

DECEMBER 2021
ENERGISTYRELSEN

Opdatering af finscreening for Bornholm I og Bornholm II – 3 GW scenarie

RAPPORT



DECEMBER 2021
ENERGISTYRELSEN

Opdatering af finscreening for Bornholm I og Bornholm II – 3 GW scenarie

RAPPORT

PROJEKTNR.

A231798

DOKUMENTNR.

1

VERSION

3.0

UDGIVELSES DATO

16. december
2021

BESKRIVELSE

Rapport

UDARBEJDET

GNLO/GARI/ERP/
APHE/LVHA/KAPN

KONTROLLERET

MHO/LVHA/GEMN

GODKENDT

KAPN

INDHOLD

1	Sammenfatning	7
2	Introduktion	9
2.1	Områdernes beliggenhed	9
3	Miljø- og planmæssige forhold	12
3.1	Metode og antagelser	12
3.1.1	Analysens omfang	12
3.1.2	Fremgangsmåde for følsomhedsanalysen	12
3.1.3	Beskrivelse af de miljø- og planmæssige forhold i de forskellige områder	21
3.2	Eksisterende miljøforhold i projektområdet	21
3.2.1	Marine habitater	21
3.2.2	Fisk	25
3.2.3	Fugle	26
3.2.4	Flagermus	31
3.2.5	Marine pattedyr	31
3.3	Eksisterende planforhold	33
3.3.1	Internationale beskyttede naturområder	33
3.3.2	Havplan	35
3.4	Eksisterende forhold for menneskelig aktivitet	45
3.4.1	Visuelle effekter	45
3.4.2	Elkabler og olie/gasledninger	46
3.4.3	Fiskeri	47
3.4.4	Arkæologiske forhold	48
3.4.5	UXO	49
3.5	Konklusion og anbefalinger Bornholm I og Bornholm II	49
3.5.1	Følsomhed i relation til miljø	49
3.5.2	Følsomhed i relation til menneskelige interesser	50
3.5.3	Anbefalinger	51

4	Havbund og geologiske forhold	54
4.1	Metode og antagelser	55
4.2	Vurdering af egnethed	55
4.3	Datagrundlag	56
4.4	Resultater	57
4.4.1	Eksportsøkabelrute	63
4.5	Vurdering af områder	63
4.6	Samlet geologisk vurdering	66
5	Vindressource, layouts og energiproduktion	68
5.1	3 GW scenarie – Bornholm I (1,5 GW) og Bornholm II (1,5 GW)	69
5.2	Tab og produktionsestimater	71
5.3	Elektriske systemer	73
5.3.1	Overordnet parklayout	73
5.3.2	Parklayout	73
5.3.3	Fælles forhold	79
5.3.4	Energiflow	80
5.3.5	Kabelsystemer	81
5.3.6	Samlede årlige elektriske tab	82
5.4	Endelig energiproduktion	83
5.5	Omkostninger	83
5.5.1	Fundamenter	83
5.5.2	Arraykabler	83
5.5.3	Eksportsystem	84
5.5.4	Samlede investeringsomkostninger	85
5.6	Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger	85
5.7	Levetidsomkostninger per kWh	86
6	Referencer	88

1 Sammenfatning

Denne rapport beskriver resultaterne af en opdatering af den tidligere finscreening af de potentielle havvindmølleområder Bornholm I og Bornholm II. Rapporten undersøger en mulig udvidelse af Energiø Bornholm svarende til potentielt 3 GW. Konkret er der udarbejdet et layout som ligger med en afstand på minimum 15 km til kysten.

Miljø og planmæssige forhold

Der er gennemført en opdatering af en GIS-baseret følsomhedsanalyse af miljømæssige og planmæssige forhold, der rangordner området i og omkring Bornholm I og Bornholm II i relation til følsomhed overfor etablering af havvindmøller med henblik på at identificere de områder, der påvirker miljø og planmæssige forhold mindst. Med det nuværende vidensniveau viser analysen, at det vil være muligt at opstille 3 GW havvindmøller i Bornholm I og Bornholm II uden at forårsage alvorlige og uoprettelige påvirkninger af natur-, miljø- og planforhold.

Havbund og geologiske forhold

Områderne inkluderet i finscreeningen er rangeret efter den geotekniske vurdering, overordnet geologi, havbundssedimentet og vanddybden samt variationsmulighed for placering af havvindmøllerne. Der er ved nærværende finscreening ikke fundet anledning til at ændre den geologiske og geotekniske vurdering i forhold til den oprindelige finscreening (COWI, 2020 (1)). Både Bornholm I og Bornholm II er vurderet Mindre egnede (V-). På nuværende tidspunkt og vidensniveau er der ikke fundet geologiske eller geotekniske faktorer der vurderes at være show-stoppere for placering af havvindmøllefundamenter. Den samlede vurdering skal derfor betragtes som en relativ rangering af områderne i forhold til områderne vurderet i den oprindelige screeningsrapport.

Vindressource, layouts og energiproduktion

Vindressourcen, layout og energiproduktion blev evalueret ud fra nye arealbegrænsninger for Bornholm I og Bornholm II. De mest påvirkende begrænsninger for denne undersøgelse er sejlruiter og områder med militære øvelsesaktiviteter, som reducerede det tilgængelige område i Bornholm I. Dette indvirkede også på havvindmølleætheden på Bornholm I. Estimeringen af energiproduktionen er baseret

på en power curve for en Vestas V236-15MW havvindmølle i stedet for den tidligere ekstrapolerede 15 MW havvindmølle power curve. Dette medfører en stigning på ca. 8 % i energiproduktion for hvert layout i forhold til den tidligere finscreening. Layouts for havvindmølleparker blev udviklet til et 3 GW scenarie opdelt med 1,5 GW i hvert område. På baggrund af en yderligere layoutoptimering er skyggetab reduceret, hvilket resulterer i en lille stigning i energiproduktionen. Samtidig har den nye layout optimering ført til en øget CAPEX for array kabler og en lidt større reduktion i CAPEX for eksportsystemet. Derved er LCoE faldet med 7 % ift. finscreening 2020 (COWI, 2020(3)). Reduktionen i LCoE drives af øget AEP samt reduktion i CAPEX.

Elektriske systemer

Koncepterne for de elektriske opsamlingsanlæg, som blev udviklet i forbindelse med den tidligere finscreening for Bornholm I og Bornholm II genanvendes i nærværende studie, hvilket sikrer at resultatet af de to screeninger kan sammenholdes. Der er foretaget opdaterede layouts for de elektriske opsamlingsanlæg. Resultatet af opdateringen af finscreeningen er at med valget af nyt ilandføringspunkt ved Sose Bugt bliver længden af eksportsøkabelsystemet reduceret, men der er samtidig en mindre stigning i mængden af arraykabler, da der specielt for Bornholm I ikke er en ligelig fordeling af havvindmøller i det nordlige og sydlige område, hvorfor havvindmøller fra det sydlige område tilsluttes en transformerplatform i det nordlige område. De ændrede kabellængder beskrevet ovenfor, medvirker til en mindre reduktion i CAPEX og LCoE.

2 Introduktion

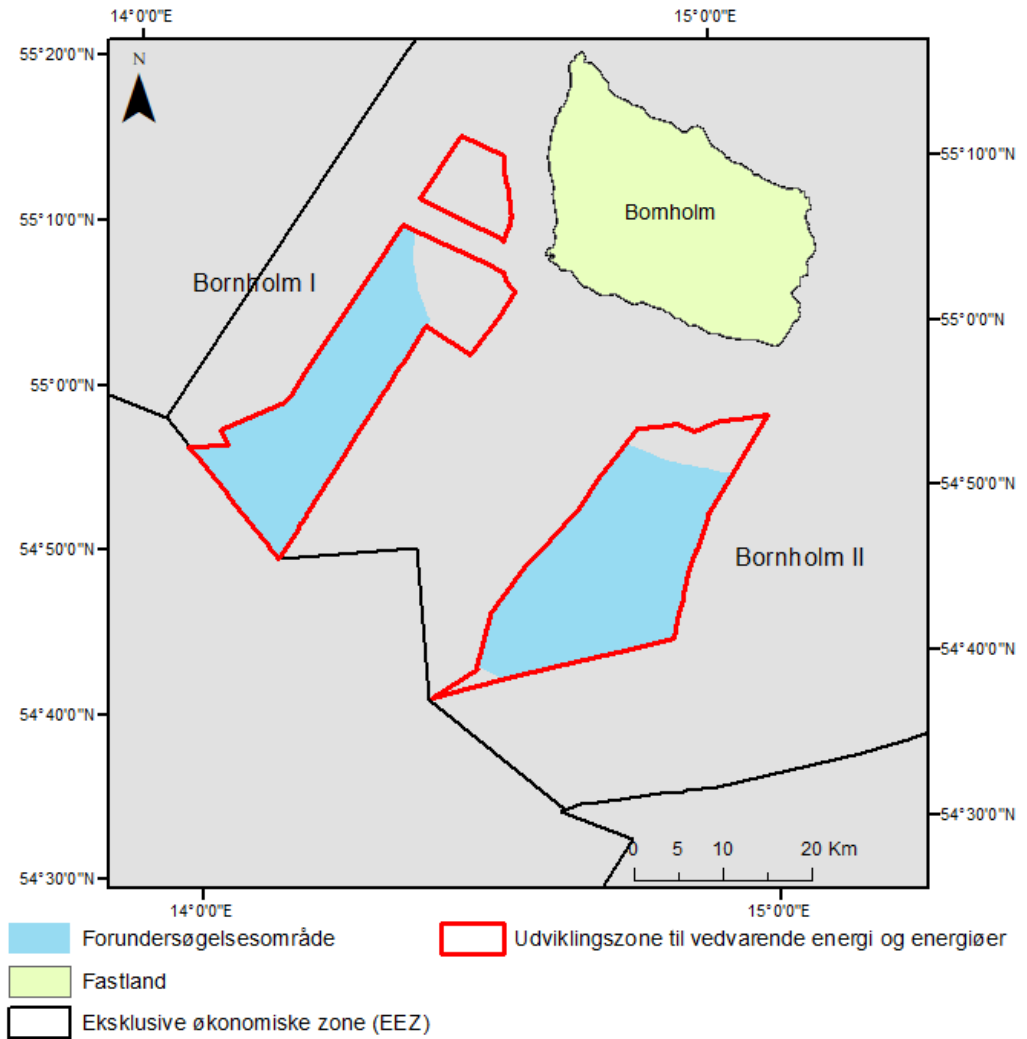
I maj 2020 blev der gennemført en finscreening af en række områder i dansk territorialfarvand med henblik på at vurdere om det er muligt at etablere energitårne og havvindmølleparker i de angivne områder (COWI, 2020 (1-4)). Ved Bornholm blev der undersøgt to områder.

I forlængelse af denne screening valgte Energistyrelsen i september 2020 i et tillæg til finscreeningen at undersøge et udvidet område ved Bornholm (COWI, 2020 (5)). Dele af områderne ved Bornholm blev efterfølgende indmeldt som udviklingszoner til vedvarende energi og energitårne i Danmarks Havplan. Inden for udviklingszonerne udpegede Energistyrelsen i november 2020 to forundersøgelsesområder (Bornholm I og Bornholm II) inden for hvilke, der i de kommende år skal gennemføres undersøgelser med henblik på etablering af havvind i forbindelse med Energitårne Bornholm.

Nærværende rapport undersøger en mulig udvidelse af Energitårne Bornholm svarende til potentielt 3 GW. Konkret er der udarbejdet et layout som ligger med en afstand på minimum 15 km til kysten. Det skal understreges, at en kortere afstand til kysten end 20 km kræver fornyet politisk stillingtagen. Undersøgelsen af mulighederne for at udvide Energitårne Bornholm med én yderligere GW skal ses i sammenhæng med de pågående analyser af alternative placeringer for Hesselø havvindmøllepark. Energistyrelsen undersøger således parallelt med Energitårne Bornholm en alternativ placering af Hesselø Havvindmøllepark, og her er Bornholm sammen med en række andre områder i spil.

2.1 Områdernes beliggenhed

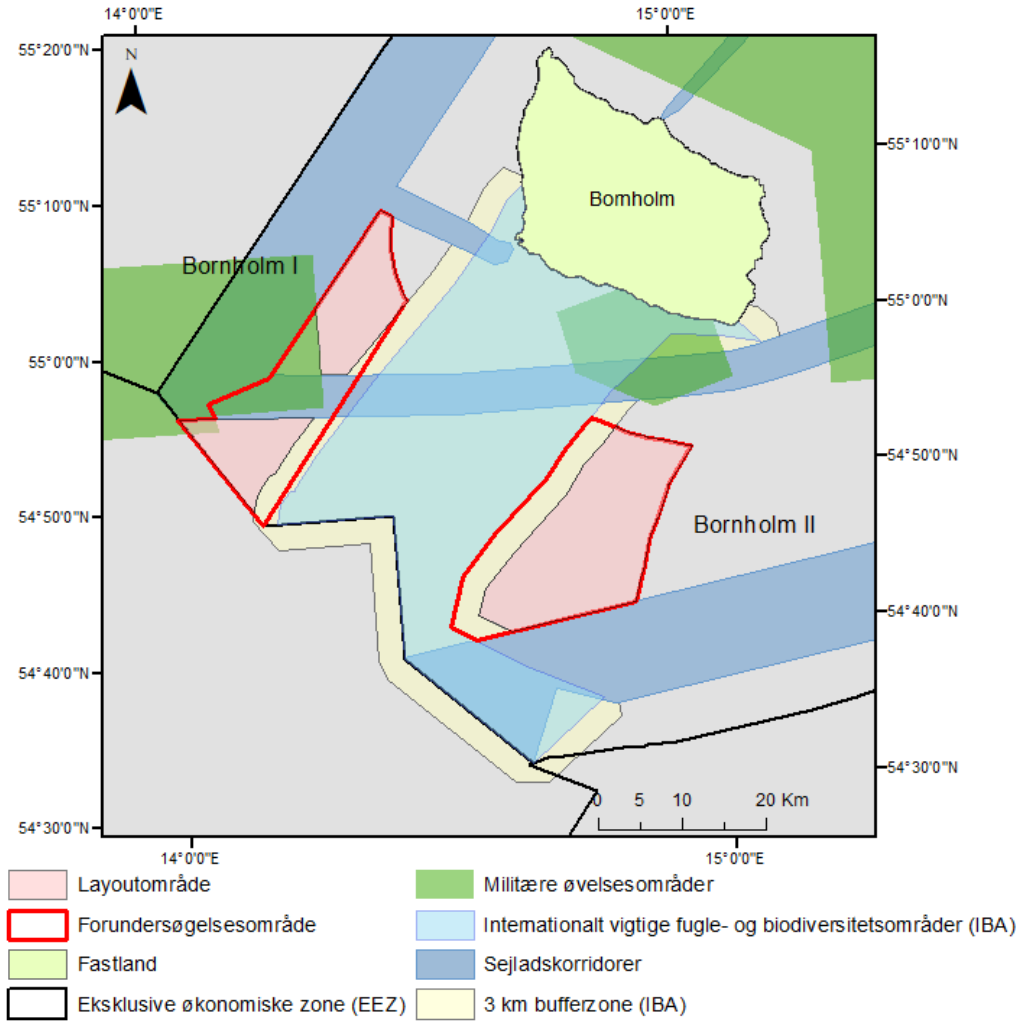
Forundersøgelsesområdet Bornholm I har et areal på ca. 336 km² og ligger sydvest for Bornholm. Området starter ca. 15 km fra Rønne og strækker sig ca. 26 km længere mod sydvest. Forundersøgelsesområdet Bornholm II starter ca. 15 km syd for Bornholms sydkyst og strækker sig ca. 24 km længere mod syd. Området har et areal på ca. 421 km² (Figur 1-1).



Figur 1-1 Oversigtskort over de to udpegede screeningsområder til etablering af nye havvindmølleparker ved Bornholm.

Som det fremgår af udkast til Havplanen, er der inden for og i umiddelbar nærhed af den valgte placering af områderne til havvind ved Bornholm flere arealinteresser, herunder et EU habitatområde, et foreslået EU-fuglebeskyttelsesområde, sejl- og kabelkorridorer samt områder med militære øvelsesaktiviteter. Energistyrelsen har derfor valgt at undersøge mulighederne for etablering af 3 GW havvind uden for disse potentielle arealbegrænsninger.

Figur 1-2 viser de potentielle arealbegrænsninger som nærværende rapport tager hensyn til. Det skal understreges, at Energistyrelsen ikke på nuværende tidspunkt har foretaget en konkret vurdering af, hvordan der skal tages hensyn til relevante arealinteresser i den endelige planlægning af arealet, og nærværende rapport undersøger derfor kun konsekvensen af potentielle arealbegrænsninger.



Figur 1-2 Potentielle arealbegrænsninger ved Bornholm I og Bornholm II.

3 Miljø- og planmæssige forhold

Energistyrelsen har anmodet COWI om at opdatere finscreeningen og tillægget til finscreeningen fra hhv. maj og september 2020 med henblik på at undersøge, hvor havvindmøllerne placeres bedst indenfor de arealer, der er indmeldt til havplanen, hvis der er tale om havvindmøller med en samlet kapacitet på 3 GW, som skal placeres mindst 15 km fra Bornholms kyst, under hensyntagen til de potentielle arealbegrensninger anvist i Afsnit 2.1. Desuden er miljø- og plangrundlaget for området blevet opdateret.

Der er anvendt samme metode som blev benyttet i forbindelse med finscreeningen i maj 2020 (COWI 2020 (4)) og det efterfølgende tillæg (COWI, 2020 (5)).

3.1 Metode og antagelser

3.1.1 Analysens omfang

Screeningen af de miljømæssige og planmæssige forhold i relation til etablering af havvindmølleparkerne Bornholm I og Bornholm II omfatter:

- > En beskrivelse af de miljø- og planmæssige forhold i hvert af de potentielle havvindmølleområder.
- > En GIS-baseret følsomhedsanalyse af miljømæssige og planmæssige forhold, der rangerer lokaliteter og delområder indenfor lokaliteterne i relation til følsomhed overfor etablering af havvindmøller. Følsomhedsanalysen har til formål at identificere de områder, der påvirker miljøet mindst.
- > En vurdering af muligheden for at etablere en havvindmøllepark på 1,5 GW i hver af de to projektområder (i alt 3 GW) og hvor havvindmøllerne placeres mindst 15 km fra Bornholms kyst, uden at forårsage alvorlige påvirkninger på natur-, miljø- og planforhold.

3.1.2 Fremgangsmåde for følsomhedsanalysen

Følsomhedsanalysen er gennemført i to trin:

- > Trin 1: GIS-kortlægning af udvalgte miljø- og planmæssige forhold, der erfaringsmæssigt kan påvirkes af etablering af havvindmøller.
- > Trin 2: Rangordning af forskellige områders følsomhed overfor etablering af en havvindmøllepark indenfor de to projektområder, herunder fremstilling af GIS-kort til illustration af rangordningen.

Analysens Trin 1

(a) Kortlagte parametre

Trin 1 i analysen omfatter GIS-kortlægning af miljømæssige og planmæssige forhold samt menneskelig aktivitet.

(b) Miljømæssige forhold

Baseret på tidligere erfaringer og eksisterende data fra etablering af havvindmølleparker, er nedenstående miljømæssige forhold udvalgt (Tabel 3-1).

Det skal bemærkes at fældeområder for havfugle ikke er medtaget i GIS analysen, idet det eksisterende datagrundlag er for spinkelt.

Træk ruter for fugle er heller ikke medtaget i analysen, idet der ikke findes kort over arealudbredelsen af træk ruter gennem de potentielle havvindmølleområder. Trækruiter for fugle er ikke desto mindre vigtige i relation til opstilling af havvindmøller. De indgår derfor i den samlede vurdering af områdernes egnethed til opstilling af havvindmøller og omtales i teksten i det omfang, der findes informationer og analyser.

Endelig er udbredelsen af flagermus ikke medtaget pga. manglende data. Dog er der informationer vedrørende flagermus ved Bornholm, hvilket er beskrevet for Bornholm I og Bornholm II.

Tabel 3-1 Miljømæssige forhold der er kortlagt i GIS.

Parameter	Forhold, der kortlægges
Fugle	Vigtige overvintringsområder for havfugle Vigtige fourageringsområder for ynglende hav- og kystfugle Vigtige rasteområder for trækfugle
Marine pattedyr	Vigtige områder for marsvin (Bilag IV art) Raste-og ynglelokaliteter for sæler
Fisk	Gydepladser for fisk, der lægger æg på havbunden Opvækstpladser for fiskeyngel
Habitater	Stenrev
Kysthabitater	Sandstrande Tidevands/marsk kyst/tilgronings og fladkyst Klintekyst
Beskyttede naturområder	Natura 2000 områder RAMSAR områder Fredede områder Havstrategiområder

Der skal knyttes følgende kommentarer til Tabel 3-1:

- > Vigtige overvintringsområder, fourageringsområder og rasteområder for hav- og kystfugle omfatter fugle i Fuglebeskyttelsesområder, områder af international betydning for fugle og biodiversitet (IBA -Important Bird and Biodiversity Areas) for hav-og kystfugle samt områder af regional betydning for hav-og kystfugle.
- > Fuglebeskyttelsesområderne er udpeget på grundlag af EU's Fuglebeskyttelsesdirektiv og har til formål at opretholde og sikre levesteder, der er blevet forringet eller er direkte truede.
- > IBAer er udpeget af den Internationale organisation BirdLife International men er ikke omfattet af internationale direktiver eller konventioner som f.eks. Natura 2000-områder, der er beskyttet i henhold til EUs Habitatdirektiv og Fuglebeskyttelsesdirektiv) eller RAMSAR områder (der er beskyttet i henhold til RAMSAR konventionen). IBA-områder er:
 - > Områder af international betydning for bevaring af fugle og anden biodiversitet
 - > Anerkendt verden over som et praktisk værktøj til beskyttelse af fugle og biodiversitet
 - > Udpeget efter robuste og standardiserede kriterier
- > Natura 2000-områderne er et netværk af beskyttede naturområder i EU. Områderne skal bevare og beskytte naturtyper og vilde dyre- og plantearter, som er sjældne, truede eller karakteristiske for EU-landene.
- > RAMSAR områder er internationalt beskyttede vådområder til beskyttelse af de mest værdifulde vandfugle. RAMSAR konventionen blev indgået i en international aftale (konvention) i Ramsar i Iran i 1971.
- > Havstrategiområder er områder, der er udpeget i henhold til EU's havstrategidirektiv til beskyttelse af marine områder.
- > Bilag IV arter er arter, der i henhold til EU's habitatdirektiv kræver særlig beskyttelse også i områder udenfor Natura 2000-områderne. I danske farvande er hvaler Bilag IV arter. Desuden kan der optræde flagermus som er Bilag IV arter)

(c) *Menneskelige aktiviteter/påvirkninger*

Baseret på tidligere erfaringer og eksisterende data fra etablering af havvindmølleparker, er de menneskelige aktiviteter der er vist i Tabel 3-2 kortlagt.

Tabel 3-2 Menneskelige forhold der er kortlagt i GIS.

Parameter	Bemærkning
Visuelle effekter	Områder indenfor 0-20 km fra kysten
Skibsfart	Vigtige sejlruiter for skibsfarten
Fiskeri og akvakultur	Vigtige områder for fiskeriet og akvakulturerhvervet
Klappladser og Råstof-områder	Klappladser Udviklingszone til råstofindvinding
Undersøiske kabler og ledninger	Eksisterende og planlagte el- og telekommunikations kabler samt konkrete gasrørledninger (Baltic Pipe og Nord Stream 2)
Militærområder	Militære skyde- og øvelsesområder UXO-områder (ueksploderet ammunition)
Flytrafik	Beliggenhed af beskyttelsesforanstaltninger for luftfart
Arkæologiske fund	Beliggenhed af kendte skibsvrag- og andre marinarkæologiske interesser

(d) Datagrundlaget

Kortlægningen er baseret på eksisterende offentligt tilgængelige data fra national overvågning og kortlægninger samt baseline data fra marine miljøkonsekvensvurderinger, herunder de data og datakilder som COWI anvendte i forbindelse med finscreeningen i 2020. Data fra Energistyrelsens rapporter vedrørende fugle i potentielle havvindmølleområder er også anvendt¹. Endelig er kortlægningen baseret på zoner udlagt i havplanen.

Datagrundlaget for GIS kortlægningen er nærmere beskrevet i Bilag A.

Analysens Trin 2

I analysens Trin 2 er hver af de kortlagte forhold tildelt en scoringsværdi, der udtrykker graden af følsomheden af de forskellige miljømæssige og planmæssige forhold overfor etablering og beliggenhed af havvindmølleparker idet følgende skala anvendes:

- > Scoringsværdi 1: Lav følsomhed
- > Scoringsværdi 2: Middel følsomhed

¹ DHI (2019). Site selection for offshore wind farms in Danish waters. Investigations of bird distribution and abundance. Energistyrelsen/Danish Energy Agency. September 2019.

- > Scoringsværdi 3: Høj følsomhed
- > Scoringsværdi 4: Meget høj følsomhed.

De kortlagte forhold er også tildelt en vægt, da nogle forhold er vurderet vigtigere end andre og da midlertidige effekter er mindre alvorlige end permanente effekter.

Tabel 3-3 og Tabel 3-4 viser de scoringsværdier og vægte, der er anvendt. Vægte og scoringsværdier er udledt på baggrund af resultaterne af tidligere danske og internationale studier og monitoringsprogrammer af miljømæssige effekter af anlæg og drift af havvindmølleparker.

Begrundelserne for tildelingen af disse scoringsværdier og vægte for de forskellige miljømæssige- og planmæssige forhold er beskrevet nærmere i Bilag B. Tabel 3-5 og Tabel 3-6 giver en kort begrundelse for tildelingen af scoringsværdier.

Tabel 3-3 Scoringsværdier og vægte for følsomhed af miljømæssige forhold i relation til etablering af havvindmølleparker. Se Bilag B for begrundelse for de anvendte scoringsværdier og vægte.

Parameter		Scoringsværdi	Vægt
Fugle	Vigtige overvintringsområder for havfugle: > Fuglebeskyttelsesområder > Områder af international betydning (IBA)	4	0,23
	Vigtige fourageringsområder for ynglende hav- og kystfugle: > Fuglebeskyttelsesområder > Områder af international betydning (IBA)	4	0,23
	Vigtige rasteområder for trækfugle: > Fuglebeskyttelsesområder > Områder af international betydning (IBA)	4	0,23
Marine pattedyr	Vigtige områder for marsvin	2	0,03
	Raste-og ynglelokaliteter for sæler	3	0,03
Fisk	Gydepladser for fisk, der lægger æg på havbunden	1	0,01
	Opvækst pladser for fiskeyngel	1	0,01
Habitater	Stenrev	3	0,05
Kysthabitater	Sandstrande	1	0,01
	Tidevands/marsk kyst/Tilgronings og fladkyst	2	0,01

Parameter		Scoringsværdi	Vægt
	Klintekyst	2	0,01
Beskyttede naturområder	Natura 2000 områder RAMSAR områder Fredede områder Havstrategiområder Naturområder i havplanen	4	0,15
Summen af vægte			1,0

Tabel 3-4 *Scoringsværdier og vægte for følsomhed af menneskelige aktiviteter/påvirkninger, i relation til etablering af havvindmølleparker. Se Bilag B for begrundelse for de anvendte scoringsværdier og vægte. NB: Undersøiske kabler og ledninger indgår ikke i beregningerne som sådan, men indlægges på følsomhedskortet med meget høj følsomhed.*

Parameter		Scoringsværdi	Vægt
Visuelle effekter	Områder indenfor 0-20 km fra kysten	4	0,20
Skibsfart	Sejladskorridorer	4	0,20
Fiskeri og akvakultur	Vigtige områder for fiskeriet og akvakultur erhvervet	3	0,05
Militærområder	Militære skyde- og øvelsesområder Områder med risiko for forekomst af UXO*	4	0,30
Flytrafik	Beliggenhed af beskyttelsesforanstaltninger for luftfart	4	0,1
Arkæologiske forhold	Beliggenhed af kendte skibsvrag- og andre arkæologiske artefakter	3	0,05
Klappladser og Råstofområder	Klappladser Udviklingszoner til råstofindvinding	4	0,1
Summen af vægte			1,0

*UXO= Unexploded ordnance (ueksploderet ammunition).

Undersøiske kabler og rørledninger indgår ikke i den samlede følsomhedsanalyse, men er indlagt som et separat lag. Kabler og rørledninger er blevet tildelt scoringsværdien 4 og vægten 1.

Tabel 3-5 Kort begrundelse for karakterisering af følsomheden af miljøforhold, i relation til etablering af havvindmølleparker. Tallene i parentes angiver scoringsværdien. Se Bilag B for detaljeret begrundelse.

Parameter	Følsomhed	Begrundelse
Hav-, kyst og trækfugle Vigtige overvintringsområder Vigtige fourageringsområder for ynglende fugle Vigtige rasteområder for trækfugle	Meget høj (4)	Visse fuglearter er meget følsomme overfor opstilling af havvindmøller. De potentielt største miljøpåvirkninger af etablering af havvindmølleparker er således skadelige effekter på hav-, kyst- og trækfugle. Der er især tale om: <ul style="list-style-type: none"> > Fortrængningseffekt > Barriere effekt > Kollisions risiko > Habitat ødelæggelse
Marine pattedyr Vigtige områder for marsvin	Middel (2)	Marsvin kan især påvirkes i anlægsfasen som følge af undervandsstøj eller vibrationer fra f.eks. nedramningsarbejder. Der kan opstå høreskader, adfærdsmæssige effekter som f.eks. flugtafærd og muligvis påvirkning af vokaliseringen. Effekter i driftsfasen vil med den foreliggende viden være ubetydelig. Da der er tale om en midlertidig effekt, der kan afbødes på forskellig måde, er følsomheden middel.
Raste- og ynglelokaliteter for sæler	Høj (3)	Sæler i raste- og ynglelokaliteter er særligt følsomme overfor forstyrrelser.
Fisk Gydepladser for fisk, der lægger æg på havbunden Opvækst pladser for fiskeyngel	Lav (1)	Gydehabitater på havbunden for fisk med bundlagte æg og opvækstpladser for fiskeyngel, kan ødelægges som følge af <ul style="list-style-type: none"> > tildækning under turbiner, fundamenter, erosionsbeskyttelse eller energigjødning > ændringer i sedimenttransporten forårsaget af tilstedeværelsen af havvindmøller og fundamenter > Følsomheden er imidlertid lav, fordi de gyde- og opvækstarealer, der måtte blive ødelagt generelt, er lille i forhold til de samlede arealer af gyde- og opvækstpladser.
Habitater Stenrev	Høj (3)	Følsomheden af stenrev er høj fordi de er forholdsvis sjældne, økologisk vigtige og artsrige habitater. Tildækning af stenrev under turbiner, fundamenter, erosionsbeskyttelse eller energigjødning forårsager således ødelæggelse af et vigtigt habitat.
Kysthabitater Sandstrande Tidevands/marsk kyst/Tilgronings og fladkyst Klintekyst	Lav (1) Middel (2) Middel (2)	Kysttyperne har lav til middel følsomhed fordi de miljømæssige effekter er begrænsede og midlertidige. På de kysttyper der er vurderet til at være middelfølsomme, kan der forekomme tekniske komplikationer ved udlægning af kabler.
Beskyttede naturområder	Meget høj (4)	Da områderne er beskyttede, har de fået tildelt en meget høj scoringsværdi

Tabel 3-6 Kort begrundelse for karakterisering af følsomheden af menneskelige aktiviteter/påvirkninger, i relation til etablering af havvindmølleparker. Tallene i parentes angiver scoringsværdien. Se Bilag B for detaljeret begrundelse.

Parameter	Følsomhed	Begrundelse for vurdering af graden af følsomhed og tildeelingen af scoringsværdi
Visuelle effekter Områder indenfor 0-20 km fra kysten	Meget høj (4)	Visuelle påvirkninger i kystzonen er en vigtig faktor for udviklingen af havvindmølleparker. Der er en risiko for at projekter vil kunne møde væsentlig modstand på grund af visuelle påvirkninger.
Skibsfart Vigtige sejlruiter for skibsfarten	Meget høj (4)	Skibstrafik er meget følsom overfor opstilling af havvindmøller, idet der i anlægsfasen kan være forøgede navigationsrisici på grund af øget trafik af anlægsfartøjer og fordi der skal oprettes eksklusions zoner omkring havvindmølleparken, hvor der er af hensyn til sejladsikkerheden, er forbud mod passage eller opankring.
Fiskeri og akvakultur Vigtige områder for fiskeriet og akvakultur erhvervet	Høj (3)	Anlæg af havvindmølleparker i vigtige fiskeri- og akvakulturområder kan have økonomiske konsekvenser for disse erhverv kan påvirkes som følge af: <ul style="list-style-type: none"> > Reduceret adgang til fiskeriområder og områder med akvakultur > Potentiel forøgelse af kollisionsrisici på grund af øget trafik af anlægs- og service fartøjer > Tab af adgang til eksisterende fiskeriområder og akvakulturområder > Begrænsninger i brug af visse fiskeredskaber som f.eks. trawl
Militærområder	Meget høj (4)	Hæren, Søværnet eller Flyvevåbnet anvender en række havområder som skyde- og øvelsesområde, hvor der kan være en konflikt i forhold til en havvindmøllepark. Desuden er der registreringer af lokaliteter, hvor der ligger ueksploderet ammunition (UXO). Hvis der skal opstilles havvindmøller i skyde- og øvelsesområder skal forsvaret opgive disse. UXO udgør en sikkerhedsrisiko
Flytrafik	Meget høj (4)	Havvindmølleparker kan udgøre en stor risiko for flytrafikken idet de kan: <ul style="list-style-type: none"> > Udgøre en forhindring for fly i indflyvningszoner > Reducere og /eller reflektere radarsignaler og derved skabe blinde områder for flytrafikken > Påvirke radioanlæg til brug for flynavigation
Undersøiske kabler og ledninger	Meget høj (4)	Havvindmølleparker kan være i konflikt med elkabler og rørledninger idet de kan forårsage direkte skade på kabler og ledninger.
Arkæologiske forhold	Høj (3)	Opstilling af havvindmøller kan skade vrag og andre marinarkæologiske interesser ved: <ul style="list-style-type: none"> > Forårsage direkte skade > Forårsage indirekte påvirkninger som følge af erosion de kan eksponere tidligere skjulte objekter eller områder
Klappladser og Råstofområder	Meget høj	Klappladser og råstofvindingsområder kan påvirkes af opstilling af havvindmøller ved:

Parameter	Følsomhed	Begrundelse for vurdering af graden af følsomhed og tildeelingen af scoringsværdi
	(4)	<ul style="list-style-type: none"> > Begrænset adgang til området > Reducerede mængder som følge af ændrede hydrodynamiske forhold.

På basis af GIS-kortene og af udbredelsen af de udvalgte miljø-, og planmæssige og menneskelige forhold samt scoringsværdier og vægte er den samlede følsomhed overfor etablering og drift af havvindmølleparker i de to projektområder Bornholm I og Bornholm II beregnet vha. GIS modellen.

Der er fremstillet separate GIS-kort over den samlede følsomhed for miljømæssige forhold og af de menneskelige forhold.

Kortene repræsenterer summen af de vægtede scoringsværdier. Der er anvendt følgende skala:

- > Lav følsomhed
- > Middel følsomhed
- > Høj følsomhed
- > Meget høj følsomhed

De fire følsomhedskategorier er beregnet ved hjælp af "Jenks natural break classification" metode.

Jenks metoden er en statistisk klassifikationsmetode, der bestemmer den bedste fordeling af værdier i forskellige klasser (fire i dette tilfælde). Fordelingen bestemmes ved at minimere hver klasses gennemsnitlige afvigelse fra klassens middelværdi og samtidig maksimere hver klasses afvigelse fra middelværdien af de øvrige klasser. Jenks klassifikationen er udført ved hjælp af ArcGIS.

Bemærk at for kabler og olie/gasledninger er det vurderet, at man ikke kan opstille havvindmøller på deres positioner og i en bufferzone på 200 m på hver side af et kabel eller en ledning. Det vil sige at i disse områder vil følsomheden vægtes som en score på 4 og en vægt på 1, og blokere for opsætning af havvindmøller. Undersøiske kabler og rørledninger er indsat direkte på kortene med meget høj følsomhed.

3.1.3 Beskrivelse af de miljø- og planmæssige forhold i de forskellige områder

De karakteristiske natur-, miljø-, planmæssige og menneskelige forhold i de potentielle havvindmølleområder er beskrevet. Desuden er der på baggrund af resultaterne af følsomhedsanalyserne for hvert område vurderet og beskrevet følgende:

- > Om det er muligt at etablere en havvindmøllepark på 1,5 GW i hver af de to potentielle projektområder (Bornholm I og Bornholm II) i en afstand til Bornholms kyst på mindst 15 km uden at forårsage alvorlige påvirkninger på natur-, miljø-, plan- og menneskelige forhold under forudsætning af at egentlige forundersøgelser og miljøkonsekvensvurderinger gennemføres senere. Mulige afvejninger og forbehold er beskrevet.
- > Det enkelte områdes egnethed i forhold til de øvrige
- > Angivelse af hvorvidt de foreslåede layouts for Bornholm I og Bornholm II kan etableres uden at påvirke natur-, miljø- og planforhold væsentligt.

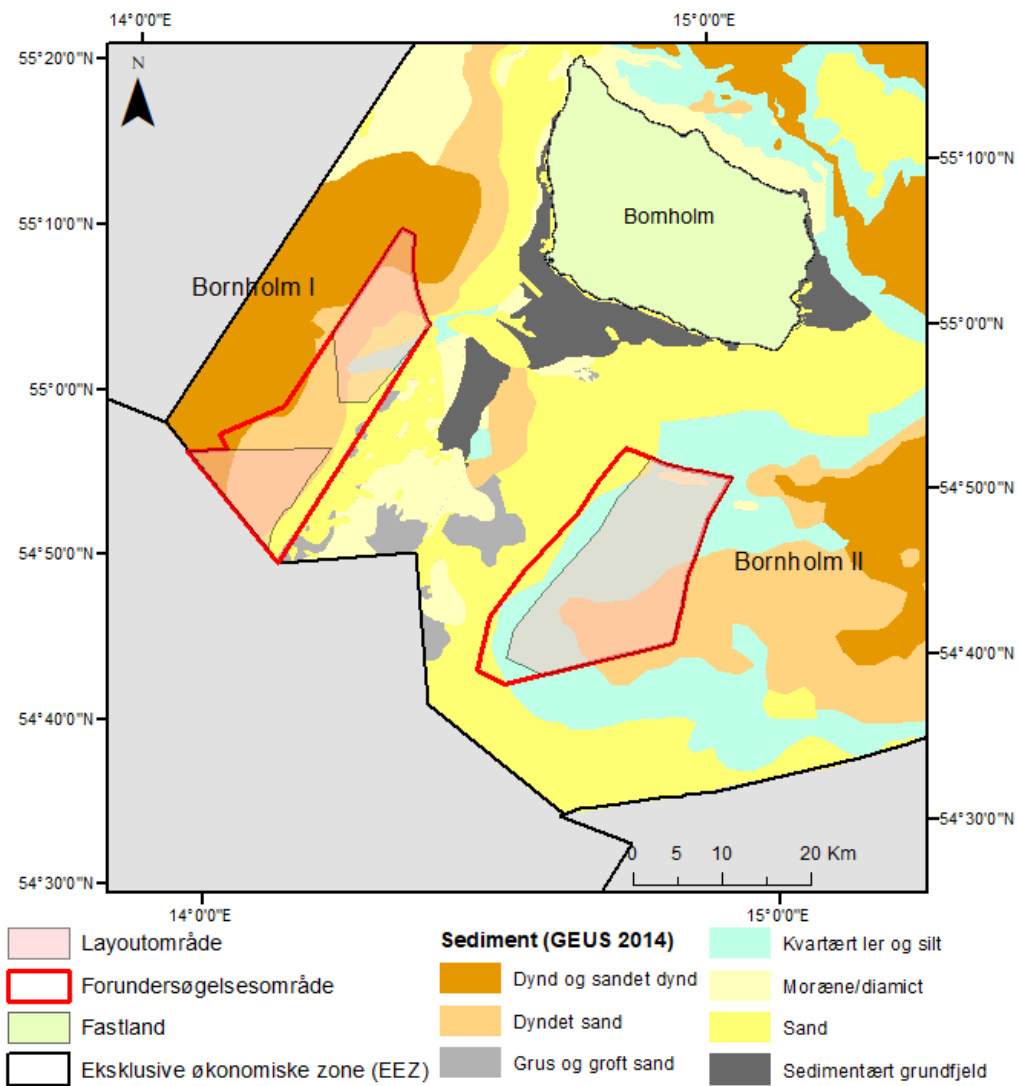
3.2 Eksisterende miljøforhold i projektområdet

3.2.1 Marine habitater

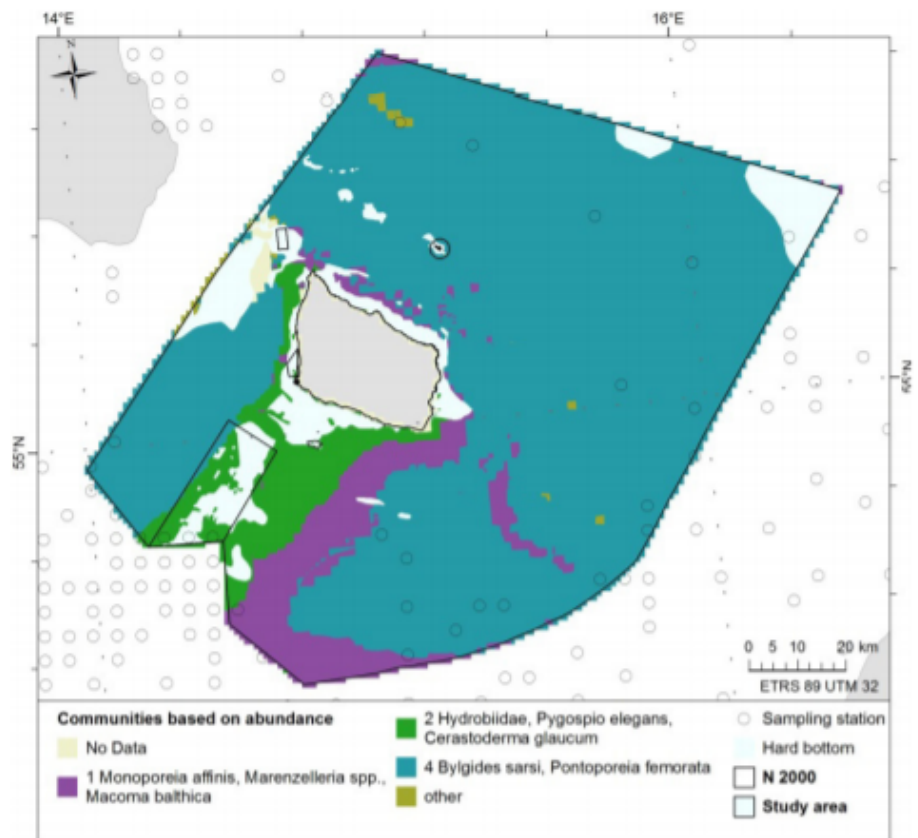
Havbunden i Bornholm I består af dynd og sandet dynd, dyndet sand og sand. I Bornholm II er der kvartær ler og silt og et lille område med dyndet sand (Figur 3-1). Disse sedimenter er habitat for bundfaunaorganismer, der lever i og på sedimentoverfladen.

Bundfaunaen i Bornholm I er domineret af børsteormen *Bylgides sarsi* og krebsdyret *Pontoporeia femorata*. Udbredelsen af dette samfund er vist på Figur 3-2 (Samfund 4, vist med blågrønlig farve) (Edelvang et al. 2017).

Bundfaunaen på ler og siltbund i Bornholm II har en anden sammensætning. Her dominerer krebsdyret *Monoporeia affinis*, muslingen *Macoma balthica*, og den invasive børsteorm *Marenzelleria* ssp. Desuden forekommer krebsdyrene *Saduria entomo* og *Pontoporeia femorata* samt ormen *Halicryptus spinulosus*. Udbredelsen af dette samfund er vist på Figur 3-2 (Samfund 1, vist med lilla farve). Området med dyndet sand i Bornholm II er karakteriseret ved forekomst af børsteormen *Bylgides sarsi* og krebsdyret *Pontoporeia femorata* (Edelvang et al. 2017). Udbredelsen af dette samfund er vist på Figur 3-2 (Samfund 4, vist med blågrønlig farve).

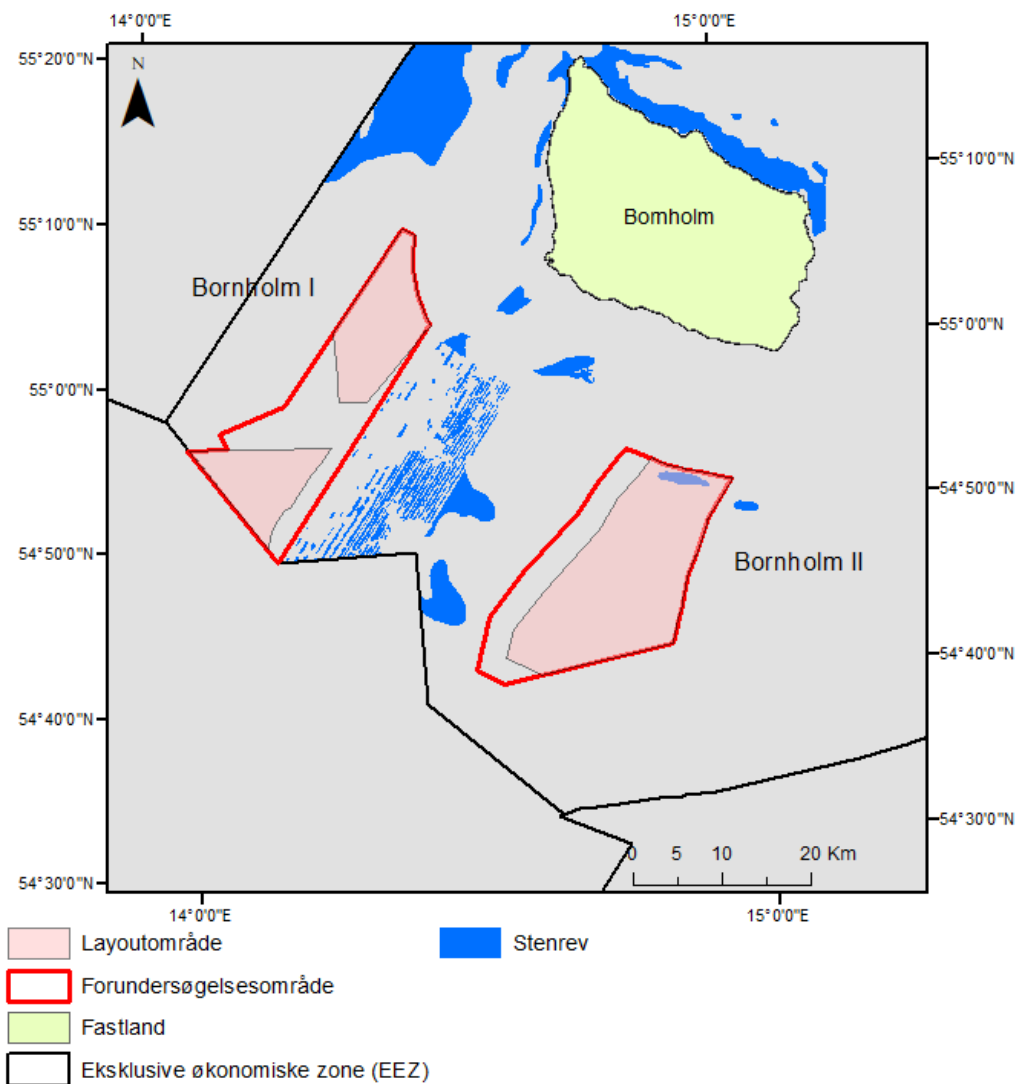


Figur 3-1 Havbundsforhold i og omkring potentielle havvindmølleparker Bornholm I og Bornholm II (GEUS, 2014).



Figur 3-2 Bundfauna samfund omkring Bornholm (figur fra Edelvang et al. 2017)

Området mellem Bornholm I og Bornholm II indgår i Habitatområde H261 "Adler Grund og Rønne Banke" (se nedenfor). Det meste af havbunden er hård bund (dvs. klippegrund, moræne med sten samt grus og groft sand). Der er tale om et 4 km langt stenrevs område, som strækker sig ind i over den tyske grænse. Stenrevene ligger på relativt dybt vand (fra 14-30 m) og er derfor sparsomt bevoksede med alger, men domineres af blåmuslinger, der flere steder har en dækningsgrad på stenene på op til 100 % (Edelvang et al. 2017, Naturstyrelsen 2014). Der forekommer ikke stenrev i Bornholm I. Den nordlige del af Bornholm II overlapper et lille stenrev (Figur 3-3).

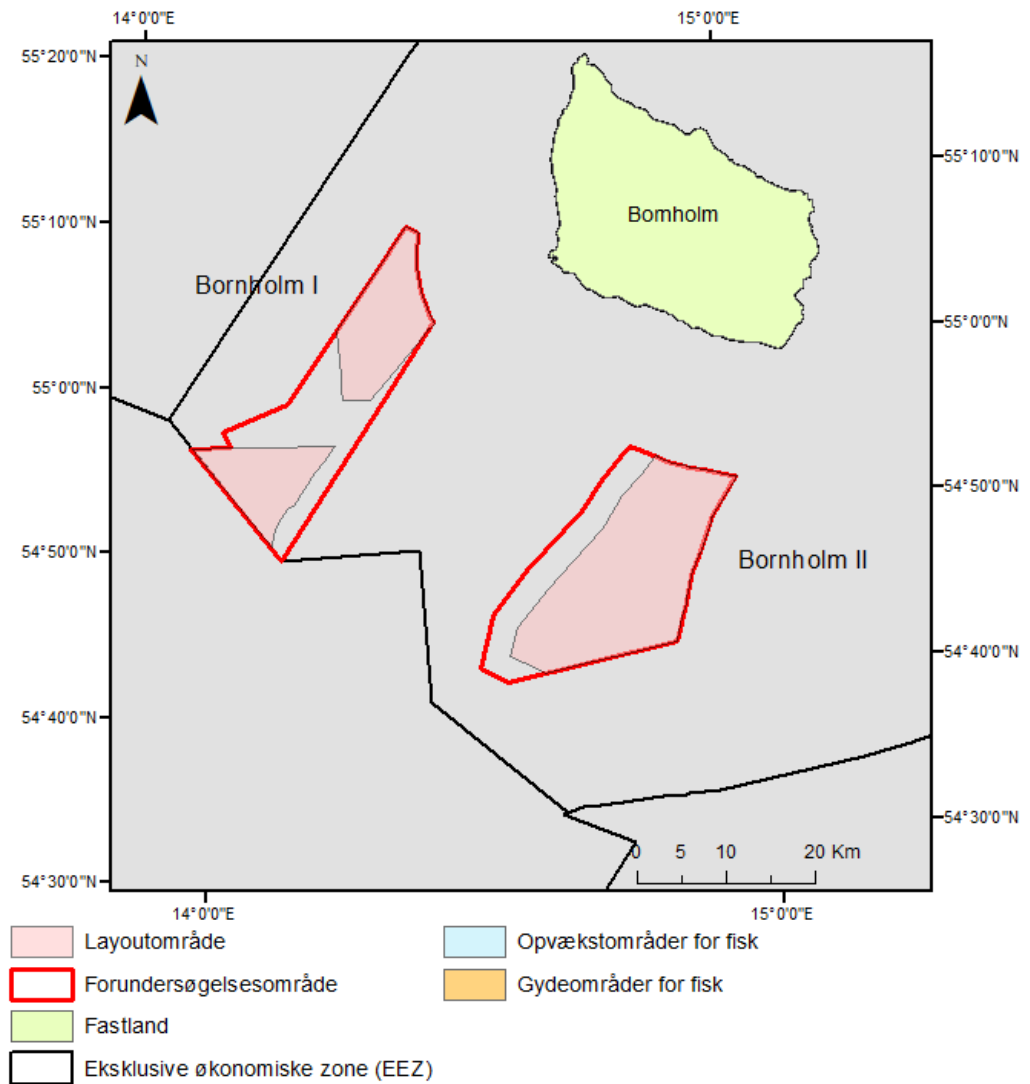


Figur 3-3 Potentielle stenrevsområder i og omkring Bornholm I og Bornholm II (GEUS 2020).

3.2.2 Fisk

Fiskefaunaen i de to områder er domineret af bundfiskene torsk (*Gadus morhua*) og skrubbe (*Platichthys flesus*) samt de pelagiske arter sild (*Clupea harengus*) og brisling (*Sprattus sprattus*) (Edelvang et al. 2017, Warnar et al. 2012).

Der findes ikke gydeområder for fisk, der lægger deres æg på havbunden eller opvækstpladser for fiskeyngel i de to potentielle projektområder, der kunne påvirkes af tildækning under turbiner, havvindmøllefundamenter eller erosionsbeskyttelse (Figur 3-4).



Figur 3-4 Bornholm I og Bornholm II i relation til forekomst af gydeområder for fisk, der lægger deres æg på havbunden og opvækstpladser for fiskeyngel.

3.2.3 Fugle

Overvintrende fugle

Dele af Bornholm I og Bornholm II ligger i udkanten af et overvintringsområde for havfugle, men udenfor det internationalt vigtige fugleområde (IBA) nr. DK120 *Rønne Banke*, der er udpeget af BirdLife International (Figur 3-5). Den danske del af IBA-området, er desuden foreslået udpeget som Fuglebeskyttelsesområde "*Rønne Banke*", med udpegningsgrundlaget havlit, men udpegningen er endnu ikke vedtaget. Udpegningen har været i høring og området behandles derfor i vurderingen som et udpeget fuglebeskyttelsesområde.

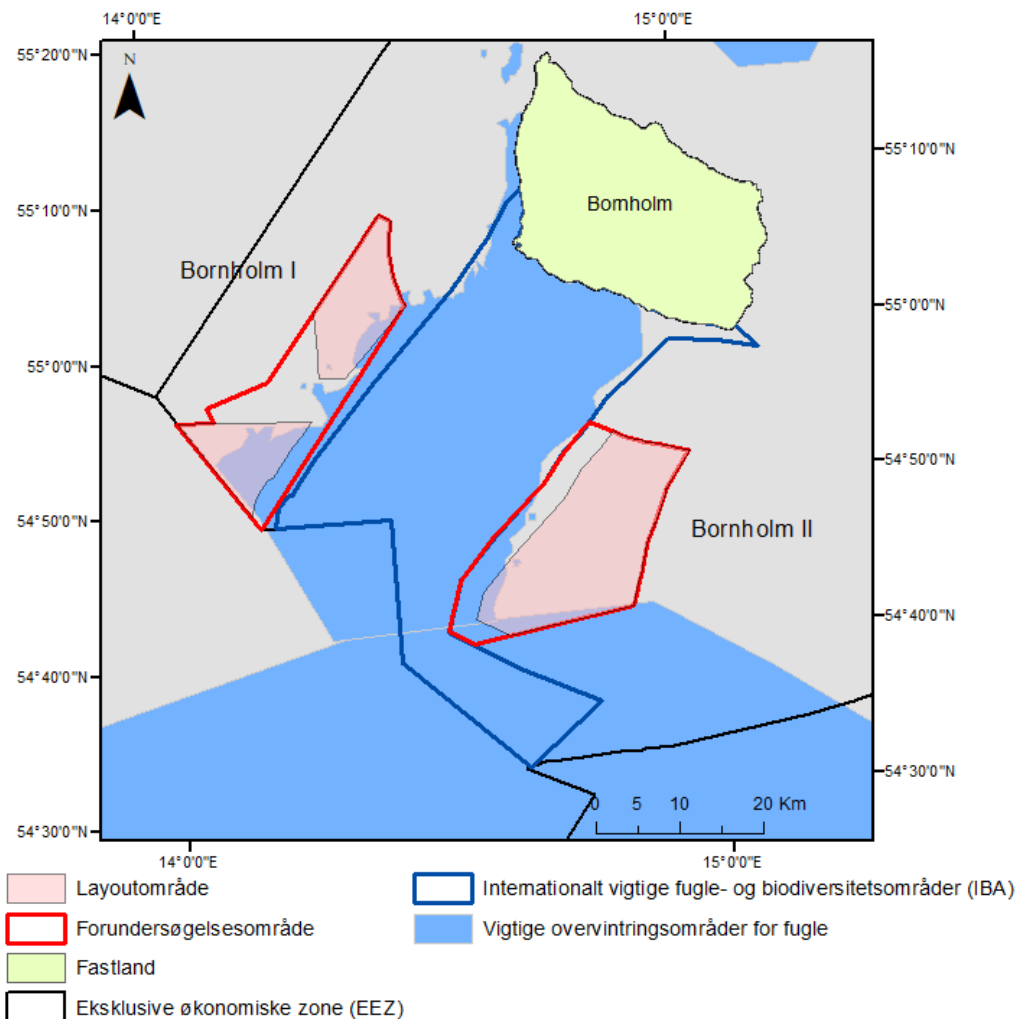
IBA- området er af international betydning som overvintringsområde for havlit (*Clangula hyemalis*), fløjlsand (*Melanitta fusca*) og sortand (*Melanitta nigra*). Området er desuden det vigtigste overvintringsområde for havlit i Danmark. Desuden forekommer toppet skallesluger (*Mergus serrator*), toppet lappedykker (*Podiceps cristatus*), nordisk lappedykker og tejt (*Cephus grylle*) (BirdLife International 2020, DOFbasen 2020, Petersen et al. 2019, Edelvang et al. 2017).

De viste grænser for udbredelsen af vigtige overvintringsområder er ikke helt sammenfaldende med grænserne for IBA- området mod nord og sydøst. Årsagen til forskellen er formentlig at udpegningen af IBA'en blev baseret på data vedrørende udbredelse af de ovennævnte arter fra 1988-1995, mens det viste overvintringsområde i danske farvande er baseret på udbredelsen af havlit i 2004.

Havlit, fløjlsand og sortand lever af bunddyr, herunder især muslinger. De store forekomster af blåmuslinger i området er formodentlig hovedårsagen til, at havlit, sortand og fløjlsand overvintrer netop her. Der er således et markant sammenfald mellem forekomst af blåmuslinger og forekomst af havlit (se Figur 3-6).

Det fremgår også, at der tilsyneladende ikke findes større forekomster af blåmuslinger i Bornholm I og Bornholm II, selvom der er observeret havlitter i områder (dog i langt mindre mængde end i områderne med blåmusling forekomster). Det kunne tyde på at de to områder ikke er fourageringsområder for havlit.

Undersøgelser har vist at visse havfugle kan skræmmes af havvindmøllernes tilstedeværelse og bevirke at de fortrænges fra området. Det gælder bl.a. havlit fløjlsand og sortand som findes i området (Langston and Pullan 2003, Petersen et al. 2006). Fortrængningseffekter kan være et problem hvis fuglene fortrænges fra et vigtigt fødesøgningsområde.



Figur 3-5 Vigtige overvintringsområder for fugle i 2004 (baseret på Edelvang et al, 2017). NB. IBA en er forslået som EU Fuglebeskyttelsesområde "Rønne Banke" med havlit som udpegningsgrundlag.

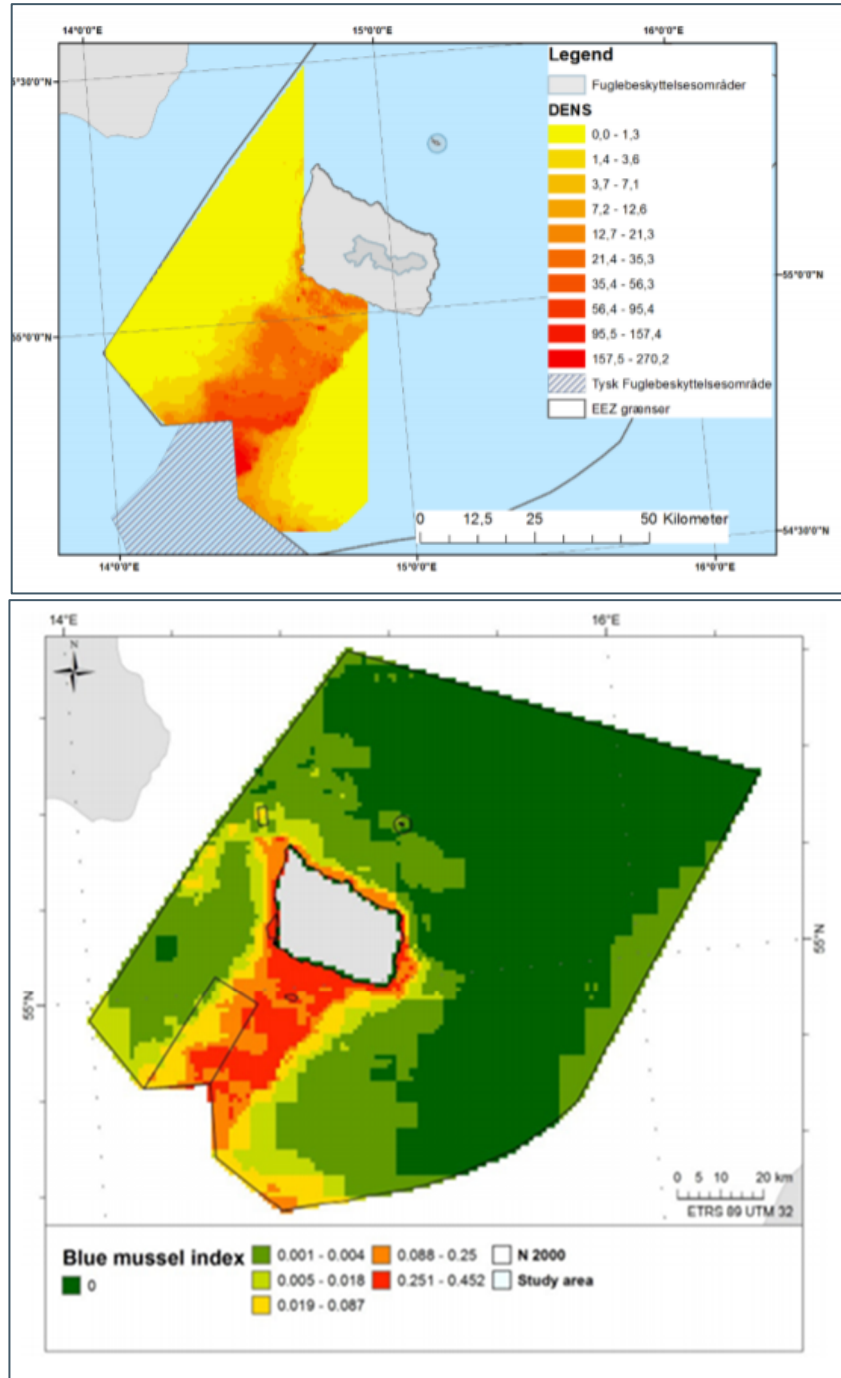
I handlingsplanen for bevaring af havlitter refereres til to danske undersøgelser af fortrængning af havlitter fra havvindmølleparker (Hearn et al. 2015). Ved Nysted havvindmøllepark observerede man, at havlitter blev fortrængt indenfor et område på op til 2 km fra havvindmølleparken og at denne effekt kunne observeres 5-6 år efter etablering af havvindmølleparken. Noget lignende blev observeret ved Lillegrund i Øresund.

Selvom der ikke umiddelbart foreligger dokumentation for fortrængningseffekter fra havvindmøller på havlit ud over 2 km, er Bornholm I og Bornholm II placeret således, at der er mindst 3 km afstand mellem layoutområderne og det internationalt vigtige fugleområde IBA nr. 120/foreslåede fuglebeskyttelsesområde "Rønne Banke" og blåmuslingebankerne, der er et vigtigt fødesøgningsområde for havlitter (Figur 3-7). Formålet med denne rapport er at sikre, at der kan etableres 3 GW havvind i Bornholm I og Bornholm II og der er derfor valgt en afstand på 3 km, da

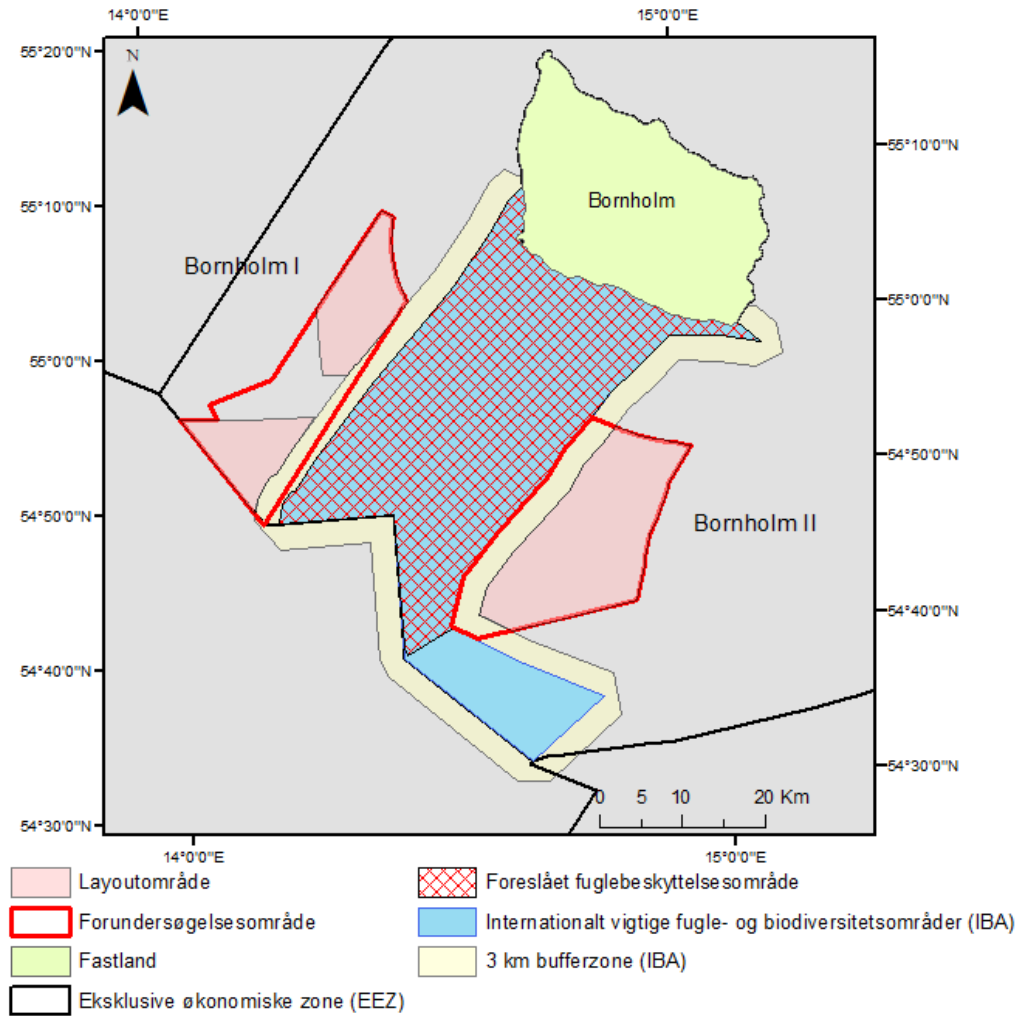
der med denne afstand er en reduceret risiko for, at havlit vil blive fortrængt fra området.

Baseret på denne analyse af eksisterende data, er der af hensyn til havfugle, ikke noget der taler imod at man kan opstille havvindmøller i Bornholm I og Bornholm II.

For endeligt at verificere dette, anbefales det, at der gennemføres en detaljeret analyse af følsomheden af især havlit men også fløjlsand og sortand i relation til opstilling af havvindmøller i Bornholm I og Bornholm II, herunder habitategnethed (habitat suitability) og risikoen for fortrængningseffekter (habitat displacement).



Figur 3-6 Forekomst af havlit (*Clangula hyemalis*) I vinteren 2004 (øverste figur) sammenholdt med forekomsten af blåmuslinger sydvest for Bornholm (Figurer fra Edelvang et al. 2017).



Figur 3-7 Internationalt vigtige områder for fugle (IBA'er og foreslået fuglebeskyttelsesområde) i og omkring projektområderne Bornholm I og Bornholm II. Der er lagt en 3 km bufferzone omkring IBA nr. 120 Rønne Banke.

Trækkende fugle

Bornholm I og Bornholm II ligger i trækruterne for fugle, der yngler i Sverige og Norge og som overvintrer mod syd. Østersøområdet mellem Danmark, Sverige og Tyskland er således vigtig for bl.a. trane- og rovfugle-træk (DHI 2019)

Det kan ikke udelukkes at etablering af havvindmølleparker kan:

- > Forårsage en barrierevirkning for trækkende fugle, der skræmmes af havvindmøllernes tilstedeværelse og som typisk vil medføre at fuglene flyver udenom havvindmølleparken og dermed får en større strækning, der skal tilbagelægges.
- > Forårsage at trækkende fugle kolliderer med de roterende havvindmøllevinger eller med havvindmølletårnene. Kollisioner vil typisk medføre at fuglen dør.

Internationalt set, er tranen den vigtigste art, der krydser området (NABU 2019). Forår og efterår krydses dette farvand således af det meste af den svenske og norske population af traner på ca. 84.000 fugle. Det er observeret, at de fleste traner passerer området i 150 til 200 meters højde. Observationer ved den nærliggende Baltic II havvindmøllepark viste desuden, at når tranerne nærmede sig havvindmølleparken, var der en klar tendens til, at de sænkede flyvehøjden, men at flyvehøjden blev øget igen tæt på havvindmøllerne. (DCE, DHI og NIRAS 2015).

Det anbefales, at der gennemføres en detaljeret analyse af følsomheden af traner i relation til opstilling af havvindmøller i Bornholm I og Bornholm II, herunder estimering af antal fugle, der omkommer som følge af kollision i forhold til PBR²

3.2.4 Flagermus

Der er registreret trækkende og strejfende flagermus over Rønne Banke ved Bornholm II. Der var tale om brunflagermus, trolldflagermus og vandflagermus (Energistyrelsen 2015).

Flagermus kan tiltrækkes af insekter, der samler sig omkring havvindmølleårne i stille og varmt vejr. Om natten tiltrækkes insekter sandsynligvis af havvindmøllerne som afgiver varme, der er ophobet i løbet af dagen. Flagermus på jagt efter insekter kan kollideres med havvindmøllevinger eller de kan blive dræbt af ændringer i lufttrykket omkring vingerne. Energistyrelsen 2015 vurderede, på basis af den eksisterende viden, at der er tale om en diffus forekomst af trækkende flagermus i området og at havvindmøllers påvirkning på flagermus i området vil være begrænset.

3.2.5 Marine pattedyr

Der er observeret høje tætheder af marsvin (*Phocoena phocoena*) i og omkring Bornholm I og Bornholm II (Figur 3-8). Marsvin indgår i udpegningsgrundlaget for Habitatområde H261 "Adler Grund og Rønne Banke" (Se Afsnit 3.3.1).

Marsvinene, der optræder omkring Bornholm, er en blanding af to populationer nemlig Bælthavspopulationen (der findes i Kattegat, Lille Bælt, Storebælt, Øresund og den vestlige Østersø) og en særlig Østersøbestand, der kun optræder i Østersøen. Kerneområdet for Østersøbestanden er den centrale Østersø, herunder særligt Midsjöbanke og Hoburgs Banke, hvor marsvinene yngler i sommerperioden (Wiemann et al. 2010, Galatius et al. 2012, Sveegaard et al. 2015, SANBAH 2016).

Bælthavs populationens størrelse har været relativt stabil de sidste 20 år (Hammond et al. 2017), mens Østersø populationen er opført på IUCNs liste over kritisk truede dyrearter (Edelvang et al. 2017). Det er estimeret, at Østersø populationen

² PBR (Potential Biological Removal) er et mål for den ekstra dødelighed, den samlede biogeografiske bestand vurderes at kunne tåle.

består af ca. 500 individer, men med betydelig usikkerhed på antallet (Amundin 2016).

Der er ikke kendskab til at tilstedeværelsen af havvindmølleparker i driftsfasen vil påvirke marsvin. Derimod kan marsvin blive påvirket af undervandsstøj eller vibrationer i anlægsfasen fra f.eks. nedramningsarbejder. Følgende potentielle effekter kan forekomme:

- > Permanente eller midlertidige høreskader
- > Påvirkning af vokaliseringen hos hvaler, dvs. at de enten udsender højere eller lavere kommunikations-/orienteringslyde
- > Påvirkning af adfærd, som f.eks. flugtaadfærd

Da potentielle effekter vil være tidsbegrænsede og da projektområdet ligger langt fra marsvinenes yngleområder som er særligt følsomme vurderes disse påvirkninger umiddelbart at være begrænsede, men skal naturligvis undersøges nærmere i forbindelse med et eventuelt konkret projekt. Hertil kommer, at der kan iværksættes forskellige afværgeforanstaltninger, herunder f.eks. benyttelse af "soft start" i forbindelse med nedramning, anvendelse af akustiske alarmer som pingere og sælskræmmere, der jager dyrene væk således at de f.eks. ikke får høreskader og anvendelse af "boblegardiner" eller afskærmning af nedramningssteder for at reducere lydudbredelsen.

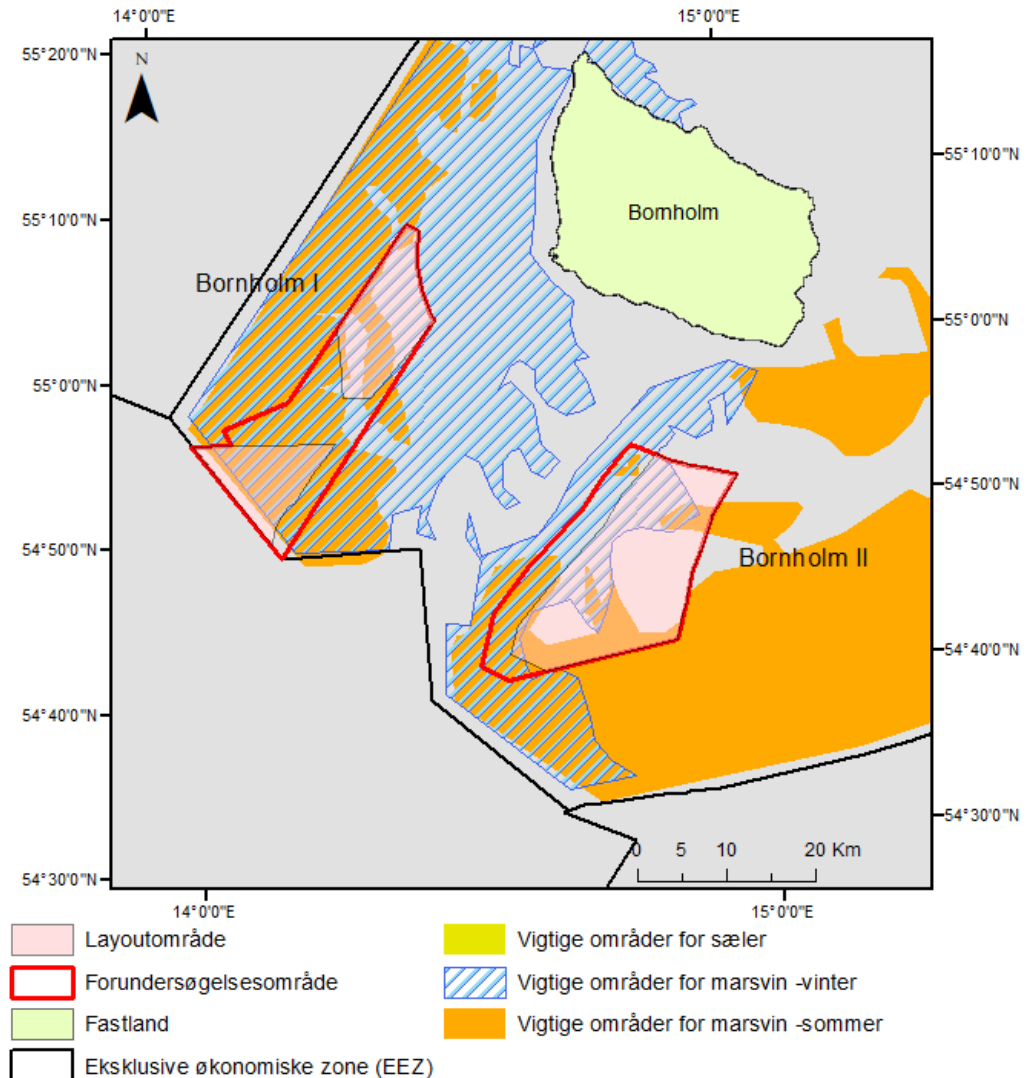
Området er ikke specielt vigtigt for sæler. Der findes således ikke raste-og ynglelokaliteter for spættet sæl ved Bornholm og farvandene omkring Bornholm besøges ikke regelmæssigt af denne art (Edelvang et al. 2017).

Gråsælen var tidligere en almindelig og udbredt sælart i de danske farvande og yngede frem til omkring 1900 på uforstyrrede lokaliteter ved de danske kyster. I dag forekommer arten fåtalligt, men i de senere år er antallet af gråsæler, der ses i danske farvande steget (Miljøstyrelsen 2020) og ved Bornholm og Christiansø ses særligt mange gråsæler (Miljøstyrelsen 2020). Gråsælen, der optræder i Østersøen, er genetisk forskellig fra den gråsæl man finder i de øvrige danske farvande og er den hyppigst forekommende sælart i Østersøen, den Botniske Bugt og Finske Bugt (Graves et al. 2009).

Ertholmene er den eneste raste-og yngleplads for arten ved Bornholm og kerneområdet for gråsæl er farvandet nord for Bornholm. Gråsælen kan fouragere flere hundrede kilometer fra rastepladserne, men den optræder mindre hyppigt i og omkring projektområderne Bornholm I og Bornholm II. Populationen af gråsæl ved Ertholmene, er steget markant fra 2002-2005, hvor der kun blev talt 0-12 individer til 850 observerede individer i 2015 (Edelvang et al. 2017).

I lighed med marsvin, kan undervandsstøj i anlægsfasen forårsage høreskader hos sæler og påvirke deres adfærd, herunder udløse flugtaadfærd. Sæler er dog langt

mindre følsomme overfor undervandsstøj end marsvin. Sæler er særligt følsomme for støj på deres raste-og ynglepladser, men da disse ligger langt fra Bornholm I og Bornholm II, vurderes dette ikke umiddelbart at være et problem, men skal naturligvis undersøges i forbindelse med et konkret projekt.



Figur 3-8 Forekomst omkring Bornholm af sæler samt marsvin sommer og vinter (Edelvang et al. 2017).

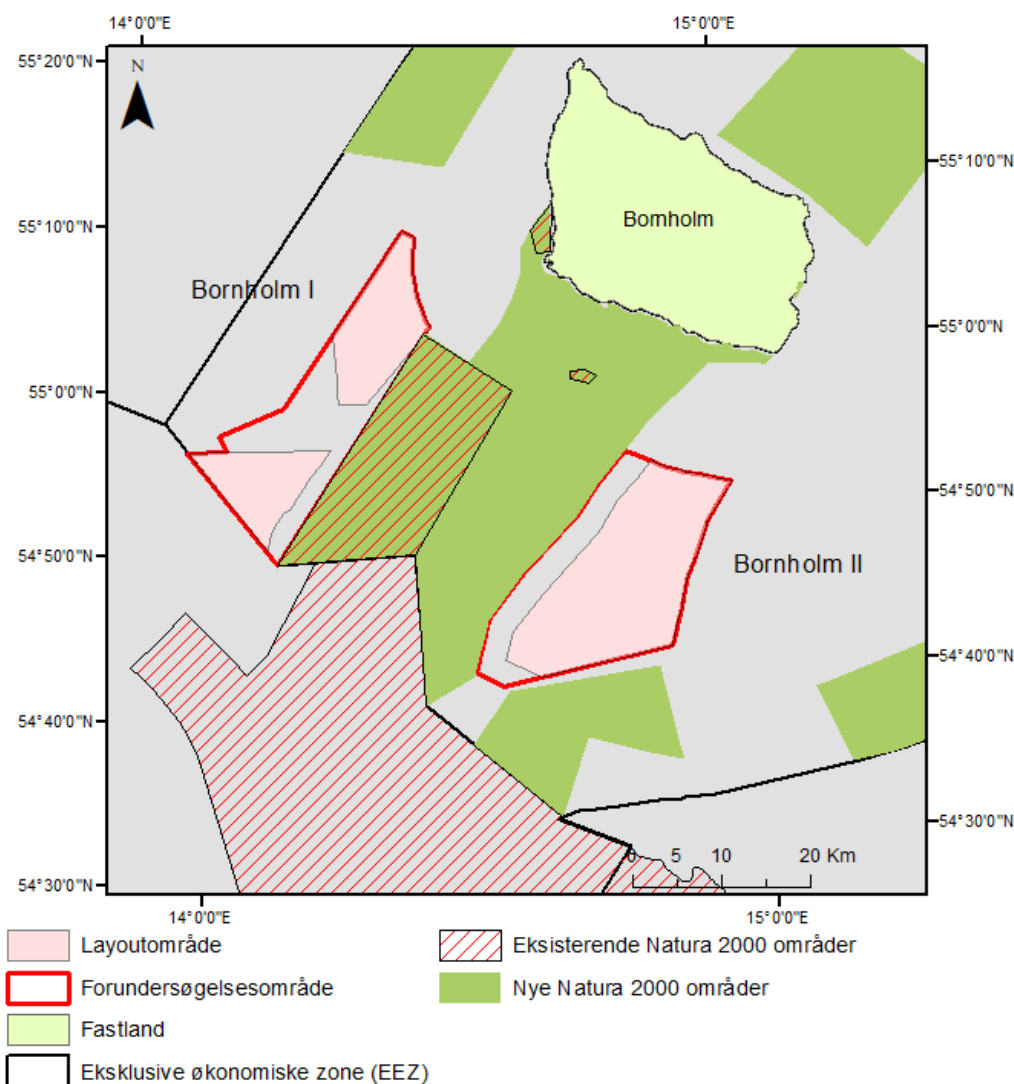
3.3 Eksisterende planforhold

3.3.1 Internationale beskyttede naturområder

Området mellem Bornholm I og Bornholm II er udpeget som Habitatområde H261 *Adler Grund og Rønne Banke*. Udpegningsgrundlaget for habitatområdet er habitatnaturtyperne 1110 Sandbanke, 1170 Rev og 1351 Marsvin. I udkast til Danmarks havplan er den danske del det internationalt vigtige fugleområde (IBA) nr. DK120

Rønne Banke (se Figur 3-9) foreslået udpeget som Fuglebeskyttelsesområde "Rønne Banke", med udpegningsgrundlaget havlit, men udpegningen er endnu ikke vedtaget. Udpegningen har været i høring og området behandles derfor i vurderingen som et udpeget fuglebeskyttelsesområde.

Området, grænser op til det tyske Natura 2000 område DE 1552401 *Pommersche Bucht*, hvor udpegningsgrundlaget omfatter habitatnaturtyperne 1110 Sandbanke og 1170 Rev samt 22 forskellige fuglearter herunder havlit, sortand og fløjlsand som er hyppigt forekommende på den danske side af grænsen (Naturstyrelsen 2014).



Figur 3-9 *Beliggenheden af Natura 2000 områder, RAMSAR områder og havstrategiområder i og omkring de potentielle havvindmølleområder. NB. Natur og miljøbeskyttelsesområdet mellem Bornholm I og Bornholm II angiver IBA område nr. DK120 Rønne Banke, der er foreslået som EU Fuglebeskyttelsesområde "Rønne Banke" med havlit som udpegningsgrundlag. Udpegningen har været i høring og området behandles derfor i vurderingen som et udpeget fuglebeskyttelsesområde.*

3.3.2 Havplan

Danmarks Havplan udgør den overordnede planlægning for de danske havområder. I havplanen udlægges områder, som kan anvendes til bestemte typer aktiviteter og anlæg. Med havplanen er det første gang, at Danmark får en helhedsorienteret fysisk planlægning på det danske havareal. Udkast til Danmarks første havplan blev sendt ud i offentlig høring den 31. marts 2021. Den endelige havplan forventes at blive godkendt i slutningen af 2021.

Forslag til Danmarks Havplan er en udmøntning af lov om maritim fysisk planlægning, LBK nr. 400 af 06/04/2020, der gennemfører Europa-Parlamentets og Rådets direktiv om rammerne for maritim fysisk planlægning, EU-direktiv 2014/89.

Havplanens arealfordeling er baseret på forskellige zoner som kan opdeles i de 4 typer der er angivet nedenfor. Udlagte zoner i havplanen, som indenfor eller i nærheden af projektområderne Bornholm I og Bornholm II er markeret med *.

Udviklingszoner:

- > Vedvarende energi og energier*
- > Efterforskning og indvinding af olie/gas
- > CO₂ -lagring
- > Nye transportinfrastrukturprojekter
- > Akvakultur, herunder skaldyrsproduktion og havbrug
- > Råstofindvinding*

Særlige anvendelseszoner:

- > Sejladskorridorer*
- > Beskyttelsesforanstaltninger for luftfart*
- > Kabelkorridorer for vedvarende energi*
- > Landindvinding
- > Rørledninger*

Natur- og miljøbeskyttelsesområder:

- > Natura 2000-områder*
- > Fredede områder
- > Natur- og vildtreservater
- > Havstrategiområder

Generelle anvendelseszoner*:

- > De generelle anvendelseszoner omfatter alle de områder i Danmarks Havplan, der ikke er udlagt til andre formål

Udlagte zoner i havplanen, som vurderes relevante for Bornholm I og Bornholm II er listet i Tabel 3-7 og er vist på kort i de efterfølgende afsnit.

Militære øvelsesområder er ikke en del af bekendtgørelsen, men fremgår i havplanen som servicelag og vurderes relevante i forhold til etablering af Bornholm I og Bornholm II.

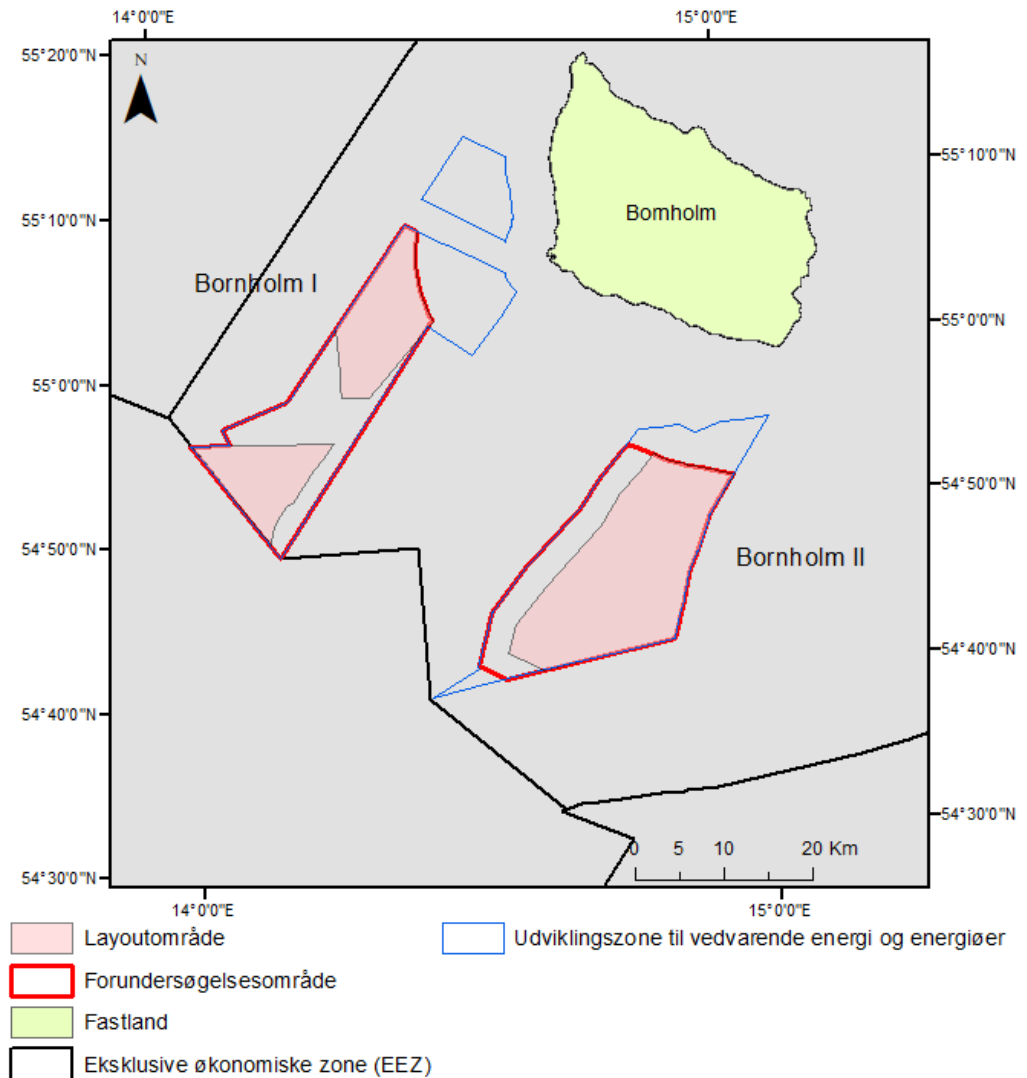
Tabel 3-7 Relevante zoner i Danmarks Havplan i forhold til Bornholm I og Bornholm II.

Zoner	Formål
Udviklingszone til råstofindvinding (R)	at sikre, at der inden for området kan foretages indvinding af sten, grus, sand o.l.
Udviklingszone til vedvarende energi og energier (Ei)	at sikre iland føring af kabler fra fremtidige anlæg til vedvarende energi (Ek) at sikre, at der inden for området kan etableres anlæg og tilhørende installationer til vedvarende energi (Ev) og energier (Ei)
Sejladskorridorer (S)	at sikre, at der ikke lægges hindringer i vejen for den frie sejlad eller at denne væsentligt vanskeliggøres
Konkrete transitørledninger (Baltic Pipe)	Formålet med udlægning af zonen er at sikre, at der ikke lægges hindringer i vejen for etablering af Baltic Pipe.
Konkrete transitørledninger (Nord Stream 2)	Formålet med udlægning af zonen er at sikre, at der ikke lægges hindringer i vejen for etablering af Nord Stream 2.
Beskyttelsesforanstaltninger for luftfart (II)	at sikre, at der ikke lægges hindringer i vejen for ud- og indflyvningen til offentlige flyvepladser samt at sikre luftfartens sikkerhed.
Natur- og miljøbeskyttelsesområder (N)	at sikre, at havplanen afspejler de områder, inden for de danske havområder, der indgår i et område, som er udpeget som henholdsvis havstrategiområder, Natura 2000-områder (habitatområder og fuglebeskyttelsesområder), Ramsarområder, natur- og vildtreservater eller områder, som er fredede, for at sikre beskyttelse af havets natur og miljø.
Generel anvendelseszone (G)	at sikre, at der inden for området er mulighed for bl.a. fiskeri, sejlad samt aktiviteter og anlæg, der ikke planlægges for med havplanen, herunder fx havneudvidelser, kystbeskyttelses anlæg, turisme og rekreativ anvendelse

I det følgende er Bornholm I og Bornholm II kortlagt i forhold til havplanens zoner og servicelag (militære aktiviteter).

Vedvarende energi og energiøer

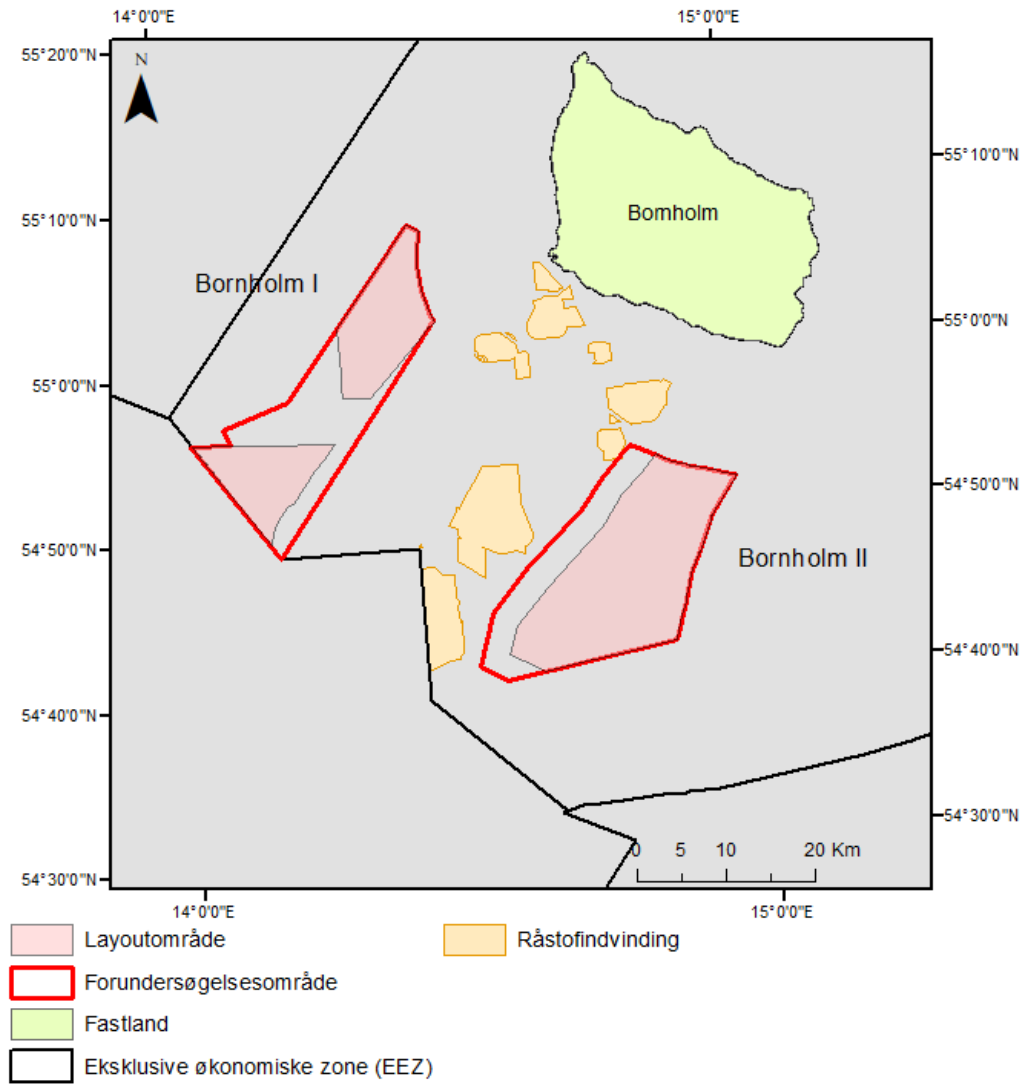
Projektområderne Bornholm I og Bornholm II ligger inden for udviklingszoner til vedvarende energi og energiøer og projektområdernes placering er dermed i overensstemmelse med havplanen (Figur 3-10).



Figur 3-10 Udviklingszone til vedvarende energi og energiøer i og omkring projektområderne Bornholm I og Bornholm II.

Råstofindvinding

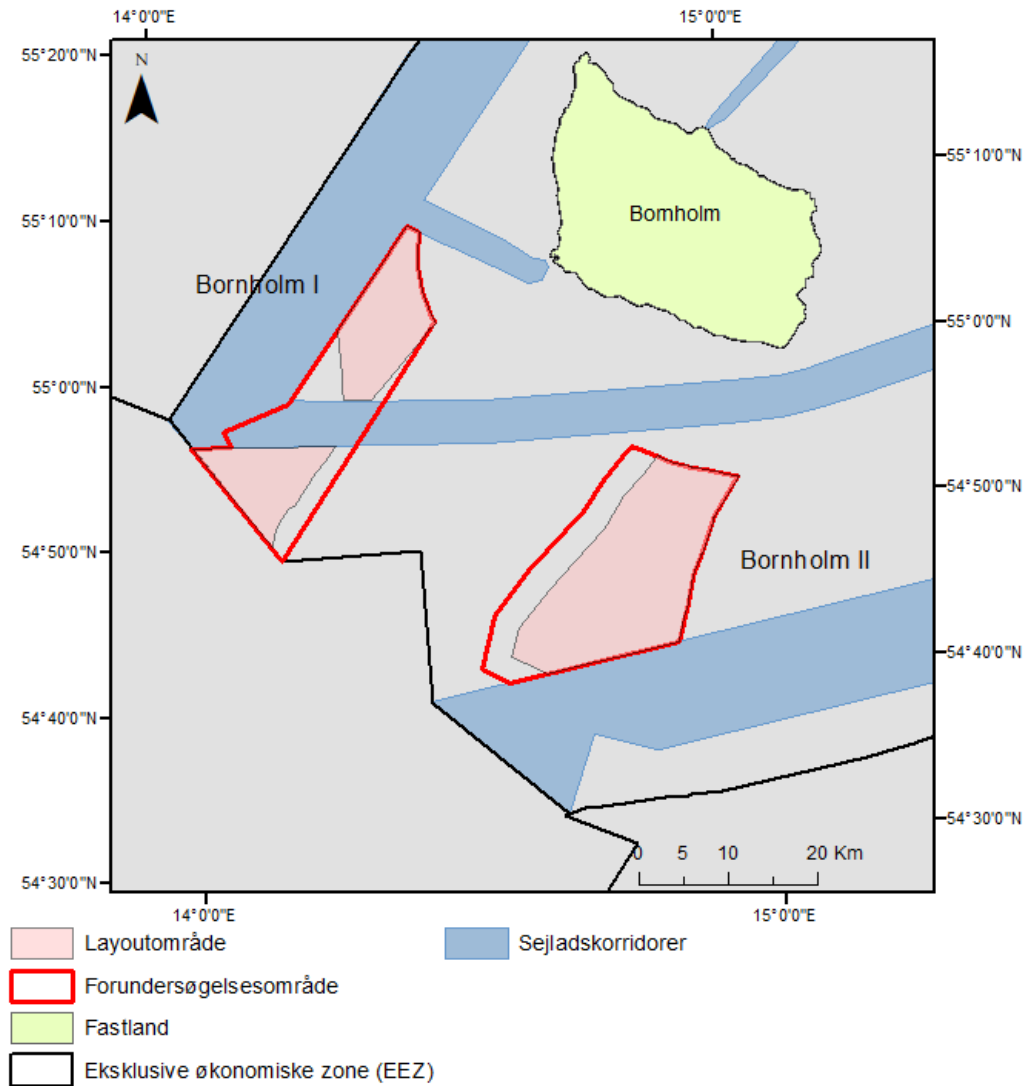
Der er udlagt en række udviklingszoner til råstofindvinding mellem de to projektområder Bornholm I og Bornholm II. Der er ikke overlap mellem udviklingszoner til råstofindvinding (Figur 3-11) og projektområdernes placering er dermed i overensstemmelse med havplanen.



Figur 3-11 Udviklingszoner til råstofindvinding i og omkring projektområderne.

Sejladskorridorer

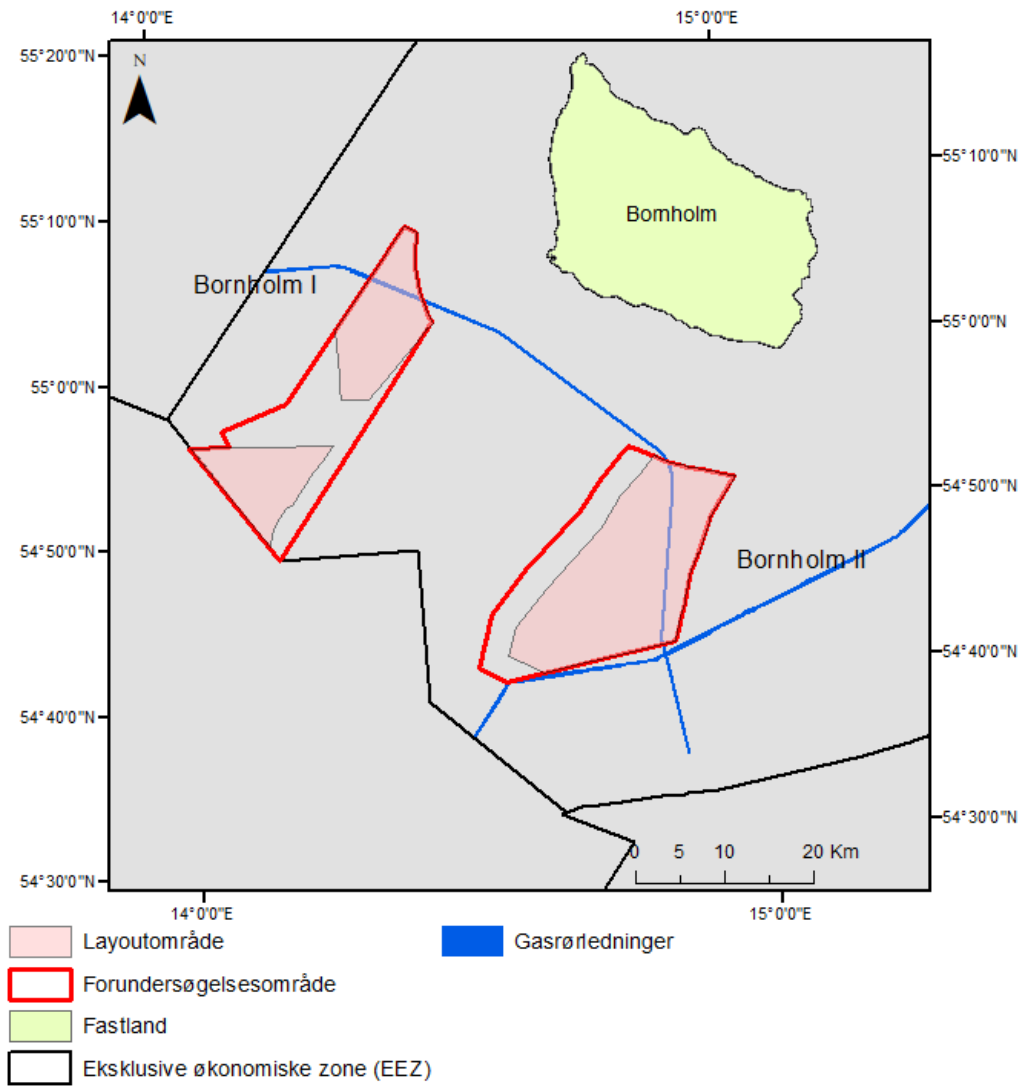
Bornholm I og Bornholm II grænser begge op til en primær sejladskorridor (Figur 3-12). Der er ikke direkte konflikt med de foreslåede placeringer af havvindmøller og de udlagte sejladskorridorer. Projektområderne vurderes derfor ikke at være til hinder for at sejladskorridorerne kan opretholdes.



Figur 3-12 Sejladskorridorer omkring projektområderne.

Konkrete transitrørledninger

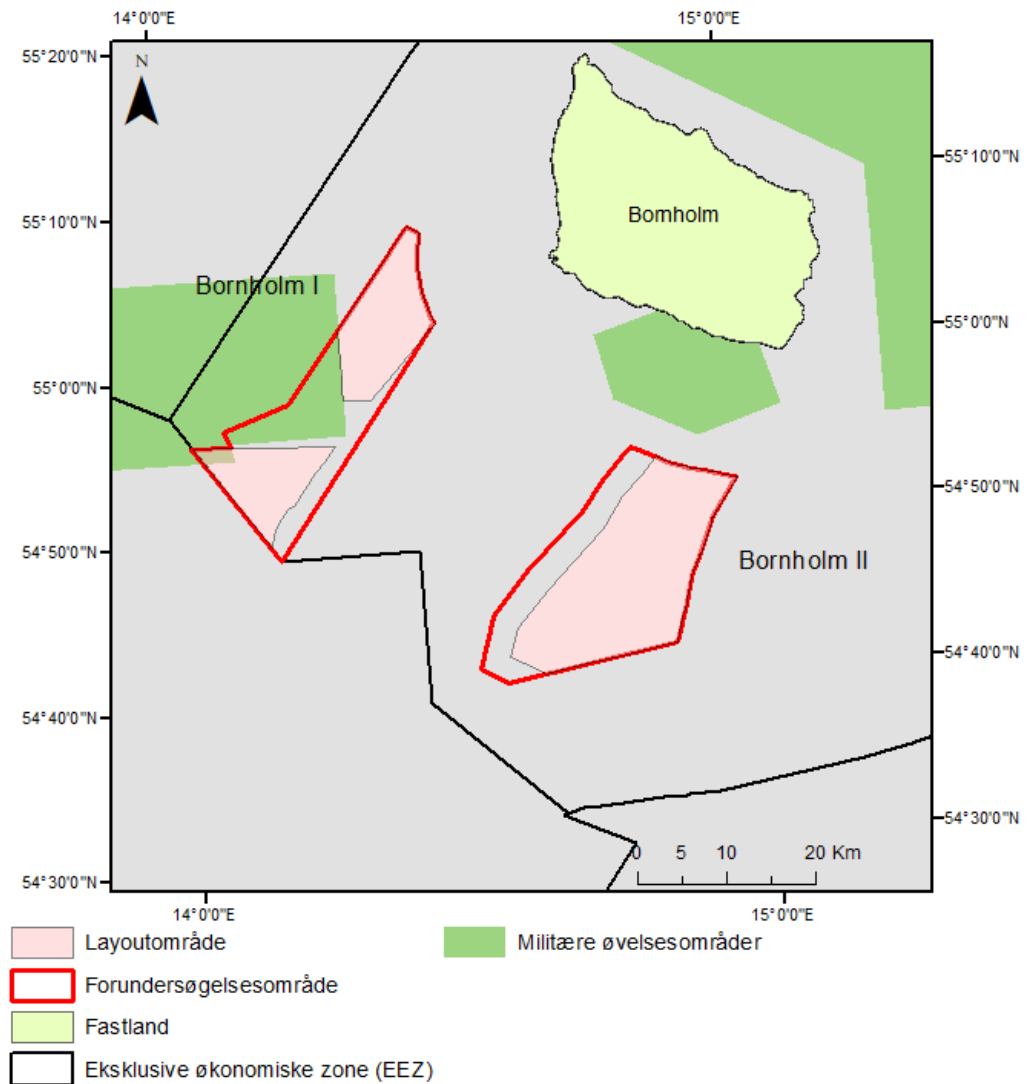
Den planlagte gasrørledning Baltic pipe, der vil forbinde gassystemerne i Norge, Danmark og Polen, vil komme til at krydse Bornholm I og Bornholm II (Figur 3-13). Rørledningen forventes at være klar til drift i oktober 2022. Der kan ikke opstilles turbiner i traceen for denne rørledning (med 200 m sikkerhedszone). Bornholm II. Energistyrelsen har desuden givet tilladelse til etablering af Nord Stream 2 som forløber syd for Bornholm II (Figur 3-13).



Figur 3-13 Udviklingszoner til rørledninger (Baltic Pipe og Nord Stream 2).

Militære øvelsesområder

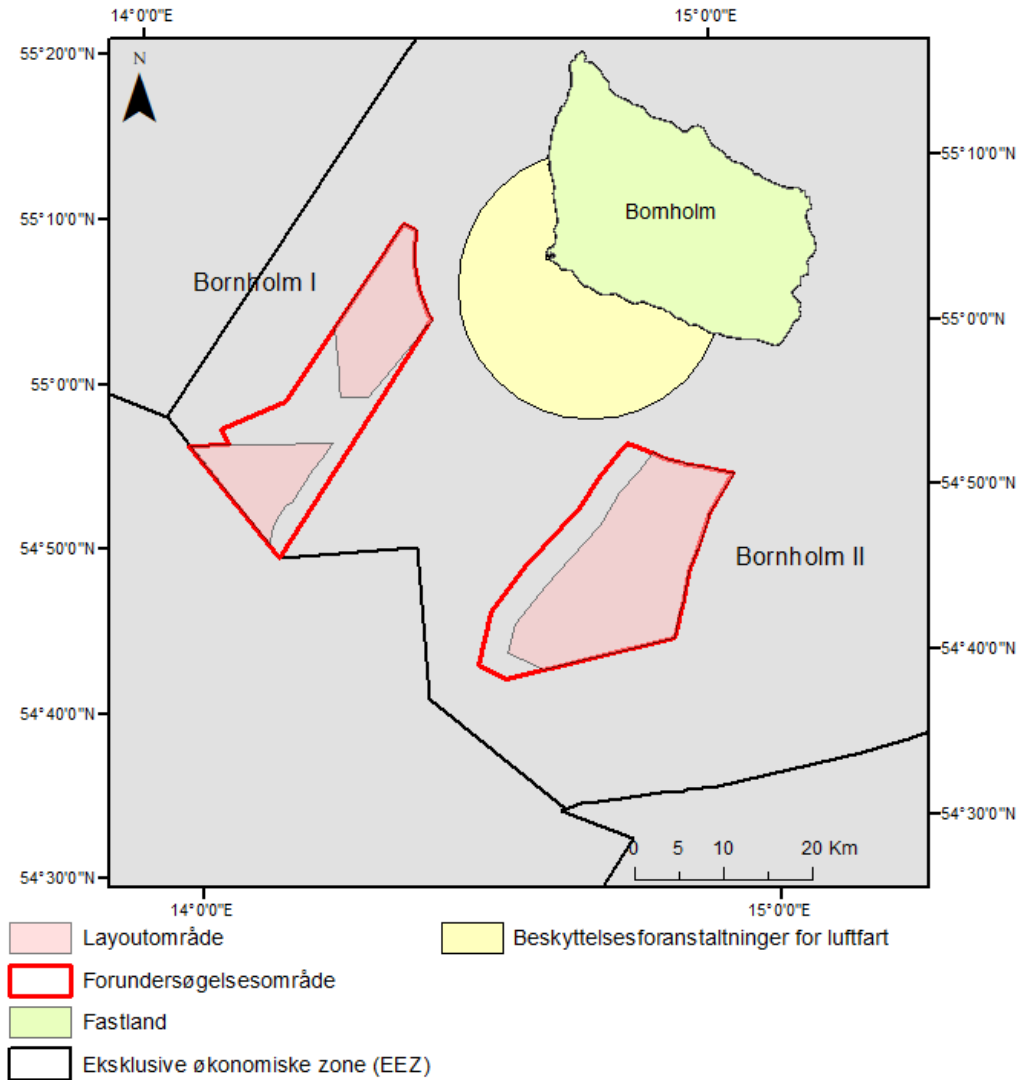
Militære øvelsesområder er udlagt i havplanen som servicelag. Bornholm I grænser op til et militært øvelsesområde mod vest. Der er generelt ikke overlap og dermed konflikt mellem projektområderne Bornholm I og Bornholm II og områder udlagt til militære formål (Figur 3-14). Dog ligger seks af turbinerne i den sydlige del af Bornholm I lige indenfor grænsen til et militært øvelsesområde. Energistyrelsen er i dialog med forsvaret om dette område.



Figur 3-14 Militære øvelsesområder i nærheden af Bornholm I og Bornholm II.

Beskyttelsesforanstaltninger for luftfart

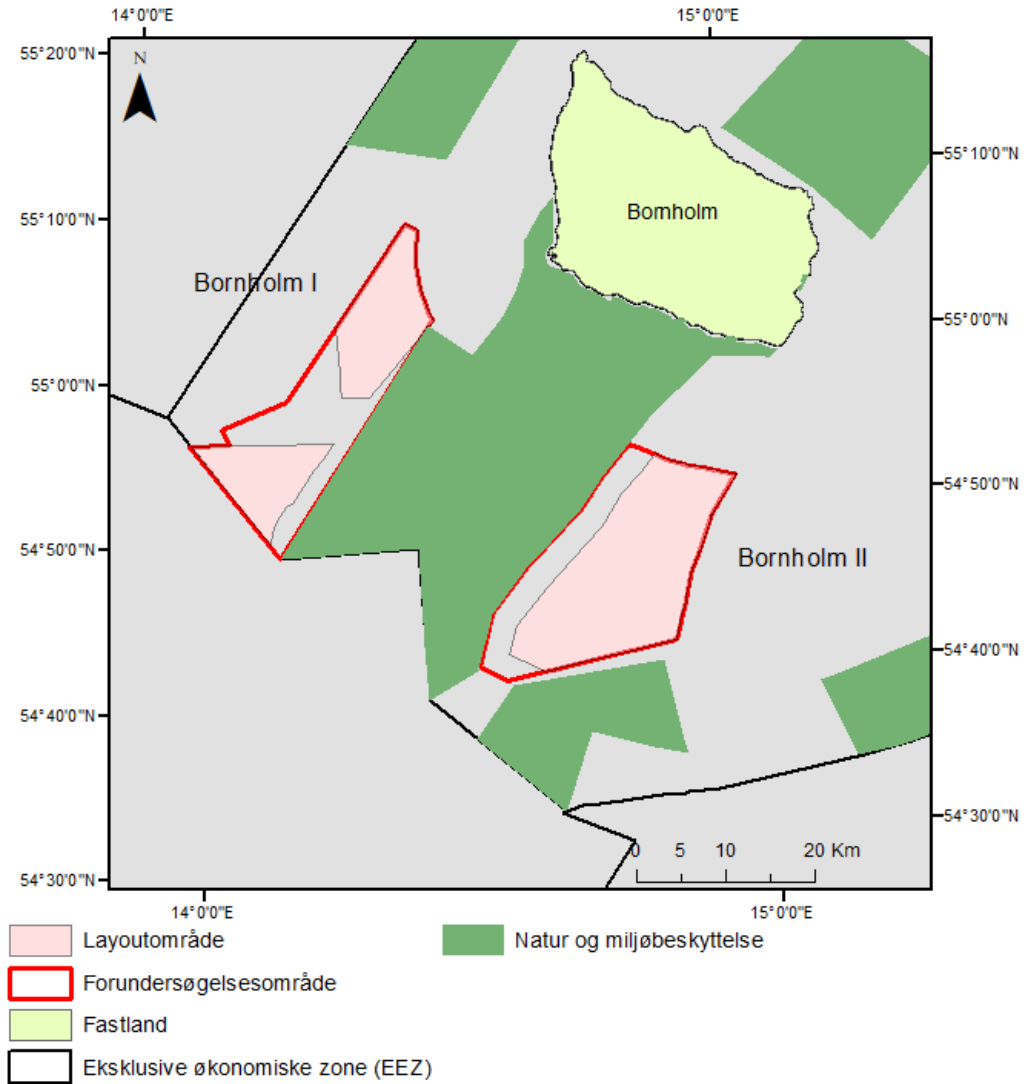
Der er udlagt en zone til beskyttelse af luftfart i en radius på 15 km fra omkring lufthavnen i Rønne (Figur 3-15). Projektområderne Bornholm I og Bornholm II ligger i behørig afstand fra beskyttelseszonen og vurderes ikke at påvirke luftfarten.



Figur 3-15 Beskyttelsesforanstaltninger for luftfart i og omkring projektområderne.

Natur og miljøbeskyttelse

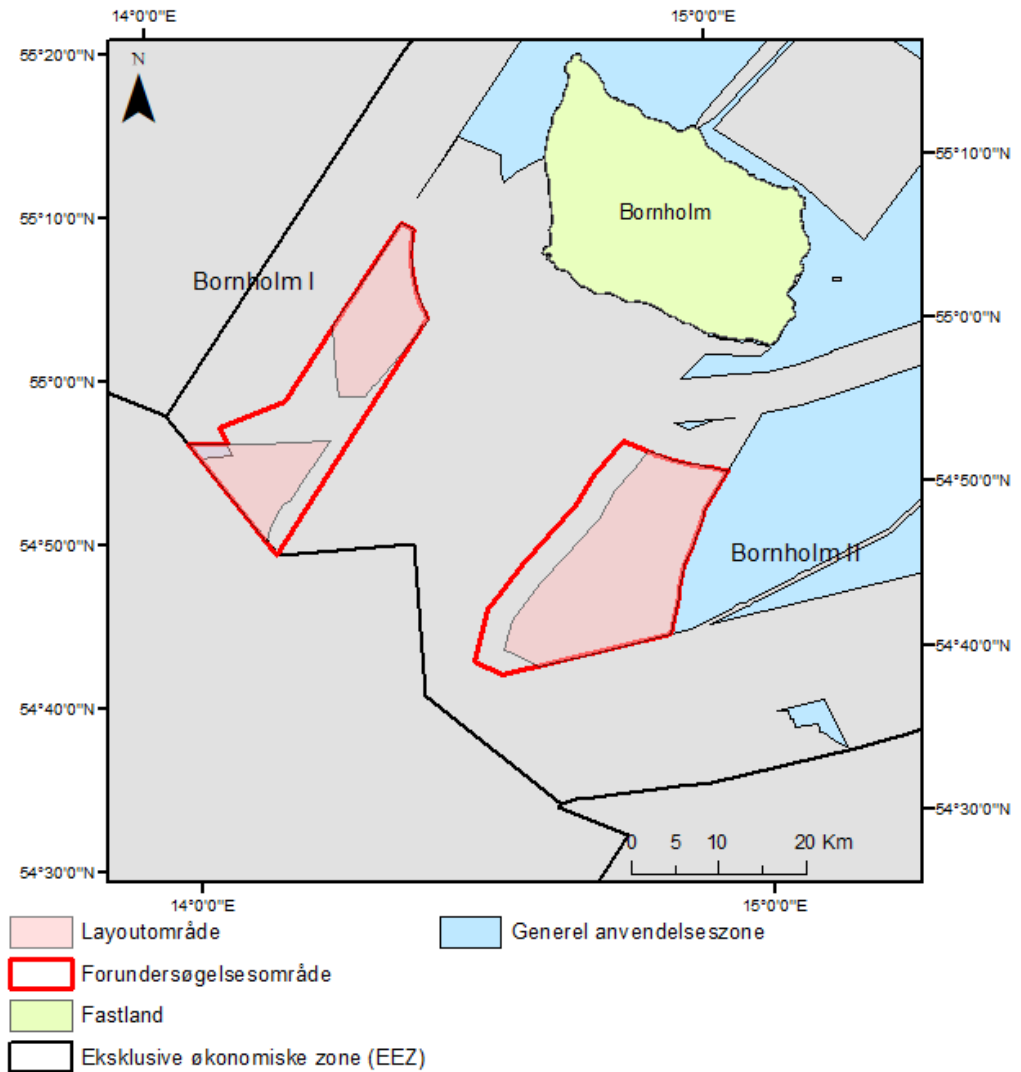
Havplanen har udlagt områder til natur- og miljøbeskyttelse i nærheden af Bornholm I og Bornholm II (Figur 3-16). Da projektområderne ligger minimum 1 km fra disse områder, vurderes projektområderne ikke at være i konflikt med havplanen.



Figur 3-16 Områder til natur- og miljøbeskyttelse i nærheden af Bornholm I og Bornholm II.

Generel anvendelseszone

Der er et overlap mellem generelle anvendelseszoner udlagt i havplanen og Bornholm I området (Figur 3-17). Energistyrelsen er i dialog med Søfartsstyrelsen om at få om kategoriseret området.

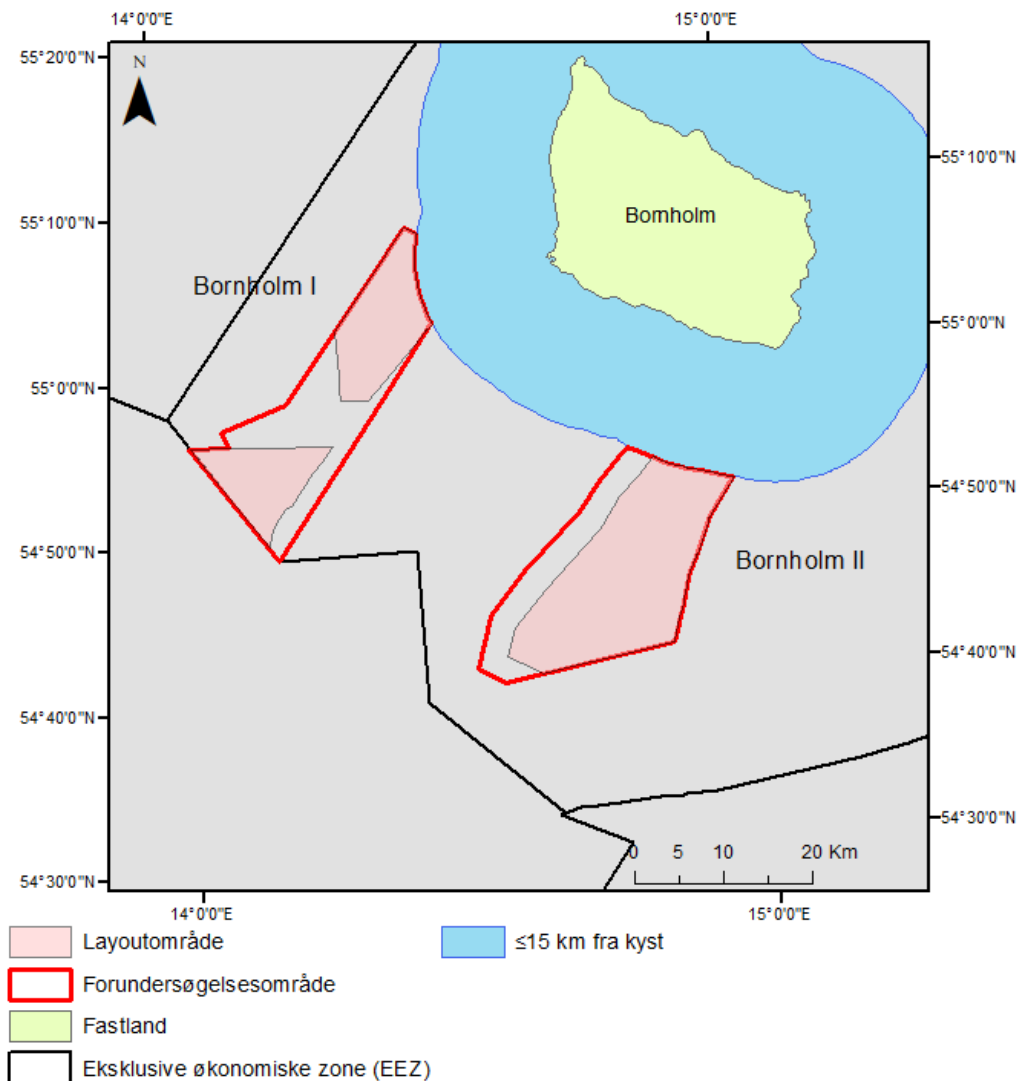


Figur 3-17 Områder udlagt som generel anvendelseszone (G) i nærheden af Bornholm I og Bornholm II.

3.4 Eksisterende forhold for menneskelig aktivitet

3.4.1 Visuelle effekter

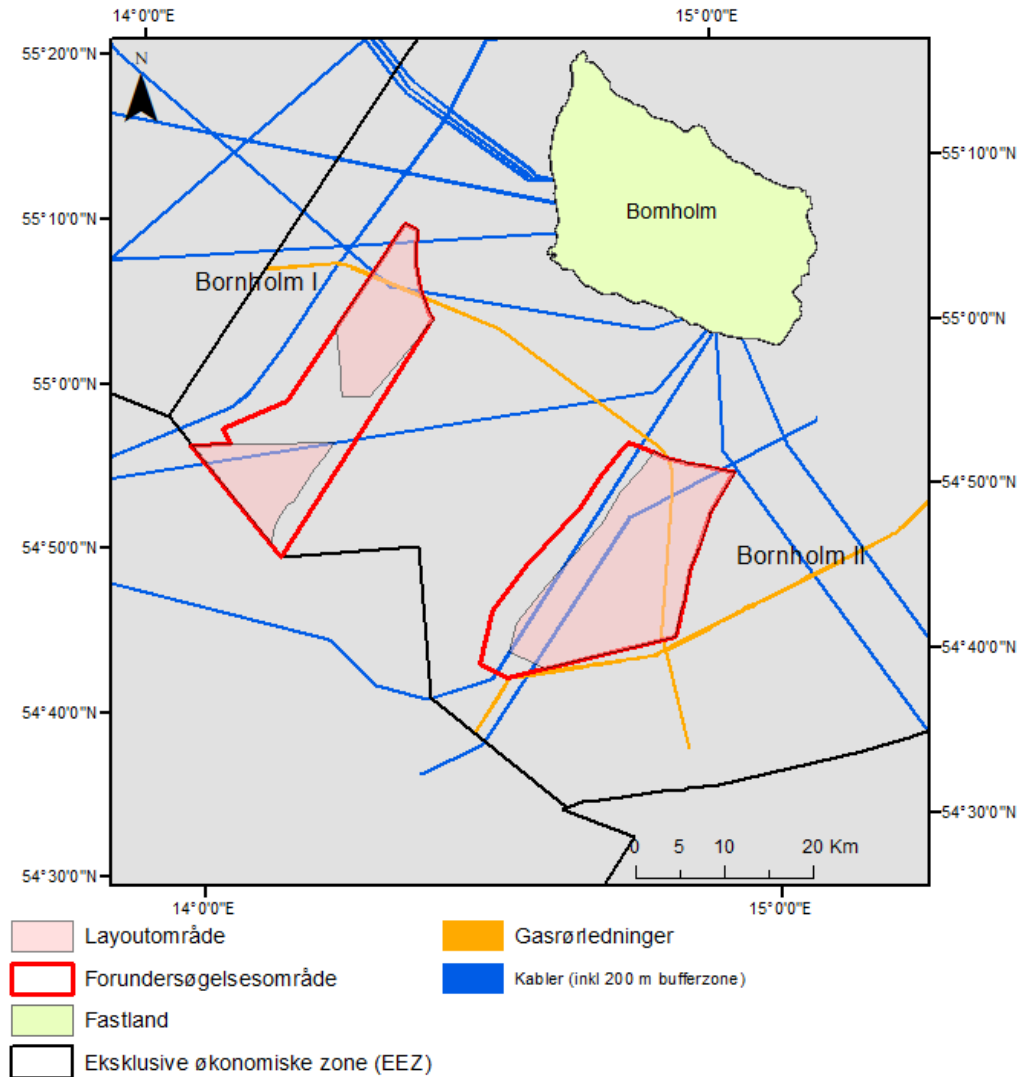
De to potentielle projektområder er placeret således at afstanden til kysten er mindst 15 km (Figur 3-18). Det forventes at møllerne i de nordlige dele af områderne vil være synlige fra land. Omfanget af visuelle effekter skal undersøges vha. af en visualiseringsanalyse i forbindelse med miljøvurderingen af et konkret projekt.



Figur 3-18 Mulige visuelle påvirkningsområder ved projektområderne Bornholm I og Bornholm II.

3.4.2 Elkabler og olie/gasledninger

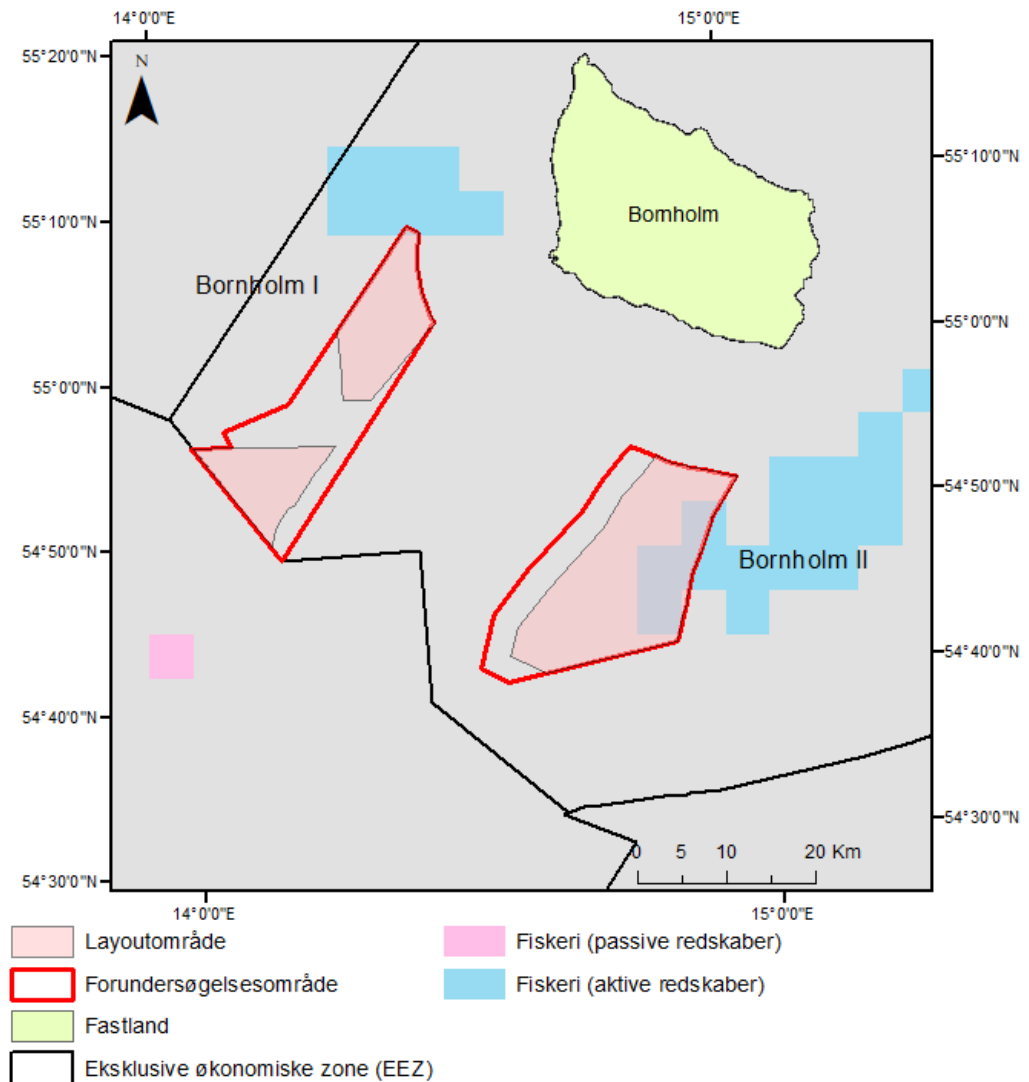
Der løber ét eller flere kabler gennem hver af de to potentielle projektområder Bornholm I og Bornholm II (Figur 3-19). Desuden vil den planlagte gasrørledning Baltic Pipe komme til at krydse Bornholm I og Bornholm II (se også Afsnit 0 -Konkrete transitrørledninger). Der kan ikke etableres havvindmøller i traceerne for kabler og rørledninger (med 200 m sikkerhedszone).



Figur 3-19 Elkabler, og olie/gasledninger i og omkring projektområderne.

3.4.3 Fiskeri

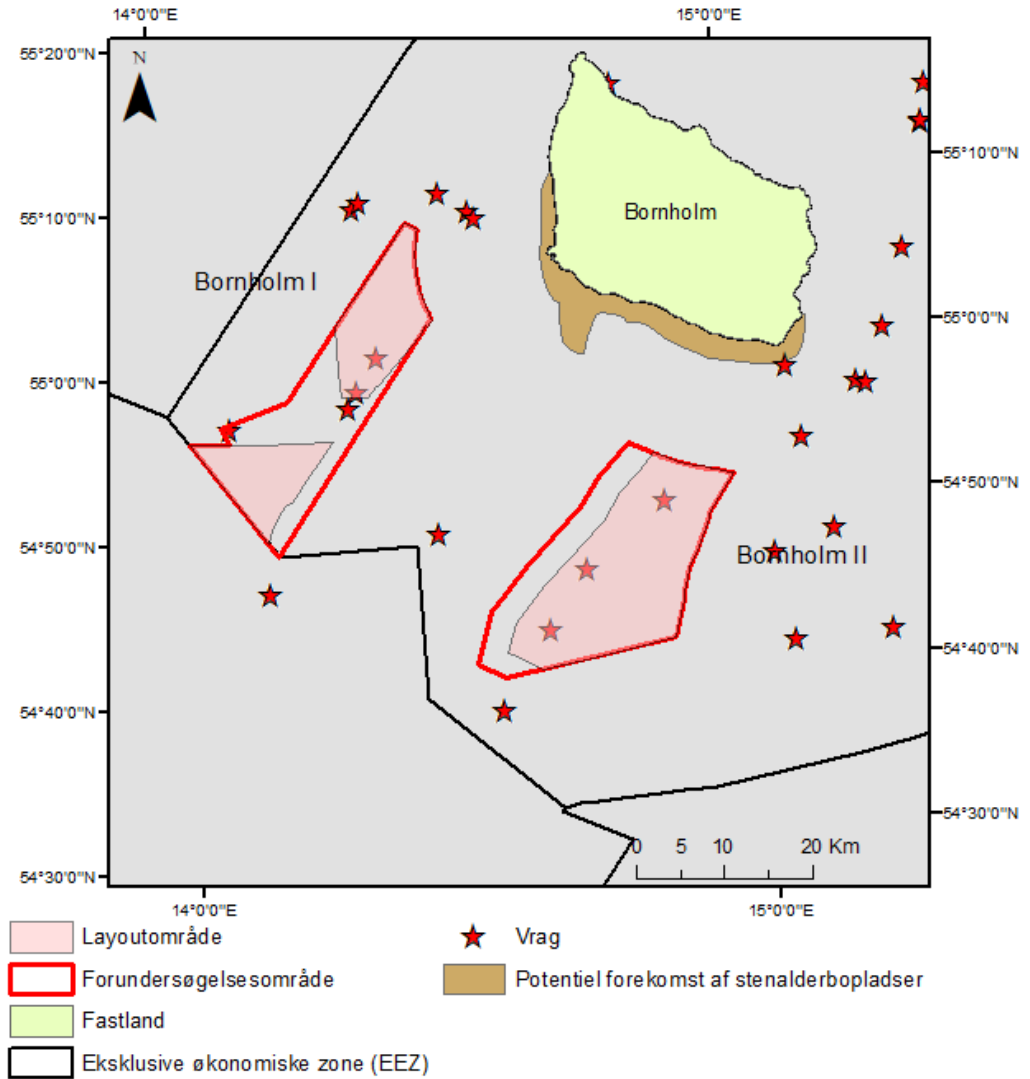
Bornholm II overlapper delvist med et vigtigt område for fiskeri med aktive redskaber (trawl og bomtrawl) (Figur 3-20). Bornholm I og den vestlige del af Bornholm II vurderes ikke som vigtige områder for fiskeriet. Før en evt. havvindmøllepark i de screenede områder etableres, bør der være dialog med fiskere om forsat mulighed for fiskeri i store dele af området.



Figur 3-20 De vigtigste fiskeriområder for større danske fiskerifartøjer, der anvender aktive fiskeredskaber (trawl- og bomtrawl) samt passive redskaber (dvs. i dette område: garn) i perioden 2007-2015. (Egekvist et al 2017). Figuren er baseret på VMS (Vessel Monitoring System) og AIS (Automatic Identification System) data fra fiskerifartøjer større end hhv. 12 m og 15 m. VMS og AIS systemerne registrerer skibenes placering, sejlretning og sejlhastighed en gang i timen. Data frem til og med 2012 omfatter kun fartøjer ≥ 15 m. Senere data omfatter fartøjer ≥ 12 m. Figuren viser områder hvor antallet af registrerede VMS-punkter inden for 1 x 1 sømil overstiger 200.

3.4.4 Arkæologiske forhold

Arkæologiske fund og fortidsminder i og i nærheden af forundersøgelingsområderne Bornholm I og Bornholm II omfatter vrug og langs Bornholm sydkyst er der et større område med potentiel forekomst af stenalderboplads (Figur 3-21). Der er registreret to vrug i det nordlige layoutområde for Bornholm I og tre vrug i layoutområdet for Bornholm II.



Figur 3-21 *Beliggenhed af kendte vrug og andre arkæologiske fokuspunkter af arkæologisk interesse (Slots- og Kulturstyrelsen, 2021).*

3.4.5 UXO

Der er ikke registreret forekomster af UXO indenfor eller i nærheden af projektområderne Bornholm I og Bornholm II. Nordøst for Bornholm ligger et område, hvor der efter Anden Verdenskrig blev dumpet kemiske kampstoffer (primært senneps-gasgranater), hvor fiskeri og opankring er forbudt. Udenom selve dumpning området er der på søkort markeret et større område, hvor fiskeri med bundtrawl, opankring og havbundsintervention frarådes. Der er ikke registreret forekomst senneps-gasgranater i de to potentielle projektområder (HELCOM 2020), men de ligger imidlertid indenfor et område, der er udpeget som risikoområde omkring hele Bornholm, hvor fiskefartøjer skal have førstehjælps gasudstyr om bord (Ramboll, 2019).

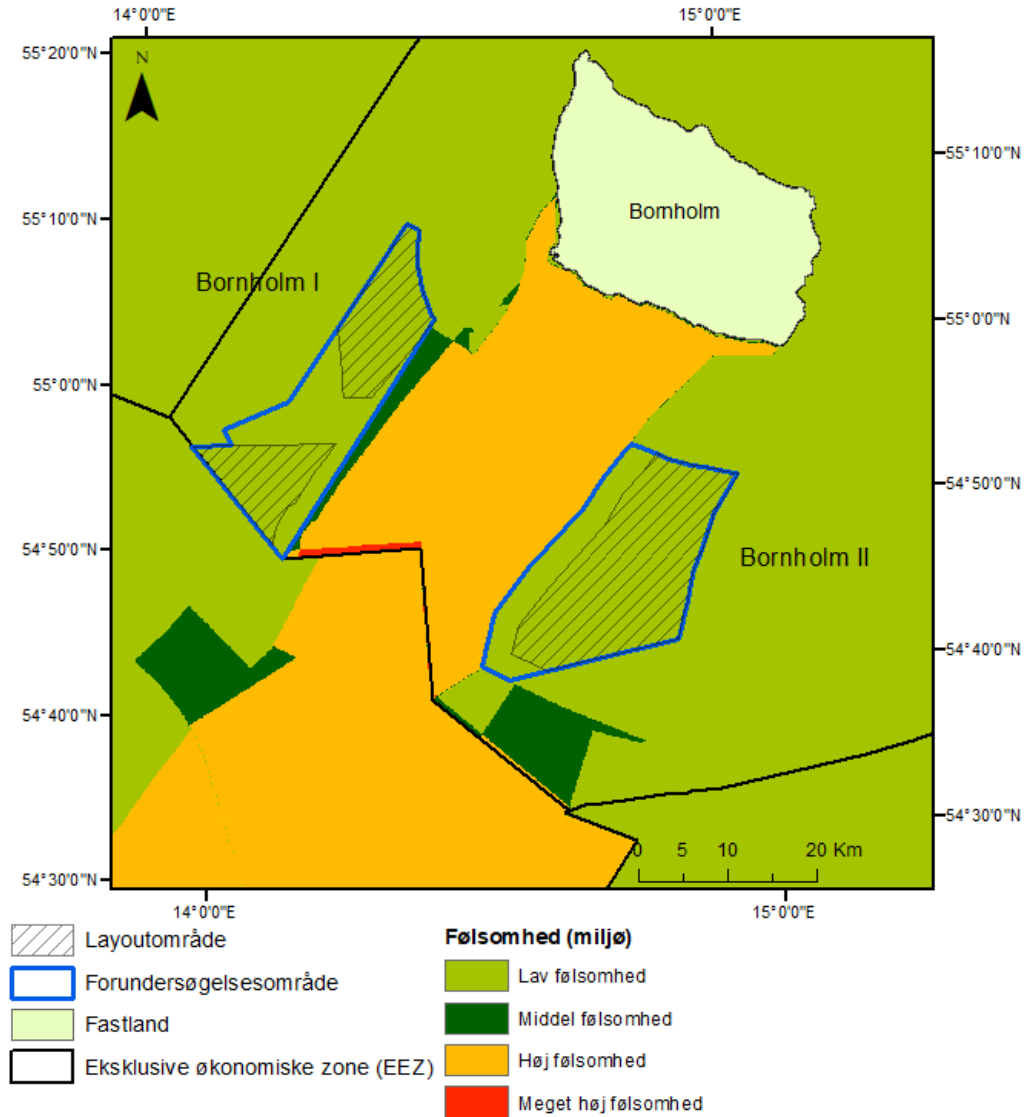
3.5 Konklusion og anbefalinger Bornholm I og Bornholm II

3.5.1 Følsomhed i relation til miljø

Figur 3-22 viser den samlede beregnede følsomhed af miljøfaktorer i forhold til opstilling af havvindmøller i Bornholm I og Bornholm II. Som det fremgår, ligger de tre identificerede havvindmølle arealer i områder, der kan klassificeres med lav følsomhed i relation til miljøforhold.

I området mellem de to projektområder er følsomheden middel til høj. Dette skyldes primært at området er et vigtigt overvintringsområde for fugle og at området er beskyttet via habitatdirektivet og fuglebeskyttelsesdirektivet. Områder med høj følsomhed ligger minimum 1 km fra projektområderne.

I forhold til screeningen, der blev gennemført i maj 2020, er der større afstand til områder med middel følsomhed i Bornholm II og den sydvestlige del af Bornholm I. Der er tale om områder som er vigtige for havlit og andre havfugle.



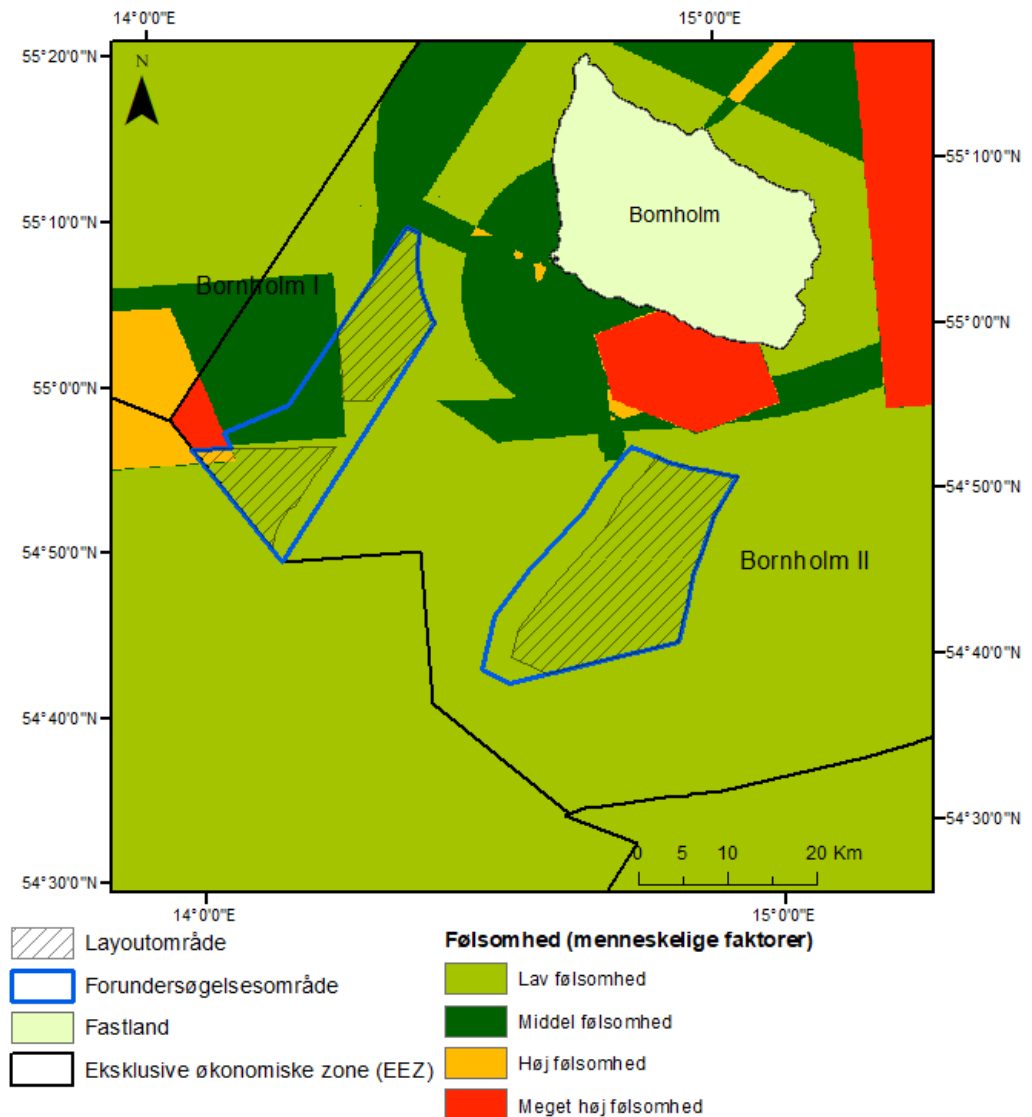
Figur 3-22 Samlet følsomhed af miljøfaktorer i forhold til havvindmøller i Bornholm I og Bornholm II.

3.5.2 Følsomhed i relation til menneskelige interesser

Den samlede beregnede følsomhed af menneskelige interesser i forhold til opstilling af havvindmøller i Bornholm I og Bornholm II, er vist på Figur 3-23. Følsomheden i de identificerede områder er generelt lav, men kabler og eksisterende og planlagte rørledninger (hhv. Nordstream 1 og Baltic pipeline) har meget høj følsomhed. I forhold til screeningen der blev gennemført i maj 2020, undgår man med disse placeringer følgende:

- > Et område med lav til middel følsomhed i Bornholm I, hvor der findes en lokal sejltrede

- > Et område med middel følsomhed i Bornholm I, hvor der ligger et militært øvelsesområde. Seks af havvindmøllerne i den nordlige klynge af havvindmøller i Bornholm I ligger imidlertid på grænsen til dette område.



Figur 3-23 Samlet følsomhed af menneskelige faktorer i forhold til havvindmøller indenfor og i nærheden af projektområderne Bornholm I og Bornholm II.

3.5.3 Anbefalinger

Begge projektområder ligger i nærheden af det internationalt vigtige fugleområde (IBA) nr. DK120 *Rønne Banke*, som i 2021 er foreslået som Natura 2000 område (Fuglebeskyttelsesområde "*Rønne Banke*") med havlit som udpegningsgrundlag. Området er et vigtigt overvintringsområde for havlit, fløjlsand og sortand, der bl.a. lever af blåmuslinger og hvor der er store forekomster af blåmuslinger.

Med det undersøgte layout er havmøllerne anbragt så de ligger mindst 3 km fra det foreslåede fuglebeskyttelsesområde. Danske undersøgelser viste, at havlitter blev fortrængt fra områder på op til 2 km fra havvindmølleparker. Med den eksisterende viden forventes det derfor at risikoen for at der vil forekomme fortrængningseffekter på havlit vil være lille. Det kan imidlertid ikke udelukkes, at en kommende Natura 2000-konsekvensvurdering ikke kan afvise en påvirkning på udpegningsgrundlaget i fuglebeskyttelsesområdet og hvor tæt havmøllerne skal stå på fuglebeskyttelsesområdet skal derfor bero på en konkrete vurdering.

Det anbefales derfor, at der gennemføres en detaljeret analyse af følsomheden af havlit, men også fløjsand og sortand i relation til opstilling af havvindmøller i Bornholm I og Bornholm II, herunder habitategnethed (habitat suitability) og risikoen for fortrængningseffekter (habitat displacement).

Bornholm I og Bornholm II ligger i trækruterne for fugle, der yngler i Sverige og Norge og som overvintrer mod syd. Østersøområdet mellem Danmark, Sverige og Tyskland er således vigtig for bl.a. trane- og rovfugle-træk. Der kan være risiko for, at opstilling af havvindmøller kan forårsage en barrierevirkning eller udgøre en kollisionsrisiko for trækkende fugle.

Det anbefales, at der gennemføres en detaljeret analyse af følsomheden af traner i relation til opstilling af havvindmøller i Bornholm I og Bornholm II, herunder estimering af antal fugle, der omkommer som følge af kollision i forhold til PBR³

De to potentielle projektområder er placeret således at afstanden til kysten er mindst 15 km. Det forventes at møllerne i de nordlige dele af områderne vil være synlige fra land. Omfanget af visuelle effekter skal undersøges vha. af en visualiserings analyse forbindelse med miljøvurdering af et konkret projekt.

Det skal yderligere bemærkes:

- > At begge områder krydses af et telekommunikationskabel, der skal undgås, hvis havvindmøllerne opstilles
- > At den nordlige del af Bornholm II krydses af traceen for den planlagte og godkendte Baltic Pipe, der skal undgås, hvis havvindmøllerne opstilles
- > At et militært øvelsesområde i et område af Bornholm I grænser op til den vestlige del af Bornholm I.

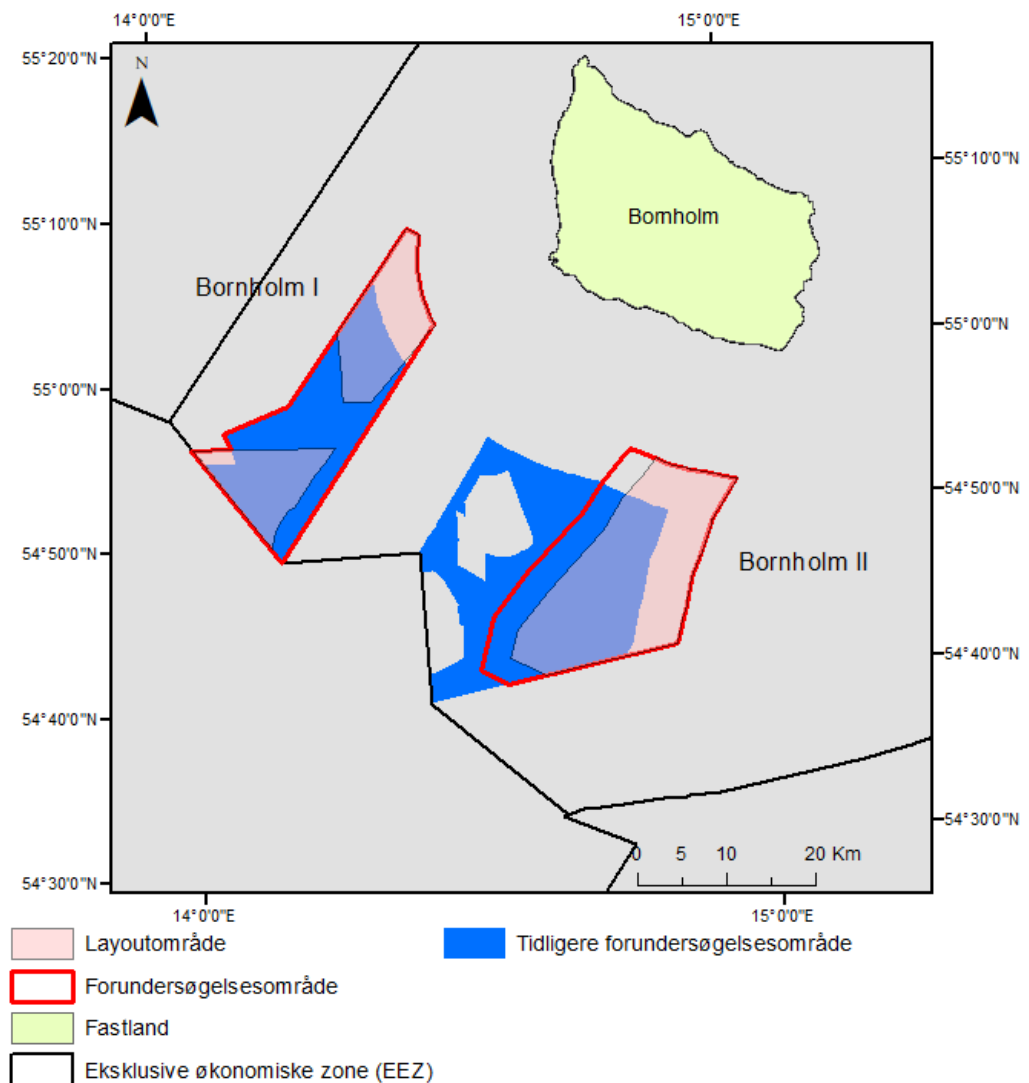
Det vurderes, at der er tilstrækkelig information til at kunne drage disse konklusioner. I forbindelse med en miljøkonsekvens-vurdering for et konkret projekt, skal der dog gennemføres feltundersøgelser, indsamles nye data og gennemføres detaljerede analyser af potentielle påvirkninger.

³ PBR (Potential Biological Removal) er et mål for den ekstra dødelighed, den samlede biogeografiske bestand vurderes at kunne tåle.

4 Havbund og geologiske forhold

Dette afsnit beskriver resultaterne af finscreeningen i relation til havbund, geologiske- og funderingsmæssige forhold for Bornholm I og Bornholm II. Resultaterne skal sammenholdes med konklusioner og anbefalinger fra de andre afsnit i denne rapport.

I nærværende finscreening er områderne for Bornholm I og Bornholm II blevet ændret i forhold til den tidligere finscreening af Bornholm I og Bornholm II områderne (COWI, 2020). Bornholm I har fået tillagt ca. 6 km² i den sydvestlige del af området og udvidet mod nord mens Bornholm II er blevet beskåret i den vestlige del og udvidet mod øst og nord. Ændringerne af områderne har ikke ændret på den overordnede geologiske vurdering af områderne (Mindre velegnet (V-)) i forhold til forventede litologier i de øverste 100 m under havbunden.



Figur 4-1 Oversigt over ændringen i screeningsområder mellem de nuværende områder og områderne fra den tidligere finscreening (COWI, 2020 (1))

4.1 Metode og antagelser

Screeningen af de geologiske- og funderingsmæssige forhold i relation til etablering af nye havvindmølleparker omfatter:

- > En GIS-baseret vurdering af de geologiske- og funderingsmæssige forhold i forbindelse med rangordning af lokaliteterne og delområder inden for de udpegede områder i relation til egnethed i forhold til etablering af havvindmøller.
- > En GIS-baseret vurdering af viste eksportsøkabeltracéer fra havvindmølleparken til ilandføringspunktet.
- > Konceptuelle geomodeller, der karakteriserer de potentielle havvindmølleområder.

4.2 Vurdering af egnethed

Egnetheden er vurderet gennem følgende to trin:

- > Trin 1: Samling og analyse i GIS af data for havbund, geologi- og funderingsmæssige forhold. Vurdering af parametre, der erfaringsmæssigt kan gavne eller besværliggøre etableringen af havvindmøller.
- > Trin 2: Kategorisering og rangordning af områdernes egnethed til etablering af havvindmølleparker samt fremstilling af GIS-kort.

Trin 1

Trin 1 i vurderingen omfatter udarbejdelse af konceptuelle geologiske modeller for områderne. Modellerne er baseret på tidligere erfaringer fra områderne, tolkning af eksisterende seismisk data samt modificering af allerede publicerede geologiske modeller.

Modellerne er opbygget som lithostratigrafiske profiler for hvert område. Profilerne afhænger af områdets størrelse, den geologiske variation og datatilgængelighed.

De faste parametre, som områderne er vurderet ud fra, er opstillet og prioriteret herunder.

Tabel 4-1: Geologiske- og geotekniske forhold der bruges i vurderingen.

Parameter	Bemærkninger
Vanddybde	Vil vanddybden begrænse brugen af forskellige typer af fundament?
Overfladenær kalk / hårde bjergarter	Vil kalk/hårde bjergarter fordyre eller umuliggøre brugen af f.eks. monopæle som fundament?

Parameter	Bemærkninger
Mængde af stenet sediment (glaciale sedimenter)	Vil store sten besværliggøre installationen af fundamenterne?
Bløde sedimenter på overfladen	Er der store mængder blødbund som kan udfordre jack-up operationer eller give specielle krav til funderingen?
Tyndt- eller tykt sandlag i overfladen	Vil meget tynde sandlag fordyre installationen af interarray- eller eksportsøkabler? Er der sandlag tykke nok til at muliggøre f.eks. anvendelse af suction buckets og dermed give alternativer til monopæl-fundamenter?
Strømhastigheder og sedimenttransport	Vil høje havstrømhastigheder besværliggøre installationen af havvindmøllerne (øget mængde vejrlig)? Vil høj sedimenttransport øge risikoen for erosion eller blotlægning af kabler som dermed skaber behov for fordyrende tiltag?
Design af kabelruter	Er området langt fra kysten, går ruten igennem fordyrende sedimenttyper (blødbund, glaciale sedimenter eller stenrev)?
UXO ⁴ -risiko	Er UXO-risikoen forhøjet og dermed kræver yderligere undersøgelser?

Trin 2

Under trin 2 er underområderne blevet givet en overordnet kategorisering, V+, V, eller V-, som rangerer deres egnethed til konstruktion af hhv. havvindmøller og energigør ud fra de geologiske- og geotekniske parametre fra trin 1.

- > Kategori V+: Meget velegnet
- > Kategori V: Velegnet, men med enkelte fordyrende parametre
- > Kategori V-: Mindre velegnet, med flere fordyrende parametre

4.3 Datagrundlag

Herunder er opstillet det, på screeningstidspunktet, tilgængelige datagrundlag.

I forhold til vurdering af UXO er der for alle områder udelukkende indhentet udtaleselse fra Det Nationale Beredskab, Søværnskommandoen, omkring den generelle UXO-risiko. Dette er derfor ikke at anse som en specifik UXO-forundersøgelse.

⁴ UXO – Un-eXploded Ordnance – ueksploderet ammunition

Følgende data er anvendt for vurderingen af Bornholm I og Bornholm II:

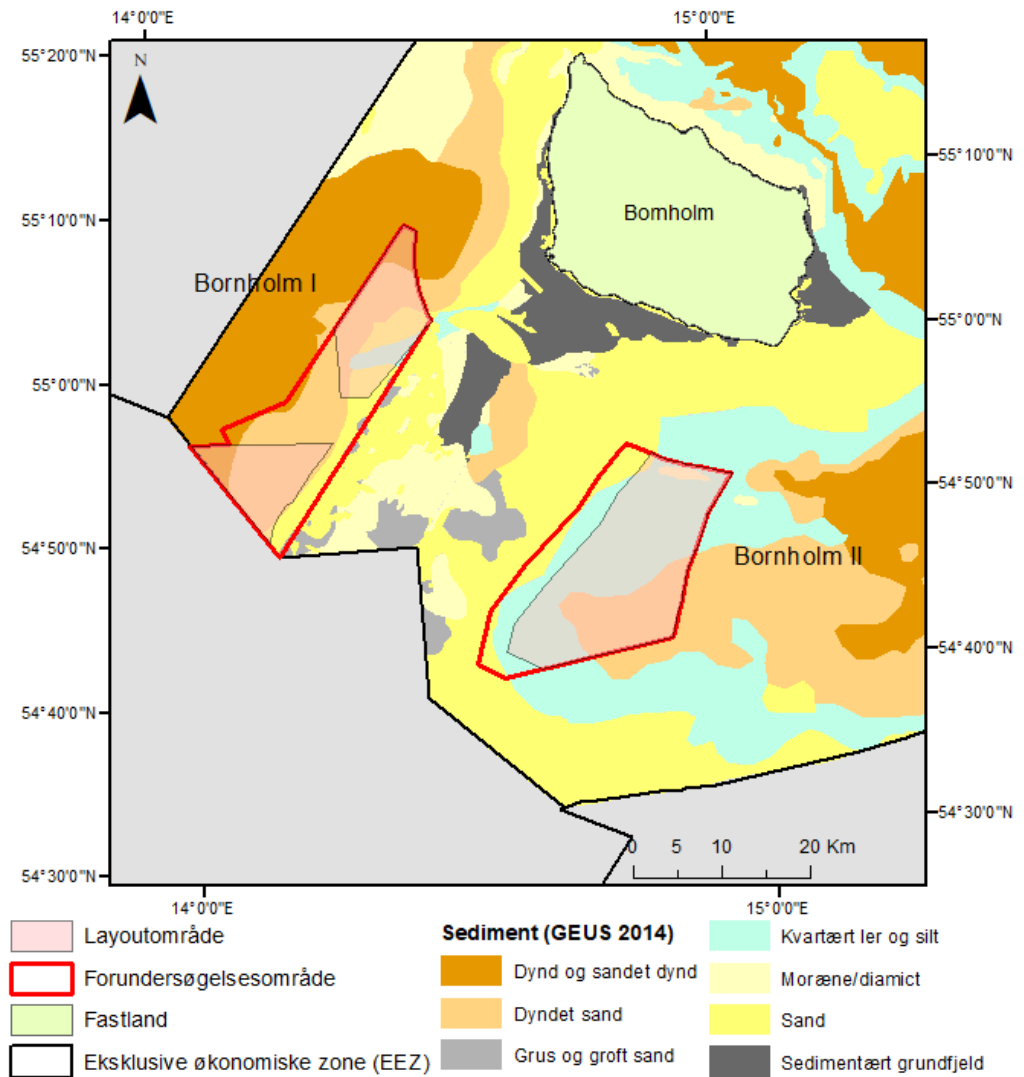
- > Batymetri og søkort fra hhv. GEBCO – General Bathymetric Chart of the Oceans (<https://download.gebco.net>) og Geodatastyrelsen
- > GIS-lag over kortlagte havbundssedimenter udgivet af GEUS i 2015, beskrevet i tidsskriftet Geoviden 2014, nr. 2.
- > Kortlagte havbundssedimenter i tysk og polsk farvand i Østersøen er hentet fra Emodnet (https://www.emodnet-geology.eu/map-viewer/?p=seabed_substrate)
- > Boringer fra GEUS' Jupiter database
- > Videnskabelige artikler og rapporter, se Referencer.

4.4 Resultater

De to screeningsområder er beskrevet nærmere med hensyn til de respektive konklusioner og vurderinger. Områderne er opstillet i relativ prioriteret rækkefølge (rangordnet) med det mest egnede områder listet først. Kategoriseringen nævnt i Afsnit 4.2 er blevet anvendt.

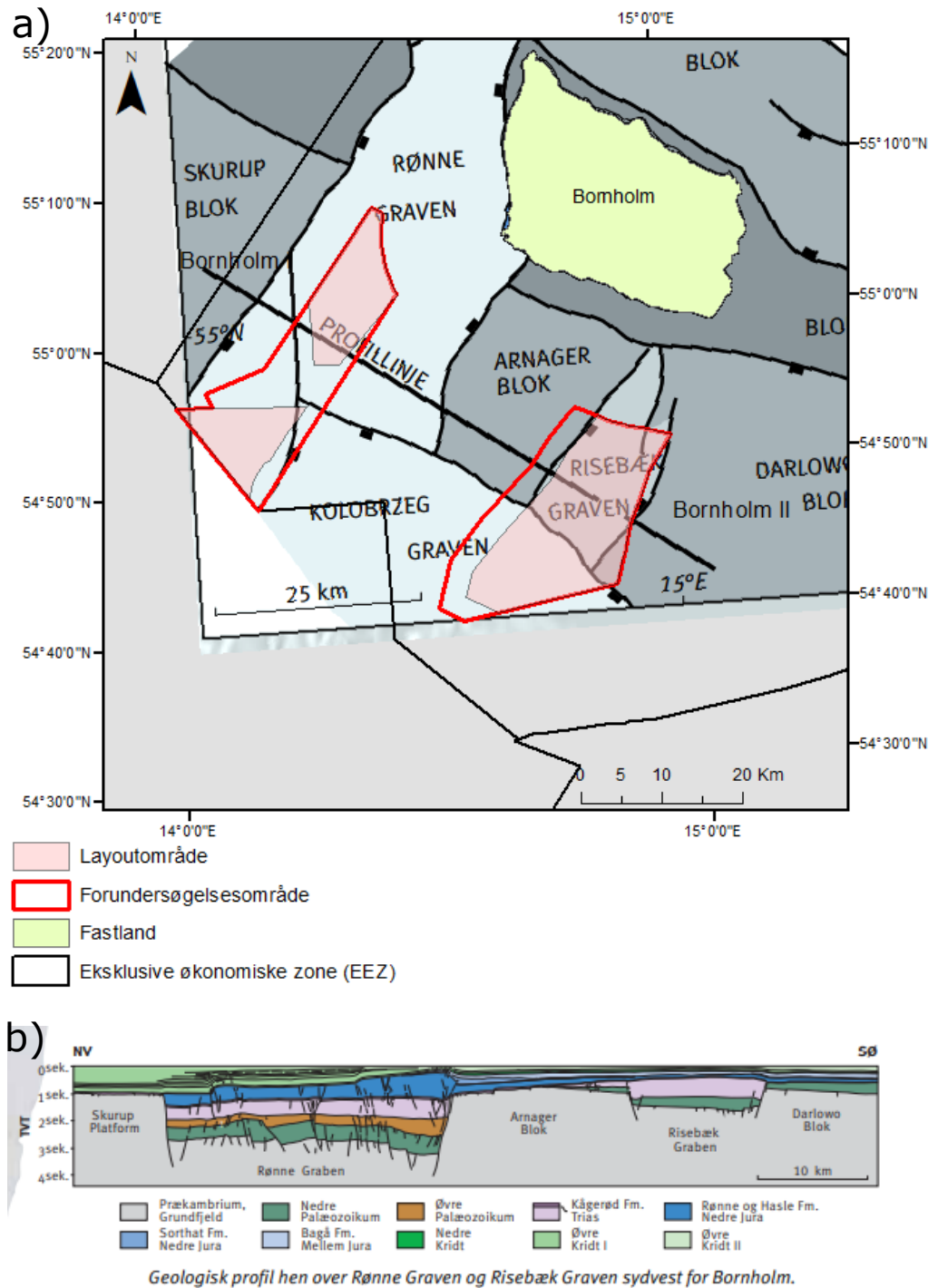
Klassifikationen på havbundssedimentkortet i Bornholm I området viser et sandet lag der ikke umiddelbart er i overensstemmelse med boringsdata fra området. Det antages derfor, at der findes et tyndt (0 – 2 m) lag mobilt post-glacialt sand ovenpå den moræne, der fremgår af boringerne. I Bornholm II-området er tykkelsen af det postglaciale sand generelt større, mellem 2 og 10 m og overensstemmelsen med havbundssedimentkortet bedre.

De glaciale aflejringer i Bornholm I-området er primært lerede, men med adskillige sand og gruslag. De er i området 5-20 m tykke. I både Bornholm I og Bornholm II-områderne kan der forventes tilstedeværelse af kanaler eroderet ned i prækvartæret. I disse kanalstrukturer kan tykkelsen af de glaciale aflejringer nå op på 50 m eller mere. Tilstedeværelsen af de glaciale aflejringer samt systemet af kanaler er primært identificeret på seismisk data. Det tilgængelige datagrundlag er sparsomt og kanalsystemerne er derfor ikke kortlagt i nærværende finscreening. En oversigt over havbundssedimenterne i området vest og syd for Bornholm er vist på Figur 4-2.



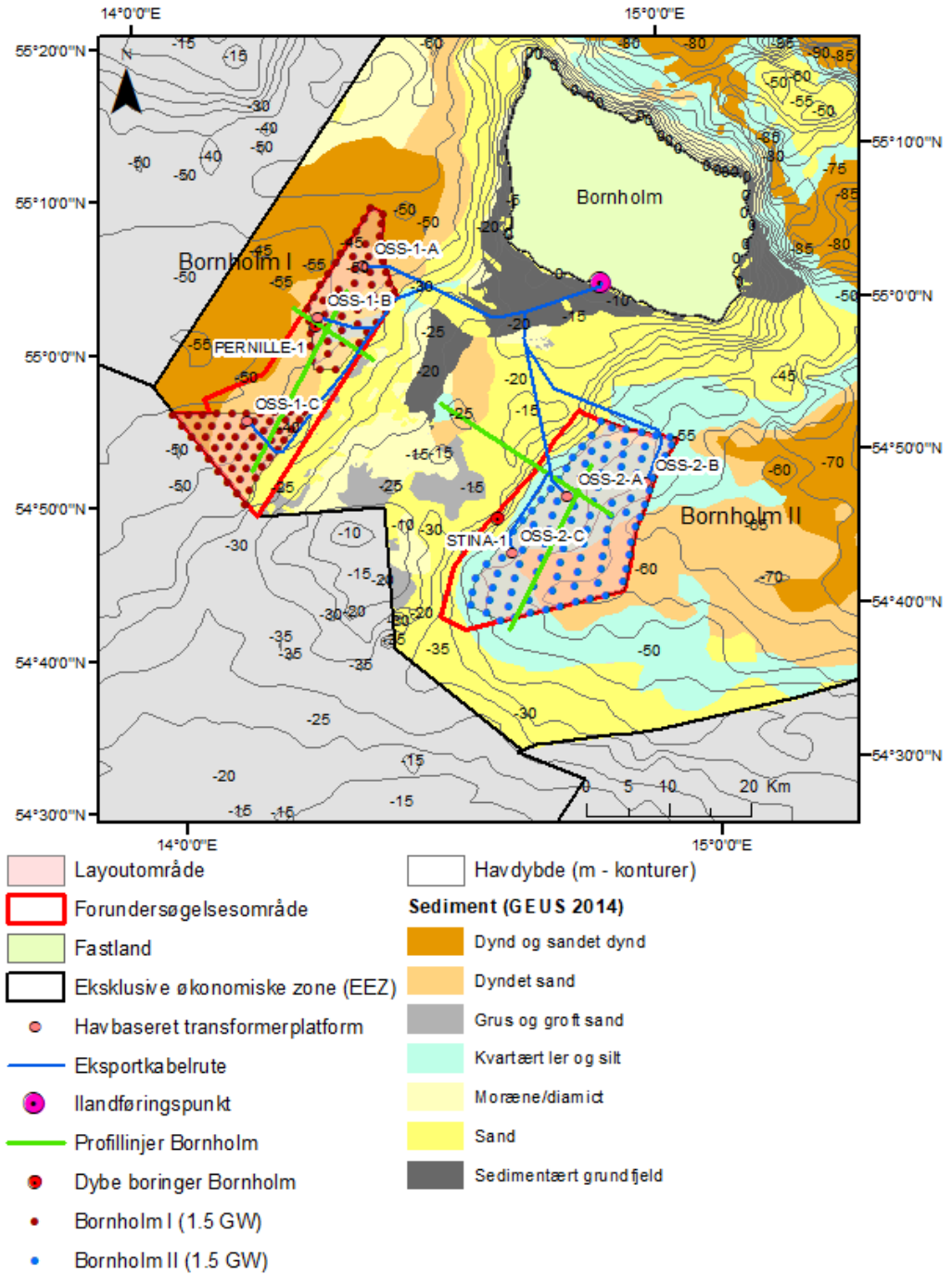
Figur 4-2 Kort over havbundssedimenter i området syd for Bornholm.

Prækvartæret forventes mod nord og sydøst at bestå af Øvre og Nedre Kridt kalk. Mod sydvest forventes Mellem Jura marine og delta-aflejringer bestående af sand-, silt-, og lersten. Denne forskel skyldes, at regionalgeologien er strukturelt kompleks (Figur 4-3) med flere grabenstrukturer (bl.a. Kolobzreg Graven og Rønne Graven) og med forkastningsaktivitet i flere perioder. Indenfor Bornholm I og Bornholm II-områderne betyder dette, at der indenfor korte afstande forekommer store ændringer i prækvartærgeologien og dermed funderingsforholdene, hvilket er illustreret i de konceptuelle profiler i Figur 4-5 til Figur 4-8.

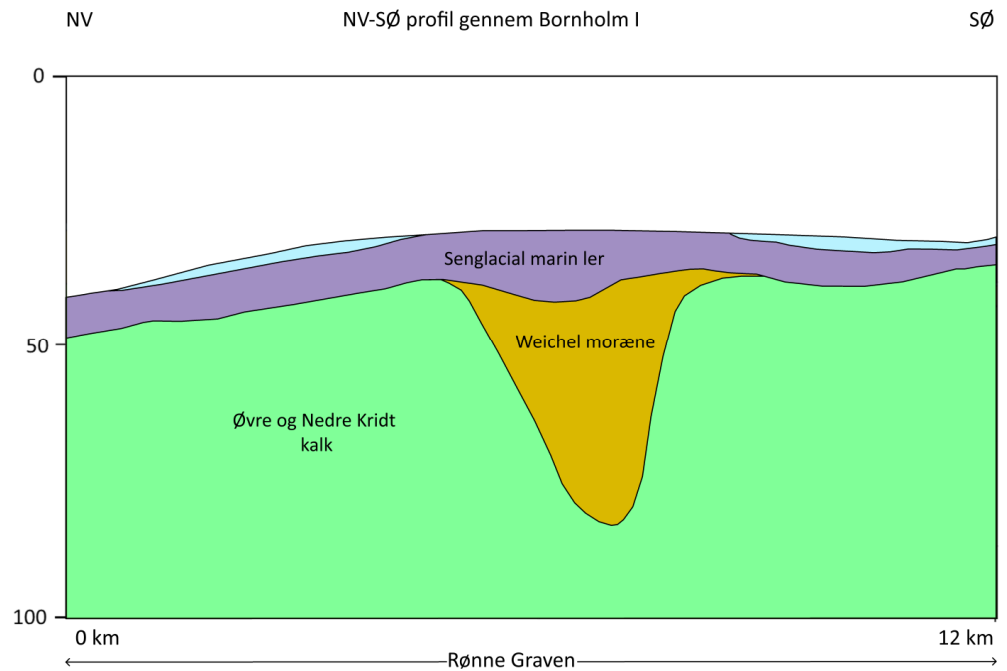


Figur 4-3 a) Oversigt over den strukturelle opbygning omkring Bornholm. Bornholm I-området strækker sig fra Kolobrzeg Graben i syd til Rønne Graben i nord. Bornholm II-området omfatter dele af Arnager Blokken, Kolobrzeg Graben, og Røsebæk Graben. b) NV-SØ gående profil, placering ses på a).

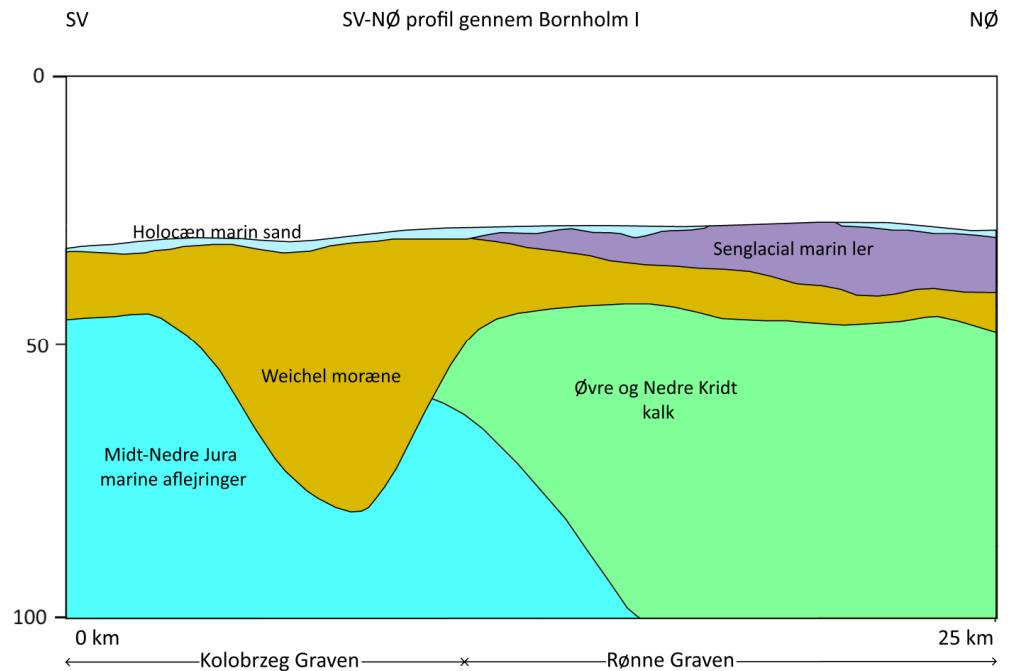
Fire konceptuelle profiler af geologien kan ses i Figur 4-6 til Figur 4-8. En oversigt over den samlede vurdering af Bornholm I og Bornholm II områderne er vist i Tabel 4-2 og Tabel 4-3.



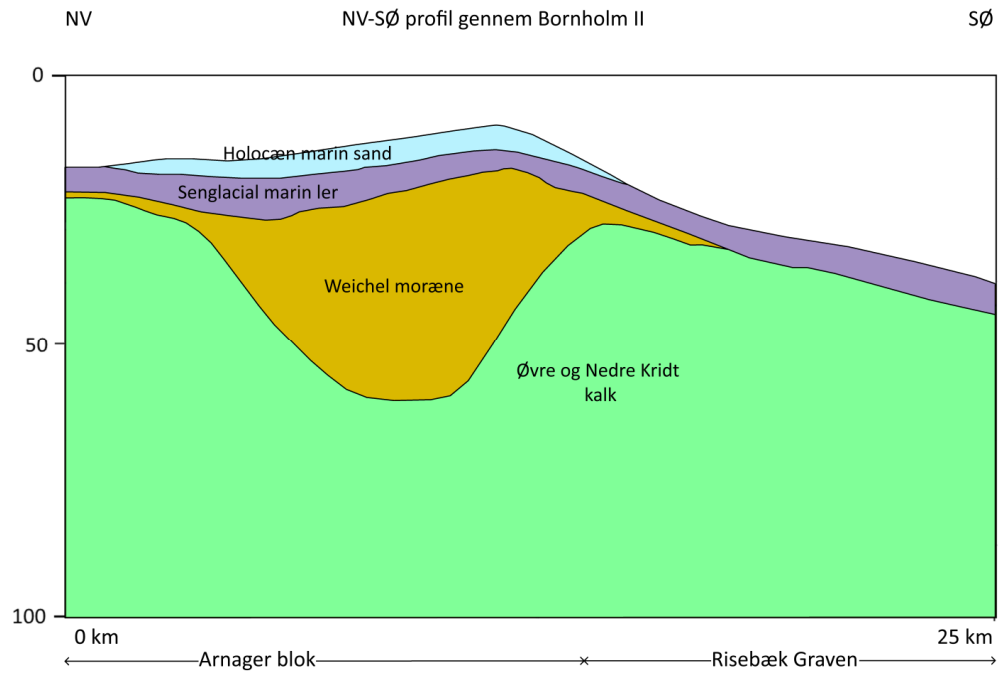
Figur 4-4 Placering af Bornholm I og Bornholm II. Placeringer af konceptuelle profiler, planlagte eksportskabelruter, samt de to dybe borer, Pernille-1 og Stina-1, er vist. Batymetri er vist med 5 m konturlinjer.



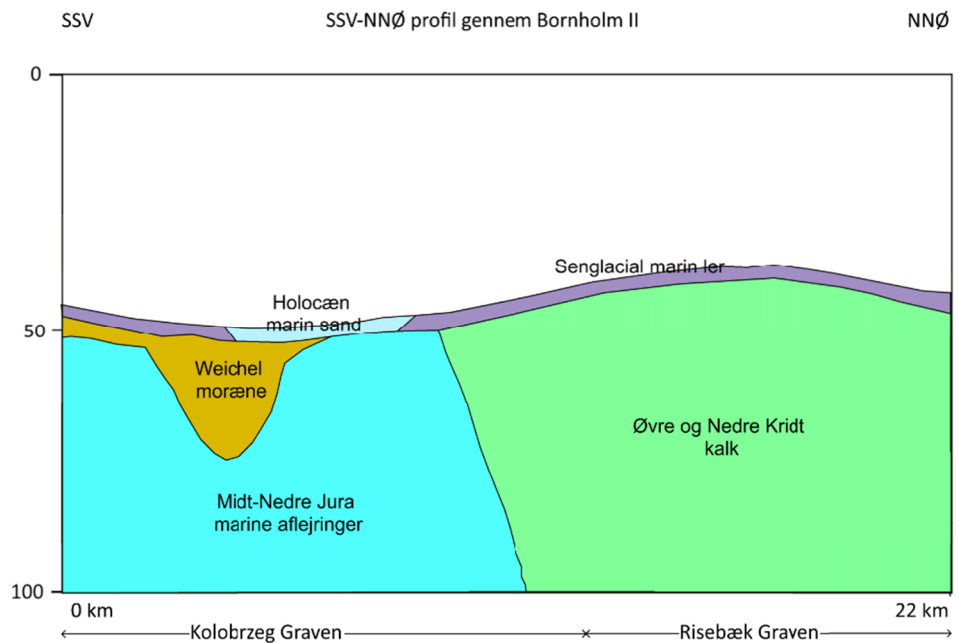
Figur 4-5 *Konceptuelt profil gennem Bornholm I-området gående fra nordvest mod syd-øst.*



Figur 4-6 *Konceptuelt profil gennem Bornholm I-området gående fra sydvest mod nord-øst. Udstrækningen af Kolobrzeg Graven og Rønne Graven er markeret under profilet. Disse er på stor dybde adskilt af en forkastning, men udover opløft af Midt-Nedre Jura aflejringer har den ikke betydning i funderingsdybden.*



Figur 4-7 Konceptuelt profil gennem Bornholm II-området gående fra nordvest mod sydøst.



Figur 4-8 Konceptuelt profil gennem Bornholm II-området gående fra syd-sydvest mod nord-nordøst. Udstrækningen af Kolobrzeg Graven og Risebæk Graven er markeret under profilet. Disse er adskilt af en forkastning.

4.4.1 Eksportsøkabelrute

Der er foretaget en screening for mulige eksportsøkabelruter fra begge områder med ilandføringspunkt ved Sose Bugt (Figur 4-4). Området på land fra ilandføringspunktet til den endelige destination for eksportsøkablerne er ikke medtaget i screeningen. Det skal her bemærkes, at sedimentkortet stemmer dårligt overens med information fra boringer i området, hvorfor havbundsforholdene langs kabelruten er baseret på boringsdata.

Kabelruterne går fra ilandføringsområdet og ca. 7,5 km ud fra kysten langs den vestlige kant af det militære skydeområde, hvor de splitter op til en vestlig kabelrute mod Bornholm I området og en sydøstlig kabelrute mod Bornholm II området.

Kabelruten til Bornholm I-området er ca. 55 km til den fjerneste havbaserede AC transformerplatform og ca. 30 km til den nærmeste havbaserede AC transformerplatform. De første ca. 17 km fra ilandføringspunktet forventes havbunden at bestå af 0-5 m post- og seneglacialt sand over hærdede bjergarter. Langs de efterfølgende 22 km forventes havbunden at bestå af 0-3 m post- og seneglacialt sand over glacial till. I den sydlige del af Bornholm I, forventes bundforholdene at variere fra 0-3 m seneglacialt dyndet silt og ler over til 5+ m glaciale ler- og sandaflejringer.

Eksportsøkabelruten til Bornholm II-området er ca. 40 km til fjerneste havbaserede AC transformerplatform og ca. 36 km til nærmeste havbaserede AC transformerplatform. De første ca. 10 km fra ilandføringspunktet forventes havbunden at bestå af 0-5 m post- og seneglacialt sand over hærdede bjergarter. Herefter forventes 0-5 m post- og seneglacialt sand over glacial moræne langs en strækning på ca. 15 km. Inde i screeningsområdet forventes primært 5+ m glaciale ler- og siltaflejringer.

4.5 Vurdering af områder

I Tabel 4-2 og Tabel 4-3 er vist en oversigt over vurderingen af henholdsvis Bornholm I og Bornholm II.

Tabel 4-2 Oversigt over vurderingen af Bornholm I området

Omgivelser			
Parameter	Screening	Bemærkninger	Vurdering
Vejrlig	Østersøen		Der vurderes en middel risiko for standby tid i forbindelse med installationen afhængig af årstid. Generelt forventes områder med lav vanddybde at være mere velegnede end områder med stor vanddybde.
Vanddybde, kote	-30 m - -47 m		

Jordlag			
Parameter	Screening	Bemærkninger	Vurdering
Havbund	Dyndet sand, sand, og kvartær ler og silt	Jack-up i forbindelse med udførelsen er formentlig uproblematisk	Området vurderes som mindre velegnet for fundering med monopæle, idet installation af monopæle besværliggøres af mulig hårdt moræneler med sten, højtliggende, mulig hårdt og flintring kalk, samt højtliggende, muligvis cementerede marine aflejringer. Jackets kan være en mulig funderingsmetode, dog vil samme udførelsmæssige problemer som for monopæle gøre sig gældende ved nedbringning af pæle. Direkte fundering vurderes ikke realistisk på de aktuelle vanddybder.
Postglaciale aflejringer	0-2 m Holocænt marint sand		
Senglaciale aflejringer	0-6+ m marint ler		
Glaciale aflejringer	5-15 m, lokalt 30-50 m moræneler	Kan indeholde sten. Kan have høje styrker.	
Øvre og Nedre Kridt	Op til 850 m i Rønne Graven, kalk	Stærkt varierende mægtighed pga. forkastningsaktivitet. Er fraværende mod SSV. Kalken kan være hård og flintring.	
Midt-Nedre Jura	400-500 m i Kolobzreg Graven, marine sedimenter i den øverste del af lagfølgen	Underlejrer de glaci-ale sedimentter mod SSV. Lagfølgen forventes at være kompakteret. Aflejringerne kan være cementerede.	
Kabelrute			
Parameter	Screening	Bemærkninger	Vurdering
Havbund	0-3 m post- og sen- glacialt sand over glacial till, 0-3 m sen- glacialt dyndet silt og ler over til 5+ m glaci-ale ler- og sandaflejringer.		Kabler forventes dels at kunne spules ned i hav- bunden (sand) dels at skulle pløj- es/graves ned (ler). På stræk- ninger med hårde bjergarter i hav- bundsniveau vil installation af kablet i disse kræve særlige tiltag såfremt kablet skal nedgraves.
UXO			
Parameter	Screening	Bemærkninger	Vurdering
UXO	Der er tidligere udført UXO- undersøgelser, samt konstateret UXO i området		Der må påregnes udgifter til udredelse af UXO- risiko

Konklusion:

- > **Positivt:** Fundering sandsynligvis mulig med monopæle og jacket-fundamenter.
- > **Negativt:** Installation af monopæle og jacket-fundamenter besværliggøres af mulig hård og stenfyldt moræne samt højtliggende hårde jord-/bjergarter. Direkte fundering vurderes ikke realistisk med store fundamenter og store vanddybder.

Tabel 4-3 Oversigt over vurderingen af Bornholm II området.

Omgivelser			
Parameter	Screening	Bemærkninger	Vurdering
Vejrlig	Østersøen		Der vurderes en middel risiko for standby tid i forbindelse med installationen afhængig af årstid. Relativ stor vanddybde i forhold til andre havvindmølleområder.
Vanddybde, kote	-38 m - -54 m		
Jordlag			
Parameter	Screening	Bemærkninger	Vurdering
Havbund	Sand, kvartærer og silt, lokalt sandet dynd	Jack-up i forbindelse med udførelsen er formentlig uproblematisk	Omådet vurderes som mindre velegnet for fundering med monopæle, idet installation af monopæle besværliggøres af mulig hårdt moræneler med sten, højtliggende, mulig hårdt og flintrig kalk, samt højtliggende, muligvis cementerede marine aflejringer. Jackets kan være en mulig funderingsmetode, dog vil samme udførelsesmæssige problemer som for monopæle gøre sig gældende ved nedbringning af pæle. Direkte fundering vurderes ikke realistisk på de aktuelle vanddybder.
Postglaciale aflejringer	0 – 10+ m Holocænt marint sand, lokalt sandet dynd		
Senglaciale aflejringer	0 – 6+ m marint ler		
Glaciale aflejringer	0 – 2+ m, lokalt 30-50 m moræneler	Kan indeholde sten. Kan have høje styrker	
Øvre og Nedre Kridt	0 – 175 m i Risesbæk Graven, kalk	Stærkt varierende mægtighed pga. forkastningsaktivitet mod SSV. Kalken kan være hård og flintrig.	

Midt-Nedre Jura	400-500 m i Kolobzreg Graven, marine aflejringer i den øverste del af lagfølgen	Underlejrer de glacialle sedimenter i Kolobzreg Graven. Lagfølgen forventes at være kompakteret. Aflejringerne kan være cementerede.	
Kabelrute			
Parameter	Screening	Bemærkninger	Vurdering
Havbund	0-5 m post- og seneglacialt sand over hærkede bjergarter, 0-5 m post- og seneglacialt sand over glacial moræne, 5+ m glacialle ler- og siltaflejringer.		Kabler forventes dels at kunne spules ned i havbunden (sand) dels at skulle pløjes/graves ned (ler). På strækninger med grundfjeld i havbunds niveau vil eventuel nedbringning i grundfjeldet kræve særlige tiltag såfremt kablet skal nedgraves.
UXO			
Parameter	Screening	Bemærkninger	Vurdering
UXO	Der er tidligere udført UXO-undersøgelser, samt konstateret UXO i området		Der må påregnes udgifter til udredelse af UXO-risiko

Konklusion:

- > **Positivt:** Fundering sandsynligvis mulig med monopæle og jacket-fundamenter.
- > **Negativt:** Installation af monopæle og jacket-fundamenter besværliggøres af mulig hård og stenfyldt moræne samt højtliggende hårde jord-/bjergarter. Direkte fundering vurderes ikke realistisk med store fundamenter og store vanddybder.

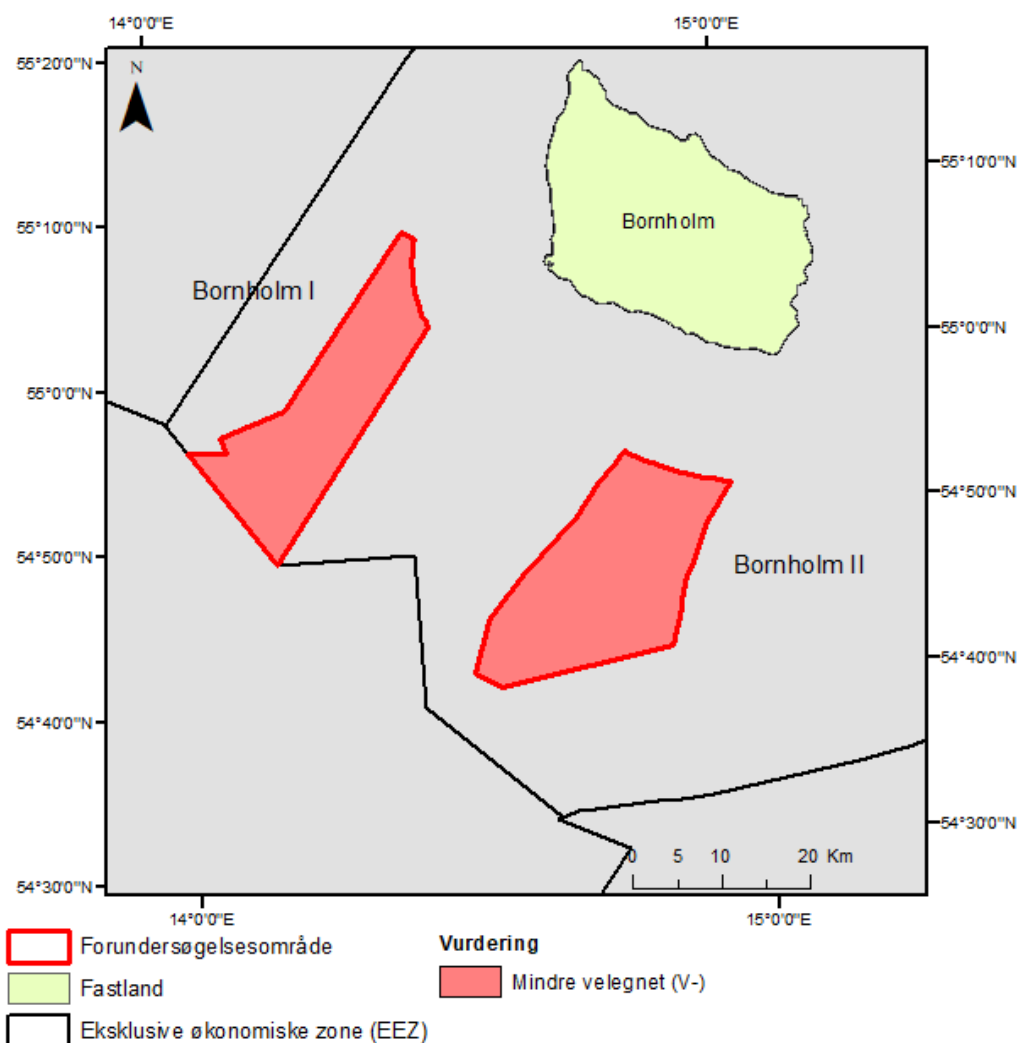
4.6 Samlet geologisk vurdering

Bornholm I og Bornholm II er rangeret efter den geotekniske vurdering, overordnet geologi, havbundssedimentet og vanddybden samt variationsmulighed for placering af havvindmøllerne. Vurderingen for områderne er kategoriseret som "Mindre velegnet (V-)" (Tabel 4-4 og Figur 4-9). På nuværende tidspunkt og vidensniveau er der dog ikke fundet geologiske eller geotekniske faktorer der vurderes at være show-stoppere for placering af havvindmøllefundamenter. Vurderingen som "Mindre velegnet (V-)" skal ses i lyset af, at der findes andre geologiske formationer der er

mere optimale og dermed lettere at placere havvindmøllefundamenter i end det der vurderes at forefindes i de screenede områder. Den samlede vurdering skal derfor også betragtes som en relativ rangering af områderne i forhold til områderne vurderet i den oprindelige screeningsrapport (COWI, 2020 (1)).

Tabel 4-4 Samlet vurdering og rangering af de screenede områder ved Bornholm.

Rang	Område	Kategori
1	Bornholm II	Mindre Velegnet (V-)
2	Bornholm I	Mindre Velegnet (V-)



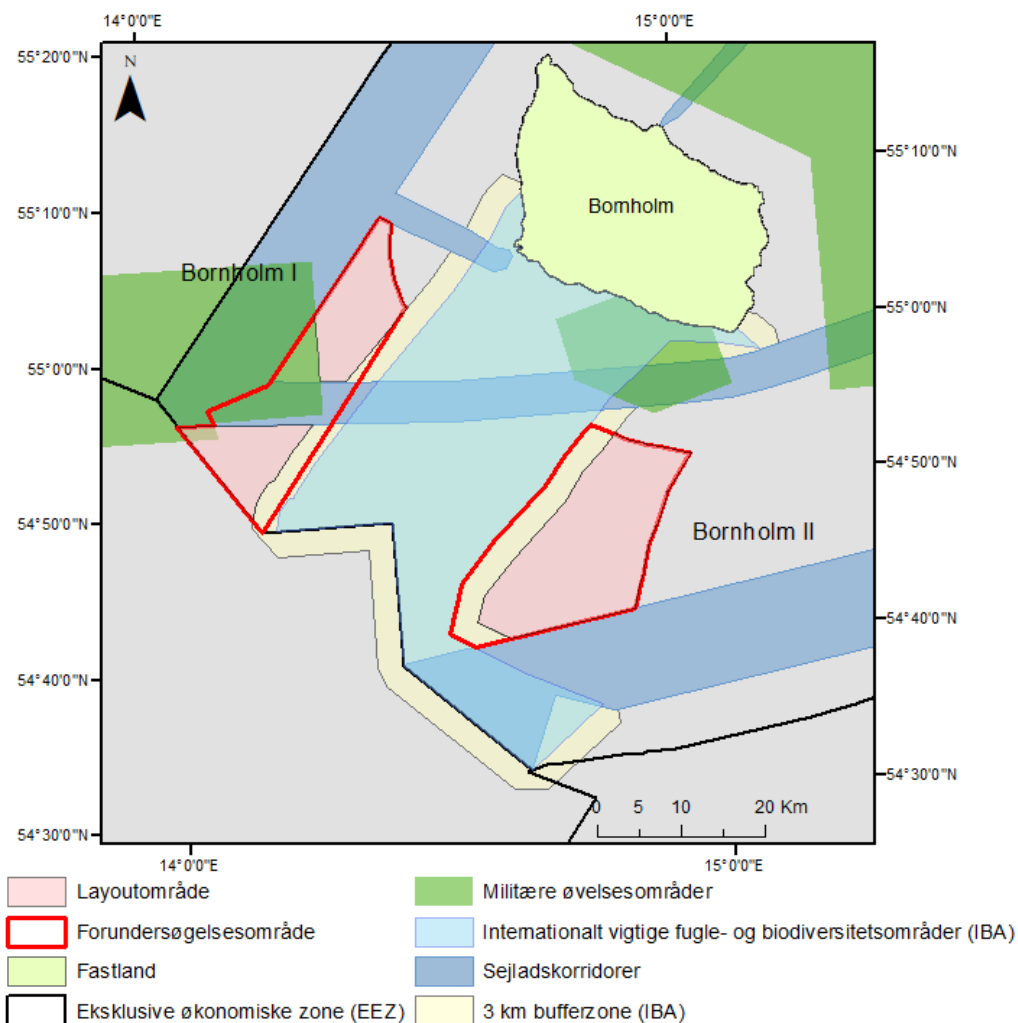
Figur 4-9 Geologisk arealvurdering af Bornholm I og Bornholm II.

5 Vindressource, layouts og energiproduktion

Energistyrelsens anmodning drejer sig om undersøgelsen af scenariet: 1,5 GW installeret effekt i område Bornholm I og 1,5 GW installeret effekt i Bornholm II. For at fastlægge udgangspunktet for placeringen af havvindmøllerne, er der taget udgangspunkt i kombinationen af forundersøgelsesområdet og de potentielle arealbegrænsninger inden for forundersøgelsesområdet. Det resulterende tilgængelige areal er anvendt til design af layoutet for placeringen af havvindmøller. Derudover er vindressourcen og den elektriske infrastruktur inddraget i designlayoutet.

Som input, brugte COWI mesoskala modelleringsdatapunkter fra WRF - StormGeo atmosfærisk model med høj opløsning. Mesoscale modellering er en anerkendt og "state of the art" metode til at fastlægge vindressourcen, når målinger ikke er tilgængelige. Detaljer for modellen og yderligere beskrivelse er medtaget i den tidligere finscreeningsrapport (COWI, 2020 (3)).

Bornholm I området er blevet udvidet til at inkludere ca. 6 km² i den sydvestlige del af området mens Bornholm II området er ændret mod øst og nord, i forhold til den oprindelige finscreening (COWI, 2020 (3)). Det udpegede område i Østersøen er vist i Figur 5-1.



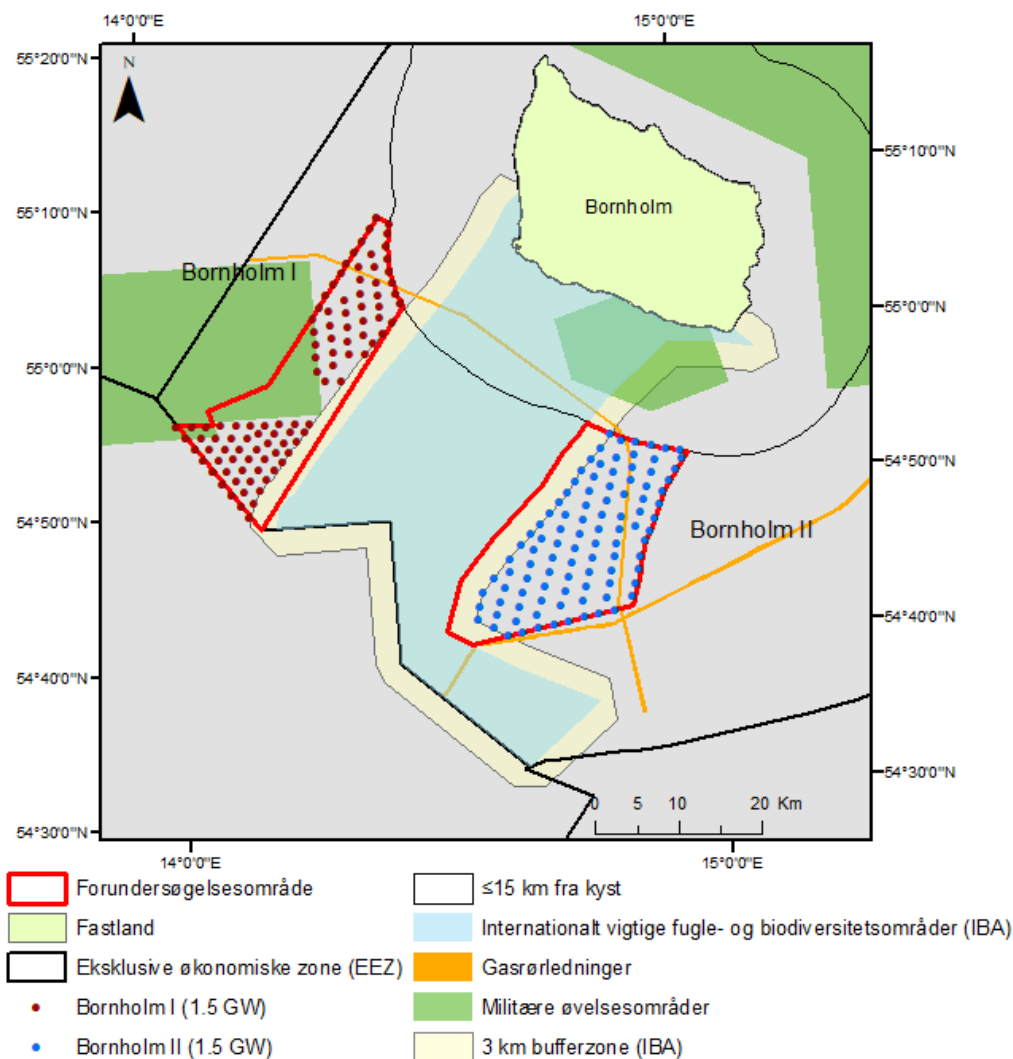
Figur 5-1 Området ved Bornholm inklusive begrænsningsområderne.

Parklayout baseres på en 15 MW havvindmølle – Vestas V236-15MW. Da udviklingen af havvindmøller går meget hurtigt, forventes det at 15 MW havvindmøller er en realistisk havvindmøllestørrelse for fremtidige havvindmølleparker. Der vælges en navhøjde på 150 m og en rotordiameter på 236 m, så den maksimale tiphøjde bliver 268 m og frihøjden 32 m ift. havniveau. Navhøjden på 150 m tilbydes i dag kommercielt på GE Haliade-X 12 MW, SG 14-222DD 14 MW og Vestas V236-15 MW havvindmølleplatforme, hvilket giver vished for at strukturfrekvensen kan håndteres.

5.1 3 GW scenarie – Bornholm I (1,5 GW) og Bornholm II (1,5 GW)

Scenariet viser en samlet havvindmøllepark med en installeret effekt på i alt 3 GW. Da der er anvendt en 15 MW havvindmølle, betyder det, at layoutet består af 100 havvindmøller i Bornholm I og 100 havvindmøller i Bornholm II (dvs. 2 x 100 = 200 havvindmøller og i alt 3.000 MW). For at overholde minimumsafstanden fra kysten på 15 km og 3 km fra IBA, vil både layout for Bornholm I og Bornholm II være placeret sydvestligt i de forhåndsudpegede områder.

Layoutet er vist i Figur 5-2. På grund af de potentielle arealbegrænsninger og for at opretholde skyggetabene på et lavt niveau, er layoutkonceptet optimeret således at grænsen af det tilgængelige område er taget i brug. Desuden er antallet af havvindmøller for Bornholm I opdelt i to klynger med 50 stk. i hver klynge. Af de samlet 100 havvindmøller, er hver tredjedel af havvindmøllerne, svarende til ca. 500 MW, tilsluttet til en af de tre havbaserede AC transformerplatforme (OSS-1-A, OSS-1-B og OSS-1-C – se Figur 5-4 og Figur 5-5).



Figur 5-2 Bornholm 3 GW-scenarie, område, begrænsning og forslag til placering af havvindmøllerne i Bornholm I og Bornholm II. 15 km afstand fra kysten er markeret med en cirkel.

Afstandene mellem havvindmøllerne (Figur 5-2) er ca. 7 til 7,5 RD (dvs. $7 \times 236 = 1.652$ til 1.770 m) for havvindmøller i samme række (*crosswind*) og 9,5 til 11 RD (dvs. 2.242 til 2.596 m) for havvindmøller i efterfølgende række (*downwind*).

I Bornholm I dækker 100 havvindmøller et område på 200 km^2 , som svarer til en effektæthed på $7,50 \text{ MW/km}^2$ (dvs. arealbehovet af $2,00 \text{ km}^2/\text{havvindmøller}$), mens i Bornholm II dækker 100 havvindmøller et område på et område på 305

km², som svarer til en effekttæthed på 4,92 MW/km² (dvs. arealbehovet af 3,05 km²/havvindmøller). Se koordinater for alle havvindmølleplaceringer for Bornholm i Bilag C.1.

Den gennemsnitlige vanddybde er 41,4 m for Bornholm I og 47,6 m for Bornholm II. Disse blev brugt til estimering af fundamentomkostninger i Afsnit 5.5.1.

5.2 Tab og produktionsestimater

I Tabel 5-1 ses et resume af input til beregningen af layouts og i Tabel 5-2 ses bruttoproduktionen, skyggetab, parkproduktion (efter skyggetab er fratrukket), tab og korrektioner samt nettoproduktionen eksklusive elektriske tab for hvert af de foreslåede havvindmøllelayouts i Bornholm I og Bornholm II.

Tabel 5-1 Beregningsinputoversigt for alle de foreslåede havvindmøllelayouts.

Park	Turbineafstand [RD ⁵]	Layout [km ²]	Effekttæthed [MW/km ²]	Arealbehov [km ² /havvindmølle]
Bornholm I 1,5 GW	7 x 9 RD	200	7,50	2,00
Bornholm II 1,5 GW	7 x 10 RD	305	4,92	3,05
Bornholm I-II 3 GW ⁶	-	505	6,21	2,53

Den resulterende bruttoenergiproduktion, skyggetab og nettoenergi er vist i Tabel 5-2.

⁵ Rotordiameter = 236 m

⁶ 3.000 MW - gennemsnit

Tabel 5-2 Produktionsestimater for alle de foreslåede havvindmøllelayouts.

Park	Brutto- produktion [GWh/y]	Skygge- tab ⁷ [%]	Park- produktion ⁸ [GWh/y]	Tab og LT- korrektion [%]	Netto- produktion [GWh/y] ⁹
Bornholm I 1,5 GW	8162,8	6,4	7640,8	-6,1	7176,1
Bornholm II 1,5 GW	8141,5	6,1	7643,1	-6,1	7178,3
Bornholm I-II 3GW ¹⁰	16304,3	6,3	15283,9	-6,1	14354,4

For Bornholm-området er skyggetabet størst ved Bornholm I grundet den relativt korte afstand mellem havvindmøllerne på grund af det reducerede tilgængelige areal. Skyggetabet på Bornholm I er dog ikke væsentligt højere end på Bornholm II. Forskellen kan hænge sammen med, at havvindmøllerne på Bornholm I-layoutet er opdelt i to dele, hvilket reducerer den kumulative skyggeeffekt i nedvindsmøller (dvs. de efterfølgende møllerækker). Men generelt er nettoresultaterne ens, hvilket indikerer homogene vindressourcer ved Bornholm.

For layoutet i denne undersøgelse er en optimeret placering af havvindmøllerne blevet indført. Rækkerne af havvindmøller i layoutet er placeret på grænserne for områderne, hvilket tillod færre havvindmøller i midten af layoutet. Dette resulterer i en øget energiproduktion for havvindmølleparkerne.

⁷ Internt skyggetab i havvindmølleparken

⁸ Inklusive skyggetab

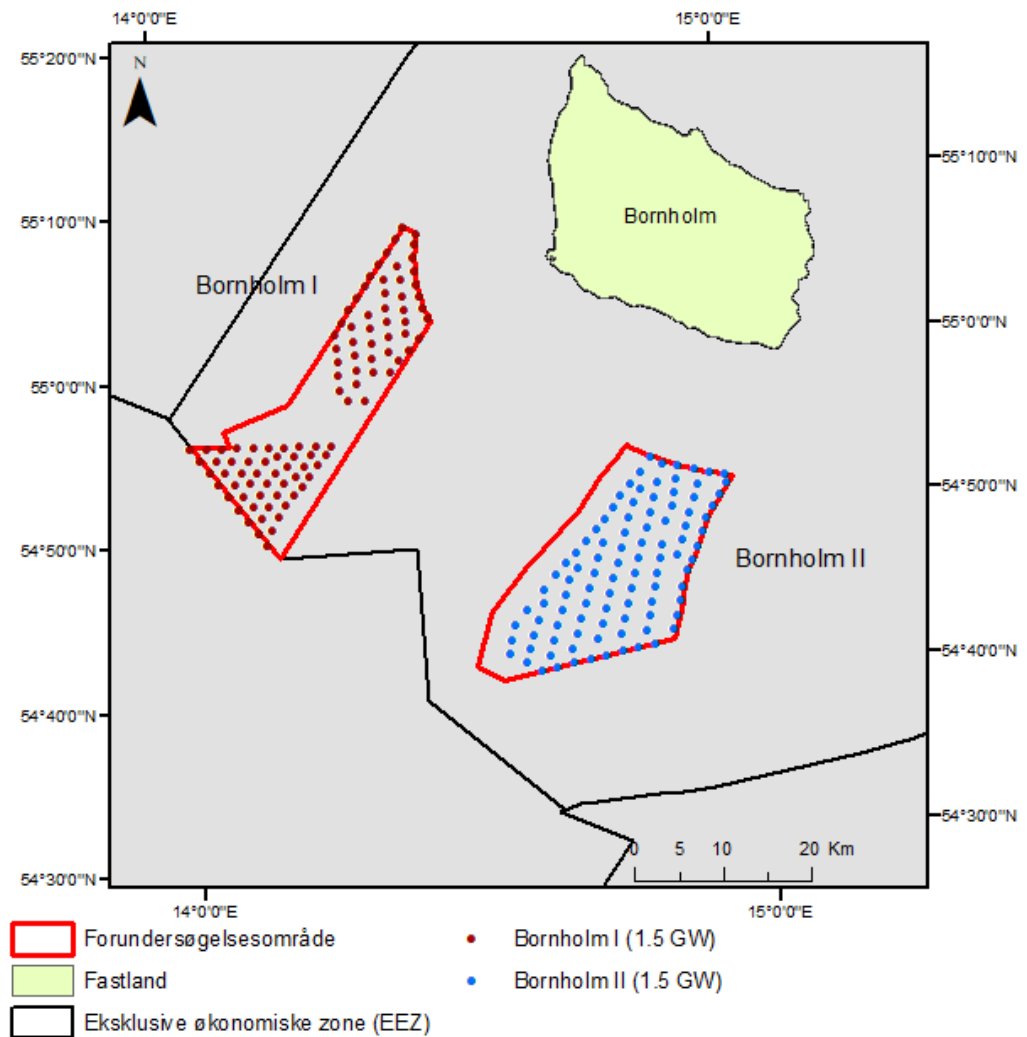
⁹ Eksklusiv elektriske tab

¹⁰ Total 3.000 MW i Bornholm I og Bornholm II

5.3 Elektriske systemer

5.3.1 Overordnet parklayout

Parklayout for Bornholm er udlagt med 200 havvindmøller fordelt med 1,5 GW i det vestligt beliggende Bornholm I og 1,5 GW i det østligt beliggende Bornholm II. Figur 5-3 angiver parklayout, som danner grundlag for udarbejdelsen af de elektriske opsamlingsanlæg.

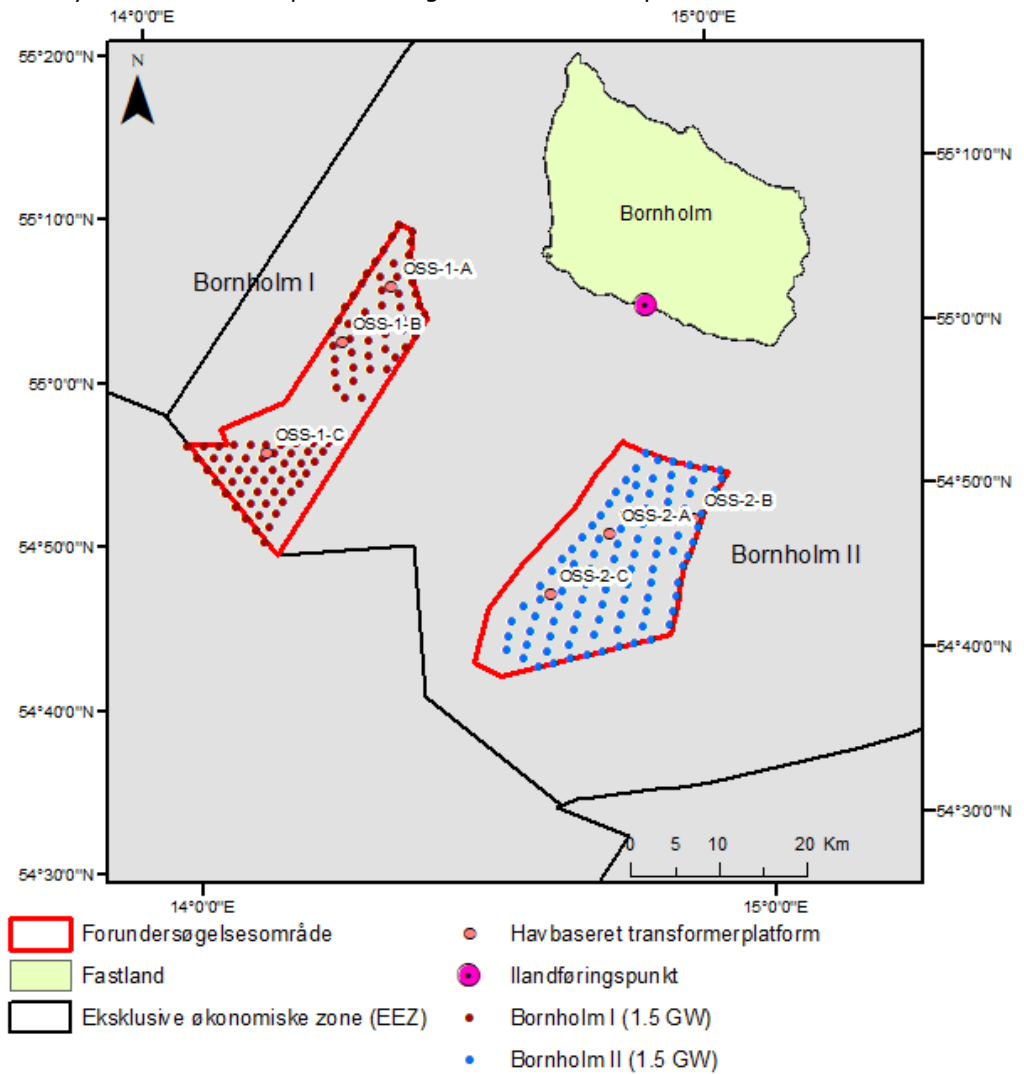


Figur 5-3 Bornholm I og Bornholm II. Overordnet parklayout for 3 GW kapacitet.

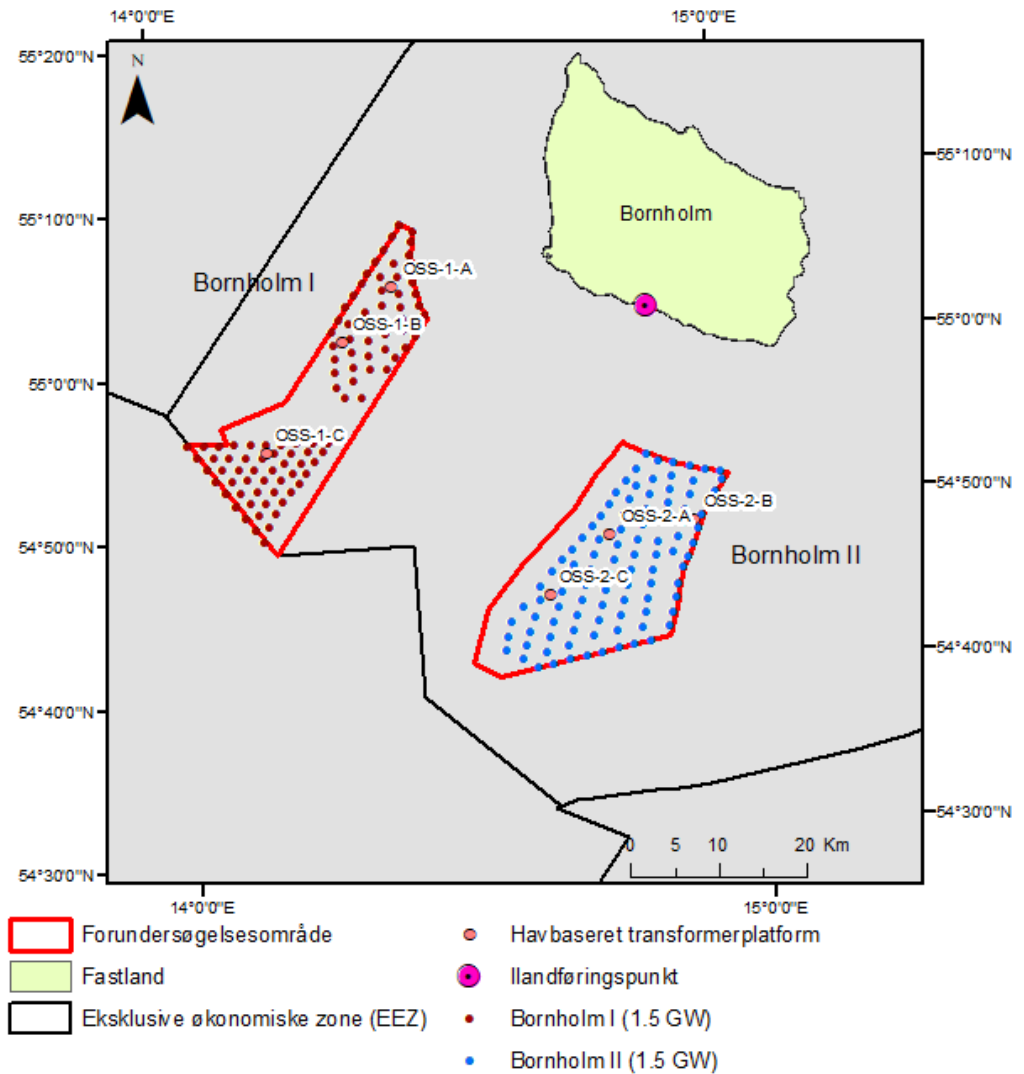
5.3.2 Parklayout

Nærværende studie er baseret på, at de to områder af Bornholm opdeles i seks 500 MW systemer, hver med en havbaseret AC transformerplatform og et 500 MW eksportskabelsystem. Efterfølgende studier bør vurdere nødvendigheden af en sammenkobling af flere havbaserede AC transformerplatforme for øget forsyningsikkerhed.

Parklayoutet er baseret på en konfiguration som vist på



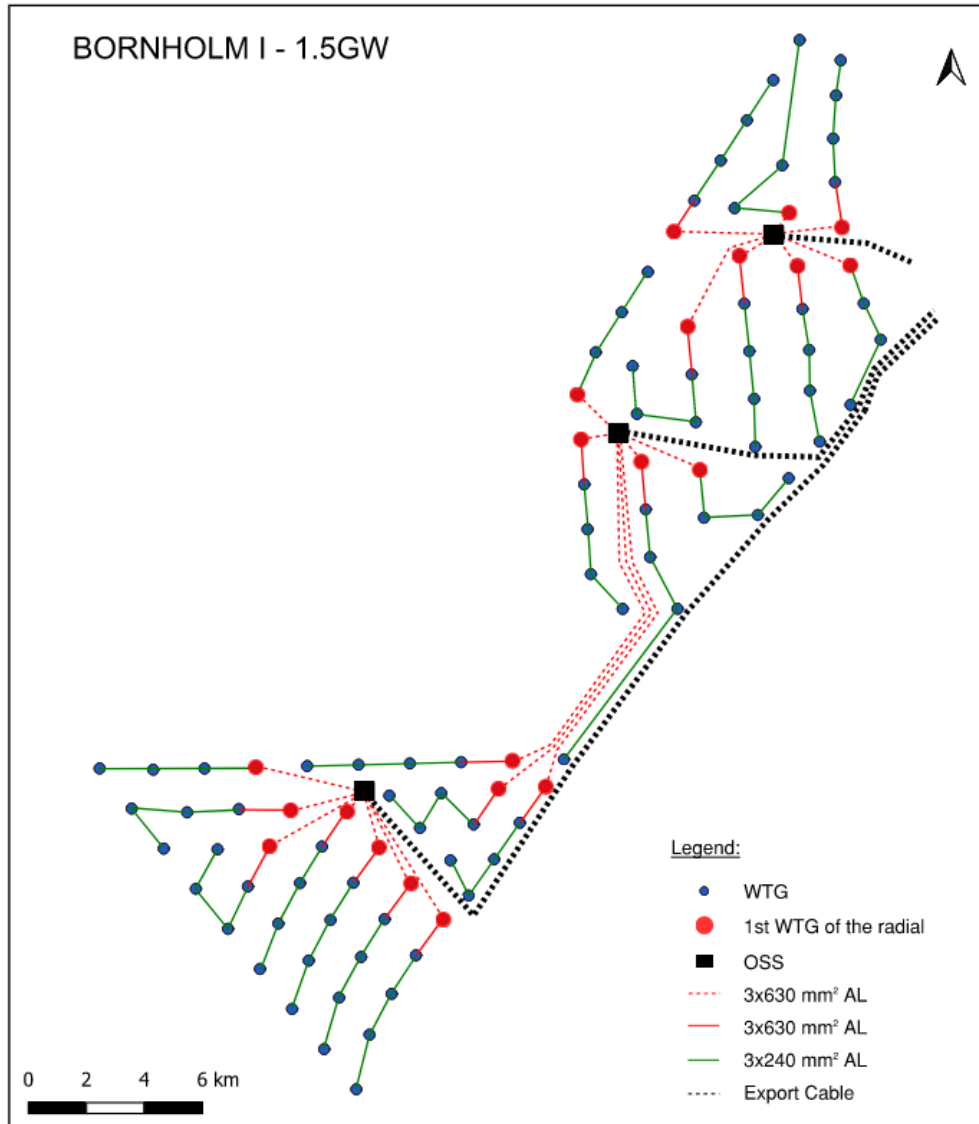
Figur 5-4 med tre havbaserede AC transformerplatforme placeret i hhv. Bornholm I og Bornholm II, alle seks med en kapacitet på 500 MW samt ilandføringspunkt ved Sose Bugt.



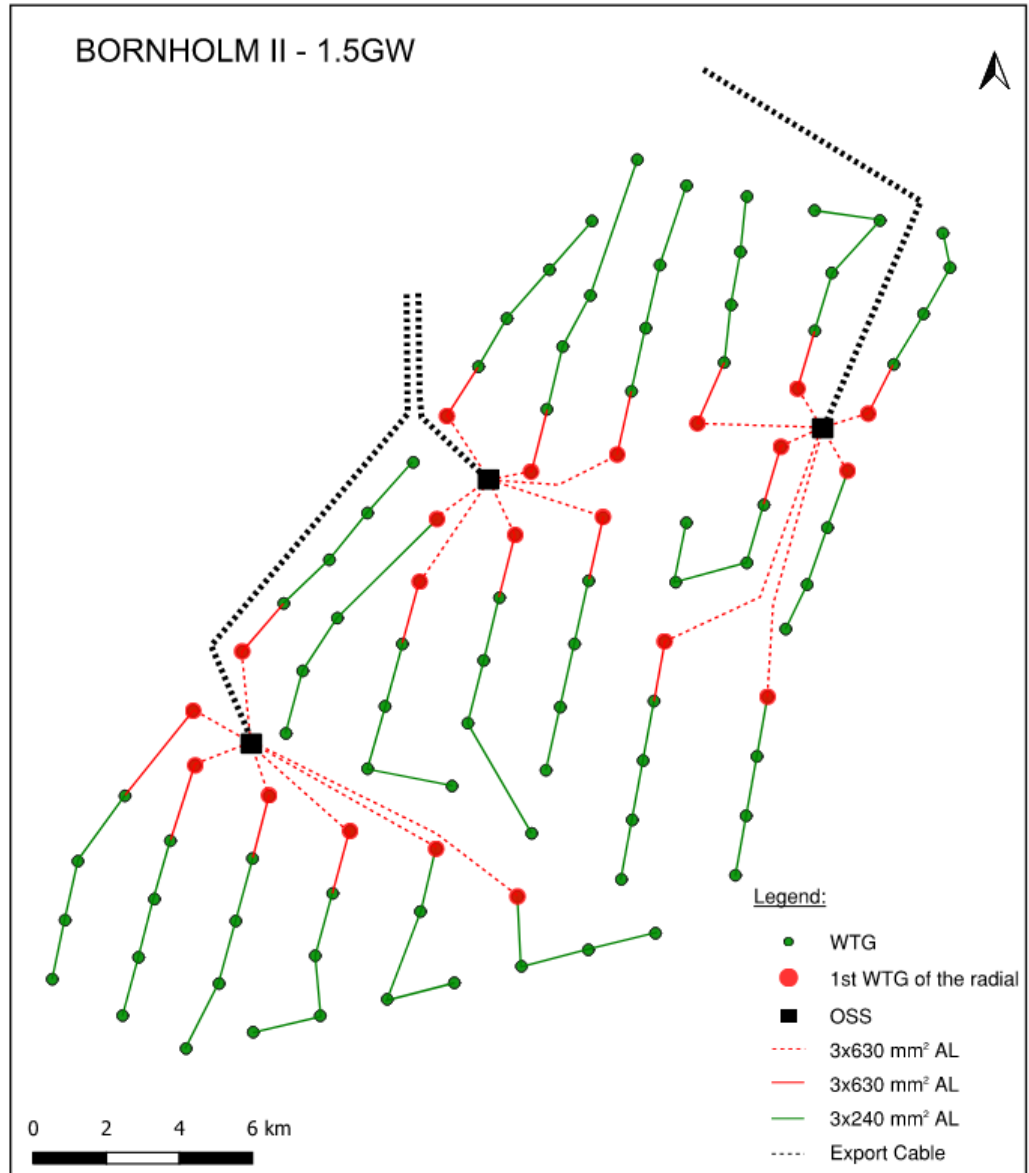
Figur 5-4 Bornholm I og Bornholm II. Parklayout med havbaserede AC transformerplatforme samt ilanføringspunkt ved Sose Bugt.

Arraykabel topologi

Der etableres 66 kV arraykabler mellem havvindmøllerne og mellem havvindmøllerne og de havbaserede AC transformerplatforme i henhold til Figur 5-5 (Bornholm I) og Figur 5-6 (Bornholm II).



Figur 5-5 Bornholm I (1,5 GW), arraykabel topologi



Figur 5-6 Bornholm II (1,5 GW), arraykabel topologi

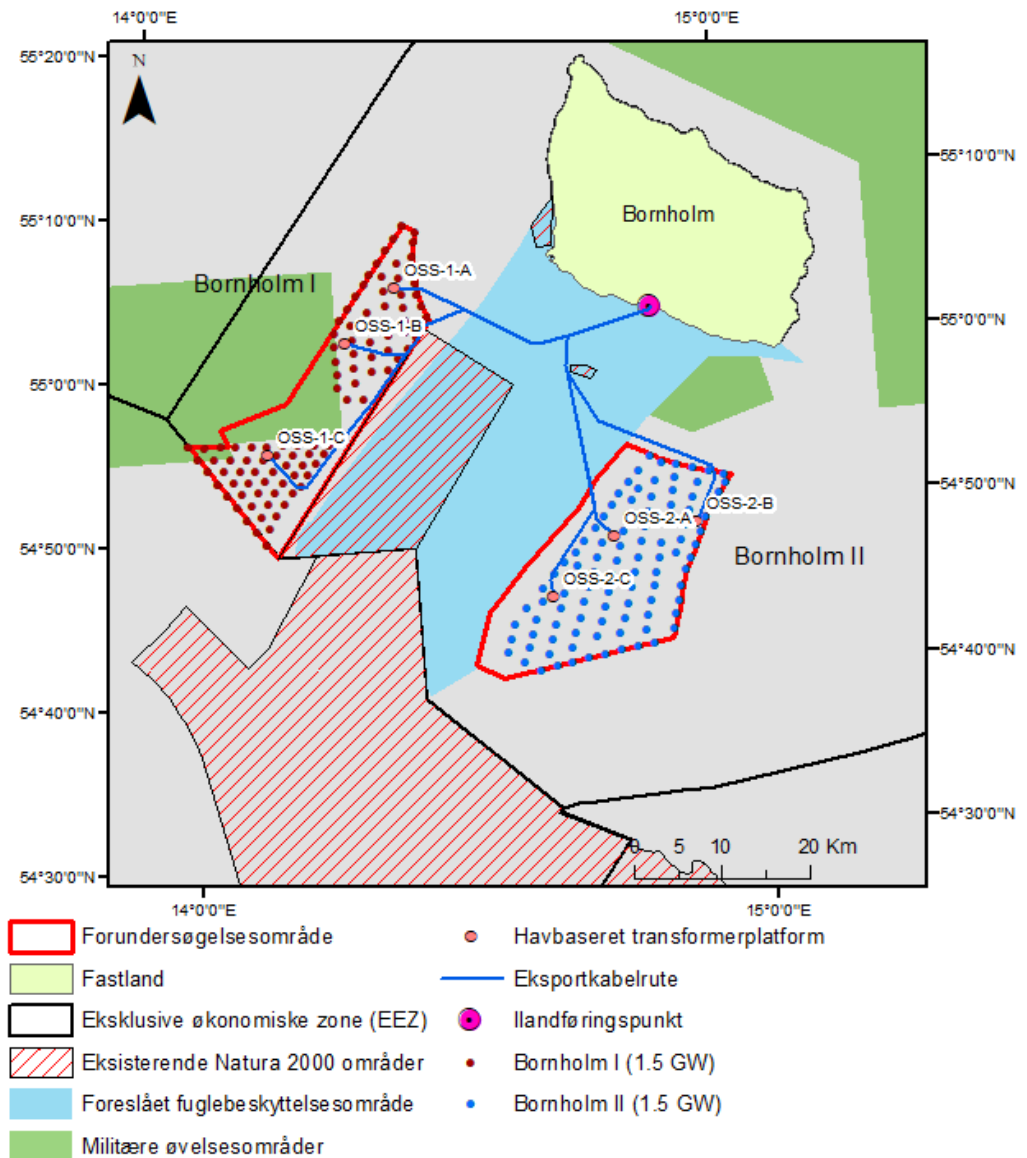
Eksportsøkabel

Der etableres 220 kV AC eksportsøkabler mellem de havbaserede AC transformerplatforme og ilandføringspunktet ved Sose Bugt. Linjeføringen fremgår af Figur 5-7. Linjeføringen er valgt uden hensyntagen til havbundens beskaffenhed.

Linjeføringen for eksportsøkablerne til ilandføringspunktet er valgt således, at kablerne friholdes fra Natura 2000 området mellem Bornholm I og Bornholm II områderne samt det militære øvelsesområde øst for ilandføringspunktet.

Linjeføringen for eksportskablerne krydser foreslåede fuglebeskyttelsesområder, hvilket kan påvirke tidspunktet for installation af eksportskablerne. Dette skal vurderes i forbindelse med miljøvurderingen af et konkret projekt.

Fremføring af eksportskablerne til ilandføringspunktet ved Sose Bugt vurderes til at have lav kompleksitet langs størstedelen af eksportskabelruten. Ved ilandføringsområdet skal der tages højde for klippegrund og kompleksiteten vurderes at være lav.



Figur 5-7 Bornholm I og Bornholm II. Parklayout med havbaserede AC transformerplatforme, eksportskabelkorridor samt ilandføringspunkt ved Sose Bugt

5.3.3 Fælles forhold

Arraykabler

Arraykabler antages installeret ved udlægning på havbunden, hvorefter de spules ned i havbunden til en dybde på ca. 1,5-2 m. Der vil i forbindelse med etablering af havvindmølleparkerne Bornholm I og Bornholm II være krydsninger af eksisterende ledninger (Figur 3-19), som der skal tages højde for, ved indgåelse af nødvendige krydsningsaftaler med relevante ledningsejere samt tiltag i forbindelse med installation og beskyttelse af kablerne.

Eksportsøkabler

Eksportsøkabler antages installeret ved nedpløjning til en dybde på ca. 1,5-2 m. Der vil i forbindelse med etablering af havvindmølleparkerne Bornholm I og Bornholm II være krydsninger af eksisterende ledninger (Figur 3-19), som der skal tages højde for, ved indgåelse af nødvendige krydsningsaftaler med relevante ledningsejere samt tiltag i forbindelse med installation og beskyttelse af kablerne.

Det bemærkes, at eksportsøkablerne fra Bornholm II ikke føres til land i en lige linje, men at de i stedet er ført vest om det militære øvelsesområde som støder op til området for ilandføringen.

Det skal ligeledes noteres, at eksportsøkablerne for Bornholm I fremføres i en meget smal korridor stødende op mod Natura 2000 området. Giver korridoren ikke den nødvendige plads til installation af kablerne, kan disse fra den sydlige del af Bornholm I, føres ind mellem havvindmøllerne på det smalleste sted. Krydsning af arraykablerne vil blive håndteret som en del af projektet uden forventelige udfordringer.

Ilandføring

Punktet for ilandføring er valgt til at være i området ved Sose Bugt øst for lufthavnen. Der foreligger ikke for nuværende planer for endelig placering af HVAC/HVDC station, men selve ilandføringsområdet er valgt i et område med marker og landbrugsejendomme, og vurderes derfor velegnet til formålet (Figur 5-8).

Med en samlet kapacitet på 3 GW, skal der ilandføres seks kabelsystemer, hvilket der skal tages højde for i forbindelse med udpegningen af ilandføringsområdet. Det antages at den indbyrdes afstand imellem kabelsystemerne er 50 m, hvorved den samlede bredde på ilandføringsområdet vil blive minimum 250-350 m



- Eksportkabel - Bornholm I
- Eksportkabel - Bornholm II
- Ilandføringspunkt

Figur 5-8 Bornholm I og Bornholm II. Ilandføringsområde ved Sose Bugt.

5.3.4 Energiflow

Den valgte arraykabelkonfiguration minder meget om beregninger udført for Nord-søen I, Hesselø og Kriegers Flak (COWI, 2020 (2)), og det er derfor valgt at anvende resultatet (gennemsnittet) fra disse beregninger i dette afsnit. Det vil give retningsvisende værdier for tab i systemet, og det vurderes, at med den relative høje usikkerhed CAPEX og OPEX-beregninger er behæftet med, vil denne tilnær-melse ikke få væsentlig betydning for resultatet.

Tabel 5-3 Beregnede maksimale effekttab i arraykabler for Nordsøen I, Hesselø og Kriegers Flak

Område	Effekt tab [MW]
Nordsøen I, L1	8,5
Nordsøen I, L2	8,1
Nordsøen I, L3	8,4
Hesselø	7,5
Kriegers Flak	6,9
Gennemsnitligt maksimale tab pr. 1 GW område	8

Det maksimale effekttab i arraykabelsystemet fremgår af Tabel 5-4.

Tabel 5-4 Effekttabsberegning for Bornholm I og II

Effekttab	Parklayout [MW]	
	Bornholm I	Bornholm II
Installeret effekt	1.500	1.500
Samlet arraykabel tab	12	12
Effekt leveret ¹¹	1.488	1.488

Med henvisning til Afsnit 5.3.5 er det valgt at fastholde oprindeligt beregnede effekttab, da der ikke er nævneværdige ændringer i de anvendte kabelkonfigurationer.

5.3.5 Kabelsystemer

De totale estimerede kabellængder for Bornholm er summeret i nedenstående Tabel 5-5.

Tabel 5-5 Estimerede kabellængder for array- og eksportskabler

Arraykabler (66 kV)	[km]
3x240 mm ² Al	244
3x630 mm ² Al	252
Eksportskabler (220 kV)	[km]
Bornholm I	126
Bornholm II	116

De estimerede arraykabellængder som fremkommer af dette opdaterede studie, er øget med 64 km i forhold til 2020 screeningen. De øgede arraykabellængder er indregnet i den opdaterede CAPEX og LCoE beregning. Årsagen til de øgede kabellængder er at Bornholm I ikke har en jævn fordeling af møller i henholdsvis nord og

¹¹ Samlet maksimaleffekt leveret på 66 kV samleskinne i havbaseret AC transformerplatform. For leveret effekt i PoC skal fratrækkes tab i selve eksportsystemet.

syd, hvorved der skal forbindes møller fra det sydlige område til OSS i det nordlige område.

De estimerede eksportskabelængder som fremkommer af dette opdaterede studie, er reduceret med 98 km, hvilket hovedsageligt fremkommer på grund af nyt ilandføringsområde ved Sose Bugt. De reducerede eksportskabelængder er indregnet i den opdaterede CAPEX og LCoE beregning.

5.3.6 Samlede årlige elektriske tab

De samlede årlige elektriske tab i opsamlings- og transmissionssystemet er baseret på summen af tab i arraykabelsystemerne samt i eksportsystemet inkl. HVDC transmissionssystemet frem til tilslutningspunktet. De samlede årlige tab i arraykabelsystemet er beregnet på baggrund produktionsprofilen for Bornholm. De samlede årlige tab i eksportsystemet, oplyst af Energinet, er beregnet på baggrund af produktionsprofilen for Anholt.

De samlede årlige elektriske tab er i dette opdaterede studie korrigeret for 5% forøgelse af netto produktion (se Afsnit 5.2). Korrektionen af det årlige effekttab er foretaget med en lineær skalering af oprindelige beregnede tab, hvilket vurderes at være en acceptabel tilnærmelse.

Omfanget af arraykabler er øget, men da tabene i arraykabelsystemerne er baseret på en gennemsnitsværdi (Tabel 5-4) vil der ikke blive korrigeret for dette, pga. de opdaterede kabelængder vurderes at være inden for den tolerance der er i at anvende gennemsnitsbaserede tabstal.

De korrigerede samlede årlige effekttab i elsystemet fremgår af Tabel 5-6.

Tabel 5-6 Bornholm – Samlede årlige effekttab i elsystemet.

Anlægstype	Samlede årlige effekttab [GWh/år]
Arraykabler	108 ¹²
Eksportsystem (HVAC og HVDC)	908 ¹³
Sum	1.016

¹² De samlede tab i arraykabelsystemet er øget med antaget 5% pga. øget energiproduktion.

¹³ De samlede tab i eksportsystemet er øget med antaget 5% pga. øget energiproduktion, samt korrigeret for reducerede kabelængder i AC eksportskablerne.

5.4 Endelig energiproduktion

Med anvendelse af den opdaterede nettoproduktion fra havmølleparkerne samt de nye beregnede elektriske tab i array- og eksportsystemet vises den endelige årlige netto elektriske energiproduktion i Tabel 5-7.

Tabel 5-7 Endelig energiproduktion.

SITE/LAYOUT	Netto produktion [GWh per år]	Elektriske tab [GWh per år]	Endelig energiproduktion [GWh per år]
Bornholm I og Bornholm II	14.354	1.016	13.338

5.5 Omkostninger

De økonomiske levetidsomkostninger er beregnet for de givne ændringer med udgangspunkt i de samme antagelser som i Finscreening 2020¹⁴. Det antages at opførelsen af parkerne finder sted efter 2030. Opførelsen af havvindmølleparkerne har især en indflydelse på investeringsomkostningen for vindturbinen.

5.5.1 Fundamenter

Investeringsomkostninger til fundamenter er taget fra finscreening 2020. Priserne er baseret på monopæl fundering. Monopælen vurderes at være den mest prisefektive fundering på baggrund af det nuværende datagrundlag. Prisoverslagene er som følger i Tabel 5-8.

Tabel 5-8 Priser på fundering af havvindmøllerne i hver havvindmøllepark.

SITE/LAYOUT	Kategori	Fundamenter	Total omkostning [x1000 DKK]
Bornholm I og Bornholm II	(V-)	200	8.900.000

5.5.2 Arraykabler

I finscreeningen 2020 anvendtes en CAPEX for arraykabler på 1,68 mia. DKK. Ændringer i layoutet gør dog, at CAPEX til arraykablerne stiger med 215 mio. DKK. Omkostningerne til arraykabler er vist i Tabel 5-9.

¹⁴A132994-2-3 – Vindressource, layouts og energiproduktion for Bornholm I + II, Nordsøen II + III og området vest Nordsø II + III.

Tabel 5-9 Investeringsomkostninger til array kabler.

SITE/LAYOUT	Omkostning [x1000 DKK]
Bornholm I og Bornholm II	1.895.000

5.5.3 Eksportsystem

I 2020 finscreeningen anvendtes en CAPEX for eksportsystemet på 23,8 mia. DKK. Som følge af ændringer i layoutet er der en reduktion i mængden af eksportsøkab-
 ler, hvilket resulterer i en estimeret reduktion i CAPEX på 910 mio. DKK. Opdateret
 CAPEX for det samlede eksportsystem fremgår af Tabel 5-10.

Tabel 5-10 Eksportsystemer – Omkostninger.

Vindmøllepark	CAPEX Anlæg [x1000 DKK]
Bornholm I og Bornholm II	22.890.900

5.5.4 Samlede investeringsomkostninger

Tabel 5-11 opsummerer alle investeringsomkostningerne sammenlignet med investeringsomkostningerne fra finscreening 2020. Investeringsomkostningerne for WTG, fundamenter og udvikling er taget fra 2020 screeningen, mens ændringer i layoutet har ført til reducerede omkostninger for eksportsystemet og øgede omkostninger for arraykablerne. Bornholm I og Bornholm II 3 GW er ikke beskrevet i tillæg til finscreeningen og dermed er der ingen investeringsomkostninger at sammenligne med fra denne. Samlet set falder investeringsomkostningerne fra 58,3 mia. DKK til 57,5 mia. DKK.

Tabel 5-11 Samlede investeringsomkostninger per layout (1.000 kroner).

Site/Layout	Bornholm I og Bornholm II 3 GW Finscreening 2020	Bornholm I og Bornholm II 3 GW tillæg til Finscreening 2020	Bornholm I og Bornholm II 3 GW Finscreening 2021
WTG	22.943.700	-	22.943.700
Fundamenter	8.900.000	-	8.900.000
Arraykabler	1.680.000	-	1.895.000
Eksportsystem	23.800.000	-	22.890.000
Udvikling	937.500	-	937.500
Total	58.261.200	-	57.566.000
Installeret effekt (MW)	3.000	-	3.000 ¹⁵
1000 kr/MW	19.420	-	19.189

5.6 Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger

Drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne er udregnet med samme antagelser som i Finscreening 2020, hvor det er antaget at drift og vedligeholdelsesomkostninger ved produktion af 1 MWh er 75 DKK inklusive drift og vedligehold af eksportsystemet. De totale driftsomkostninger per år for Bornholm I og Bornholm II 3 GW scenarie er vist i Tabel 5-12. Tabellen viser også en sammenligning med de totale drift- og vedligeholdelsesomkostninger i de tidligere finscreeninger. Forskellen skyldes primært, at den årlige energiproduktion er lidt højere end tidligere.

¹⁵ 200 x 15 MW havvindmøller ved Bornholm I og Bornholm II

Tabel 5-12 Driftsomkostninger per år (1.000 DKK).

SITE/LAYOUT	Bornholm I og Bornholm II 3 GW Finscreening 2020	Bornholm I og Bornholm II 3 GW tillæg til Finscreening 2020	Bornholm I og Bornholm II 3 GW Finscreening 2021
Bornholm I og Bornholm II	971.245	-	1.000.380

5.7 Levetidsomkostninger per kWh

Levetidsomkostninger per kWh (LCoE) er beregnet på baggrund af de samme antagelser som i Finscreening 2020. Dvs. en diskonteringsrate på 8 %.

Baseret på den endelige energiproduktion samt de samlede investerings-, drifts- og vedligeholdelsesomkostninger er levetidsomkostningerne målt i DKK/kWh, DKK/MWh og EUR/MWh præsenteret i Tabel 5-13.

Tabel 5-13 Rangordning af havvindmøllerparker ud fra levetidsomkostningerne.

SITE/LAYOUT	(DKK/kWh)	(DKK/MWh)	(EUR/MWh)
Bornholm I og Bornholm II	0,46	458,0	61,5

Tabel 5-14 viser omkostningsforskellen mellem nærværende undersøgelse og den tidligere finscreening 2020.

Tabel 5-14 Oversigt over levetidsomkostningerne fundet i finscreening 2020 og i nærværende tillæg til finscreening 2020.

SITE/LAYOUT	LCoE finscreening 2020 (DKK/MWh)	LCoE tillæg til finscreening 2020 (DKK/MWh)	LCoE finscreening 2021 (DKK/MWh)
Bornholm I og Bornholm II	490	-	458

I forhold til Finscreening 2020 er levetid omkostningerne i Bornholm I og Bornholm II 3 GW scenariet faldet med 7%. Dette skyldes dels, at energiproduktionen er steget med 8 %, mens omkostningerne til eksportsystemet er faldet med 4%. Dog er

omkostningerne til array kabler steget med 13 %, men samlet set fører layout optimeringen til en reduktion i levetidsomkostningerne.

6 Referencer

Amundin, M., 2016, SAMBAH Final report LIFE08 NAT/S/000261: Kolmårdens Djurpark AB, Vildmarksvägen, SE-618 92 Kolmården, Sweden.

BirdLife International (2020). DK120 Rønne Banke. Downloaded fra <http://www.birdlife.org> on 29/02/2020

COWI, 2020 (1): Havbund og geologiske forhold for Bornholm I + II, Nordsøen II + III og Området vest for Nordsøen II + III. Finscreening af havarealer til etablering af nye havvindmølleparker med direkte forbindelse til land. COWI rapport for Energistyrelsen, dokumentnummer A132994-2-2.

COWI, 2020 (2): Elektriske systemer for Nordsøen I, Hesselø og Kriegers Flak II, A132994-1-4. Finscreening af havarealer til etablering af nye havvindmølleparker med forbindelse til energi/hub. Rapport for Energistyrelsen.

COWI, 2020 (3): Vindressource, layouts og energiproduktion for Bornholm I + II, Nordsøen II + III og Området vest for Nordsøen II + III, A132994-2-3. Finscreening af havarealer til etablering af nye havvindmølleparker med forbindelse til energi/hub. Rapport for Energistyrelsen.

COWI, 2020 (4). Miljø-og planmæssige forhold for Bornholm I + II. Nordsøen I + II og området Vest Nordsø II + III. Finscreening af havarealer til etablering af nye havvindmølleparker med forbindelse til energi/hub. Rapport til Energistyrelsen maj 2020.

COWI, 2020 (5): Tillæg til finscreening af havarealer til etablering af nye havmølleparker med forbindelse til energi/hub. Rapport for Energistyrelsen.

DCE, DHI og NIRAS (2015). Kriegers Flak Offshore Wind Farm. Marine Mammals. EIA-Technical Report. June 2015

DHI (2019). Site selection for offshore wind farms in Danish waters. Investigations of bird distribution and abundance. Energistyrelsen/Danish Energy Agency. September 2019.

DOF basen (2020). IBA Skagerrak & Sydvestlige Norske Rende.

Edelvang K., Gislason H., Bastardie F., Christensen A., Egekvist J., Dahl K., Goeke C., Petersen I.K., Sveegaard S., Heinänen S., Middelboe A.L., Al-Hamdani Z., Jensen J.B. & Leth J. (2017) Analysis of marine protected areas – in the Danish part of the North Sea and the Central Baltic around Bornholm. Part 1: The coherence of the present network of MPAs DTU Aqua Report No. 325-2017. National Institute for Aquatic Resources, Technical University of Denmark, 105 pp.

Egekvist, J., Mortensen, L.O. & Larsen, F. (2017). Ghost nets-A pilot project on derelict fishing gear. DTU Aqua Report No. 323-2017. National Institute for Aquatic Resources. Technical University of Denmark. 46 pp.

Energistyrelsen (2015). Bornholm Havvindmøllepark. VVM-redegørelse. Del 2: Det marine miljø Energinet.dk, NIRAS.

Galatius, A., Kinze, C.C. and Teilmann, J. (2012). Population structure of harbour porpoises in the greater Baltic region: Evidence of separation based on geometric morphometric comparisons. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 92(8): 1669-1676

GEUS (2018). GEUS kort over havbundssedimenter. <http://data.geus.dk/geusmap>.

Graversen, O., 2004: Upper Triassic – Cretaceous stratigraphy and structural inversion offshore SW Bornholm, Tornquist Zone, Denmark. Bulletin of the Geological Society of Denmark, 2004.

Graves JA, Helyar A, Biuw M, Jussi M, Jussi I et al. (2009). Microsatellite and mtDNA analysis of the population structure of grey seals (*Halichoerus grypus*) from three breeding areas in the Baltic Sea. Conservation Genetics 10: 59-68. doi:10.1007/s10592-008-9517-1

Hammond PS, Lacey C, Gilles A, Viquerat S, Börjesson P, Herr H, Macleod K, Ridoix V, Santos MB, Scheidat M, Teilmann J, Vingada J, Øien N. 2017.

Hearn, R.D., Harrison, A.L. & Cranswick, P.A. 2015. International Single Species Action Plan for the Conservation of the Long-tailed Duck (*Clangula hyemalis*). AEWA Technical Series No. 57. Bonn, Germany

HELCOM (2020). Sea-Dumped Chemical Munitions. <https://helcom.fi/Baltic-sea-trends/hazardous-substances/sea-dumped-chemical-munitions/>.

Langston R.H.V. and J.D. Pullan (2003). Wind farms and Birds: An analysis of the effects of wind farms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report written by BirdLife International on behalf of the Bern Convention. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. Standing committee 23rd meeting. Strasbourg, 1-4 December 2003.

Leth, O.L og Larsen, B., 2014: Den danske havbund. Geoviden 2014, geologi og geografi nr. 02. (GEUS havbundssedimentkort).

Miljøstyrelsen (2020). Gråsæl. <https://mst.dk/natur-vand/natur/artsleksikon/patte-dyr/graasael/>

NABU (2019). Migration of cranes in Europe. Kranichschutz Deutschland 2017-2019. <https://www.nabu.de/>

Naturstyrelsen (2014). Natura 2000-basisanalyse 2016-2021 revideret udgave for Adler Grund og Rønne Banke. Natura 2000-område nr. 252. Habitatområde 261.

Perini et al., 1994: Seismic stratigraphy of Late Quaternary glacial to marine sediments offshore Bornholm, southern Baltic Sea. *Sedimentary Geology* 102 (1996) 3-21.

Petersen, I., Christensen, T., Kahlert, J., Desholm, M., & Fox, A. (2006). Final results of bird studies at the offshore wind farms Nysted and Horns Rev, Denmark. NERI.

Ramboll (2019). Atlas. Miljøkonsekvensvurdering. Danmark. Sydøstlig rute. Nordstream 2. April 2019.

SAMBAH (2016). Static Acoustic Monitoring of the Baltic Sea Harbour Porpoise (SAMBAH). Final report under the LIFE+ project LIFE08 NAT/S/00026, Kolmårdens Djurpark AB, SE618 92 Kolmården, Sweden. 81pp.

Slots og Kulturstyrelsen (2021). Fund og Fortidsminder. [Databaser \(slks.dk\)](https://slks.dk)

Sveegaard, S., Galatius, A., Dietz, R., Kyhn, A., Koblitz, J.C., Amundin, M., Nabe-Nielsen, J., Sinding M.H., Andersen L.W., Teilmann, J. (2015). Defining management units for cetaceans by combining genetics, morphology, acoustics and satellite tracking. *Global Ecology and Conservation* 3: 839–850

Warnar T. Huwer B., Vinter M., Egekvist J., Sparrevohn R. C., Kirkegaard E., Dolmer P. Munk P. og Sørensen T.K. (2012). Fiskebestandene struktur. Faglig Baggrundsnotat til den danske implementering af EU`s havstrategidirektiv. DTU Aqua-rapport nr 254-2012.

Watchorn, P., 2014: Interpretative Report – Site 6 – Rønne Banke (Revision 2 – Final). EGS International Ltd, for Energinet.

Wiemann, A., Andersen, L.W., Berggren, P., Siebert, U., Benke, H., Teilmann, J., Lockyer, C., Pawliczka, I., Skora, K., Roos, A., Lyrholm, T., Paulus, K.B., Ketmaier, V. & Tiedemann, R. (2010). Mitochondrial Control Region and microsatellite analyses on harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) unravel population differentiation in the Baltic Sea and adjacent waters. *Conservation Genetics* 11: 195–211

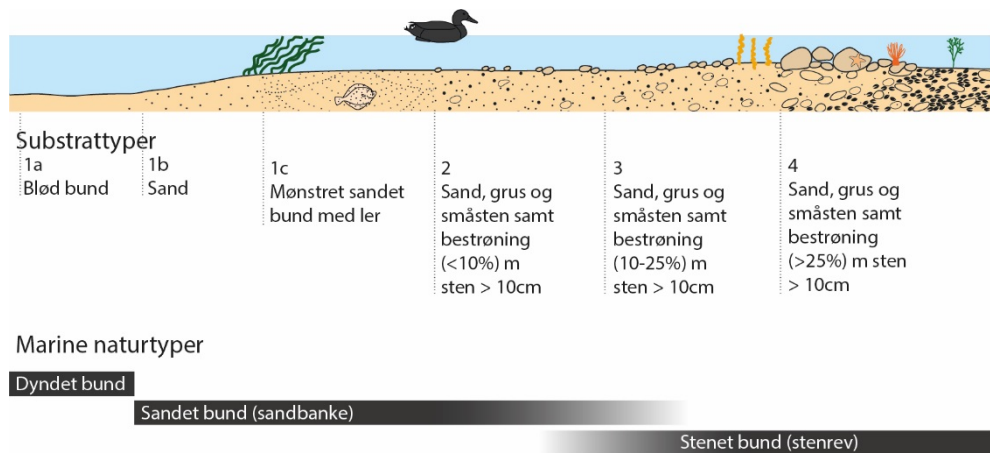
Bilag A Datagrundlag og GIS lag

GIS-analyserne er baseret på eksisterende digitale geodata for miljømæssige og planmæssige forhold og menneskelige aktiviteter fra forskellige kilder.

A.1 Eksisterende miljøforhold i projektområdet

A.1.1 Marine habitater

Udbredelsen af marine habitater blev kortlagt på basis af digitale data vedrørende udbredelsen af forskellige havbundssedimenter udarbejdet af GEUS (GEUS 2018). Udbredelsen af potentielle stenrevsområder blev vurderet på basis af udbredelsen af områder med moræne og anvendt i GIS modellen. Klassificeringen af substrat tager udgangspunkt i de klassifikationer af sub-stratyper som er udviklet og anvendt i GEUS arbejde. Figur 6-1 viser klassifikationerne og sammenhængen til relevante naturtyper i denne kortlægning.



Figur 6-1 Substrattypeklassifikation og sammenhæng med habitattype.

Udbredelsen af forskellige bundfaunasamfund på blød bund (sand, sandblandet mudder, mudderblandet sand og mudder) blev vurderet på basis af bundtype, dybde, sedimenttype og farvand baseret på Thorson (1957) og verificeret på baggrund af data fra nyere bundfaunaundersøgelser fra områder i eller nær de potentielle projektområder. Udbredelsen af forskellige bundfaunasamfund på blødbund indgår ikke i GIS modellen, men blev anvendt i beskrivelsen af de biologiske forhold i de potentielle projektområder.

Kysthabitater

Følgende kysthabitater indgår i GIS modellen:

- > "Klippekyst eller bløde klinger",
- > "Sand eller klitkyst",

- > "Tilgroningskyst vadehavet".

Digitale data fra Kystdirektoratets kystatlas blev direkte overført til GIS modellen (<http://kystatlas.kyst.dk>).

A.1.2 Fugle

GIS analysen vedrørende fugle er baseret på følgende data:

- > GIS lagene "*Vigtige fourageringsområder for ynglende hav- og kystfugle*" og "*Vigtige rasteområder for trækfugle*" er baseret på en kombination af to datasæt, et der dækker Østersøen og indre danske farvande og et der dækker Nordsøen. Data vedrørende Østersøen og indre danske farvande er fra det HELCOM finansierede BRISK-projekt (sub-regional risk of spill of oil and hazardous substances in the baltic sea, 2009-2012). Data vedrørende Nordsøen er fra det EU finansierede BEAWARE projekt (Bonn Agreement: Area-wide Assessment of Risk Evaluations 2014-2015) Begge datasæt findes i HELCOM databasen og på BEAWAREs hjemmeside: <http://maps.helcom.fi/website/mapservice/>; <http://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/home>; <http://www.helcom.fi/helcom-at-work/projects/completed-projects/brisk>; <http://www.bonnagreement.org/projects/i/final-report>)
- > GIS laget "*Vigtige overvintringsområder for havfugle*" er baseret på data fra (Se referencelisten nedenfor): Clausen et al. 2019, DHI 2019, DHI 2020, OBIS-Seamap database (data fra 1972-2018), Holm et al. 2018, Petersen et al 2019, DOF 2015, Skov et al. 2011, Skov et al. 1995, Durinch et. al 1994.

A.1.3 Marine pattedyr

Sæler

De anvendte data vedrørende raste- og ynglelokaliteter for sæler er fra den nationale overvågning (NOVANA) og kortlægning i forbindelse med BRISK-projektet.

Marsvin

GIS laget vedrørende udbredelse af marsvin er en sammenstilling af data fra Guilles et al 2016, Sveegaard, et al 2018 og 2011 samt SAMBAH 2016. Det drejer sig om følgende:

- > Udgangspunktet for GIS laget var data fra Sveegaard et al 2011, der viser udbredelsen af marsvin i den vestlige Østersø
- > Data fra Sveegaard et al 2018, der giver en vurdering af graden af usikkerhed

A.1.4 Fisk

GIS lagene "Gydepladser for fisk der lægger æg på havbunden" og "Opvækst pladser for fiskeyngel" er en sammenstilling af GIS lagene fra BRISK-projektet (Østersøen og indre danske farvande) og BEAWARE projektet (Nordsøen).

GIS laget "Gydepladser for fisk der lægger æg på havbunden" er en sammenstilling af data fra Warnar et al 2012 og omfatter tobis og sild, der begge lægger deres æg på havbunden. Øvrige arter, der har bundlagte æg, er tilknyttet vegetationen på stenrev (der allerede indgår i analysen) og ålegræs (der ikke findes i de potentielle projektområder).

A.1.5 Beskyttede naturområder

Beskyttede naturområder omfatter Natura 2000 områder, RAMSAR områder, Havstrategi områder og Vildtreservater samlet i et GIS lag. Digitale data blev indhentet fra:

- > <https://arealinformation.miljoeportal.dk/html5/index.html?viewer=distribution> og
- > <https://mst.dk/natur-vand/vandmiljoe/havet/havmiljoe/danmarks-havstrategi/indsatsprogram/>).
- > <https://havplan.dk/en/page/info>

A.2 Menneskelig aktivitet i projektområdet

A.2.1 Visuelle effekter

I GIS modellen blev risikoen for at der opstår negative visuelle effekter på kysten defineret som afstande mindre end 20 km fra kysten. GIS laget, der blev anvendt i modellen, blev genereret ved at danne en bufferzone på 20 km omkring Bornholm.

A.2.2 Skibsfart

Data vedrørende skibstrafik blev hentet fra Danmarks Havplan:

- > <https://havplan.dk/en/page/info>

A.2.3 Fiskeri og akvakultur

Fiskeridata blev indhentet fra Egekvist et al. 2017.

Disse data viser de vigtigste fiskeriområder for større fiskefartøjer, der anvender aktive fiskeredskaber (trawl- og bomtrawl) samt passive redskaber (dvs. især garn)

i perioden 2007-2015. Data var baseret på VMS (Vessel Monitoring System) og AIS (Automatic Identification System) data fra fiskefartøjer større end hhv. 12 m og 15 m. VMS og AIS systemerne registrerer skibenes placering, sejlretning og sejlhastighed en gang i timen. Data frem til og med 2012 omfatter kun fartøjer ≥ 15 m. Senere data omfatter fartøjer ≥ 12 m.

Vigtige fiskeområder blev defineret som områder, hvor antallet af registrerede VMS eller AIS punkter inden for 1 x 1 sømil overstiger 200.

Informationer vedrørende marine akvakulturanlæg (muslinger og fisk) blev indhentet fra Danmarks Havplan:

> <https://havplan.dk/en/page/info>

A.2.4 Klappladser og råstofområder

Råstofindvinding

Data vedrørende råstofområder blev indhentet fra Danmarks Havplan:

> <https://havplan.dk/en/page/info>

Klappladser

Udlægning af klappladser skete i amterne som en udpegning af områder med lempeede målsætninger og det er i de allerfleste tilfælde disse områder, der anvendes til klappning. Miljøstyrelsen har dog som tilladelsesgivende myndighed i klapsager mulighed for at tillade klappning i andre områder. Valg af klapplad i konkrete sager sker ud fra en miljømæssig vurdering, som afvejes i forhold til sejlads- eller fiskerimæssige interesser, samt råstofinteresser, kulturhistoriske beskyttelsesinteresser og til havnenes ønske om at begrænse sejlafstanden. Miljøstyrelsen tilstræber derudover, at det havbundsmateriale, der skal klappes, er af samme type med samme korntørrelse og indhold af organisk stof, som findes på klappladsen.

A.2.5 Kabler og olie/gasledninger

Data vedrørende Kabler og olie/gasledninger indhentet fra Energistyrelsen og omfatter:

- > Elkabler til søs
- > Olie/gas ledninger
- > Diverse telekommunikationskabler

Elkabler er nedgravede kabler der forbinder lande og landsdele med elektricitet.

Olie/gasledninger er nedgravede rørledninger som transporterer olie/gas produktion

fra offshore felter til anlæg på anlæg til videre forarbejdning eller transport og forbrug. Telekommunikationskabler er telefon- og datakabler.

For alle de nævnte kabler og rørledninger er det vurderet at man ikke kan opstille havvindmøller på deres positioner og i en bufferzone på 200 m på hver side af et kabel eller en ledning.

Konkrete transitørledninger

GIS lag for planlagte konkrete transitørledninger er hentet via Danmarks Havplan:

> <https://havplan.dk/en/page/info>

A.2.6 Militærområder

GIS laget vedrørende militærområder er en sammenstilling af to lag:

- > Forsvarets skyde- og øvelsesområder, der blev stillet til rådighed af Energistyrelsen (indlagt som servicelag i Danmarks Havplan)
- > Forekomst af ueksploderet ammunition (UXO) i 1999 og 2015. Data blev udtaget fra OSPAR (<https://odims.ospar.org/maps/1137>) som datapunkter. I GIS laget blev der indlagt en bufferzone omkring punkterne med en radius på 100m.

A.2.7 Flytrafik

Data vedrørende flytrafik er fra Danmarks Havplan:

<https://havplan.dk/en/page/info>

Laget indeholder beskyttelsesforanstaltninger for luftfart.

A.2.8 Arkæologiske forhold

Data vedrørende skibsvrag og andre artefakter af arkæologisk interesse blev uddraget fra Slots- og Kulturarvsstyrelsen som punktdata. Fartøjer fra "nyere tid" blev ikke medtaget. I GIS laget blev der indlagt en bufferzone omkring punkterne med en radius på 100m.

A.2.9 Referencer

Clausen, P., Petersen, I.K., Bregnballe, T & Nielsen, R.D. (2019). Trækfuglebestande i de danske fuglebeskyttelsesområder, 2004 til 2017. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 308 s. - Teknisk rapport nr. 148
<http://dce2.au.dk/pub/TR148.pdf>

DHI (2019). Site selection for offshore wind farms in Danish waters. Investigations of bird distribution and abundance. Energistyrelsen/Danish Energy Agency. September 2019.

DHI (2020). Development of offshore wind farms at Hesselø and Ringkøbing (Thor). Assessment of the sensitivity of sites in relation to birds. Energistyrelsen/Danish Energy Agency . February 2020.

DOF (2015). Status og udviklingstendenser for Danmarks Internationalt vigtige Fugleområder (IBAer). Dansk ornitologisk Forening.

Durinck J. H. Skov, F. Pagh Jensen and S. Pihl (1994). Important Marine Areas for Wintering Birds in the Baltic Sea.EU DG XI research contract no 2242/90-09-01. Ornis Consult report 1994, 110 pp.

Egekvist, J., Mortensen, L.O. & Larsen, F. (2017). Ghost nets-A pilot project on derelict fishing gear. DTU Aqua Report No. 323-2017. National Institute for Aquatic Resources. Technical University of Denmark. 46 pp.

Gilles, A., S. Viquerat, E. A. Becker, K. A. Forney, S. C. V. Geelhoed, J. Haelters, J. Nabe-Nielsen, M. Scheidat, U. Siebert, S. Sveegaard, F. M. van Beest, R. van Bemmel, and G. Aarts. 2016. Seasonal habitat-based density models for a marine top predator, the harbor porpoise, in a dynamic environment. *Ecosphere* 7(6):e01367. 10.1002/ecs2.1367

Holm, T.E., Clausen, P., Nielsen, R.D., Bregnballe, T. Petersen, I.K., Mikkelsen, P. & Bladt, J. (2018). Fugle 2016. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 136 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr.261 <http://dce2.au.dk/pub/SR261.pdf>

Petersen, I.K., Sørensen, I.H., Nielsen, R.D., Fox, T. & Christensen, T.K. (2019). Status for overvintrende fløjsænder og havlitter i danske farvande. En analyse af bestandsudviklingen og årsager til forandringer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 52 s. - Videnskabelig rapport nr. 3.

SEAPOP (2020). The distribution of seabirds in Norwegian and adjacent sea areas. Norwegian Institute for Nature Research (NINR). Norwegian Polar Institute (NPI).

Skov, H. J. Durinck, M.F. Leopold & M. L. Tasker (1995). Important Bird Areas for the seabirds in the North Sea. OrnisConsult, RSPB. BirdLife International.

Skov H. et al (2011). Waterbird Populations and Pressures in the Baltic Sea. *Tema Nord* 2011:550.

SAMBAH (2016). Heard but not seen. Sea-scale passive acoustic Survey Reveals a Remnant Baltic Sea Harbour Population that needs Urgent Protection. SAMBAH.

Non-Technical report. Static Acoustic Monitoring of the Baltic Harbour porpoise. LIFE08 NAT/S/000261.

Sveegaard, S., Teilmann, J., Tougaard, J., Dietz, R., Mouritzen, K., & Desportes, G. (2011). High-density areas for harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) identified by satellite tracking. *Marine Mammal Science*, 27(1), 230-246.

Sveegard, S., Nabe-Nielsen, J. & Teilmann, J. 2018. Marsvins udbredelse og status for de marine habitatområder i danske farvande. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 36 s. - Videnskabelig rapport nr. 284 <http://dce2.au.dk/pub/SR284.pdf>.

Warnar T. Huwer B., Vinter M., Egekvist J., Sparrevohn R. C., Kirkegaard E., Dolmer P. Munk P. og Sørensen T.K. (2012). Fiskebestandene struktur. Faglig Baggrundsnotat til den danske implementering af EU`s havstrategidirektiv. DTU Aqua-rapport nr 254-2012.

Bilag B Scoring sværdier og vægte

B.1 Indledning

Tabel 6-1 og Tabel 6-2 viser scoring sværdier og vægte, der er anvendt i GIS følsomhedsanalyserne af hhv. miljømæssige forhold og menneskelige aktiviteter/påvirkninger. I det følgende begrundes scoring sværdier og vægte for de forskellige forhold.

Tabel 6-1 Scoring sværdier og vægte for følsomhed af miljømæssige forhold i relation til etablering af havvindmølleparker.

Parameter		Scoring sværdi	Vægt
Fugle	Vigtige overvintringsområder for havfugle: > Fuglebeskyttelsesområder > Områder af international betydning (IBA)	4	0,23
	Vigtige fourageringsområder for ynglende hav- og kystfugle: > Fuglebeskyttelsesområder > Områder af international betydning (IBA)	4	0,23
	> Vigtige rasteområder for trækfugle: > Fuglebeskyttelsesområder > Områder af international betydning (IBA)	4	0,23
Marine pattedyr	Vigtige områder for marsvin	2	0,03
	Raste-og yngle lokaliteter for sæler	3	0,03
Fisk	Gydepladser for fisk, der lægger æg på havbunden	1	0,01
	Opvækst pladser for fiskeyngel	1	0,01
Habitater	Stenrev	3	0,05
Kysthabitater	Sandstrande	1	0,01
	Tidevands/marsk kyst/Tilgronings og fladkyst	2	0,01
	Klintekyst	2	0,01
Beskyttede naturområder	Natura 2000 områder RAMSAR områder Fredede områder Havstrategiområder	4	0,15
Summen af vægte			1,0

Tabel 6-2 Scoringseværdier og vægte for følsomhed af menneskelige aktiviteter/påvirkninger, i relation til etablering af havvindmølleparker

Parameter		Scoringseværdi	Vægt
Visuelle effekter	Områder indenfor 0-20 km fra kysten	4	0,20
Skibsfart	Sejladskorridorer	4	0,20
Fiskeri og akvakultur	Vigtige områder for fiskeriet og akvakultur erhvervet	3	0,05
Militærområder	Militære skyde- og øvelsesområder	4	0,20
Flytrafik	Beliggenhed af beskyttelsesforanstaltninger for luftfart.	4	0,10
Arkæologiske forhold	Beliggenhed af kendte skibsvrag- og andre arkæologiske artefakter	3	0,05
Klappladser og Råstofområder	Klappladser Råstofindvinding herunder > Auktionsområder (råstoffer) > Bygherretilladelser > Efterforskningstilladelser > Fællesområder > Zoner omkring fællesområder > Potentielle fællesområder > Reservationsområde	4	0,10
Områder med risiko for forekomst af UXO*		4	0,10
Summen af vægte			1,0

*UXO= Unexploded ordnance (ueksploderet ammunition)

B.2 Miljømæssige forhold

B.2.1 Fugle

Potentielle effekter på havfugle

Det har vist sig, at de potentielt største miljøpåvirkninger af etablering af havvindmølleparker er skadelige effekter på havfugle i driftsfasen. Der er især tale om:

- > Fortrængning af fugle fra vigtige fouragerings-, yngle-, fælde- og rasteområder
- > Det forhold at havvindmølleparker kan udgøre en barriere for trækkende eller fouragerende, hvilket kan bevirke fragmentering af fouragerings-, yngle- og rasteområder for fugle

- > Kollisionsrisiko
- > Tab af- eller påvirkninger på fuglehabitater

Observerede effekter af havvindmølleparker på fugle er vist i Figur 6-2.

Effekter på fugle i konstruktionsfasen er ubetydelige i forhold til effekter i driftsfasen og er begrænset til effekter i form af støj og anden forstyrrelse. Effekter i konstruktionsfasen indgår derfor ikke i følsomhedsanalysen.

Figur 6-2 Potentielle effekter af havvindmølleparker på fugle i operationsfasen. (Bailey et al. 2014, COWI 2015, COWI 2012, Langston and Pullan 2003, Desholm and Kahlert 2005).

Fortrængning
<p>Flere internationale og danske og undersøgelser, bl.a. undersøgelser ved Horns Rev og Nysted viser, at nogle fuglearter tilsyneladende undgår havvindmølleparker, hvilket kan begrænse fuglenes muligheder for at søge føde fordi de fortrænges fra et vigtigt fourageringsområde. Det gælder f.eks. sortand og lom som tilsyneladende undgår at søge føde i og omkring havvindmølleparkerne. Undersøgelserne viste således, at hovedparten af sortænder og alle lommer ved Horns Rev holder sig mere end 500 meter fra parken. Det betyder i praksis at disse arter mister områder hvor de kan søge føde. Andre, som sølvmåge og skarver, er mindre påvirkede og flyver rundt inde i havvindmølleparkerne eller sidder på havvindmøllernes fundament. Havvindmølleparker kan desuden fortrænge havfugle fra vigtige yngle-, raste- og fældeområder.</p> <p>Fortrængningseffekter synes at være artsspecifikt. Følgende grupper og arter af fugle synes i særlig grad at ville blive fortrængt af havvindmølleparker:</p> <ul style="list-style-type: none"> > Lommer > Lappedykkere > Svaner > Ænder (især edderfugl, havlit. sortand og fløjlsand) > Vadefugle (som f.eks. hjejle, stor kobbersneppe, stor kobbersneppe) > Alkefugle <p>Påvirkningens omfang er afhængigt af:</p> <ul style="list-style-type: none"> > Størrelsen af det vigtige habitat fra hvilket fuglene fortrænges > Tilgængelighed, størrelse og kvalitet af andre passende habitater, som kan rumme fortrængte fugle > Beværingsstatus for fortrængte fugle
Barriere effekt
<p>Havvindmølleparker kan virke som barrierer for trækkende fugle. I stedet for at flyve mellem de enkelte havvindmøller kan der være risiko for at fuglene flyver udenom havvindmølleparken hvorvidt dette vil udgøre et problem, afhænger af:</p> <ul style="list-style-type: none"> > Havvindmølleparkens størrelse > Afstanden mellem de enkelte havvindmøller > Den afstand som fuglene skal tilbagelægge udenom havvindmølleparken og deres evne til at kompensere for øget energiforbrug ved at flyve en omvej > Beliggenheden af havvindmølleparken i forhold til træk ruter for fugle

<p>> Barrieffekter synes at være artsspecifikt. Fugle, der især er følsomme overfor fortrængning (se ovenfor) er også følsomme i relation til barrierevirkning.</p>
<p>Kollisions risiko</p>
<p>De fleste studier har vist, at risikoen for at fugle flyver ind i havvindmøller og bliver dræbt er meget lav. Undersøgelser ved Horns Rev og ved Nysted har således vist, at langt de fleste havfugle flyver udenom eller over havvindmølleparkerne og at det kun er ganske få fugle som er i fare for at kolliderer med havvindmøllerne. Det er således beregnet, at risikoen for at en edderfugl kolliderer med en havvindmølle er 0,02 % (DMU 2006).</p> <p>En ny dansk undersøgelse ved havvindmølleparken Rødsand II har imidlertid vist, at rovfugle på træk efterår- og forår tiltrækkes af havvindmølleparken idet de ændrer retning og søger direkte mod havvindmøllerne (Skov et al. 2016). Rovfugle er bange for åbent hav, og de undgår derfor at trække over større vandområder, hvor der ikke opstår termik som over landjorden. Det ses, at rovfugle tiltrækkes af øer som f.eks. Anholt hvor de kan finde sikkerhed og udnytte den termik, der opstår over land, til at skrue sig op i en passende højde inden trækket videre ud over havet. Skov et al 2016 har fremsat den teori, at rovfugle måske tiltrækkes af havvindmøllerne fordi de opfatter havvindmølleparken som en ø, hvilket teoretisk set øger risikoen for kollisioner. Det er imidlertid endnu ikke undersøgt om fuglene rent faktisk kolliderer med havvindmøllevingerne.</p>
<p>Habitat ødelæggelse</p>
<p>Ødelæggelse af habitater som følge af anlæggelse af havvindmølle parker anses ikke for at være et større problem udenfor beskyttede naturområder af national eller international betydning.</p> <p>Hvis meget store havvindmølleparker anlægges i vigtige fourageringsområder som f.eks. sandbanker på lavt vand kan det imidlertid ikke udelukkes at fuglepopulationer vil blive påvirket og at en sådan habitatødelæggelse vil forstærke eventuelle fortrængningseffekter.</p> <p>De følgende grupper af fugle synes at være særlig følsomme overfor habitat ødelæggelse:</p> <ul style="list-style-type: none"> > Skarver > Ænder (især edderfugl, havlit. sortand og fløjlsand) > Alkefugle

Tildelte scoringsværdier og vægte for fugle

Da fugle er de mest følsomme organismer overfor tilstedeværelse af havvindmøller, især hvad angår fortrængningseffekter har vinagtige overvintringsområder, vigtige fourageringsområder for ynglende hav- og kystfugle samt vigtige rasteområder for trækfugle blevet tildelt scoringsværdierne 4. Alle parametre er tildelt en relativ høj vægt, da der er tale om forekomst af fugle af international eller national betydning (Tabel 6-3).

Tabel 6-3 Scoringseværdier og vægte for følsomhed af fugle i relation til etablering af havvindmølleparker.

Parameter	Scoringseværdi	Vægt
Vigtige overvintringsområder for havfugle: > Fuglebeskyttelsesområder > Områder af international betydning (IBA) > Områder af regional betydning	4	0,23
Vigtige fourageringsområder for ynglende hav- og kystfugle: > Fuglebeskyttelsesområder > Områder af international betydning (IBA) > Områder af regional betydning	4	0,22
Vigtige rasteområder for trækfugle: > Fuglebeskyttelsesområder > Områder af international betydning (IBA) > Områder af regional betydning	4	0,23

B.2.2 Marine pattedyr

Potentielle effekter

Sæler og hvaler kan påvirkes af anlægsarbejderne som følge af undervandsstøj eller vibrationer fra f.eks. nedramningsarbejder. Følgende potentielle effekter kan forekomme:

- > Permanente eller midlertidige høreskader hos hvaler og sæler
- > Påvirkning af vokaliseringen hos hvaler, dvs. at de enten udsender højere eller lavere kommunikations-/orienteringslyde
- > Påvirkning af adfærd, som f.eks. flugtaadfærd, hos sæler og hvaler

Med den foreliggende viden vil sådanne potentielle påvirkninger især forekomme i anlægsfasen og navnlig i forbindelse med nedramningsarbejder. Effekter i driftsfasen vil med den foreliggende viden være ubetydelig og indgår derfor ikke i screeningen. Eksempler på observerede effekter af undervandsstøj på marine pattedyr i forbindelse med etablering af havvindmølleparker er vist i Tabel 6-4.

Tabel 6-4 Potentielle effekter af undervandsstøj fra havvindmølleparker på sæler og hvaler (Tougaard 2014, Däne et al. 2013, Brandt et al. 2011, Thompson et al. 2010, Tougaard et al. 2009, Skjellerup et al 2015).

Høreskader hos sæler og hvaler
<p>Marsvin kan miste hørelsen permanent hvis de eksponeres til lydstyrker over 183 dB re 1µPa²s. Lydniveauer over 164 dB re 1µPa²s kan forårsage midlertidigt høretab. Høretab er alvorlig, idet marsvin bruger hørelsen i forbindelse med kommunikation og lokalisering af de fisk som de lever af. Lydniveauer, der kan forårsage høreskader, er begrænset til det område i umiddelbar nærhed af lyd kilden.</p> <p>Sæler kan miste hørelsen permanent hvis de eksponeres til lydstyrker over 200 dB re 1µPa²s. Lydniveauer over 176 dB re 1µPa²s kan forårsage midlertidigt høretab. Sæler kan undgå undervandsstøj ved at stikke hoved over vandet.</p>
Adfærdsmæssige effekter
<p>Flere studier har vist at støj, fra nedramning under etablering af havvindmøller studies påvirker hvalers adfærd. En dansk undersøgelse ved Horns Rev har således vist, at marsvin blev generel af støj fra nedramning og forlod området og at flugtaadfærd kunne observeres helt op til 25 km fra nedramningsstedet</p> <p>Sæler er mere tolerante, hvad angår undervandsstøj. Tilgængelige data viser, at sælers adfærd ikke påvirkes af lydniveauer op til 200 dB re 1µPa. Målinger viser at lydniveauer over 200 dB er begrænset til en afstand på mindre end 100 m fra kilden.</p>

Tildelte scoringsværdier og vægte for marine pattedyr

Da effekter på marsvin kun forekommer i kort tid pga. undervandsstøj i anlægsfasen og at disse effekter kan afværges vha. "soft start" mm. er forekomst af marsvin blevet tildelt en relativ lav score og lav vægt (hhv. 2 og 0,03) (Tabel 6-5).

Raste- og ynglelokaliteter for sæler har fået tildelt scoringsværdien 3 i det sæler i raste- og ynglelokaliteter er særligt følsomme overfor forstyrrelser. (Tabel 6-5).

Tabel 6-5 Scoringsværdier og vægte for følsomhed af marine pattedyr i relation til etablering af havvindmølleparker.

Parameter	Scoringsværdi	Vægt
Vigtige områder for marsvin	2	0,03
Raste-og yngle lokaliteter for sæler	3	0,03

B.2.3 Fisk

Potentielle effekter

Fisk og fiskebestande kan potentielt blive påvirket af etablering af havvindmølleparker i konstruktionsfasen som følge af:

- > At faner af sediment, der spildes under etablering af havvindmøllerne, kan forårsage flugtadfærd hos fisk og derved midlertidigt f.eks. forstyrre gydning eller fiskevandring
- > Konstruktionsstøj eller vibrationer (f.eks. som følge af nedramning), der forårsager permanent eller midlertidige høreskader eller flugt adfærd

Fisk kan blive påvirket i operationsfasen som følge af:

- > At gydehabitater på havbunden for fisk med bundlagte æg, kan ødelægges som følge af ændringer i sedimenttransporten forårsaget af tilstedeværelsen af havvindmøller og fundamenter
- > Tab af gyde- og opvæksthabitater pga. tildækning under turbiner, fundamenter og erosionsbeskyttelse
- > Etablering af nye levesteder og gyde- og opvækstpladser for "stenrevsfisk" på turbiner, fundamenter og erosionsbeskyttelse

Det har været fremført, at elektromagnetiske felter omkring kabler potentielt kunne påvirke fisks adfærd, herunder at forårsage flugtadfærd. Dette er dog ikke entydigt påvist.

Tildelte scoringsværdier og vægte for fisk

Gydepladser for fisk, der lægger æg på havbunden og opvækstpladser for fiskeyngel er tildelt lave scoringsværdier og vægte (Tabel 6-6) fordi de gyde- og opvækstarealer, der måtte blive ødelagt af etablering af turbiner, fundamenter og erosionsbeskyttelse generelt er lille i forhold til de samlede arealer af gyde- og opvækstpladser. Hertil kommer, at der vil opstå nye gyde- og opvækstpladser for "stenrevsfisk" på disse elementer.

Tabel 6-6 Scoringsværdier og vægte for følsomhed af fisk i relation til etablering af havvindmølleparker.

Parameter	Scoringsværdi	Vægt
Gydepladser for fisk, der lægger æg på havbunden	1	0,01
Opvækst pladser for fiskeyngel	1	0,01

B.2.4 Stenrev

Potentielle effekter

Stenrev er forholdsvis sjældne, økologisk vigtige og artsrige habitater. Der findes en rig flora af forskellige tangplanter. På- og mellem tangplanternes blade lever der

myriader af små snegle og krebsdyr (tanglopper, tanglus og pungrejer), der udgør det primære fødegrundlag for en rig fiskefauna. Stenrevene er også gyde- og opvækstpladser for en lang række fisk, herunder fisk af kommerciel interesse.

Tildækning af stenrev under turbiner, fundamenter eller erosionsbeskyttelse forårsager således ødelæggelse af et vigtigt habitat. Omvendt viser adskillige undersøgelser at disse elementer vil komme til at fungere som et kunstigt stenrev. Anbringes en havvindmøllepark på et stenrev vil de ødelagte stenrevshabitater blive kompenseret af kunstige stenrev og hvis de anbringes på f.eks. sandbund, vil der etableres et nyt stenrevsområde.

Tildelte scoringsværdier og vægte for stenrev

Stenrev er tildelt en forholdsvis høj scoringsværdi (3) fordi det er et økologisk vigtigt og forholdsvis sjældent habitat i vores farvande. Omvendt er vægten af stenrev kun sat til 0,05, fordi etablering af havøller på stenrev vil kompenseres af fast substrat i form af turbiner, havvindmøllefundamenter eller erosionsbeskyttelse, der vil komme til at fungere som kunstige stenrev.

Tabel 6-7 Scoringsværdier og vægte for følsomhed af områder med stenrev i relation til etablering af havvindmølleparker.

Parameter		Scoringsværdi	Vægt
Forekomst af stenrev		3	0,05

B.2.5 Kysthabitater

Potentielle effekter

Kystzonen kan potentielt påvirkes fra anlæg af ilandføringskabler ved:

- > Midlertidig stigning i koncentrationer af suspenderet sediment fra nedgravning
- > Midlertidig stigning i sediment deposition fra sedimentfaner
- > Frigivelse af miljøfarlige stoffer bundet i sediment
- > Fysisk forstyrrelse af kystzonen i ilandføringskorridoren fra kabel rende

Tildelte scoringsværdier og vægte for kysthabitater

De tre kortlagte kysttyper har fået tildelt nedenstående scoringsværdier baseret på en vurdering af deres følsomhed og de tekniske komplikationer der kan forekomme ved udlægning af kabler. Alle tre typer er vægtet med 0,01.

Tabel 6-8 Scoringsværdier og vægte for følsomhed af fisk i relation til etablering af havvindmølleparker.

Parameter	Scoringsværdi	Vægt
Sandstrande	1	0,01
Tidevands/marsk kys/Tilgronings og fladkyst	2	0,01
Klintekyst	2	0,01

B.2.6 Beskyttede Naturområder

Følgende beskyttede områder indgår i miljøscreeningen:

- > Natura 2000 områder
- > RAMSAR områder
- > Fredede områder
- > Havstrategiområder

Da områderne er beskyttede, har de fået tildelt en høj scoringsværdi og en høj vægt (Tabel 6-9).

Tabel 6-9 Scoringsværdier og vægte for følsomhed af beskyttede områder i relation til etablering af havvindmølleparker.

Parameter	Scoringsværdi	Vægt
Beskyttede områder Natura 2000 områder RAMSAR områder Fredede områder Havstrategiområder	4	0,16

B.3 Planmæssige forhold/menneskelig aktivitet

B.3.1 Visuelle effekter

Potentielle effekter

Visuelle påvirkninger i kystzonen er blevet en vigtig faktor for udviklingen af havvindmølleparker. Der er en risiko for at projekter vil kunne møde væsentlig modstand på grund af potentielle visuelle påvirkninger (Sullivan et al. 2012, Energistyrelsen 2007).

De danske myndigheder har defineret tre zoner i danske farvande i forhold til visuel påvirkning på kystzonen fra havvindmølleparker op til moderat størrelse (Energistyrelsen 2007):

- > Nærzonen er 12-15 km ud fra kysten. I denne zone ses havvindmøller tydeligt fra land og anses for at have en væsentlig visuel påvirkning
- > Mellemzonen er 16-19 km fra kysten. Afhængig af sigtbarheden, kan havvindmøller stadig tydeligt ses, men den samlede visuelle påvirkning er mindre i forhold til nærzonen
- > Fjernzonen er 20-34 km fra kysten. I denne zone virker havvindmøller så små, at det er svært at skelne de enkelte havvindmølletårne og store dele af havvindmøllerne er under horisonten. Havvindmøllerne fremstår som et lavt bånd i horisonten uden nogen væsentlig visuel påvirkning.

Omfanget af de tre zoner afhænger af havvindmøllehøjden og kan være højere end forudsætningen for definitionen af zonerne. Fremtidige havvindmøller kan blive markant højere, og viden om den visuelle påvirkning fra sådanne havvindmøller er mangelfuld, men kan være synlige op til 50 km fra kysten. Sættes den afstand som en maksimal synlig afstand og anvendes de samme intervalforhold som ovenfor, er følgende zoner defineret:

- > Nærzone: 0-20 km fra kysten
- > Mellemzone: 20-40 km fra kysten
- > Fjernzone: 40-50 km fra kysten

Tildelte scoringsværdier og vægte for visuel påvirkning

De følgende scoringsværdier og vægtninger er anvendt for at rangordne visuelle påvirkninger.

Tabel 6-10 Scoringsværdier og vægte for visuelle effekter i relation til etablering af havvindmølleparker.

Parameter	Scorings- værdi	Vægt
Områder indenfor 0-20 km fra kysten	4	0,20

B.3.2 Skibsfart

Potentielle effekter

Skibstrafik kan påvirkes i anlægsfasen ved:

- > Potentiel forøgelse af navigationsrisici på grund af øget trafik af anlægsfartøjer

Skibstrafik kan påvirkes i driftsfasen ved:

- > Oprettelse af eksklusionszoner med forbud mod passage eller opankring

Tildelte scoringsværdier og vægte for skibstrafik

Sejlruter er meget følsomme overfor havvindmølleparker og derfor har de fået allokeret en score på 4 og en vægtning på 0,2.

Tabel 6-11 Scoringsværdier og vægte for effekter på skibsfart.

Parameter	Scorings- værdi	Vægt
Vigtige sejlruter for skibsfarten	4	0,20

B.3.3 Fiskeri og akvakultur

Potentielle effekter

Erhvervsfiskeri og akvakultur kan påvirkes som følge af:

- > Reduceret adgang til fiskeriområder og områder med akvakultur
- > Potentiel forøgelse af kollisionsrisici på grund af øget trafik af anlægsfartøjer
- > Erhvervsfiskeri og akvakultur kan påvirkes i driftsfasen ved:
 - > Tab af adgang til eksisterende fiskeriområder og akvakulturområder
 - > Begrænsninger i brug af visse fiskeredskaber

De mulige påvirkninger kan have økonomiske konsekvenser for erhvervsfiskeri og akvakultur. I Sverige kompenseres fiskere for eventuelle tabte indkomstmuligheder

i havvindmølleområder. Kompensationens størrelse fastsættes ved hjælp af relevante officielle fangststatistikker og en vurdering af hvilken type fiskeri der udføres.

Tildelte scoringsværdier og vægte for fiskeri og akvakultur

Områder der er vigtige for fiskeri og akvakultur har fået en scoringsværdi på 3 og en vægtning på 0,05.

Tabel 6-12 Scoringsværdier og vægte for effekter på fiskeri og akvakultur.

Parameter		Scoringsværdi	Vægt
Fiskeri og akvakultur	Vigtige områder for fiskeriet og akvakultur erhvervet	3	0,05

B.3.4 Militærområder

Potentielle effekter

Hæren, Søværnet eller Flyvevåbnet anvender en række havområder som skyde- og øvelsesområde, hvor der kan være en konflikt i forhold til en havvindmøllepark.

Desuden er der registreringer af lokaliteter, hvor der ligger ueksploderet ammunition (UXO).

Tildelte scoringsværdier og vægte for militære øvelsesområder

Militære skyde- og øvelsesområder samt UXO-positioner har fået tildelt en scoringsværdi på 4 og en vægtning på 0,2.

Tabel 6-13 Scoringsværdier og vægte effekter i militærområder og områder, hvor der er risiko for at støde på UXO.

Parameter		Scoringsværdi	Vægt
Militærområder	Militære skyde- og øvelsesområder Områder med risiko for forekomst af UXO*	4	0,3

*UXO= Unexploded ordnance (ueksploderet ammunition)

B.3.5 Flytrafik

Potentielle effekter

Havvindmølleparker kan påvirke flytrafik ved:

- > At udgøre en forhindring for fly i indflyvningszoner
- > Reducere og /eller reflektere radarsignaler og derved skabe blinde områder for flytrafikken

- > Påvirke radioanlæg til brug for flynavigation

Tildelte scoringsværdier og vægte for flytrafik

Indflyvningszoner, fuglekollisionsområder (13 km zone om anlæg), placering af luftanlæg (inkl. radar) og respektafstande til disse har fået tildelt en scoringsværdi på 4 og en vægtning på 0,1.

Tabel 6-14 Scoringsværdier og vægte for effekter på flytrafik.

Parameter		Scoringsværdi	Vægt
Flytrafik	Beliggenhed af indflyvningszoner, fuglekollisionsområder (13 km zone om anlæg), placering af luftanlæg (inkl. radar) og respektafstande til disse	4	0,10

B.3.6 Arkæologiske forhold

Potentielle effekter

Arkæologiske steder og vigtige kulturarvsområder kan påvirkes i anlægsfasen ved:

- > Direkte skade på vrage eller andre vigtige arkæologiske fokuspunkter
- > Påvirkninger
- > forårsaget af erosion

Arkæologiske steder og vigtige kulturarvsområder kan påvirkes i driftsfasen ved:

- > Ændringer i sediment transport kan eksponere tidligere skjulte objekter eller områder

Tildelte scoringsværdier og vægte for arkæologiske forhold

Områder af arkæologisk interesse er blevet tildelt en scoringsværdi på 4 og en vægtning på 0,05.

Tabel 6-15 Scoringsværdier og vægte for effekter på arkæologiske forhold

Parameter		Scoringsværdi	Vægt
Arkæologiske forhold	Beliggenhed af kendte skibsvrage og andre arkæologiske forhold	4	0,05

B.3.7 Råstofområder og klappladser

Potentielle effekter

Ressourceområder er områder, der er udpeget til at indeholde råstoffer i mængder, der gør det muligt at indvinde det. De kan potentielt påvirkes ved:

- > Begrænset adgang til området
- > Reducerede mængder som følge af ændrede hydrodynamiske forhold

Tildelte scoringsværdier og vægte for råstofområder og klappladser

Råstofområder og klappladser har fået tildelt scoringsværdien 4 og en vægtning på 0,1.

Tabel 6-16 Scoringsværdier og vægte for effekter på ressourceområder.

Parameter		Scoringsværdi	Vægt
Klappladser og Råstofområder	Klappladser Råstofindvinding herunder: > Auktionsområder (råstoffer) > Bygherretilladelser > Efterforskningstilladelser > Fællesområder > Zoner omkring fællesområder > Potentielle fællesområder > Reservationsområde	4	0,10

B.4 Referencer

Baily H., K.L. Brookes and P.M. Thompson (2014). Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. *Aquatic Biosystems* 2014, 10:8. www.aquaticbiosystems.org/content/10/1/8.

Brandt M.J., A. Diedrichs, K. Betke and G. Niels (2011). Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. *Mar Ecol Prog Ser* Vol 421:205-216.

COWI (2015). BE AWARE. Environmental and socioeconomic vulnerability. Task F. Report to Bonn agreement November 2015.

COWI (2012). Sub-regional risk of oil and hazardous substances in the Baltic Sea (BRISK). Environmental vulnerability. Report to Admiral Danish Fleet HQ, National Operations, Maritime Environment.

Desholm M. and J. Kahlert (2005). Aviation collision risk at an offshore wind farm.

DMU (2006). Havvindmøllers effekter på miljøet. *Energistyrelsen DMUNyt* Årg. 10, nr. 16 - 15. december 2006

Dähne, M.; Gilles, A.; Lucke, K.; Peschko, V.; Adler, S.; Krügel, K.; Sundermeyer, J.; Siebert, U. (2013). Effects of Pile-Driving on Harbour Porpoises (*Phocoena Phocoena*) at the First Offshore Wind farm in Germany. *Environmental Research Letters* 8.

Langston R.H.V. and J.D. Pullan (2003). Wind farms and Birds: An analysis of the effects of wind farms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report written by BirdLife International on behalf of the Bern Convention. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. Standing committee 23rd meeting. Strasbourg, 1-4 December 2003.

Skjellerup P, Maxon CM, Tarpgaard E, Thomsen F, Schack HB, Tougaard J, Teilmann J, Madsen KN, Mikaelson MA, Heilskov NF (2015) Marine mammals and under-water noise in relation to pile driving—report of working group. [Energinet.dk](http://energinet.dk).

Skov H, M. Desholm, S. Heinänen, J. A. Kahlert, B. Laubek, N. E. Jensen, R. Žydelis, B. Præstegaard Jensen (2016). Patterns of migrating soaring migrants indicate attraction to marine wind farms *Biology Letters*. 21 December 2016. DOI: 10.1098/rsbl.2016.0804

Sullivan R.G., L.B. Kirchler, J. Cotren, S.L. Winters (2012). Offshore Wind Turbine Visibility and Visual Impact Threshold Distances. *Research Articles*. Visual Resource Analysis of Argonne National Laboratory. doi:10.1017/S1466046612000464.

Thompson P.M., D. Lusseau. T. Barton, D. Simmons, J. Rusin, H. Bailey. (2010). Assessing the responses of coastal cetaceans to the construction of offshore wind turbines. *Marine Pollution Bulletin* 60: 1200-1208.

Thorson G. (1957). Bottom communities (Sublittoral or shallow shelf). *Treatise on Marine Ecology and Paleoecology*, 1957.

Tougaard J. (2014). Vurdering af effekter af undervandsstøj på marine organismer. Del. 2 Påvirkninger. Aarhus Universitet, DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi, 51 s. Teknisk rapport fra DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi nr 45.
<http://dce2.au.dk/pub/TR45.pdf>.

Tougaard. J., J. Carstensen, J. Teilmann, H. Skov, P. Rasmussen (2009). Pile driving zone of responsiveness extends beyond 20 km for harbour porpoise (*Phocoena* (L)). *The journal of the Acoustical Society of America* 126: 11-14.

Bilag C Bilag C Vindmøllepark layouts

C.1 Bornholm I og Bornholm II - 3 GW scenarie -15 km afstand fra Bornholm og 3 km IBA.

Tabel 6-17: Bornholm I - 1,5 GW opstillet - 3 GW scenarie (15 km, 3 km IBA). Koordinater (UTM Nord - ETRS89 Zone 32).

Havvindmølle nr.	X	Y	Havvindmølle nr.	X	Y
1	835.883	6.098.059	51	836.620	6.096.885
2	847.437	6.120.493	52	837.505	6.098.141
3	846.200	6.116.087	53	828.712	6.097.319
4	838.612	6.111.658	54	829.792	6.096.067
5	838.728	6.110.110	55	830.873	6.094.815
6	838.843	6.108.563	56	831.954	6.093.563
7	838.958	6.107.015	57	833.035	6.092.311
8	839.073	6.105.467	58	825.138	6.097.247
9	842.061	6.104.271	59	826.187	6.095.968
10	840.170	6.104.267	60	827.236	6.094.689
11	848.490	6.114.805	61	828.285	6.093.410
12	849.078	6.113.554	62	829.334	6.092.131
13	848.030	6.116.119	63	830.383	6.090.852
14	847.740	6.117.432	64	831.432	6.089.574
15	847.499	6.118.991	65	840.512	6.112.642
16	835.026	6.096.830	66	840.663	6.110.995
17	833.906	6.097.908	67	840.814	6.109.348
18	838.140	6.099.072	68	840.965	6.107.700
19	836.368	6.099.025	69	841.116	6.106.053
20	834.597	6.098.979	70	842.410	6.114.005
21	832.825	6.098.934	71	842.552	6.112.357
22	831.053	6.098.889	72	842.694	6.110.709
23	829.281	6.098.846	73	842.836	6.109.060
24	827.510	6.098.803	74	842.977	6.107.412
25	825.738	6.098.760	75	841.940	6.117.281
26	823.966	6.098.718	76	841.039	6.115.894
27	822.116	6.098.762	77	840.138	6.114.506
28	823.223	6.097.378	78	839.237	6.113.119
29	824.330	6.095.994	79	842.643	6.118.354
30	825.438	6.094.610	80	843.552	6.119.739
31	826.545	6.093.227	81	844.460	6.121.124
32	827.652	6.091.843	82	845.368	6.122.510
33	828.760	6.090.460	83	846.276	6.123.895
34	829.868	6.089.076	84	844.833	6.107.507
35	830.976	6.087.693	85	845.900	6.108.774
36	826.924	6.097.356	86	846.968	6.110.040
37	827.978	6.096.081	87	848.035	6.111.307
38	829.033	6.094.806	88	846.606	6.113.202
39	830.087	6.093.532	89	846.375	6.114.613
40	831.141	6.092.257	90	845.678	6.119.568
41	832.196	6.090.983	91	845.914	6.117.931
42	832.116	6.097.821	92	847.694	6.123.195
43	833.172	6.096.705	93	847.535	6.121.985
44	834.227	6.095.590	94	844.032	6.118.094
45	830.659	6.097.264	95	844.201	6.116.448
46	831.761	6.096.030	96	844.370	6.114.802

Havvind- mølle nr.	X	Y	Havvind- mølle nr.	X	Y
47	832.863	6.094.796	97	844.539	6.113.157
48	833.964	6.093.562	98	844.708	6.111.511
49	834.850	6.094.374	99	844.748	6.109.860
50	835.735	6.095.629	100	846.633	6.111.796

Tabel 6-18: Bornholm II – 1,5 GW opstillet – 3 GW scenarie (15 km, 3 km IBA). Koordinater (UTM Nord - ETRS89 Zone 32).

Havvind- mølle nr.	X	Y	Havvind- mølle nr.	X	Y
1	877.086	6.078.331	51	874.854	6.083.102
2	877.380	6.079.960	52	875.151	6.084.730
3	877.675	6.081.588	53	875.448	6.086.358
4	877.969	6.083.216	54	875.745	6.087.986
5	860.365	6.080.507	55	870.827	6.093.579
6	870.049	6.092.260	56	871.992	6.094.916
7	882.238	6.093.706	57	873.157	6.096.252
8	862.040	6.073.586	58	871.116	6.077.749
9	863.877	6.074.035	59	871.506	6.079.479
10	865.714	6.074.484	60	871.897	6.081.208
11	867.551	6.074.935	61	872.288	6.082.937
12	869.387	6.075.386	62	872.678	6.084.667
13	871.224	6.075.838	63	873.068	6.086.396
14	873.060	6.076.290	64	873.459	6.088.126
15	874.896	6.076.744	65	873.849	6.089.855
16	858.374	6.075.484	66	874.239	6.091.585
17	858.724	6.077.101	67	874.630	6.093.315
18	859.075	6.078.718	68	875.020	6.095.044
19	862.232	6.082.835	69	868.458	6.077.338
20	882.765	6.095.916	70	868.891	6.079.057
21	868.263	6.089.640	71	869.324	6.080.776
22	876.045	6.090.704	72	869.757	6.082.495
23	864.715	6.085.776	73	870.190	6.084.215
24	863.581	6.084.456	74	870.623	6.085.934
25	879.049	6.086.292	75	871.056	6.087.653
26	879.606	6.087.850	76	871.488	6.089.373
27	880.163	6.089.409	77	871.921	6.091.092
28	880.720	6.090.967	78	872.354	6.092.812
29	878.466	6.085.074	79	862.942	6.075.365
30	876.776	6.092.374	80	863.400	6.077.078
31	876.973	6.093.952	81	863.858	6.078.790
32	873.115	6.094.208	82	864.317	6.080.503
33	874.400	6.097.930	83	864.775	6.082.216
34	881.046	6.096.263	84	865.233	6.083.928
35	860.302	6.074.488	85	866.182	6.085.375
36	860.737	6.076.084	86	877.223	6.095.404
37	861.172	6.077.681	87	877.400	6.086.888
38	861.607	6.079.277	88	877.865	6.088.476
39	862.283	6.081.340	89	878.330	6.090.064
40	881.423	6.092.324	90	878.795	6.091.653
41	867.006	6.088.253	91	879.260	6.093.241
42	869.182	6.090.907	92	879.725	6.094.829
43	865.964	6.086.971	93	865.578	6.076.128
44	882.964	6.094.972	94	866.055	6.077.835
45	875.749	6.097.216	95	866.532	6.079.543
46	879.253	6.096.541	96	867.009	6.081.250
47	877.402	6.096.920	97	867.486	6.082.958
48	873.963	6.078.218	98	867.963	6.084.665
49	874.260	6.079.846	99	868.440	6.086.373
50	874.557	6.081.474	100	868.916	6.088.081