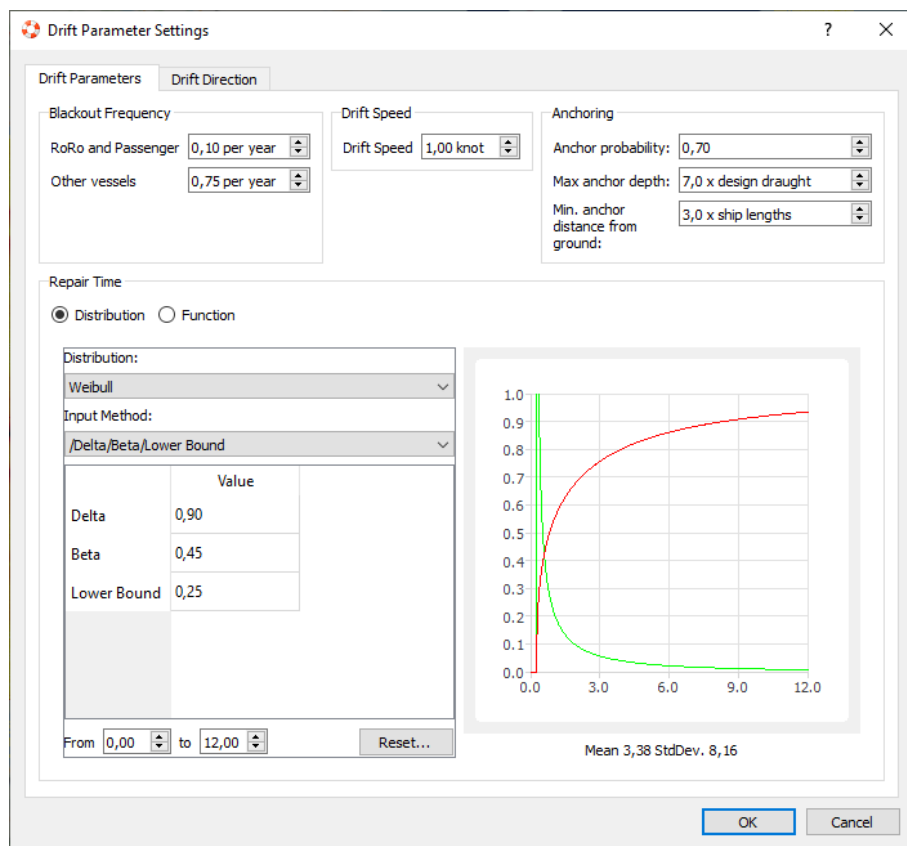
I modellen er der således lavet en geometrisk beregning ud fra sejlhastighed og sejlretning, således at hyppigheden af en menneskelig fejl skaleres i forhold til hvor længe et skib vil have retning mod en forhindring, samt afstanden til forhindringen. Resultatet af modelleringen er derfor ikke baseret på stikprøver af menneskelige fejl pr. situation, men baseret på en probabilistisk kombination af alle mulige scenarier.

Tekniske fejl er fejl, der fører til situationer, hvor navigatøren ikke kan kontrollere skibet og dermed undgår en potentiel kollision. Dybest set er motorfejl og styrefejl de to hovedtyper af tekniske fejl. Et motorsvigt vil få skibet til at stoppe med at fungere, og en styrefejl vil få skibet til at sejle i cirkler. Generiske frekvenser af motorfejl og styrefejl er baseret på generelle statistiske data for kommercielle fartøjer. IWRAP-værktøjet inkluderer modellering af motorsvigt/drivende skibe, men implementerer ikke styrefejlen.

Drivende skibe

I Figur A1 1 er de anvendte drift parametre vist. I forbindelse med motorfejl er det muligt, at fejlen udbedres, så skibet igen kan være manøvreedygtigt, inden det driver mod en forhindring.

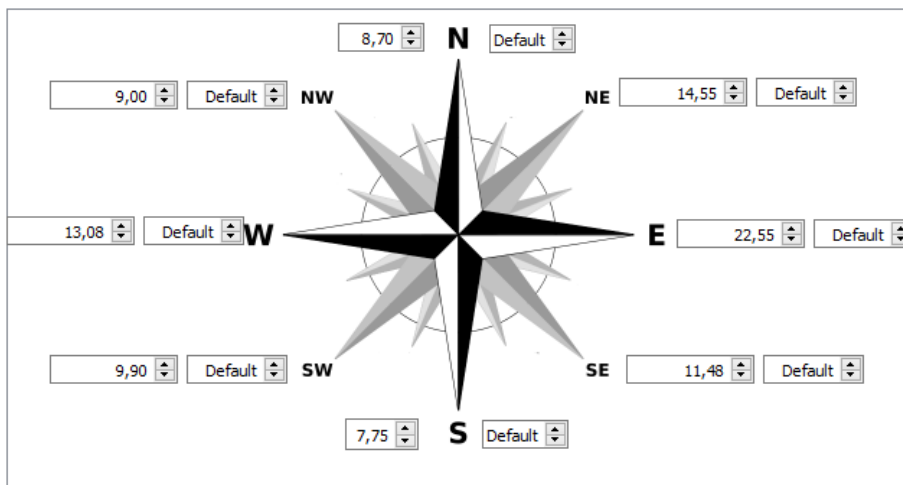
Reparationstiden er modelleret i IWRAP som en kumulativ Weibull-fordeling. Derudover vil der ofte være mulighed for, at et drivende skib vil kunne kaste anker og dermed afværge en kollision eller grundstødning. I Østersøen mellem Tyskland og Sverige varierer dybden fra 40 m til 45 m og lavere tættere på land. Sandsynligheden for vellykket forankring i tilfælde af motorfejl anses for at være standardparameteren for IWRAP på 70 %. Parametrene for forankring er også vist i Figur A1 1.



Figur A1 1. Driftsparametre og indstillinger for drivende skibe, hvor der anvendes hastigheder på 1 knob.

Passagerskibe har en lavere blackout-frekvens end andre skibe. Den relative skalering af blackout-frekvensen mellem passagerskibe og andre fartøjer er baseret på standardskaleringen i IWRAP.

Sandsynligheden for afdrift i hver retning antages at være givet ved fordelingen af vindretninger målt ved Bornholms Lufthavn jf. ref. /7/; se Figur A1 2. I 3,1 % af tiden er der ingen vind og dermed ingen retning hvor afdrifts modelleres. Dette understøttes ikke af IWRAP. Her vil et skib altid drive. Dette anses for konservativt i modelresultaterne.



Figur A1 2. Sandsynlighed for, at et skib driver i en given retning, givet i procent ved vindretningsfordelingen fra Bornholms Lufthavn i ref. /7/.

Ruter og waypoints

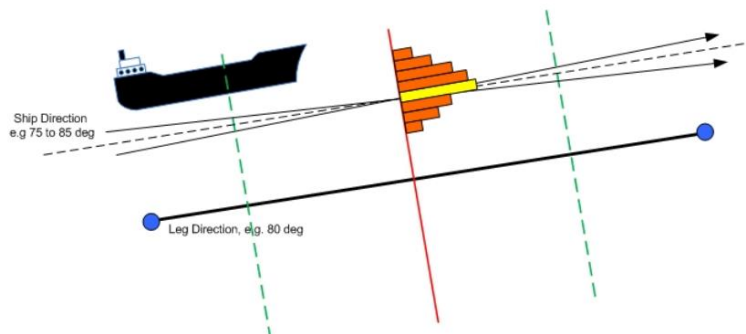
Sejladsruterne er modelleret i IWRAP med ruter og waypoints der hvor skibstrafikken har krydsende krydser. En rute er givet ved en strækning og en bredde hvori skibstrafikken er optalt ud fra. Derudover er der en afgrænsning i hvor fjernt der modelleres for hver rute. I Figur A1 3 er vist en illustration af en rute modelleret i IWRAP.



Figur A1 3. Illustration af en rute modelleret i IWRAP, ref. /4/.

I IWRAP benyttes ruterne til optælling af skibstrafikken og fordelingen på ruten. Modelleringen i IWRAP medtager derfor kun skibe der sejler langs hver rute og undlader dem som sejler på tværs. Den maksimale forskel i retningen af skibet og ruten er standard indstilling på 5 grader afvigelse. I Figur A1 4 herunder er vist et eksempel hvor ruten har en vinkel på 80 grader, i dette

eksempel er vinklen sat til 5 grader så skibet skal have en retning mellem 75 og 85 grader for at blive optalt som at have passeret de to grønne tværgående stiplede linjer.



Figur A1 4. Ruter og optælling af skibstrafik samt fordeling på ruten.

A1.2 Årsagsfaktorer

Årsagsfaktorerne angiver sandsynligheden for, at vagthavende officer ikke reagerer, fx hvis fartøjet er på kollisionskurs med et andet fartøj, eller fartøjet er ved at grundstøde.

Årsagsfaktorerne er vigtige for resultaterne, da de fungerer som reduktionsfaktorer på det beregnede antal blinde navigationskollisioner. I specifikationen af årsagsfaktorerne bør det overvejes, om navigatører udviser ekstraordinær bevidsthed; muligvis på grund af to navigatører, der var til stede på broen.

For færgeruter er det typisk sådan, at årsagsfaktoren er lavere end gennemsnittet på grund af navigatørernes øgede situationsfornemmelse og kendskab til området. Derfor er årsagsreduktionsfaktorer, dvs. årsagsfaktoren divideret med reduktionsfaktoren på 20 for passagerskibe og hurtigfærger som standardindstilling.

Standardværdierne, der er blevet valgt i IWRAP, er vist i Tabel A1 1 nedenfor. Denne værdiindstilling for årsagsfaktorerne er hovedsageligt forankret i observationerne af Fujii og Mizuki (1998).

Tabel A1 1. IWRAPs standard-årsagsparametre, der bruges til modellering af skibskollisioner.

Sammenflettende ruter	Krydsende ruter	Rute-knæk	Modgående ruter	Overhaling på rute	Grundstødning	Påsejling af vindmølle
1.3E-4	1.3E-4	1.3E-4	0.5E-4	1.1E-4	1.6E-4	1.6E-4

APPENDIKS 2

DETALJERET INFORMATION OM SKIBSTRAFIKEN

Detaljerede skibstrafik optællinger for de 19 ruter mht. skibslængder og skibstyper er opsummeret i dette afsnit.

Tabel A2 1. Optælling af skibstrafik på de identificeret ruter ift. skibslængderne.

Længde [m]	Rute 1	Rute 2	Rute 3	Rute 4	Rute 5	Rute 6	Rute 7	Rute 8	Rute 9	Rute 10
0-25	209	68	161	119	51	19	6	7	28	155
25-50	31	44	58	7	5	19	8	9	233	156
50-75	43	41	45	25	14	15	11	29	142	252
75-100	484	79	70	16	86	131	347	229	1825	4874
100-150	2020	50	3	105	91	9	85	148	1912	6591
150-200	194	443	2	450	0	0	87	131	1526	8312
200-300	1	12	2	0	0	0	21	59	524	4412
300-400	0	0	0	0	0	0	3	25	130	195
400-	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Total	2982	737	341	722	247	193	569	637	6321	24947

Tabel A2 2. Optælling af skibstrafik på de identificeret ruter ift. skibslængderne.

Længde [m]	Rute 11	Rute 12	Rute 13	Rute 14	Rute 15	Rute 16	Rute 17	Rute 18	Rute 19
0-25	10	5	23	18	19	1003	224	33	76
25-50	21	3	50	9	4	865	178	10	73
50-75	45	1	47	39	3	431	42	11	27
75-100	209	243	440	300	7	123	5	190	230
100-150	124	0	349	76	457	8	0	163	314
150-200	15	0	17	683	3043	4	0	2	97
200-300	0	0	5	0	0	0	0	1	33
300-400	0	0	0	0	0	0	0	0	10
400-	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	424	252	931	1125	3533	2434	449	410	861

Tabel A2 3. Optælling af skibstrafik på de identificeret ruter ift. skibstyperne.

	Rute 1	Rute 2	Rute 3	Rute 4	Rute 5	Rute 6	Rute 7	Rute 8	Rute 9	Rute 10
Tankskibe	10	25	0	0	0	0	24	75	845	5478
Fragtskibe	24	68	74	8	4	141	408	461	4707	17236
Passager- skibe	243	465	8	556	0	0	7	11	131	1293
Hurtig-færge	2405	31	4	0	0	0	1	0	0	5
Support- skibe	37	24	12	10	175	0	10	10	154	149
Fiskeskibe	127	59	60	1	0	17	5	6	60	128
Lystbåde	118	26	112	132	54	17	5	22	33	65
Andre skibe	18	39	71	15	14	18	109	52	391	593
Total	2982	737	341	722	247	193	569	637	6321	24947

Tabel A2 4. Optælling af skibstrafik på de identificeret ruter ift. skibstyperne.

	Rute 11	Rute 12	Rute 13	Rute 14	Rute 15	Rute 16	Rute 17	Rute 18	Rute 19
Tankskibe	15	0	43	26	1	0	1	2	85
Fragtskibe	319	3	770	357	7	124	5	340	568
Passagerskibe	6	0	4	680	3500	4	113	0	13
Hurtig færge	1	0	0	0	0	1228	0	0	0
Support skibe	32	242	33	15	3	73	1	3	20
Fiskeskibe	17	6	29	7	8	13	136	34	113
Lystbåde	1	1	15	15	10	12	161	4	1
Andre skibe	33	0	37	25	4	980	32	27	61
Total	424	252	931	1125	3533	2434	449	410	861

