

Til
DIN Forsyning

Dokumenttype
Rapport

Dato
Juli 2020

DIN FORSYNING

ETABLERING AF HAVVARMEPUMPE VED

ESBJERG HAVN - VURDERING AF PÅ-

VIRKNING PÅ NATURA 2000-INTERES-

SER

Revision **1**
Dato **08-07-2020**
Udarbejdet af **PML, HFV**
Kontrolleret af **LGOD**
Godkendt af **SLA**

INDHOLD

1.	BAGGRUND FOR VÆSENTLIGHEDSVURDERINGEN	4
2.	NATURA 2000-LOVGIVNING	5
2.1	Habitatdirektivet	5
2.1.1	Bilag IV-arter	5
2.2	Øvrig relevant lovgivning	6
2.2.1	Vandrammedirektivet	6
2.2.2	Vildtreservat	6
2.2.3	Trilaterale Vadehavssamarbejde	6
2.2.4	UNESCO verdensarv	6
3.	PROJEKTBESKRIVELSE	7
3.1	Potentielle påvirkninger i anlægsfasen	9
3.1.1	Undervandsstøj ved spunsning	10
3.1.2	Støj over vand ved spunsning	10
3.2	Potentielle påvirkninger i driftsfasen	10
3.2.1	Temperatursænkning som følge af udledning af kølevand	10
3.2.2	Ændring af strømningsforhold	10
3.2.3	Støj over og under vand i driftsfasen	11
3.2.4	Risiko for fisk ved indtag af havvand	11
3.2.5	Risiko for lækage af kølemiddel	11
3.2.5.1	Syntetisk kølemiddel R1234ze(E)	14
3.2.5.2	Ammoniak NH ₃	14
3.2.5.3	Kuldioxid CO ₂	14
4.	NATURA 2000 VÆSENTLIGHEDSVURDERING	16
4.1	Metode	16
4.2	Områdets bevaringsmålsætninger	16
4.2.1	Eksisterende forhold for naturtyper – vadeblade og bugt	19
4.2.2	Eksisterende forhold for fisk	20
4.2.3	Eksisterende forhold for havpattedyr	21
4.2.4	Eksisterende forhold for fugle	22
4.3	Konkrete vurderinger for anlægsfasen	23
4.3.1	Støj under vand – fisk	23
4.3.2	Støj over og under vand - havpattedyr	24
4.3.3	Støj over vand - fugle	27
4.4	Konkrete vurderinger for driftsfasen	27
4.4.1	Temperatursænkning som følge af udledning af kølevand	28
4.4.2	Risiko for lækage af kølemiddel	29
4.4.2.1	Syntetisk kølemiddel (R-1234ze(E))	29
4.4.2.2	Kølemiddel Vandfrit ammoniak	33
4.4.3	Kumulative effekter	39
4.5	Sammenfattende væsentlighedsvurdering	40
5.	VURDERING AF ØVRIGE NATURFORHOLD	41
5.1	Bilag IV arter	41
5.2	Vandområdeplan Jylland og Fyn	41

Væsentlighedsvurderingen har følgende notater som baggrund for vurderingerne:

Rambøll 2020: Notat om undervandsstøj. DIN Forsyning – havvarmepumpeanlæg.

Rambøll 2020: Notat for NH₃ og egenskaber ved udslip til havmiljøet.

Rambøll 2020: Notat om R1234ze(E) egenskaber ved udslip til havmiljøet.

Rambøll 2020: Notat for vurdering af lækagemængder ved brud på varmeveksler.

Rambøll 2020: Etablering af havvarmepumpe ved Esbjerg Havn – numerisk modellering.

Rambøll 2020: Teknisk notat - udslip af NH₃ eller R1234ze til havmiljø

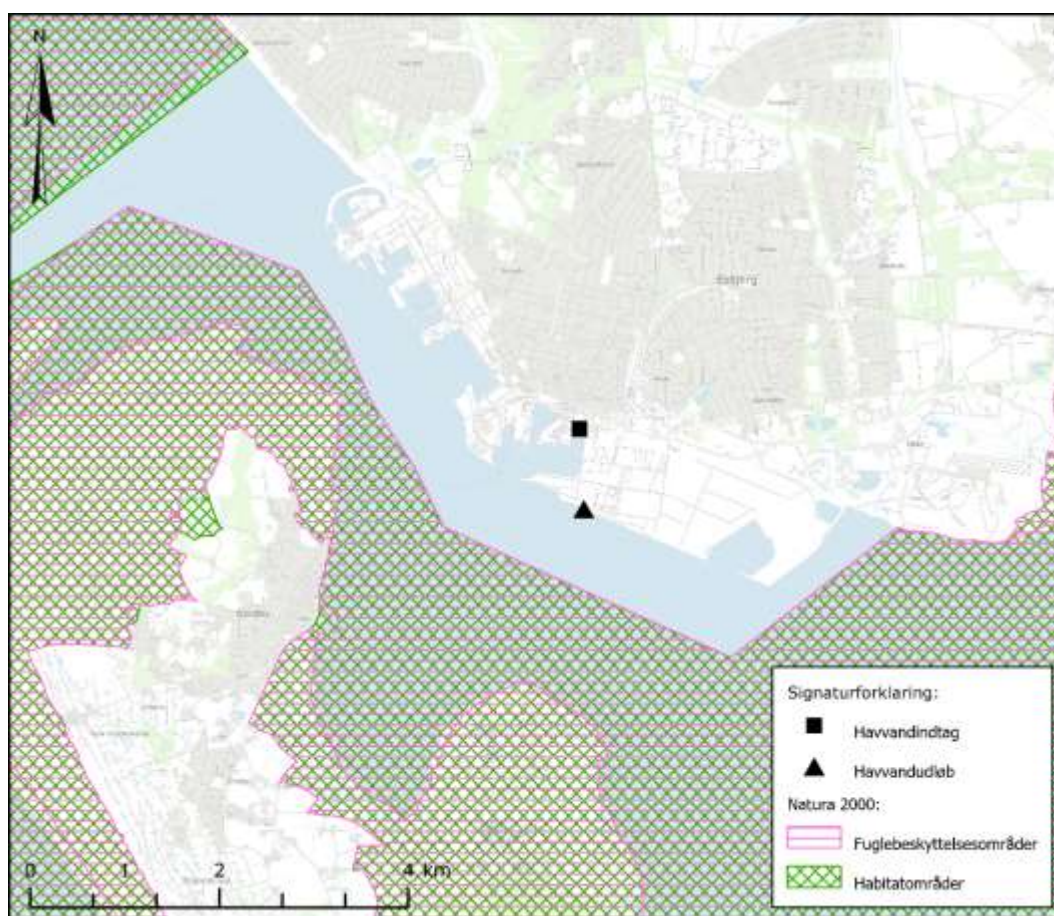
Notat fra Added Value 2020: Forsvarsbarrierer mod lækager af kølemiddel til havvand.

1. BAGGRUND FOR VÆSENTLIGHEDSVURDERINGEN

Der ønskes etableret et 50 MW havvandsbaseret varmepumpeanlæg, der overordnet består af en bygning med varmepumper, som via rør har forbindelse til havvandsind- og udtag. Anlægget etableres på Esbjerg Havn (Figur 1-1)

Havvarmepumpen kommer til at ligge ca. 800 meter fra Natura 2000-området N89 Vadehavet, og havvandsindtaget er placeret i havnebassinet og udløbet ved RoRo platform ved Australien kaj, som støder op til Vadehavet (ydre havn). N89 Vadehavet består af 10 delområder, hvor delområdet ud for projektområdet udgøres af habitatområde H78 'Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde' og fuglebeskyttelsesområde F57 'Vadehavet' (Figur 1-1).

Vadehavet er desuden udpeget til Ramsarområde og til Natur- og vildtreservat samt til UNESCO verdensarv.



Figur 1-1. Udsnit af Natura 2000-området N89, delområde Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde med angivelse af placering af projektområdet.

Ved etablering og drift af havvarmepumpen kan der potentielt ske en påvirkning af Natura 2000-området og de naturtyper og arter, som området er udpeget for at beskytte. Anlægget kan desuden potentielt påvirke arter på habitatdirektivets bilag IV.

Væsentlighedsvurderingen for Natura 2000-området omfatter en beskrivelse af de eksisterende naturforhold i området samt en vurdering af projektets potentielle påvirkning af naturtyper, arter og fugle på udpegningsgrundlaget for området. Til sidst gives en vurdering af kumulative påvirkninger og en sammenfattende vurdering for den potentielle påvirkning af Natura 2000-området.

Vurderingerne er udarbejdet på baggrund af eksisterende kortlægning af naturforholdene i området samt det eksisterende projektgrundlag.

2. NATURA 2000-LOVGIVNING

2.1 Habitatdirektivet

Natura 2000-områder er et netværk af naturområder i hele EU, der indeholder særlig værdifuld natur set i et europæisk perspektiv. Natura 2000-områderne er udpeget jf. EF's habitatdirektiv¹ og fuglebeskyttelsesdirektiv for at beskytte naturtyper samt plante- og dyrearter, der er truede, sårbare eller sjældne i EU, samt levesteder og rasteområder for fugle.

For hvert Natura 2000-område er der givet en liste, det såkaldte udpegningsgrundlag, med naturtyper, arter og fugle, som det enkelte område er udpeget for at beskytte.

Det overordnede mål for Natura 2000-områderne er at sikre eller opnå gunstig bevaringsstatus for de arter og naturtyper, der indgår i områdernes udpegningsgrundlag. Habitatdirektivet og fuglebeskyttelsesdirektivet angiver en række kriterier, som skal være opfyldt for at en naturtype eller art kan siges at have gunstig bevaringsstatus. For at nå det mål er der for hvert Natura 2000-område udarbejdet en Natura 2000-plan, der sætter rammerne for de indsatser, der kan tages i brug for at sikre gunstig bevaringsstatus. De aktuelle Natura 2000-planer for perioden 2016-2021 tager udgangspunkt i seneste basisanalyser og vurdering af områdernes tilstand.

Habitatdirektivets ordlyd (artikel 6) er som udgangspunkt meget restriktiv og angiver, at der ikke må gives tilladelser eller vedtages planer mv., som kan beskadige eller ødelægge naturtyper eller arter på udpegningsgrundlaget. Før der kan gives tilladelse til et projekt eller en plan, der potentielt berører et Natura 2000-område, skal der således foretages en vurdering af, om projektet i sig selv eller i forbindelse med andre planer og projekter kan påvirke udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området væsentligt.

Habitatdirektivet og fuglebeskyttelsesdirektivet er implementeret i dansk lovgivning via habitatbekendtgørelsen². Hovedprincipperne for administration af Natura 2000-områderne jf. habitatbekendtgørelsen består af:

- Krav om væsentlighedsvurdering (jf. § 6) af planer og projekter med henblik på at vurdere, om de kan påvirke et Natura 2000-område væsentligt (nærværende rapport).
- Krav om konsekvensvurdering (jf. § 6 stk. 2), hvis væsentlighedsvurderingen viser, at en plan eller projekt kan have en væsentlig påvirkning.
- Viser konsekvensvurderingen, at projektet vil skade det internationale naturbeskyttelsesområde, kan der ikke meddeles tilladelse, dispensation eller godkendelse til det ansøgte.

I særlige tilfælde er der mulighed for at fravige beskyttelsen (jf. § 9). Fravigelse af beskyttelsen kræver, at der er tale om et projekt, der er af bydende samfundsøkonomisk interesse, at der ikke findes alternative løsninger, og at der iværksættes kompenserende foranstaltninger.

2.1.1 Bilag IV-arter

Habitatbekendtgørelsen rummer ud over udpegningen af habitatområder endvidere en mere generel beskyttelse af en række arter opført på habitatdirektivets bilag IV, som også gælder uden for Natura 2000-områdernes grænser. Bekendtgørelsens ordlyd er som udgangspunkt meget restriktiv og angiver, at der ikke må udøves aktiviteter, der kan beskadige eller ødelægge yngle- eller

¹ Habitatdirektivet <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0043:DA:HTML>

² BEK nr. 1595 af 06/12/2018 - Bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter.

rasteområder i det naturlige udbredelsesområde for bilag IV-dyrearter, eller som kan ødelægge de plantearter, der er optaget i habitatdirektivets bilag IV.

I forbindelse med planlægning af aktiviteter skal der udarbejdes en vurdering med vægt på, om aktiviteten samlet set beskadiger den lokale bestand af bilag IV-arter, og om den økologiske funktionalitet for yngle- og rasteområderne opretholdes.

2.2 Øvrig relevant lovgivning

2.2.1 Vandrammedirektivet

EU's Vandrammedirektiv har til formål at beskytte og forbedre vandkvaliteten i vandløb og søer, overgangsvande (flodmundinger, lagune osv.) kystvande samt grundvand i alle EU-lande. Vandrammedirektivet finder også anvendelse på overgangsvande og kystvande indenfor 1-sømilgrænsen med hensyn til økologisk tilstand og indenfor 12-sømilgrænsen med hensyn til kemisk tilstand

2.2.2 Vildtreservat

Vadehavet er desuden omfattet af Bekendtgørelse nr. 867 af 21. juni 2007 om fredning og vildtreservat i Vadehavet³.

2.2.3 Trilaterale Vadehavssamarbejde

Vadehavet og Nordsøen er omfattet af en række multi- og trilaterale aftaler, der tager sigte på at beskytte området. Vadehavslandene Tyskland, Holland og Danmark har siden 1978 samarbejdet om at beskytte Vadehavet. Landene samarbejder blandt andet om natur- og miljøovervågning, og har underskrevet en Vadehavsplan og en Fælleserklæring, som udstikker retningslinjer for forvaltningen af Vadehavet. Vadehavsplanen er indarbejdet i den danske forvaltning af Vadehavet.

Formålet med Det Trilaterale Vadehavssamarbejde er at beskytte Vadehavsområdet mod forurening og nedslidning, samtidig med at der skal være plads til erhverv.

2.2.4 UNESCO verdensarv

Den danske del af Vadehavet har siden juni 2014 været på UNESCO's liste over verdensarv. Der følger ikke nye reguleringer af området med udpegningen. UNESCO udpeger kun områder, der i forvejen er godt beskyttet, og Vadehavet er allerede i dag et natur- og vildtreservatområde og har en meget høj grad af beskyttelse.

³ BEK nr. 867 af 21/06/2007 om fredning og vildtreservat i Vadehavet.

3. PROJEKTBEKRIVELSE

Der ønskes etableret et 50 MW havvandsbaseret varmepumpeanlæg på Esbjerg Havn. Havvand pumpes ind fra havnebassinet inderst i havnen og udledes igen igennem eksisterende kølevandsudløb fra Esbjergværket blok 3 ved RoRo platform ved Australien kaj, når det har været gennem varmepumpeanlægget, der er placeret på land. (Figur 3-2). I forbindelse med etableringen af havvarmepumpen vil der ikke være brug for at etablere en nyt permanent spuns. Der er ikke planlagt midlertidig spuns i anlægsfasen, men det kan vise sig en nødvendighed med midlertidig spuns ved havindtaget, hvor der kan ske spunsning i få dage og maksimalt op til én uge. Derefter vil spunsen skulle vibreres op igen i løbet af maksimalt én uge.

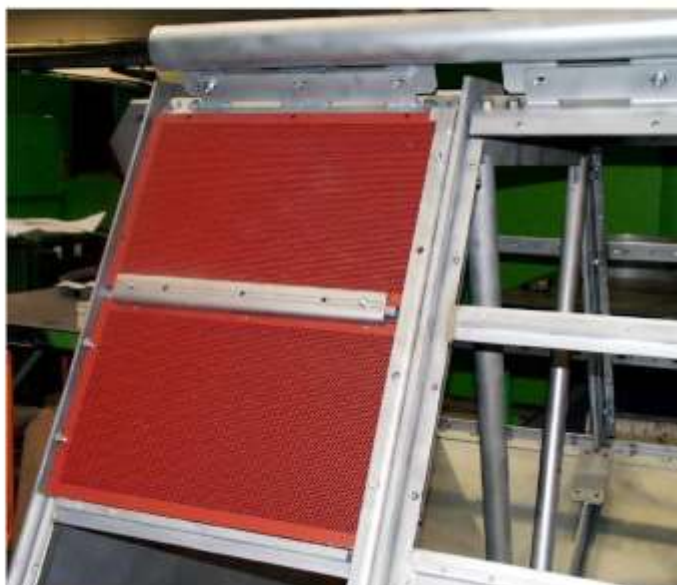
Ser man på en tidevandscyklus af ca. 6 timers varighed så passerer der ca. 150.000.000 m³ vand enten ud eller ind af Grådyb vandområdet afhængig af om det er lavvande eller højvande. Havvandsindtaget til varmepumpen forventes at være maksimalt 4 m³/s, svarende til ca. 80.000 m³ i løbet af en tidevandscyklus. Det betyder at havvandsvarmepumpeanlægget håndterer en vandmængde der svarer til ca. 0,5 promille af den samlede vandmængde, der strømmer frem og tilbage i Grådyb i løbet af ca. 6 timer. Havvandsindtag og -udtag vil være lige store, og dermed udledes den samme mængde havvand, som der indtages. Havvandet vil ikke tilføres hjælpestoffer el.lign. i varmepumpeanlægget, og det udledte, afkølede vand vurderes derfor at have den samme kvalitet som resten af vandet i havnen.

Det udledte havvand vil være maksimalt 3°C koldere i forhold til det indpumpede vand, når varmepumpen har trukket varme ud af havvandet. Selve varmepumpeanlægget står ca. 400 meter fra kajkanten inde på havnearealet. Varmepumpen er forventet baseret på kølemidlerne R717 (NH₃), R744 (CO₂) eller R1234ze(E) (syntetisk kølemiddel). Havvandet pumpes igennem en varmeveksler som direkte eller indirekte veksler varmen til varmepumpen. Ved indirekte veksling sker det igennem et brinekredsløb placeret mellem fordamper og havvand (glykolbaseret).

For at undgå at planter, dyr eller marint affald kommer med ind i systemet via havvandsindtaget er dette udstyret med grovfiltre. Filtrene er udviklet af et firma, som har stor erfaring med pumpe-systemer i vandområder og søer. Filtrene er designet så de beskytter fisk og fiskeyngel mod at blive beskadiget, og filtrene opfylder krav til fiskebeskyttelse i Tyskland, som bl.a. fremgår af en udgivelse fra Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein (MUNLV)⁴. I rapporten fra MUNLV er kravene til filtrene, når de skal anvendes i habitatområder, at filtrene har en maskestørrelse på maksimalt 10 mm, og at strømhastigheden henover filtrene er maksimalt 0,5 m/s. Det har ikke været muligt at finde danske standarder for filtre til brug i habitatområder, og det vurderes, at de tyske standarder til filtre er fuldt dækkende for danske forhold, når det kommer til vurderinger af påvirkninger på habitatarter udpeget i EU-regi.

⁴ http://www.floecksmuehle-fwt.de/images/08_downloads/MUNLV_2005%20Handbuch_Querbauerwerke.pdf

TAPIS®



IN-TA-CT 05-10-05 GRePwJ

2005 © by TAPROGGE GmbH. All rights reserved.



36

Taprogge



Figur 3-1. Eksempler på grovfiltre, som designmæssigt opfylder krav til fiskebeskyttelse i Tyskland (øverst) samt det forventede design af havvandsindtaget i Esbjerg Havn (nederst). Billeder er fra Taprogge.

Partikler og organismer som passerer gennem grovfiltrenes maskevidde på maksimalt 10 mm vil blive transporteret med gennem rørene og helt op til muslingefilteret (finfilter) placeret umiddelbart opstrøms selve varmepumperne. Dette finfilter har en maskevidde på ca. 3 mm og er bygget med tilbageskyl, således de partikler og organismer herfra returneres til havet.

Muslinge- og rurlarver vil kunne passere igennem det fine filter. Begroning af muslinger (og rurer) i rørledningerne opstrøms det fine filter hindres eller minimeres ved at anvende rør med glat overflade og høj strømningshastighed (> ca. 3m/s i perioder, hvor det er nødvendigt). Rørledningerne indrettes, så der umiddelbart kan indsendes en "gris", der renser røroverfladen.

Varmevekslerinstallationen vil bestå af flere vekslere i parallelforbindelse på havvandssiden. De vil en ad gangen, eller samtidigt, kunne renses for belægninger ved at gennemspule dem med opvarmet havvand (max 50°C). Rensningen forventes især i sommerperioden og forventes ca. en gang om måneden, men hyppighed kan først endelig fastlægges, når erfaringer samles og kan også variere fra år til år. Når rensningen ved varmebehandling er afsluttet, nedkøles det opvarmede havvand igen, som er anvendt til rensning, før det ledes ud i havet. Der vil ikke blive anvendt kemisk rensning eller pesticider til fjernelse af muslinger. Rensningen er baseret på viden om, at muslinger og rurer har vanskeligere levebetingelser i havområder med høj havvandstemperatur.

Varmpumpeanlægget forventes i drift fra september til maj (inklusive), men kan også ligeledes ønskes at være i drift i juni til august, hvis der er manglende produktion på fx Energinist.



Figur 3-2. Forventet placering af havvandsindtag og havvandsudløb til varmepumpen (VP).

På baggrund af ovenstående beskrivelse af etablering og drift af havvandsvarmepumpen, vurderes projektet udelukkende at have potentielle påvirkninger på det marine miljø, og dermed beskrives og vurderes påvirkninger på terrestriske eller ferske naturtyper og arter ikke nærmere i den følgende væsentlighedsvurdering.

3.1 Potentielle påvirkninger i anlægsfasen

Aktiviteter der kan medføre en miljøpåvirkning i anlægsfasen vurderes at være følgende:

- Undervandsstøj ved spunsning
- Støj over vand ved spunsning

Spunsning kan foretages ved nedramning eller ved nedvibrering, hvor nedramning er den metode, som giver den største støjpåvirkning.

3.1.1 Undervandsstøj ved spunsning

Hvis der bliver behov for nedramning af spuns, vil dette foregå i en periode på maksimalt én uge. Derudover vil spunses skulle vibreres op igen i løbet af maksimalt én uge, hvilket vil give mindre støj end nedbringelse af spunsen. Der er foretaget beregning af undervandsstøj ved spunsning, jf. notat for undervandsstøj⁵, som indgår i vurderingen af påvirkninger på havpattedyr og fisk på udpegningsgrundlaget for H78.

3.1.2 Støj over vand ved spunsning

Nedramning af spuns vil give en støjudbredelse over land, som potentielt kan virke forstyrrende på rastende sæler og på fugle på udpegningsgrundlaget for hhv. H78 og F57.

3.2 Potentielle påvirkninger i driftsfasen

Aktiviteter, der kan medføre en miljøpåvirkning i driftsfasen, vurderes som følgende:

- Temperatursænkning som følge af udledning af kølevand
- Ændring af strømningsforhold
- Støj over og under vand
- Risiko for fisk ved indtag af havvand
- Risiko for lækage af kølemiddel

Som beskrevet indledningsvist i afsnit 3 vil havvandsvarmepumpeanlægget håndtere en vandmængde, der svarer til ca. 0,5 promille af den samlede vandmængde, der strømmer frem og tilbage i Grådyb i løbet af ca. 6 timer. Havvandsindtag og -udtag vil være lige store, der tilføres ikke hjælpestoffer el.lign. i varmepumpeanlægget, og det udledte, afkølede vand vurderes derfor at have den samme kvalitet som resten af vandet i havnen. Grådyb er som resten af Vadehavet et meget dynamisk vandområde med stor vandudskiftning og opblanding af vandsøjlen på grund af tidevandspåvirkningen. Derfor vurderes eventuelle påvirkninger af plante- og dyreplanktonsamfund fra det begrænsede vandindtag til havvarmepumpen i forhold til vandområdet volumen at være ubetydelige, og beskrives og vurderes derfor ikke nærmere i det følgende.

3.2.1 Temperatursænkning som følge af udledning af kølevand

Ved drift af havvandsvarmepumpen vil det udledte havvand være ca. 3 °C koldere end det indpumpede vand. Det afkølede vand vil føre til sænkning af vandtemperatur lokalt omkring havvandsudledningen ved Esbjerg Havn. Der er udført modelberegninger for kuldespredning, som indgår i vurderingen af påvirkninger på arter på udpegningsgrundlaget⁶.

3.2.2 Ændring af strømningsforhold

I forbindelse med havvandsindtag og -udtag vil der kun forekomme marginale- og helt lokale ændringer af strømhastigheder, og de overordnede strømforhold forbliver uændrede. De lokale ændringer er primært relateret til Sønderhavn, hvor der etableres et indtag og deraf følgende lokal forøgelse af strømhastigheden (op til ca. 2 cm/s). Omkring Australienskajen kan der forekomme en lokal reduktion af strømhastigheden på op til -2 cm/s ud for kajen og evt. en lille forøgelse på op til ca. 2 cm/s langs kajen⁷. Ændringer i sedimentation og erosion vurderes også være marginale og ikke målbare.

⁵ Rambøll 2020: Notat om undervandsstøj. DIN Forsyning – havvarmepumpeanlæg.

⁶ Rambøll 2020: Etablering af havvarmepumpe ved Esbjerg Havn – numerisk modellering.

⁷ Rambøll 2020: Vurderinger af sedimentation i Esbjerg Havn som følge af etablering og drift af et nyt havvarmepumpeanlæg.

I og omkring Esbjerg Havn forekommer naturligt kraftige strømforhold med strømhastigheder på op til 1 m/s, og en stor opblanding af havvandet på grund af det daglige tidevandsskifte. Derfor vurderes strømningsændringer omkring indtag og udløb af havvand fra anlægget at være ubetydelige for det marine miljø generelt, og beskrives og vurderes dermed ikke nærmere i væsentlighedsvurderingen.

3.2.3 Støj over og under vand i driftsfasen

Ved drift af havvandspumpen vurderes der ikke at forekomme støj over eller under vand, der i omfang eller lydstyrke afviger fra de aktiviteter, som allerede forekommer på Esbjerg Havn f.eks. i forbindelse med lodsning og sejlads med skibe. Påvirkningen fra støj i driftsfasen på marsvin, sæler, fisk og fugle på udpegningsgrundlaget for H78 og F57 vurderes dermed at være ubetydelig og beskrives og vurderes dermed ikke nærmere i væsentlighedsvurderingen.

3.2.4 Risiko for fisk ved indtag af havvand

Risikoen for at fisk kommer ind i pumpesystemet er meget lille ved indtag af vand fra havnebassinet, da gittervidden i grovfiltrene er maksimalt 10 mm. Strømningshastigheden omkring selve havvandsindtaget vil derudover være maksimalt ca. 0,5 m/s, for at sikre at der ikke opstår et kraftigt sug, som potentielt kan trække fisk ind igennem systemet.

For de vandrende fisk på udpegningsgrundlaget H78 er yngelstørrelsen for snæbel på ca. 30-40 mm, når den trækker ud i Vadehavet fra gydeområderne i vandløbene⁸. Larver af stavsild har en størrelse på ca. 4-9 mm når de klækkes, og udvikler sig efter 1 måned i vandløbene til juvenile fisk med en længde på 25-28 mm⁹. Når snæbel og stavsild trækker fra vandløbene ud i Vadehavet, vil de dermed have nået en størrelse, som er væsentlig større end filtrenes gittervidde på maksimalt 10 mm. Yngel af øvrige fiskearter på udpegningsgrundlaget opholder sig i vandløbene.

Det vurderes derfor som usandsynligt at yngel eller juvenile individer af snæbel eller stavsild vil blive suget ind i havvandsindtaget, når filtrenes gittervidde maksimalt er på 10 mm. Dermed beskrives og vurderes risikoen for, at der kan ske en påvirkning af fisk på udpegningsgrundlaget for H78 i forbindelse med indtag af havvand ikke nærmere.

3.2.5 Risiko for lækage af kølemiddel

I Danmark er der få erfaringer med havvandsbaserede varmepumper, og flere af disse er etableret på forsøgsbasis. I forbindelse med tilladelserne til etablering af varmepumperne i bl.a. Københavns havn er det anvendte kølemiddel ikke beskrevet, og risikoen for lækage af kølemiddel i forhold til Natura 2000-områder er ikke behandlet i forbindelse med myndighedens tilladelse¹⁰.

Da Vadehavet ud for Esbjerg Havn er et vigtigt havområde i Danmark og er omfattet af både habitatt direktivet, vandrammedirektivet og er udpeget som Unesco Verdensarv har valget i denne væsentlighedsvurdering været at se på den potentielle påvirkning i tilfælde af at der sker en lækage af kølemiddel til havvandet i varmepumpen. Der er udført modelberegninger for lækagespredning¹¹, som indgår i vurderingen af påvirkninger på naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget.

I projektet forventes det, at 50 MW varmepumpen enten skal anvende kølemidlet R-1234ze(E), vandfrit ammoniak eller CO₂ som kølemiddel. Hvis ammoniak benyttes, vil det i udbuddet fra DIN Forsyning til leverandørerne blive krævet, at tærsklen på 5 tons ammoniak i risikobekendtgørelsen ikke overskrides på sitet. Mængden af kølemiddel ved anvendelse af R-1234ze(E) forventes at være ca. 60 tons, mens mængden af CO₂ som kølemiddel vil være op til 30 tons.

⁸ <https://mst.dk/natur-vand/natur/artsleksikon/fisk/snaebel/>

⁹ https://fiskeatlas.ku.dk/artstekster/Stavsild_Fiskeatlas.pdf

¹⁰ https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_annoncering/index_ny.php?mode=detalje&id=993

¹¹ Rambøll 2020: Etablering af havvarmepumpe ved Esbjerg Havn – numerisk modellering.

Fordamperen (varmeveksler komponent i varmepumpen) er det eneste sted, hvor kølemiddel og havvand via en evt. lækage kan komme i kontakt med hinanden. For R1234ze(E)- og CO₂-fordamperen forventes alle rør, hvor havvandet strømmer gennem at ligge neddykket i kølemiddel. For ammoniakfordamperen vil havvandsrørene være omgivet af ammoniak på gasform.

Fordamperen, samt processerne omkring den, er opbygget med en række forskellige lækageforsvarsbarrierer, som alle bidrager til et opnå et sikkert system. Forsvarsbarriererne er baseret på mange års driftserfaringer fra kraftværker, hvor oprensning og reparation efter eventuelle lækager af saltvand ind i kraftværket er forbundet med særdeles høje reparationsomkostninger.

Forsvarsbarrierer mod lækage er gennemgået i detaljer i baggrundsnotat om forsvarsbarrierer mod lækager af kølemiddel til havvand¹².

For at undgå lækage af kølemidler, hvilket vil give driftsproblemer for varmepumpen og udgøre en påvirkning af havmiljøet, er der en række forsvarsbarrierer indbygget i driften af anlægget. Forsvarsbarriererne omfatter følgende:

- Sikring mod korrosion af rør ved anvendelse af certificerede og optimalt valgte materialetyper
- Regelmæssige inspektioner af konstruktioner for at sikre at der ikke er risiko for gennemtæring
- Sikring mod erosion af rør ved at reducere sand i havvandet ved havvandsindtaget
- Sikring mod rørbrud fra mekaniske påvirkninger og ved svejsninger ved bl.a. krav om høj kvalitet på svejsemetoder, tryktest, NDT (røntgen) på udvalgte svejsninger og konstruktionsopbygning som sikrer mod rørvibrationer
- Sikring mod frostsprængning bl.a. ved højt flow i fordamperen samt onlinemåling af saltholdighed, så der ved varmepumpens regulering kan holdes god afstand til havvandets frysepunkt
- Sikring mod for højt tryk i varmeveksleren ved anvendelse af varmevekslere, som er konstruerede til højere tryk end det, der kan opstå i systemet, og ved indbygning af sikkerhedsventiler, som sikrer mod overtryk

Derudover vil der som udgangspunkt i tilfælde af en større lækage, f.eks. ved et rørbrud, være afvigende værdier for temperatur, tryk og niveau af kølemiddel i varmepumpen, som forventes detekteret på følgende måde:

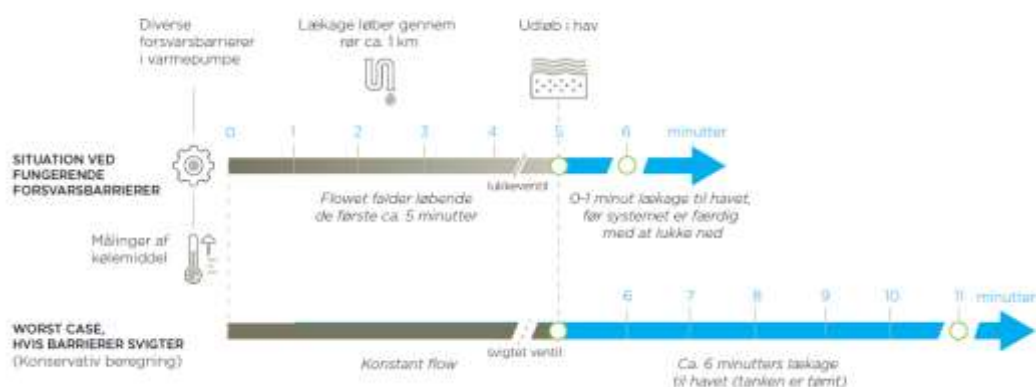
- Kontinuerlig måling af ledningsevnen før og efter varmeveksleren i havvandsledningen, hvor ændringer mellem de to målinger vil detektere en større lækage, evt. kombineret med kontinuerlig måling af pH før og efter varmeveksleren i havvandsledningen, hvis NH₃ anvendes som kølemiddel, hvor ændringer mellem de to målinger vil detektere en større lækage
- Tryk- og temperaturmålinger i varmepumpens enkeltkomponenter vil detektere, om varmepumpen kører ved korrekte forhold
- Hvis muligt (afhænger af kølemiddel) niveaumåling af kølemiddel i lodret rør under fordamper

Risikovurderingen for brud på komponenter i veksleren, hvor alle forsvarsbarrierer svigter, viser at sandsynligheden for en stor lækage vil være 1 gang per 20 millioner år (5×10^{-8}) for ammoniak og 1 gang pr. million år (10^{-6}) for R1234ze(E), hvilket reelt betyder at det er usandsynligt. Der henvises til Rambøll 2020: Teknisk notat - udslip af NH₃ eller R1234ze til havmiljø for beskrivelse af sandsynlighederne. Det skyldes de ovenfor beskrevne forsvarsbarrierer som er indbygget i systemet, dels for at beskytte miljøet og dels for at sikre driften af varmepumpen og undgå skader på systemet (Se øverste del af Figur 3-3).

¹² Notat fra Added Value 2020: Forsvarsbarrierer mod lækager af kølemiddel til havvand.

Ved et worst case scenarie, hvor der sker et fuldt brud og ingen forsvarsbarrierer virker, vil der blive udledt kølemiddel til havmiljøet (se nederste del af Figur 3-3). Lækageperioden er estimeret til at være 6 minutter, som er den tid, det vurderes at tage for at tømme en af tankene med kølemiddel, når der sker et fuldt brud på rørene. Nærmere beskrivelse fremgår af notat for vurdering af lækagemængder ved brud på varmeveksler¹³. Her antages flowet af kølemiddel af være konstant indtil tanken er tom, men det vil i realiteten falde (se øverste del af Figur 3-3). Lækageperioden på 6 minutter er derudover konservativt regnet fra udløbet ved havnekanten, og ikke fra lækagens start ved fordampere, hvor vandet efterfølgende skal løbe gennem ca. 1 km udløbsrør. Lækageperioden på 6 minutter vurderes derfor at være gældende som et worst case estimat for både kølemidlet R-1234ze(E) og vandfrit ammoniak NH₃.

SCENARIER FOR STØRRE LÆKAGE



Figur 3-3. Illustration af scenarier for større lækage med (øverst) og uden forsvarsbarrierer (nederst med angivelse af worst case scenarie).

Hvis målingerne viser tegn på en større lækage, aktiveres en spærring af havvandsreturrøret ved at en lækagestopventil lukker for fortsat returflow mod havet. Det vil tage ca. 5 minutter fra lækagen detekteres førend ventilen lukker for at undgå såkaldt "water hammering", som kan være skadeligt for varmepumpe systemet. Fra at der sker en evt. lækage i fordampere vil der gå ca. 5 minutter inden lækagen vil nå udløbet ved havnekajen, da det skal løbe gennem udløbsrøret på ca. 1 kilometers længde. Samtidig vil hele varmepumpeanlægget øjeblikkeligt blive stoppet og lukket ned for at undgå skade på anlægget. Dermed vil lækagens tidsmæssige omfang blive begrænset, og på grund af faldende tryk vil udslippet gradvist aftage indtil anlægget lukkes ned. Det kontaminede vand i udløbsrøret kan derefter fjernes og føres til rensningsanlæg eller for R1234ZE(E) benytte beluftning.

Som beskrevet i afsnit 4.4.2 regnes med en lækageperiode på 6 minutter, hvilket er et konservativt estimat for, hvor lang tid det vil tage at tømme en tank med kølemiddel ved en større lækage¹⁴.

Ved en sivende lækage kan der gå længere tid, inden trykfald eller reduceret mængde kølemiddel vil blive registreret i systemet, som vil føre til nedlukning. Det vil afhænge af anlæggets udformning og det anvendte kølemiddel, men som udgangspunkt vil der af hensyn til anlæggets driftssikkerhed og for at undgå skade på anlægget være et stort fokus på at registrere et eventuelt tab hurtigst muligt, så anlægget kører optimalt.

¹³ Rambøll 2020: Notat for vurdering af lækagemængder ved brud på varmeveksler.

¹⁴ Rambøll 2020: Notat for vurdering af lækagemængder ved brud på varmeveksler.

Som forsvarsbarrierer mod eventuelle sivende lækager af kølemiddel, f.eks. i tilfælde af revner i rørene, vil der derfor blive foretaget målinger af potentielt indhold af kølemiddel, når havvandet har passeret gennem veksleren. I forbindelse med detektion af sivende lækager af kølemidler vil der blive anvendt de nyeste avancerede online-detektionsmetoder (BAT = Best Available Technology). Målemetode for detektering af kølemiddel vil afhænge af valg af kølemiddel, og er beskrevet særskilt for R1234ze(E) i afsnit 4.4.2.1, vandfrit ammoniak i afsnit 4.4.2.2. Behov for detektion af CO₂ er beskrevet i afsnit 3.2.5.3.

Der er dermed driftsmæssigt en lang række forsvarsbarrierer, som gør at en stor lækage af kølemiddel til havmiljøet vurderes som usandsynlig (sandsynlighed på $10^{-6} - 5 \times 10^{-8}$)¹⁵. Hvis der mod forventning sker et nedbrud af samtlige barriereforanstaltninger, vil scenarier for lækagen og effekterne heraf afhænge af det anvendte kølemiddel, hvilket fremgår af vurderingerne i afsnit 4.4. Konkrete vurderinger for driftsfasen.

3.2.5.1 Syntetisk kølemiddel R1234ze(E)

God lækagedetektion kan formentlig opnås vha. gasdetektorer, der "sniffer" efter gas fra havvandet. Opløseligheden af kølemidlet R1234ze(E) i vand er lille, og gassen er tungere end luft. Detektionsmetoden vil foregå ved at havvandet ledes forbi en PDPE-membran, som gassen kan passere igennem, mens vandet tilbageholdes. På bagsiden af membranen måles R1234ze(E) i gasfase med en detektionsgrænse på ca. 400 mg/l (på massebasis).

3.2.5.2 Ammoniak NH₃

Ammoniak forventes at fordeles i 4 fordampere med et samlet indhold på maksimalt 5000 kg til sammen. Lækagedetektionssystemet vil bestå af avanceret måleudstyr, som ved måling af ammoniak før og efter varmeveksleren i havvandsledningen kan detektere koncentrationer ned til 1 – 10 ppm ammoniak i havvandet på det enkelte maskinanlæg. Hvis leverandøren som forventet tilbyder 4 anlæg, vil detektionsgrænsen med alle 4 anlæg i drift reelt blive 1/4 af detektionsintervallet ovenfor. Detektionen vil kunne foretages med et tidsinterval på ca. 10 minutter.

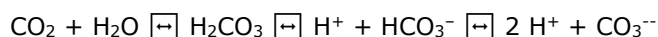
Hvis der konstateres et forøget indhold af ammoniak i havvandet efter varmeveksleren, vil systemet blive lukket ned, og der lukkes for lækagestopventilen for fortsat returflow mod havet. Det vil derfor være i en kort periode på få minutter der kan være risiko for en sivende lækage af ammoniakholdigt vand til havmiljøet.

3.2.5.3 Kuldioxid CO₂

Det vurderes at der ikke vil være et behov for detektion af en sivende lækage af CO₂. Det skyldes at havvand er kendetegnet ved at være et godt buffersystem, som kan optage store mængder CO₂.

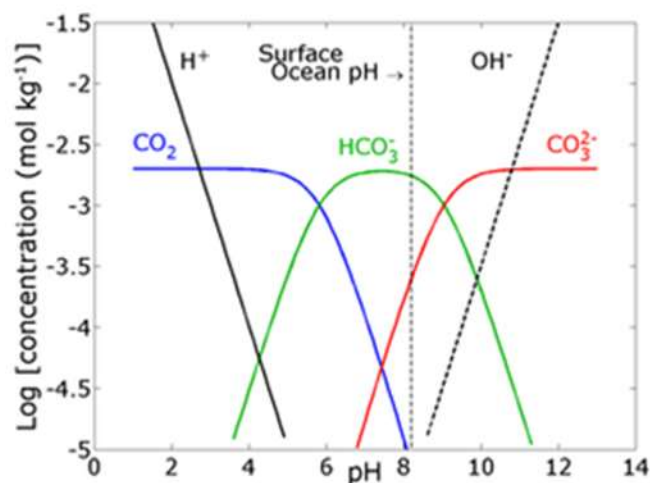
Ved lækage af CO₂ til havvand vil der teoretisk ske en forsuring, dvs. at pH teoretisk set vil falde.

Følgende ligevægt system vil opstå – reaktion vil blive forskudt mod højre:



På grund af tilstedeværelsen af bicarbonat ionen (HCO₃⁻) og carbonat ionen CO₃²⁻ i havvandet, vil pH holdes konstant. Nedenstående kurver viser sammenhængen i ligevægt systemet, og at der skal tilsættes meget CO₂ for at ændre pH, da brintionerne vil blive optaget af carbonat ionen.

¹⁵ Rambøll 2020: Teknisk notat - udslip af NH₃ eller R1234ze til havmiljø



Figur 3-4. Ligevægtskurve for CO₂ og pH.

På baggrund af havvandets store bufferkapacitet og den lille mængde havvand på 0,5-1 ‰ der cirkulerer gennem varmepumpen, må det forventes at pH vil forblive uændret ved en potentiel lækage af CO₂ til havvand i varmepumpen og videre ud i havet. Samtidig vil en større lækage blive detekteret og stoppet, så tab af kølemiddel undgås, da dette nedsætter varmepumpens effektivitet. Med de beskrevne sikkerhedsforanstaltninger for at forhindre en eventuel lækage og med den forventede bufferkapacitet foretages der ikke yderligere beskrivelser eller vurderinger af et eventuelt læk af CO₂ som kølemiddel.

4. NATURA 2000 VÆSENTLIGHEDSVURDERING

Natura 2000-område N89 'Vadehavet' er delt i ti delområder. Delområdet ud for projektområdet udgøres af habitatområde H78 'Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde' og fuglebeskyttelsesområde F57 'Vadehavet', som begge ligger i en afstand af ca. 800 meter ud for projektområdet ved Esbjerg Havn. Nærværende væsentlighedsvurdering omhandler habitatområde 'Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde' og fuglebeskyttelsesområde F57 'Vadehavet', der kan potentielt kan blive berørt af etablering af havvandsvarmepumpe på Esbjerg Havn.

Vadehavsområdet er et værdifuldt levested for flere millioner vandfugle, der opholder sig her under trækket eller benytter området som yngle-, fældnings- og overvintringslokalitet. Samlet set er dette særlige kystområde, der strækker sig fra Blåvandshuk i nord til 'Den Helder' i Holland i syd, levested for mere end 500 arter af planter og dyr, hvoraf flere ikke forekommer andre steder i verden, og Vadehavet har også en særlig betydning som opvækstområde for en del af Nordsøens fiskerarter.

4.1 Metode

Væsentlighedsvurderingen foretages på baggrund af eksisterende viden om Natura 2000-området. Der er således indsamlet data om udbredelse og naturtilstand for naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for H78 og F57 fra følgende kilder:

- Naturplan¹⁶
- Basisanalyse¹⁷
- MiljøGIS for Naturplaner¹⁸
- Fugle og Natur¹⁹
- MiljøGIS for Vandområdeplaner²⁰

Vurderingen gennemføres trinvis ved at det samlede udpegningsgrundlag først vurderes overordnet i forhold til de forventede potentielle påvirkninger fra projektet, se afsnit 3.1 og 3.2. Naturtyper og arter, der ikke forventes at kunne blive påvirket, behandles ikke yderligere. Naturtyper og arter, der potentielt er følsomme overfor de forventede påvirkninger og derfor kan blive påvirket, beskrives i forhold deres karakter, udbredelse, tilstand og sårbarhed, og for hver enkelt af disse naturtyper og arter gives en vurdering af om projektets mulige påvirkninger kan være af væsentlig karakter.

4.2 Områdets bevaringsmålsætninger

I Naturplan 2016-21 er der opstillet overordnede såvel som konkrete målsætninger for Natura 2000-områdets udpegede naturtyper og arter²¹. Den overordnede målsætning giver et sigte for, hvordan området skal udvikle sig for såvel at sikre det konkrete områdes integritet som for at bidrage til opnåelse af gunstig bevaringsstatus for naturtyper og arter. Der er ikke udviklet et tilstandsvurderingssystem for de marine naturtyper.

¹⁶ Miljø- og Fødevarerministeriet 2016. Natura 2000-plan 2016-2021 Vadehavet – Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkogen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89 Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57. https://mst.dk/media/130330/n89_h78_h86_h90_f57_n2000plan_2016-21.pdf.

¹⁷ Miljøministeriet 2014. Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, Revideret udgave, Vadehavet – Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkogen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89, Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57. https://mst.dk/media/130334/n89_h78_h86_h90_f57_basisanalyse16-21_revideret29jan2016.pdf.

¹⁸ MiljøGIS Natura 2000 Planer, 2018. <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=natura2000-afgraensning-nov2018gaeldende>

¹⁹ Fugle og Natur 2018. <https://www.fugleognatur.dk/>. Licens nr. E05/2015

²⁰ MiljøGIS for Vandområdeplanerne 2015-2021. <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv2-bek-2019>

²¹ Miljø- og Fødevarerministeriet 2016. Natura 2000-plan 2016-2021 Vadehavet – Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkogen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89 Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57. https://mst.dk/media/130330/n89_h78_h86_h90_f57_n2000plan_2016-21.pdf.

For Natura 2000-område N89, delområde 'Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde' er der opstillet følgende overordnede målsætninger, som er relevante for projektet:

'Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde' (H78, F57)

- At Vadehavet fastholdes som et af landets vigtigste yngle- og rasteområder for havpattedyr, fugle og fisk knyttet til kystområder med bl.a. tidevandspåvirkede strandenge og lavvandede havområder
- At de marine naturtyper er præget af en god vandkvalitet og en rig bundvegetation og -fauna, som bl.a. vil sikre fødegrundlaget for de mange dyre- og fuglearter, der har deres levesteder her.
- At de mange dynamiske naturtyper prioriteres højt og fastholdes som typiske for området.
- At naturtypernes funktion som bl.a. levesteder for træk- og ynglefugle og øvrige arter på udpegningsgrundlaget sikres.
- At levestederne for arterne på udpegningsgrundlaget er tilstrækkeligt store og uforstyrrede og rummer gode fourageringsmuligheder og uforstyrrede yngleområder.
- En høj prioritering og styrket beskyttelse af gråsæl, marsvin, snæbel, majsild og stavsild og deres levesteder. Arterne er truede på nationalt biogeografisk niveau eller fåtallige (forekommer kun i et til tre beskyttelsesområder i Danmark).

De konkrete målsætninger fastlægger de langsigtede mål for udvikling i areal og tilstand for de enkelte naturtyper og arters levesteder. Generelt gælder det, at naturtyper og arter på sigt skal opnå gunstig bevaringsstatus. Specifikt omhandler de konkrete målsætninger som er relevante for projektet:

'Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde' (H78, F57)

- Det samlede areal af naturtypen skal være stabilt eller i fremgang, hvis naturforholdene tillader det.
- For naturtyper og arter uden tilstandsvurderingssystem er målsætningen gunstig bevaringsstatus
- Natura 2000-området bidrager til at sikre eller genoprette levesteder for en levedygtig bestand af de udpegede arter på nationalt eller internationalt niveau.

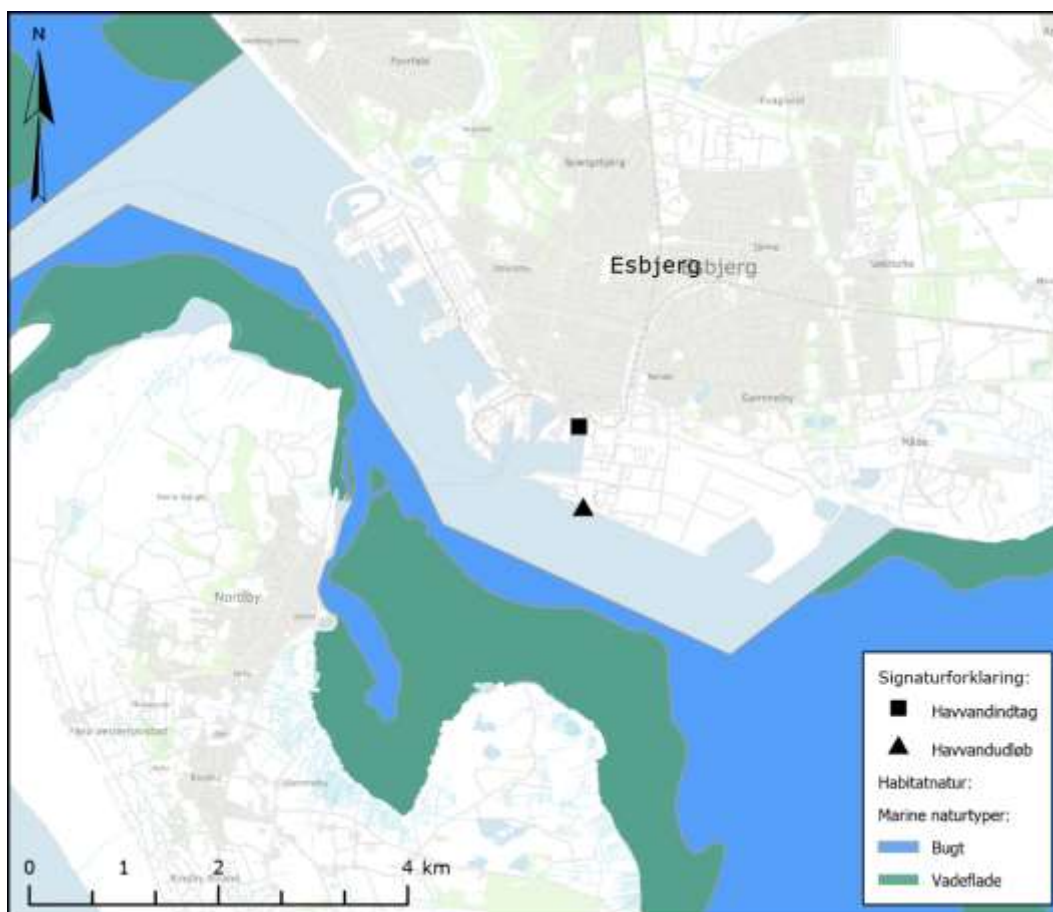
Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N89, delområde H78 og F57, fremgår af Tabel 4-1. Som følge af de forventede potentielle påvirkninger fra projektet, som er afgrænset til det marine miljø, vurderes det, at indlands- og ferske habitatnaturtyper, samt arter knyttet hertil, ikke vil blive påvirket, og de behandles derfor ikke yderligere i væsentlighedsvurderingen (skrevet med almindelig tekst i Tabel 4-1).

	Naturtype H78		Naturtype H78
1110	Sandbanke	1130	Flodmunding
1140	Vadeflade	1150	Lagune*
1160	Bugt	1170	Rev
1310	Enårig strandengsvegetation	1320	Vadegræssamfund
1330	Strandeng	2110	Forklit
2120	Hvid klit	2130	Grå/grøn klit
2140	Klithede*	2160	Havtornklit
2170	Grårisklit	2180	Skovklit
2190	Klitlavning	2310	Visse-indlandsklit
2330	Græs-indlandsklit	3130	Søbred med småurter
3140	Kransnålgale-sø	3150	Næringsrig sø
3160	Brunvandet sø	3260	Vandløb
4010	Våd hede	4030	Tør hede
6210	Kalkoverdrev*	6230	Surt overdrev*
6410	Tidvis våd eng	7150	Tørvelavning

7230	Rigkær	9190	Stilkege-krat
91D0	Skovbevokset tørvemose*	91E0	Elle- og askeskov*
Arter (H78)		Arter (H78)	
1095	Havlampret	1096	Bæklampret
1099	Flodlampret	1103	Stavsild
1106	Laks	1113	Snæbel*
1351	Marsvin	1355	Odder
1364	Gråsæl	1365	Spættet sæl
Fugle (F57)		Fugle (F57)	
	Kortnæbbet gås (T)		Grågås (T)
	Bramgås (T)		Mørkbuget knortegås (T)
	Lysbuget knortegås (T)		Gravand (T)
	Pibeand (T)		Krikand (T)
	Spidsand (T)		Skeand (T)
	Edderfugl (T)		Sortand (T)
	Havørn (T)		Blå Kærhøg (T)
	Vandrefalk (T)		Strandskade (T)
	Klyde (T)		Hvidbrystet præstekrave (TY)
	Hjejle (T)		Strandhjejle (T)
	Islandsk ryle (T)		Sandløber (T)
	Almindelig ryle (T)		Lille kobbersneppe (T)
	Stor regnspejle (T)		Rødben (T)
	Hvidklire (T)		Dværgmåge (T)
	Sandterne (Y)		Splitterne (Y)
	Fjordterne (Y)		Havterne (Y)
	Dværgterne (Y)		Mosehornugle (Y)
	Blåhals (Y)		

Tabel 4-1. Naturtyper og arter, der udgør det gældende udpegningsgrundlag for Natura 2000-området N89, delområde indeholdende habitatområde H78 og fuglebeskyttelsesområde F57. Tal i parentes henviser til de talkoder, som benyttes for naturtyper og arter fra habitatdirektivets bilag 1 og 2. * angiver at der er tale om en prioriteret naturtype. Ved fuglearter: "T" = trækfugl, "Y" = ynglefugl. Fed tekst angiver arter, der vurderes nærmere i det nedenstående.

De naturtyper, der ligger nærmest projektområdet, og vurderes at være relevante i forbindelse med den del af H78, som potentielt kan påvirkes af projektet, er vadeblade (1140) og bugt (1160), hvilket fremgår af Figur 4-1.



Figur 4-1. Marine naturtyper i habitatområde H78 nær projektområdet.

De marine arter, der vurderes at være relevante, er havlampret, flodlampret, stavsild, snæbel, laks, marsvin, gråsæl og spættet sæl.

Relevante fuglearter fra udpegningsgrundlaget for F57 vurderes at være havterne, fjordterne og dværgterne, som er registeret ynglende på Esbjerg Havn^{22 23} inden for de seneste år.

4.2.1 Eksisterende forhold for naturtyper – vadeflade og bugt

Vadeflade (1140) og bugt (1160) ligger i en afstand af ca. 800 meter fra projektområdet.

Vadeflader er mudder- og sandflader, som er dækket af havet ved højvande, men tørlagt ved lavvande. De kan forekomme i bugter, i laguner eller langs kysten i øvrigt. Naturtypen mangler landplanter, men er ofte dækket af mikroskopiske blågrønalger og kiselalger. Stedvis kan der forekomme havgræsser, dværgålegræs eller ålegræs. Fladerne rummer som regel rige samfund af hvirvelløse dyr, og er derfor af stor betydning som fødesøgningsområde for ande- og vadefugle. Naturtypen findes spredt langs de danske kyster, og forekommer i sin største udstrækning og mest veludviklet i Vadehavet. Vadeflader er vurderet til at udgøre 40.413 ha i Natura 2000-området.

Bugter dækker over store indskæringer i kysten, hvor påvirkningen af ferskvand fra vandløb er begrænset i modsætning til naturtypen flodmundinger. Disse lavvandede indskæringer er generelt set skærmet fra bølgepåvirkningen fra åbent hav, og havbunden omfatter en stor mangfoldighed af forskellige sedimenter og substrater med en veludviklet zonerings af de forskellige bundlevende plante- og dyresamfund. Samfundene har generelt en høj biodiversitet.

²² Thorup, O. & Bregnballe T. 2016. Optællinger af ynglefugle i Vadehavet 2016. Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.

²³ DOF Basen www.dofbasen.dk.

De marine naturtyper er alle stærkt ugunstige på nær en havgrotte på Bornholm, der har gunstig bevaringsstatus²⁴. De marine naturtyper er endnu ret mangelfuldt kortlagt, og fortrinsvist i de udpegede Natura 2000-områder. Naturtyperne vadeblade og bugt vurderes at være enten stabile i udbredelse eller udviklingen er ukendt. Der er fortsat for store udledninger af næringssalte til marine områder, og invasive arter er et problem, særligt i nogle områder.

4.2.2 Eksisterende forhold for fisk

Udbredelsen af habitatarterne snæbel, stavsil, havlampret, flodlampret og laks kendes ikke i detaljer i habitatområde H78. De er alle fem kendetegnet ved at være fisk, der vandrer op i de større vandløb for at gyde.

Snæblen vurderes som globalt truet, og den danske del af Vadehavet udgør i dag et kerneområde for arten, hvor den tidligere var udbredt overalt i Vadehavet. Der er udarbejdet forvaltningsplaner for arten, bl.a. med udsætningsforsøg i flere af de vandløb, hvor den ellers er forsvundet²⁵. Snæbel er en laksefisk, som er tæt beslægtet med den mere almindelige helt (*Coregonus lavaretus*). Snæbel var oprindelig en udbredt gydefisk i hele Vadehavet fra Holland til Danmark, og tilhørende vandsystemer. Den samlede bestand af snæbel er endnu meget lav, og bevaringsstatus for snæbel vurderes at være stærkt ugunstig. De seneste bestandsestimater viser meget små eller helt manglende bestande i alle vandløb ud over Vidå²⁶, hvor bestanden er faldende. Fri passage mellem opvækstområderne i Vadehavet og gydeområderne i ferskvand er et af kravene for opnåelse af gunstig bevaringsstatus. Efter klækning af æggene i vandløbet, vandrer eller føres ynglen med strømmen ud i Vadehavet, når de når en størrelse på ca. 30-40 mm.

Havlampret og flodlampret hører til dyregruppen rundmunde, som bl.a. lever parasitisk på andre fisk. Begge arter formodes primært at anvende Vadehavet som 'gennemgangsfarvand' på vej fra vandløbene til den åbne Nordsø. Havlampretten yngler formentlig i en række af især vestjyske åer, men der er stort set ingen viden om, hvorvidt der rent faktisk kommer levedygtigt afkom ud af det. I havet registreres arten sporadisk og hyppigst i den østlige del af landet. Der er givetvis tale om fisk fra ynglebestande i nabolandene til Danmark, men reelt er der ingen viden om fiskenes færden i havet. Status for havlampret i Danmark kan ikke vurderes på den danske rødliste på grund af manglende data²⁷. Et stigende antal fangster af flodlampretter i de kystnære dele af Nordsøen tyder på, at arten er i fremgang. En formodet fremgang skyldes forbedrede forhold i vandløbene. Flodlampret er angivet som livskraftig på den danske rødliste. Når der ses på bevaringsstatus for både hav- og flodlampret, vurderes denne dog at være stærkt ugunstig, og bestandene vurderes at være faldende og meget lave²⁸.

Stavsild er en sildefisk, der lever som stime- og vandrefisk i både kystnære farvande og brakvand, hvor den søger føde. Stavsilden yngler i brakvandsområder og større vandløbs nedre løb over sand eller grusbund. Danske forekomster registreres sporadisk, primært som bifangster og i det rekreative fiskeri og primært i Vestjylland. Stavsild er en stimefisk i kystnære havområder, hvor dens føde er plankton og småfisk. I maj-juni vandrer de kønsmodne stavsild op i større brakke fjorde og vandløb, hvor de gyder²⁹. Den nationale bevaringsstatus for stavsild er foreløbigt vurderet til at være ukendt, på grund af de meget få oplysninger om arten³⁰.

²⁴ Bevaringsstatus for naturtyper og arter 2019. Habitatdirektivets Artikel 17-rapportering. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 340 2019

²⁵ Jensen, A.R., Nielsen, H.T. & Ejbye-Ernst, M. 2008. National forvaltningsplan for snæbel.

²⁶ DTU, 2018, Fiskepleje <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/snaebel>

²⁷ Den danske Rødliste 2019. <https://bios.au.dk/raadgivning/natur/redlistframe/soeg-en-art/>

²⁸ Bevaringsstatus for naturtyper og arter. Oversigt over Danmarks Artikel 17-rapportering til habitatdirektivet 2019.

https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2019/Bevaringsstatus_naturtyper_arter.pdf

²⁹ Carl, H. & Møller, P.R., 2012, Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum.

³⁰ Søgaard et al. 2005: Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet & fugle omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. 3. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 462 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 457.

Laks har en begrænset udbredelse i Danmark og er primært tilknyttet 4 vandløbssystemer (Skjern Å, Storå, Varde Å og Ribe Å) i det vestlige Jylland. Laksen stiller store krav til levested, hvad angår vandkvalitet, fysiske forhold og vandtemperatur, og betragtes i udpræget grad som en strøm- og rentvandskrævende vandløbsfisk. Der er 2 overvågede forekomster af laks i H78 - begge i Hjørtevad Å (tilløb til Ribe Å). Laksen er overvåget og fundet her i 2004, 2005 og 2006³¹. Udsætningen af lakseyngel og smolt i de jyske åer har båret frugt, men udsætningerne fortsætter og bevaringsstatus for laks vurderes at være moderat ugunstig i den atlantiske bioregion²⁸, som Vadehavet er beliggende i.

Generelt gælder for alle de udpegede fiskearter at for at opnå god bevaringsstatus skal den samlede bestand skal være stabil eller stigende, der skal i vandløbssystemerne være stabil eller stigende længder af vandløbsstrækninger med egnede gyde- og opvækstområder for arterne, og samtidig skal disse områder gøres tilgængelige for arterne³⁰. Bestandene skal være selvreproducerende og ikke bygge på udsætninger.

4.2.3 Eksisterende forhold for havpattedyr

Marsvin (*Phocoena phocoena*) er den mest almindelige hval i Danmark, og den eneste som yngler i de danske farvande. Marsvin kan både forekomme kystnært og på åbent hav. I Danmark er der udpeget 16 Natura 2000-områder for marsvin, hvoraf H78 er det ene. Bevaringsstatus for marsvin er vurderet gunstig i den marine atlantiske region³². En vurdering af habitatområdernes betydning for marsvin er foretaget i en rapport fra DCE i 2018³³, og her vurderes for Vadehavet at antallet af observationer har været lavt alle år (2011-2015) og at tætheden af marsvin er større uden for habitatområdet H78. I 2011 blev tætheden af marsvin i Vadehavet vurderet til at være 0,03 marsvin pr km², og den samme tæthed blev fundet i 2012³⁴. Marsvin er sjældent registreret indenfor øerne i denne del af Vadehavet, men ses dog af og til ved Esbjerg fra Fanøfærgeren. Herudover er der registreret marsvin længere sydpå ved Ribe³⁵.

Marsvins hørelse er tilpasset livet under vandet, og de kommunikerer med hinanden ved hjælp af lyde. Hørelsen hos tandhvaler er kendetegnet ved meget høj følsomhed (lave tærskler) for høje frekvenser, langt op i ultralydsområdet startende fra ca. 10 kHz til 100-160 kHz og med en meget skarp øvre grænse for hørelsen³⁶.

³¹ Miljøministeriet 2014. Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, Revideret udgave, Vadehavet – Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkogen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89, Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57.

³² Bevaringsstatus for naturtyper og arter. Oversigt over Danmarks Artikel 17-rapportering til habitatdirektivet 2019. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2019/Bevaringsstatus_naturtyper_arter.pdf

³³ Sveegaard, 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>

³⁴ Miljøministeriet 2014. Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, Revideret udgave, Vadehavet – Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkogen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89, Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57. https://mst.dk/media/130334/n89_h78_h86_h90_f57_basisanalyse16-21_revideret29jan2016.pdf.

³⁵ www.fugleognatur.dk Licens nr. E05/2015

³⁶ Tougaard, J., 2014, Vurdering af effekter af undervandsstøj på marine organismer. Del 1. DCE teknisk rapport nr. 44.

Spættet sæl er den almindeligste sælart i Danmark. Den forekommer især i de kystnære farvande, hvor der er rigelig føde, og hvor der findes uforstyrrede yngle-/hvilepladser på sandbanker, rev, holme og øer. Spættet sæl er almindelig i Vadehavet og findes spredt langs hele Vadehavskysten. Bestanden er talt i Grådyb, Juvredyb, Knudedyb og Listerdyb beliggende udfør Esbjerg og langs kysten til Rømø. Bestanden har i perioden 2006-2010 været stabil med omkring 3.000 individer³⁴. I løbet af 2011 og 2012 er antallet af spættet sæl steget yderligere til 4.000 individer. I 2016 blev det totale antal spættet sæl estimeret til 3.600 i den danske del af Vadehavet³⁷. Bevaringsstatus for spættet sæl i Vadehavet vurderes at være gunstig på baggrund af de store bestande i området³⁸.

Efter at gråsæl havde været udryddet i Danmark i ca. 100 år er den i løbet af de sidste godt ti år genindvandret flere steder, og forekommer nu regelmæssigt på lokaliteter i Kattegat, Østersøen og Vadehavet. Antallet af gråsæler har været støt stigende i den danske del af Vadehavet i perioden 2006-2012. Således blev der i 2012 talt 78 individer mod 14 individer i 2006³⁴. I 2016 blev der talt 173 fældende sæler i Vadehavet³⁹. I december 2014 indledtes overvågning af ynglende gråsæler i det danske Vadehav. Her blev den første nyfødte gråsælunge observeret. I 2015 blev der ikke set unger i det danske Vadehav, mens der i januar 2017 igen blev observeret en nyfødt gråsælunge³⁹. Gråsælens status vurderes som stærkt ugunstig, da forekomst og yngleaktivitet i Danmark vurderes at være meget langt fra tidligere niveauer.

Sæler har amfibisk hørelse, da de kan høre både i vand og i luften. Sæler kommunikerer ved hjælp af lyde og har de højeste følsomheder mellem 1 kHz og 50 kHz⁴⁰.

4.2.4 Eksisterende forhold for fugle

At Vadehavet normalt betragtes som Danmarks vigtigste naturområde skyldes ikke mindst, at store andele af de samlede europæiske bestande af en række ande- og vadefuglearter samles her under trækket. Koncentrationerne på mange hundrede tusinde fugle af 15 fuglearter er af international betydning. Intet andet sted i Europa finder man et økosystem-kompleks, hvor så store mængder fugle optager føde igennem hovedparten af året. I løbet af året udnytter i alt 10-12 millioner fugle de store føderessourcer i det samlede hollandske, tyske og danske Vadehav. Den totale mængde føde, som kan høstes af fuglene, er et produkt af tætheden og tilgængeligheden af fødeemnerne. Vadefuglene lever næsten udelukkende af dyrisk føde som insekter og insektlarver, orme, små krebsdyr og lignende, der optages enten ved synet og/eller ved at føle sig frem til føden med næbbet.

Optælling af ynglefugle i Vadehavet i 2016⁴¹ viser at Esbjerg Havn optræder som yngleområde for havterne og fjordterne. Dværgterne er registreret ynglende på Esbjerg Havn⁴² inden for de seneste år. Alle tre arter er på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområde F57 Vadehavet⁴³, men Esbjerg Havn er udenfor afgrænsningen af F57, som ligger 800 meter fra projektområdet. De øvrige fuglearter på udpegningsgrundlaget er ikke registreret som ynglefugle ved projektområdet. Inden for selve F57 er det nærmeste registrerede levested for de tre ternearter udpeget for havterne, og ligger på vestsiden af Fanø, ca. 6 km fra projektområdet.

³⁷ AAU, 2018, NOVANA overvågning af spættet sæl 2016, <http://novana.au.dk/arter/pattedyr/spaettet-sael/>

³⁸ Bevaringsstatus for naturtyper og arter. Oversigt over Danmarks Artikel 17-rapportering til habitatdirektivet 2019. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2019/Bevaringsstatus_naturtyper_arter.pdf

³⁹ AAU, 2018, NOVANA overvågning af gråsæl 2016, <http://novana.au.dk/arter/pattedyr/graasael/>.

⁴⁰ Southall, B. L., Schusterman, R. J., and Kastak, D., 2007. Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals*: 33(4).

⁴¹ Thorup, O. & Bregnballe T. 2016. Optællinger af ynglefugle i Vadehavet 2016. Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.

⁴² DOF Basen www.dofbasen.dk.

⁴³ Natura 2000-plan 2016-2021 Vadehavet - Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å, H86 Brede Å, H90 Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkogen og F57 Vadehavet Natura 2000-område nr. 89 Habitatområde H78, H86 og H90 Fuglebeskyttelsesområde F57

Havterne, fjordterne og dværgterne er følsomme over for menneskelig forstyrrelse i yngletiden, som strækker sig fra ca. 1. april til 15. juli. I forbindelse med vurderinger af forstyrrelsestrusler i Natura 2000-områderne⁴⁴ vurderes det for ynglende ternearter at menneskelig forstyrrelse i form af færdsel og rekreative aktiviteter (som f.eks. kitesurfing) tæt på ynglekolonierne samt prædation fra ræv og mink udgør den største trussel. Mens havterne og fjordternes bevaringsstatus er vurderet som gunstig er dværgternes vurderet som ugunstig⁴⁵.

4.3 Konkrete vurderinger for anlægsfasen

De potentielle påvirkninger i anlægsfasen, beskrevet i afsnit 3.1, knytter sig til støj over og under vand. Naturtyper vurderes ikke at blive påvirket af støj over eller under vand, og vurderinger for anlægsfasen omhandler derfor arter og fugle, som er nævnt ovenfor og markeret med fed i Tabel 4-1.

4.3.1 Støj under vand – fisk

Fisk kan efter deres anatomi groft opdeles efter lydfølsomhed. Fisk uden svømmeblære har lav følsomhed. Fisk som har svømmeblære, der ikke er koblet til det øvrige høresystem, har medium hørelse. Fisk, der har en kobling mellem svømmeblæren og det indre øre, har høj følsomhed. Flere undersøgelser har vist, at fisk er i stand til at regenerere cellerne i øret, og at hørelsen dermed kan genskabes⁴⁶, men fisk kan også potentielt få dødelige skader eller dø af høje lydpåvirkninger. Æg og larver påvirkes ikke væsentligt af lyd.

Arter af lampretter har ingen svømmeblære og vurderes derfor ikke at være følsomme overfor undervandsstøj. Laks har svømmeblære, som ikke er koblet til hørelsen, og har dermed en lav følsomhed. Snæbel formodes at have lav følsomhed overfor støj ligesom øvrige laksefisk, men der findes ingen studier af dette. Stavsild har svømmeblære koblet til hørelsen, og derfor vurderes til at være de mest følsomme arter af fisk på udpegningsgrundlaget.

Påvirkning	Fisk	
	Støjgrænse (dB re 1 µPa SEL cum)	Påvirkningsafstand for fisk (meter) 1 times kumulativ*
TTS	186	466
Genoprettelige høreskader	203	181
Potentielt dødelig skade	207	120

*Beregnet ud fra antagelsen om at fiskene opholder stationært i området, mens der nedrammes over 1 times varighed.

Vurdering

Det er sandsynligt, at fisk vil blive påvirket af undervandsstøj i forbindelse med nedramning og fjernelse af spuns i den periode på maksimalt to uger, hvor spunsning evt. bliver nødvendig omkring havvandsindtaget. Ved beregningen af påvirkning fra undervandsstøj antages det, at fiskene er stationære i området, mens der spuses. Det vurderes at være usandsynligt, at fisk vil blive stationært i området, mens der nedrammes i en periode på 1 time kumulativt, og derfor er påvirkningsafstanden på 120 meter for potentielt dødelig skade for fisk en worst case antagelse. Det kan ikke afvises, at fisk potentielt vil blive påvirket af undervandsstøj, men der vil være tale om

⁴⁴ Therkildsen, O.R., Andersen, S.M., Clausen, P., Bregnballe, T., Laursen, K. & Teilmann, J. 2013. Vurdering af forstyrrelsestrusler i NATURA 2000-områderne. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 174 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 52 <http://www.dmu.dk/Pub/SR52.pdf>

⁴⁵ Pihl, S., Clausen, P., Laursen, K., Madsen, J. & Bregnballe, T. 2003: Bevaringsstatus for fuglearter omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 130 s. – Faglig rapport fra DMU, nr. 462.

⁴⁶ Popper A.N. and Hastings M.C., 2009, REVIEW PAPER The effects of anthropogenic sources of sound on fishes, Journal of Fish Biology (2009) 75, 455–489

påvirkninger af enkeltindivider, som optræder i havnebassinet. Dermed vurderes der ikke at være en væsentlig påvirkning på bestandsniveau af de udpegede fiskearter for H78, og undervandsstøj fra eventuel spunsning vurderes ikke at påvirke arternes mulighed for at opnå gunstig bevaringsstatus.

4.3.2 Støj over og under vand - havpattedyr

Marsvin vurderes at være mest følsomme overfor forstyrrelser i yngle- og dieperioden samt i paringsæsonen⁴⁷, som vist i Tabel 4-2. Bifangst af marsvin ved garnfiskeri udgør den største trussel mod marsvin, men herudover kan undervandsstøj, forstyrrelser fra bådtrafik, forurening samt mindsket fødemængde påvirke marsvinene negativt⁴⁸.

Sæler vurderes generelt ikke at være følsomme overfor forstyrrelser fra mennesker, når sælerne svømmer i havet. Derimod er sælerne følsomme overfor forstyrrelser på deres hvilepladser (sælkolonier) i yngleperioden, mens ungerne dier og under pelsskifte (Tabel 4-2). De nærmeste registrerede hvilepladser er Fanø Nord, Langli Strand og Ho Bugt, der er beliggende 5-10 km nordvest for projektområdet⁴⁹. Der observeres også sæler ved havnen ud for Nordby på Fanø, når sandbanker blotlægges ved lavvande. Der er registreret spættet sæl ved Esbjerg Havn, mens registreringer af gråsæl i området knytter sig til Fanø⁵⁰.

Art	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Marsvin						Y	YP	P				
Spættet sæl						Y	YP	PF	F			
Gråsæl (Nordsøen)	YP		F	F							Y	YP

Tabel 4-2. Årstid, hvor marsvin, spættet sæl og gråsæl yngler (Y), fælder (F) eller parer sig (P).

Støj over vand

I forbindelse med vurderinger af forstyrrelsestrusler i Natura 2000-områderne⁵¹ vurderes det for hele Vadehavsområdet at menneskelige aktiviteter, i form af kajaksejls, skibstrafik og organiserede sæl-safarier til sælernes hvilepladser med både, gående eller med traktor udgør de væsentligste forstyrrelser af sælerne i Vadehavet.

Vurdering

Støj over vand fra spunsning kan potentielt virke forstyrrende på sæler, som ligger på land, men støjen vurderes at være af mindre betydning, når der ikke er direkte visuel kontakt mellem aktiviteten for spunsnedramning og de hvilende sæler. Hvilepladser for spættet sæl og gråsæl ligger som beskrevet ovenfor i en afstand af 5-10 km, mens mindre forekomster af hvilende sæler kan ses på sandbanker ud for Nordby. Spunsning og fjernelse af denne vil blive foretaget indenfor en afgrænset periode på maksimalt to uger og tilsvarende ved fjernelse af spuses, og støjen vil dermed være midlertidig. På baggrund af støjens midlertidige varighed og afstanden mellem de hvilende sæler og projektområdet vurderes støj over vand fra spunsning ikke at udgøre en væsentlig forstyrrelse for sælerne. Dermed vurderes støj over vand ikke at udgøre en væsentlig påvirkning af spættet sæl eller gråsæl.

Undervandsstøj

⁴⁷ Carl Christian Kinze: Marsvin i Dansk Pattedyratlas, Baagøe og Secher Jensen (red.), 2007, Gyldendal. Hentet 2. juli 2019 fra <http://denstoredanske.dk/index.php?sideId=475628>

⁴⁸ Søgaard, B., Asferg, T. (2007). Håndbog om dyrearter på Habitatdirektivets Bilag IV. – Faglig rapport fra DMU nr. 635.

⁴⁹ Brøgger-Jensen, S., L. B. Halvorsen og M. S. Vissing, 2015: Sårbare naturtyper og dyrearter I Nationalpark Vadehavet – anbefalinger til en code of conduct for friluftaktiviteter i Nationalpark Vadehavet. Nationalpark Vadehavet.

⁵⁰ www.fugleognatur.dk Licens nr. E05/2015

⁵¹ Therkildsen, O.R., Andersen, S.M., Clausen, P., Bregnballe, T., Laursen, K. & Teilmann, J. 2013. Vurdering af forstyrrelsestrusler i NATURA 2000-områderne. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 174 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 52 <http://www.dmu.dk/Pub/SR52.pdf>

Lyd under vand kan måles som en ændring i tryk, og beskrives som lydtryk. Enheden for lydstyrke er typisk angivet som decibel.

Virksomheden af undervandsstøj på havpattedyr kan generelt inddeles i fire brede kategorier, der i høj grad afhænger af dyrenes afstand til lyd kilden. Grænserne for hver virkningszone er ikke skarpe, og der er et betydeligt overlap mellem de forskellige zoner⁵²:

- Detektion er, når dyrene kan høre støjen.
- Maskering omfatter en begrænsning i at kunne høre af andre lyde, som f.eks. kommunikation mellem individer
- Adfærdsmæssige ændringer, hvilket strækker sig fra kraftig undvigelse til langsomt at svømme væk fra lyden.
- Fysiske skader på høreorganerne, som kan resultere i enten midlertidige ændringer i dyrenes registreringstærskel (midlertidig høreskade, TTS), hvor dyret genvinder sin oprindelige registreringsevne efter en restitueringsperiode (typisk minutter eller dage) eller i permanente ændringer i dyrenes registreringstærskel (permanent høreskade, PTS).

TTS (temporary threshold shift) medfører en midlertidig nedsættelse af hørelsen. TTS fortager sig over en periode, som kan vare fra minutter og op til flere døgn, hvis påvirkningen over grænsen for TTS har været kraftigt. Ved en meget kraftig påvirkning lyd påvirkning, som ligger over grænsen for PTS (permanent threshold shift), eller ved gentagne udsættelser for kraftige tilfælde af TTS kan det føre til en varig høreskade (PTS). Det vil således være påvirkninger af havpattedyr, som resulterer i permanente skader, som vil blive betragtet som væsentlige påvirkninger i forbindelse med denne væsentlighedsvurdering.

Støj fra spunsning og pæleramning betragtes som impulsiv støj modsat f.eks. støj fra skibstrafik, der betragtes som kontinuert støj. Hvis det er muligt, vil spunsen blive nedvibreret i havbunden. Det kan dog være nødvendigt at ramme en del af spunsen ned i havbunden. Støjpåvirkning ved nedramning af spuns giver den højeste lyd påvirkning i forhold til nedvibrering af spuns, som erfaringsmæssigt støjer ca. 15-20 dB mindre en nedramning. Der er beregnet afstande for nedramning af spuns som worst case scenarie.

Beregningsgrundlag for undervandsstøj i tilfælde af spunsning i anlægsfasen fremgår af notat for undervandsstøj.

Med henblik på at vurdere påvirkningen af dyr, skal der anvendes grænseværdier for TTS og PTS. I forbindelse med udbuddet af Horns Rev 3 havmøllepark gennemgik en arbejdsgruppe nedsat af Energistyrelsen og Naturstyrelsen viden om, hvordan undervandsstøj påvirker havdyr samt hvordan krav til regulering af undervandsstøj kan opstilles hensigtsmæssigt⁵³. Grænser for impulsiv støj for hhv. TTS og PTS hos sæler og marsvin fremgår af Tabel 4-3. Marsvin er mest følsomme overfor støj, idet de har de laveste grænser for TTS og PTS sammenlignet med sæler.

Støjgrænse	Gråsæl og spættet sæl	Marsvin	
		Enkelt slag	Serie af slag
Adfærdsforstyrrelse	-	145	-
TTS (dB re 1 μPa²s)	176	164	175

⁵² Southall, B., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Finneran, J. J., Gentry, R. L., Greene, C. R. Jr., Kastak, D., Ketten, D. R., Miller, J. H., Richardson, W. J., Thomas, J. A., Tyack, P. L. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. Aquatic mammals 33(4).

⁵³ Energinet.dk. Notat fra december 2015. Marine mammals and underwater noise in relation to pile driving - Revision of assessment. Documents no. 15/11973-34.

Støjgrænse	Gråsæl og spættet sæl	Marsvin	
PTS (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$)	200	179	190
Værdier er angivet som kumulativ lyd eksponering (Cumulative Sound Exposure (SEL)) – SEL er den samlede tidsintegrationen af det kvadrerede tryk i løbet af en lyd eller en række lyd-hændelser. Det muliggør at lyde af forskellig varighed og niveau kan karakteriseres i forhold til total lydenergi (enhed Pa^2s).			

Tabel 4-3. Tærskelværdier for temporære (TTS) og permanente (PTS) grænser for høreskade for sæler og marsvin udsat for impulsiv undervandsstøj i forbindelse med spunsnedramning (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$)⁵³.

Ved en worst case antagelse af at sæler eller marsvin opholder sig stationært ved projektområdet, når spunsnedramning foregår, vil der for marsvin, som har størst følsomhed, være tale om påvirkninger over grænsen for TTS indenfor en afstand af maksimalt 432 meter og over grænsen for PTS indenfor en afstand af maksimalt 190 meter. Afstandene for påvirkninger over grænsen for TTS og PTS vil være mindre for sæler (Tabel 4-4).

	Påvirkningsafstand for sæler (meter)		Påvirkningsafstand for marsvin (meter)	
	1 timer kumulativ*	Enkelt slag	1 time kumulativ*	Enkelt slag
Adfærd forstyrrelse	-	432	-	-
TTS	420	188	432	-
PTS	180	100	190	-

*Under antagelse af at sæler og marsvin er stationære i området.

Tabel 4-4. Påvirkningsafstande for grænser for TTS og PTS hos sæler og marsvin ved worst case scenariet, hvor dyrene ikke antages at flygte væk fra støjen fra spunsnedramning og i stedet antages at være stationære.

Det vil imidlertid være usandsynligt, at marsvin forbliver ved projektområdet, når spunsnedramningen foregår, da de svømmer væk fra støjende aktiviteter. Forholdet understøttes af, at det er dokumenteret, at marsvin reagerer tydeligt på støj fra fx skibe, ved at dykke mod havbunden, svømme hurtigt langs havbunden og stoppe deres ekkolokalisering, og dermed deres fødesøgning, når lydniveauet er højt⁵⁴. I et studie af Sortehavsmarsvin fra 2017 i strædet ved Istanbul i Tyrkiet⁵⁵ udviste marsvin en adfærdændring og svømmede væk fra skibene, når dyrene kom indenfor en afstand af 200-400 meter fra hurtigtgående skibe, og samme respons er forventet, når der startes op med nedramning af pæle. Derfor vil en realistisk og korrekt videnskabelig afstandsberedning indeholde en flugtrespons for marsvin. I afstandsberedningen er det derfor antaget, at sæler og marsvin svømmer væk fra støjekilden med en fart på 1,5 m/s⁵⁶. Når dyrene flygter, vil lydstyrken aftage med afstanden, og dermed vil dyrene nå udenfor en afstand, hvor de risikerer at pådrage permanente høreskader (Tabel 4-5).

	Påvirkningsafstand for sæler (meter)		Påvirkningsafstand for marsvin (meter)	
	1 timer kumulativ*	Enkelt slag	1 time kumulativ*	Enkelt slag
TTS	180	-	200	-
PTS	0	-	10	-

⁵⁴ Wisniewska DM, Johnson M, Teilmann J, Siebert U, Galatius A, Dietz R, Madsen PT. 2018 High rates of vessel noise disrupt foraging in wild harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). Proc. R. Soc. B 285: 20172314.

⁵⁵ Bas et al. 2017. The effects of marine traffic on the behaviour of Black Sea harbour porpoises (*Phocoena relicta*) within the Istanbul Strait, Turkey. PLoS ONE 12(3): e0172970. doi:10.1371/journal.pone.0172970.

⁵⁶ Marine mammals and underwater noise in relation to pile driving – Working Group 2014. Report to the Danish Energy Authority. ResearchGate. Technical Report 2015.

*Under antagelse af at sæler og marsvin svømmer væk med en hastighed på 1,5 m/s.
Ramning 1 slag/sek.

Tabel 4-5. Påvirkningsafstande for grænser for adfærdsforstyrrelse, TTS og PTS hos marsvin. Der er angivet afstande for det realistiske scenarie, hvor sæler og marsvin antages at svømme væk fra støjen i den periode spunsnedramningen foregår.

Vurdering

Støjen fra spunsning kan potentielt medføre adfærdsændringer for marsvin i en afstand af maksimalt 432 meter. Da der er tale om en midlertidig forstyrrelse af maksimalt to ugers varighed i et område med lav tæthed af marsvin inden for øerne i Vadehavet, vurderes dette ikke at kunne påvirke bestanden af marsvin væsentligt.

Når nedramningen startes, sker det ved en såkaldt soft-start, hvor der ikke rammes med fuld styrke fra starten. Det betyder, at marsvinene, som er mest følsomme, ikke risikerer en høj støj-påvirkning, når arbejdet påbegyndes, men får tid til at svømme væk fra støjen, inden støjen når sit maksimale niveau.

Når det antages at dyrene svømmer væk fra støjen, er afstanden for overskridelse af grænsen for PTS for marsvin på 10 meter og 0 meter for sæler. Sandsynligheden for at marsvin opholder sig i vandet indenfor 10 meter fra havnekajen, mens der nedrammes spuns, vurderes at være meget lille, hvilket understøttes af at tætheden af marsvin er lav indenfor øerne i Vadehavet. Der vurderes ikke at være risiko for påvirkning af sæler over PTS, når grænsen for PTS-afstand er på 0 meter. På baggrund af ovenstående vurderes det, at påvirkning af marsvin og sæler fra undervandsstøj i forbindelse med nedramning og fjernelse af spuns over en periode på maksimalt to uger ikke vil udgøre en væsentlig påvirkning af marsvin og sæler i habitatområde H78. Undervandsstøj fra eventuel spunsning vurderes ikke at påvirke gråsælers mulighed for at opnå gunstig bevaringsstatus.

4.3.3 Støj over vand - fugle

Støjpåvirkninger kan potentielt forringe et områdes værdi som raste-, fouragerings- og yngleområde for fugle. Effekten af støj på fugle er generelt ringe kendt, da der kun i meget begrænset omfang er forsket på området. Fugle ser oftest ud til at fortsætte deres aktiviteter selv under meget høje støjniveauer, og problemer med støj er derfor ofte svære at dokumentere.

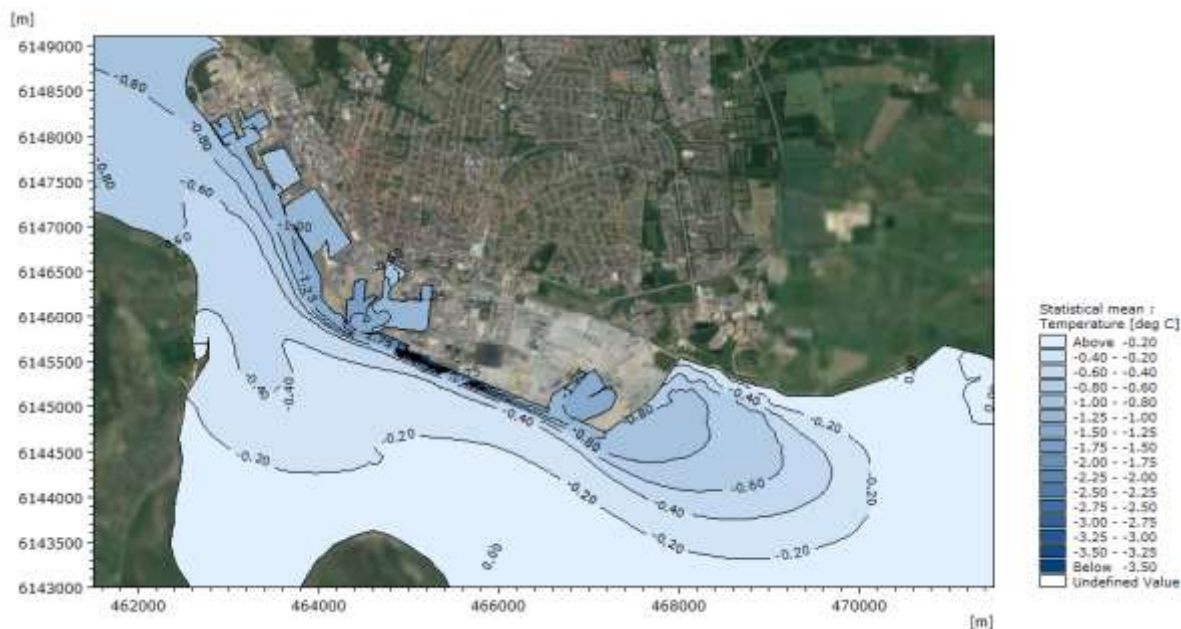
Da ternearterne er registreret ynglende på Esbjerg Havn, hvor der foregår støjende aktiviteter i forbindelse med den normale drift af havnen, vurderes de ikke at blive påvirket væsentligt af støjen fra spunsnedramning. Da nedramning og fjernelse af spuns begge forløber over en kortere periode på maksimalt to uger samlet, vurderes støjpåvirkningen at være midlertidig. Dermed vurderes støjpåvirkningen samlet set ikke at udgøre en væsentlig påvirkning af ynglende havterner, fjordterner og dværgterner på Esbjerg Havn, eller indenfor fuglebeskyttelsesområde F57, og vurderes ikke at påvirke dværgternernes mulighed for at opnå gunstig bevaringsstatus.

4.4 Konkrete vurderinger for driftsfasen

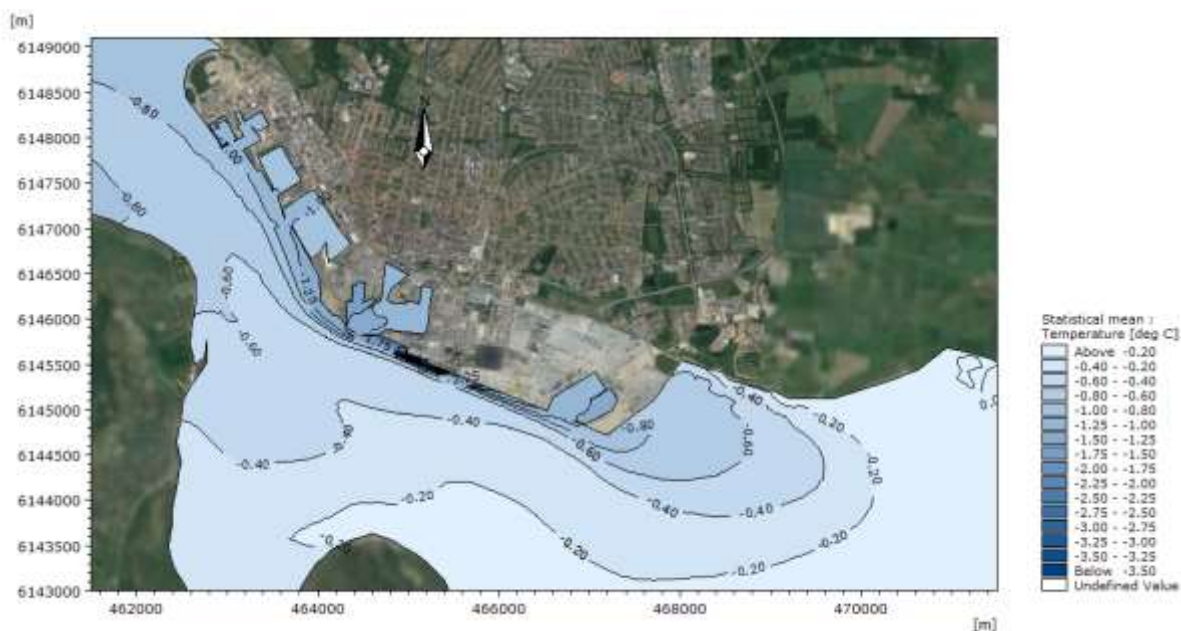
De potentielle påvirkninger i driftsfasen, beskrevet i afsnit 3.2, knytter sig til temperatursænkning ved udledning af den indvundne mængde havvand på 0,5 – 1 ‰ af vandmængden i Grådyb i løbet af en tidevandsperiode og til risiko for lækage af kølemiddel. Vurderinger for driftsfasen omhandler naturtyper, arter og fugle, som er markeret med fed i Tabel 4-1.

4.4.1 Temperatursænkning som følge af udledning af kølevand

Kuldespredningen lokalt omkring projektområdet fremgår af Figur 4-2 for en sommerperiode med lav vandstand og Figur 4-3 for en vinterperiode med høj vandstand. Detaljer for beregningerne fremgår af notat for numeriske beregninger⁵⁷.



Figur 4-2. Kuldespredningsberegninger for en sommerperiode med lav vandstand og mindre vandstandsvariationer.



Figur 4-3. Kuldespredningsberegninger for en vinterperiode med høj vandstand og større vandstandsvariationer.

Vurdering

⁵⁷ Rambøll 2020: Etablering af havvarmepumpe ved Esbjerg Havn – numerisk modellering.

Som det fremgår af ovenstående figurer, samt notat for numeriske beregninger, vil der kun være en sænkning af havvandstemperaturen på mere end 1 °C helt lokalt omkring udledning af havvand fra varmepumpen. Temperatursænkninger på 1 °C eller mindre vurderes som udgangspunkt at være ubetydelige for naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget og vil potentielt kunne opveje effekter af temperaturstigninger som følge af klimaforandringer. Da afstanden til nærmeste naturtyper, vadeflade (1140) og bugt (1160), er på 800 meter, vurderes naturtyperne ikke at blive væsentligt påvirket af temperatursænkningerne på mere end 1 °C.

De marine arter af fisk, havpattedyr og fugle på udpegningsgrundlaget vurderes ikke at blive væsentligt påvirkede af temperatursænkninger over 1 °C, som vil forekomme helt lokalt omkring havvandsudledningen. Havnebassinet er ikke et vigtigt levested for de marine arter på udpegningsgrundlaget. Der sker over året naturligt store variationer i temperatur i vandområdet, og det vurderes ikke at temperatursænkningen vil betyde, at de marine arter holder sig væk fra området. Der vil med den store vandudskiftning i forbindelse med tidevandet og den generelt store vandbevægelse i området ske en stor opblanding, hvilket også fremgår af resultaterne for numerisk modellering.

Vandtemperaturen i forhold til fisk er bl.a. undersøgt for opdræt af fisk. Her viser studier at en akut temperatursænkning på <10°C giver kun et mindre stressrespons og tolereres sædvanligvis af sunde fisk⁵⁸. På baggrund af dette vurderes temperatursænkning ved udledning af havvand fra varmepumpen at udgøre en ubetydelig påvirkning af det marine liv i området omkring udledningen, som ikke vil føre til en væsentlig påvirkning af havpattedyr, fugle eller fisk på udpegningsgrundlaget eller føre til at arterne ikke kan opnå gunstig bevaringsstatus.

4.4.2 Risiko for lækage af kølemiddel

Som beskrevet i afsnit 3.2.5 vil risikoen for en stor lækage af kølemiddel fra anlægget være 1 gang per 10 millioner år på baggrund af en lang række forsvarsbarrierer, som er indbygget i systemet, dels for at beskytte miljøet og dels for at sikre driften af varmepumpen og undgå skader på systemet.

Ved et worst case scenarie, hvor der sker et fuldt brud og ingen forsvarsbarrierer virker, vil der blive udledt kølemiddel til havmiljøet. Lækageperioden er modelleret til at vare 6 minutter, som er den tid, det vurderes at tage for at tømme en af tankene med kølemiddel, når der sker et fuldt brud på rørene. Nærmere beskrivelse fremgår af notat for vurdering af lækagemængder ved brud på varmeveksler⁵⁹.

Nedenstående beskrivelser gennemgår worst case scenarier for lækager af kølemidlerne R-1234ze(E) og vandfrit ammoniak NH₃ og vurderer den potentielle påvirkning af udpegningsgrundlaget herved.

4.4.2.1 Syntetisk kølemiddel (R-1234ze(E))

R-1234ze(E) er under tryk en gas og klassificeres ikke som farligt for miljøet på ECHAs hjemmeside (det Europæiske Kemi Agentur). Kølemidlet R1234ze(E) er en af de nye klimavenlige HFC-gasser (såkaldte HFO'er).

Kølemidlet R1234ze(E) er en vand-uopløselig, meget flygtigt, flydende ikke-giftig gas med et kogepunkt på minus 19 °C. I tilfælde af spild i havvand ved temperaturer over 0 °C vil gassen fordampe til luften. Eventuel resterende opløst gas fordampes også med tiden. Leverandøren har oplyst at for R1234ze(E) er de eneste nedbrydningsprodukter CO₂, myresyre og HF. R1234ze(E) har ingen CLP miljøklassificering.

⁵⁸ Ferskvandscenteret Silkeborg, 2004. Undersøgelse af fiskevelfærd, -kvalitet og miljøbelastning i ørred- og åleopdræt https://www.aquacircle.org/images/pdfdokumenter/udvikling/danmark/velfaerd/velfaerd_og_oekologi/Fiskevelfaerd.pdf

⁵⁹ Rambøll 2020: Notat for vurdering af lækagemængder ved brud på varmeveksler.

R-1234ze(E) har en meget dårlig vandopløselighed, da blot 0,373 g/l (373 mg/l) opløses. Dermed vil kun en lille andel blive opløst i havvand i tilfælde af en lækage, og R1234ze(E)-gasboblerne vil stige op til overfladen af havvandsrøret, hvorpå der tænkes anbragt "gassniffer", som kan detektere lækagen. En lækage vil ikke påvirke pH i havvandet og stoffet forventes ikke at kunne bioakkumulere i organismer. En nærmere beskrivelse fremgår af notat om R1234ze(E) egenskaber ved udslip til havmiljøet⁶⁰.

R-1234ze(E) har en lav toksicitet på ferskvandsfisk med LC50 værdier større end 117 mg/l målt over 96 timer. Toksiciteten for dafnier målt over 48 timer viser EC50 værdier over 160 mg/l. EC50/LC50 værdier er koncentrationen af et stof i vand, der forårsager dødsfald i 50% af den testede population i vandigt miljø. Det skal bemærkes at de akutte økotoxikologiske egenskaber for R1234ze(E) i vandmiljøet er langt mindre problematiske end for kølemidlet vandfrit ammoniak NH₃ (en faktor 100 – 1000 gange bedre).

I forhold til vurdering af akut toksicitet i havvandet kan det ikke udelukkes, at der vil kan være risiko for påvirkning af vandlevende organismer som fisk, ved koncentrationer af R-1234ze(E) på 117 mg/l. PNEC koncentrationen (Predicted No Effect Concentration)⁶¹ er for R-1234ze(E) bestemt i ferskvand, og forventes at være mellem 0,1 – 1 mg/l i det marine miljø, hvilket er med en indbygget sikkerhedsfaktor på 1000.

Der er foretaget modelberegninger for et lækagescenarie, hvor der sker et brud på flere rør samtidig i fordampere, og hvor koncentrationen af R1234ze(E) vil være ca. 373 mg/l. Med de nuværende oplysninger fra leverandører på varmepumpesystemer forventes detektionsgrænsen for R1234ze(E) at være på ca. 400 mg/l, hvilket er anvendt for varmepumper beliggende i Donau og Spree, og dermed vil sivende lækager ikke kunne detekteres via måling af R1234ze(E) i havvand, men vil i stedet detekteres via faldende tryk og reduceret indhold af kølemiddel i veksleren.

Der foretaget modelberegninger af spredningen, hvis lækagen sker under en normal sommer- eller vinterperiode og i tilfælde af at lækagen sker ved lavvande, højvande eller tidevandsskift (svarende til seks forskellige tidspunkter for lækage). Modelberegningerne for lækager er foretaget over en periode på 14 dage. Perioden på 14 dage er et valg, der er foretaget tidligt i beregningsfasen, og er ikke et udtryk for, hvor længe den samlede lækage er tilstede. I væsentlighedsvurderingen er valgt at vise figurer for de 6 scenarier samlet, og en nærmere beskrivelse af de enkelte scenarier fremgår af notat for numeriske beregninger⁶². For øjeblikksplottene er valgt et sommer-scenarie ved lavvande (ebbe) med udadgående strøm for at vise udbredelse med den mindste vandmængde under sommerens lysforhold, hvor primærproduktion er høj.

Scenariet med en stor lækage på grund af flere rørbrud vurderes som meget urealistisk, men er med for at illustrere omfanget, hvis alle forsvarsbarrierer svigter på en gang og der sker en udledning over 6 minutter indtil veksleren er tom. Scenariet vil føre til en koncentration af R-1234ze(E) på 373 mg/l i returvandet, hvilket er langt over PNEC koncentrationen på 0,1 – 1 mg/l. Udbredelse af R-1234ze(E) og de maksimalt opnåede koncentrationer i løbet af en simuleringsperiode på 14 dage for de seks scenarier samlet fremgår af Figur 4-4, når der analyseres en lækage på 6 minutters varighed af R-1234ze(E) med en koncentration på 373 mg/l. Figur 4-4 viser de maksimalt opnåede koncentrationer af R-1234ze(E) gennem alle seks simuleringsperioder og som det ses af figuren, er det lokalt omkring udløbet at de højeste koncentrationer af R-1234ze(E) vil forekomme og at disse ligger langt under EC50 værdierne på 117 mg/l. Koncentrationer over PNEC værdier på 0,1 – 1 mg/l udbredes kun i begrænset omfang til habitatområde H78.

⁶⁰ Rambøll 2020: Notat om R1234ze(E) egenskaber ved udslip til havmiljøet.

⁶¹ Koncentration i vandmiljø hvor det forventes at der ikke kan ses en effekt.

⁶² Rambøll 2020: Etablering af havvarmepumpe ved Esbjerg Havn – numerisk modellering.



Figur 4-4. Udbredelse af R-1234ze(E) og maksimalt opnåede koncentrationer i løbet af en simuleringsperiode på 14 dage for de seks scenarier samlet, når der analyseres en lækage af R-1234ze(E) på 373 mg/l hvor lækagen varer 6 minutter. Bemærk, at det ikke er et øjeblikbillede af udbredelsen af R-1234ze(E).

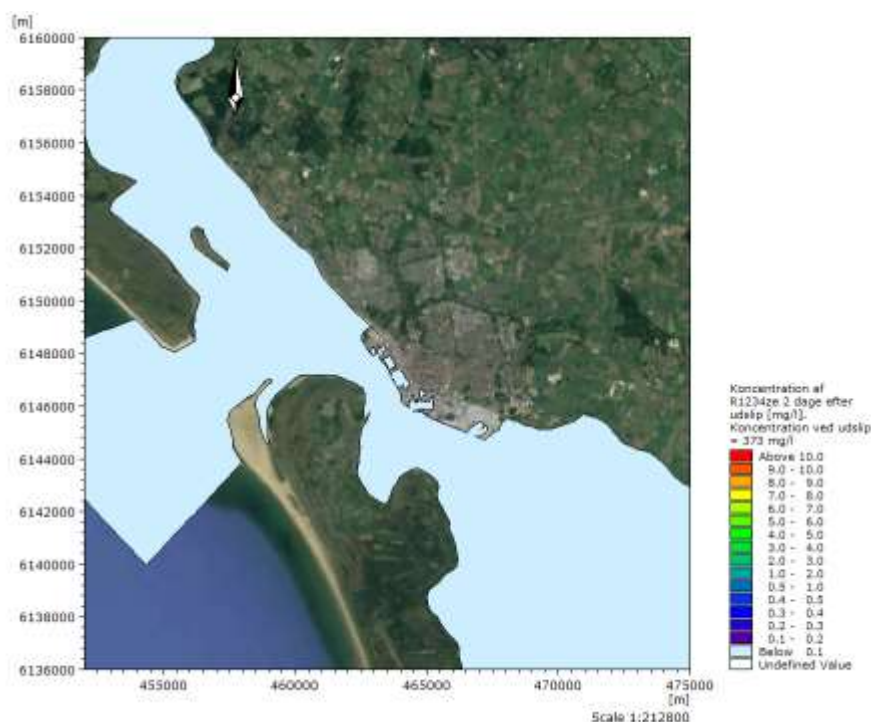
Modelberegningerne for spredningen af R-1234ze(E) lækagen med en koncentration 373 mg/l viser at der sker en hurtig fortynding på grund af den store dynamik i Vadehavet. Figur 4-5, Figur 4-6 og Figur 4-7 viser lækagespredning af R-1234ze(E) målt som et øjeblikbillede en halv time, en time og to dage efter lækagen i et sommerscenarie med udadgående strøm. Koncentrationen af R-1234ze(E) er aftaget i scenariet efter en time, og spredningen sker langs med havneområdet. To dage efter lækagen forekommer der ikke koncentrationer af R1234ze, der overstiger 0,1 mg/l (Figur 4-7).



Figur 4-5. Lækagespredning ved en lækage af den maksimale koncentration af R-1234ze(E) på 373 mg/l vist 0,5 time efter lækage, når lækagen sker i forbindelse med ebbe (udadgående strøm, sommerscenarie).



Figur 4-6. Lækagespredning ved en lækage af den maksimale koncentration af R-1234ze(E) på 373 mg/l vist 1 time efter lækage, når lækagen sker i forbindelse med ebbe (udadgående strøm, sommerscenarie).



Figur 4-7. Lækagespredning ved en lækage af den maksimale koncentration af R-1234ze(E) på 373 mg/l vist 2 dage efter lækage, når lækagen sker i forbindelse med ebbe (udadgående strøm, sommerscenarie).

Vurdering

Risikoen for at en stor lækage af R-1234ze(E) vil sprede sig til havmiljøet i koncentrationer, som kan være potentielt dødelige for fisk vurderes at være meget lille. Det skyldes de beskrevne forsvarsbarrierer, som skal sikre at varmepumpen kører optimalt, og at der ikke sker lækage fra systemet. Ved et fuldt brud vil varmepumpen øjeblikkeligt lukke ned, så der ikke længere flyder havvand gennem fordamperen, og der vil blive lukket af returflow til havet. Samtidig er toksiciteten af R-1234ze(E) lav, og selv ved et fuldt brud vil de maksimalt opnåede koncentrationer af R-1234ze(E) være lave, og vurderes ikke at føre til væsentlige påvirkninger af fisk eller andre marine arter.

Det vurderes, at der ikke vil være dødelige påvirkninger af fisk eller øvrige marine arter, da koncentrationerne af R-1234ze(E) hurtigt fortyndes til langt under EC50/LC50 værdierne på hhv. 117 og 160 mg/l. Varigheden af lækagen vil være kort, da udbredelsen allerede en time efter selv en stor lækage på 373 mg/l vil være begrænset (Figur 4-6). Dermed vurderes en eventuel påvirkning fra en sivende R-1234ze(E) lækage ikke at være en væsentlig påvirkning af fisk eller øvrige marine arter omkring udløbet.

Når den lille risiko for lækage betragtes sammen med varigheden af en eventuel lækage, vurderes det at der ikke vil være en væsentlig påvirkning af fisk eller øvrige marine arter på udpegningsgrundlaget i tilfælde af at der sker en lækage af kølemedlet R-1234ze(E) til havmiljøet.

Vandkvaliteten forventes ikke at blive påvirket ved en lækage af R-1234ze(E). Det skyldes at R-1234ze(E) er meget lidt opløseligt i vand. I tilfælde af spild i havvand ved temperaturer over 0 °C vil gassen fordampe til luften. Eventuel resterende opløst gas fordampes også med tiden. Dermed vurderes en evt. lækage af kølemedlet R1234ze(E) ikke at udgøre en væsentlig påvirkning af naturtyperne bugt og vadeflade, som ligger nærmest projektområdet.

4.4.2.2 Kølemedel Vandfrit ammoniak

Vandfrit ammoniak (NH₃) er meget giftig, særligt overfor fisk. Det ses af de såkaldte EC50/LC50 værdier, hvor den laveste LC50 for NH₃ i fisk er 0.068 mg/L NH₃, dog efter længere varende test med påvirkninger over nogle timer⁶³. Forhøjede ammoniakkoncentrationer (NH₃) i vandet kan medføre irritation og skader på fiskenes hud og gæller, væv og centralnervesystem. Ved meget høje niveauer vil fisken hurtigt dø.

På ECHA hjemmeside (det Europæiske Kemi Agentur) er desuden oplyst de såkaldte PNEC værdier (Predicted No Effect Concentration)⁶⁴ for NH₃ i vandmiljøet. Her er der i forhold til EC50/LC50 værdierne indbygget en sikkerhedsfaktor. For det marine miljø er PNEC værdien for NH₃ oplyst til 0,001 mg/l (ppm)⁶⁵, hvilket er den koncentration, hvorunder der ikke forventes at være risiko for en påvirkning af de akvatiske organismer. En nærmere beskrivelse af NH₃ og dets egenskaber i havvand fremgår af notat for NH₃ og egenskaber ved udslip til havmiljøet⁶⁶.

NH₃ har en stor vandopløselighed og vil i havvand være tilstede som ammoniak (NH₃) eller ammonium (NH₄⁺). Fordelingen mellem de to kemiske forbindelser vil være afhængige af pH og i mindre grad af temperaturen. Ved pH-værdier mellem 5 og 8 vil den dominerende form være NH₄⁺, og pH-målinger fra 2011 udført i Grådyb i 2011 viser et pH gennemsnit på 7,9 i havvandet⁶⁷. Ammonium er ikke giftigt for fisk, men vil bidrage til næringsbelastningen med kvælstof i havmiljøet.

Der er foretaget modelberegninger for tre lækagescenarier. Et scenarie, hvor der sker et brud på flere rør samtidig i fordamperen og hvor alle forsvarsbarrierer svigter og en meget høj koncentration af NH₃ lækkes, og for to scenarier, hvor detektionsgrænsen for NH₃ koncentration er hhv. 10 mg/l og 1 mg/l.

For alle tre scenarier er der foretaget modelberegninger af spredningen, hvis lækagen sker under en normal sommer- eller vinterperiode og i tilfælde af at lækagen sker ved lavvande, højvande eller tidevandsskift (svarende til seks forskellige tidspunkter for lækage). Modelberegningerne for lækager er foretaget over en periode på 14 dage. Perioden på 14 dage er et valg, der er foretaget tidligt i beregningsfasen, og er ikke et udtryk for, hvor længe den samlede lækage er tilstede. I

⁶³ Data fra ECHA: <https://echa.europa.eu/da/registration-dossier/-/registered-dossier/15557/6/2/2>

⁶⁴ Koncentration i vandmiljø hvor det forventes at der ikke kan ses en effekt.

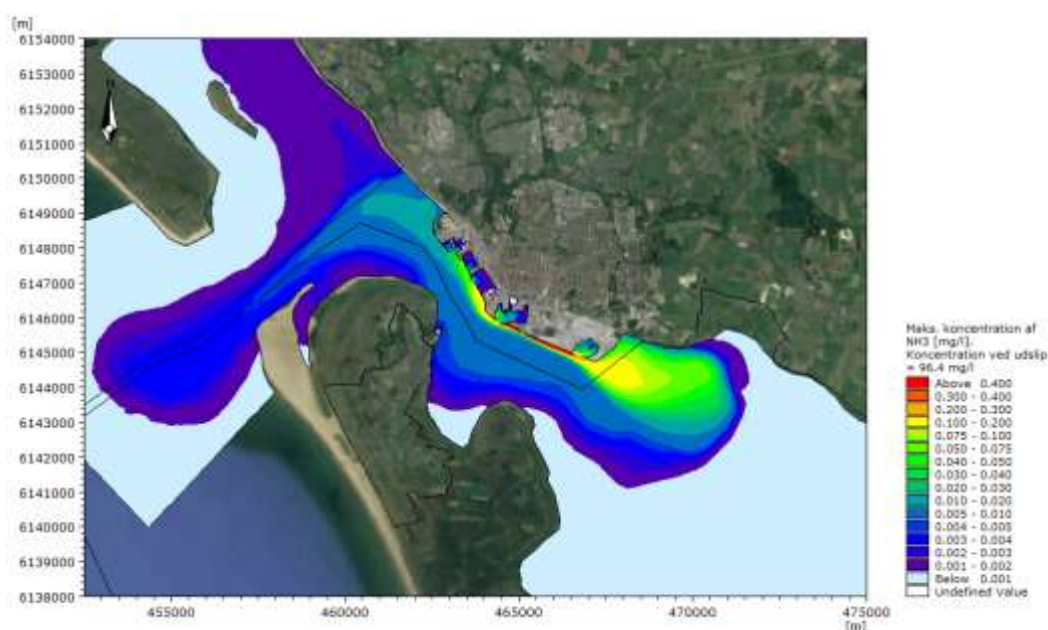
⁶⁵ Fra ECHA: <https://echa.europa.eu/da/registration-dossier/-/registered-dossier/15557/6/1>

⁶⁶ Rambøll 2020: Notat for NH₃ og egenskaber ved udslip til havmiljøet.

⁶⁷ Bemærk at havvand har et godt buffersystem mht. opretholdelse af pH.

væsentlighedsvurderingen er valgt at vise figurer for de 6 scenarier samlet, og en nærmere beskrivelse af de enkelte scenarier fremgår af notat for numeriske beregninger⁶⁸. For øjeblikksplottene er valgt et sommerscenarie ved lavvande (ebbe) med udadgående strøm for at vise, hvor stor udbredelsen vil være med den mindste vandmængde til opblanding af lækagen under sommerens lysforhold, hvor primærproduktion er høj.

Det første scenarie med en stor lækage på grund af rørbrud vurderes som meget urealistisk, men er med for at illustrere omfanget, hvis alle forsvarsbarrierer svigter på en gang. Scenariet vil føre til en koncentration af NH_3 på 96,4 mg/l i returvandet, hvilket er langt over PNEC koncentrationen på 0,001 mg/L. Figur 4-8 viser de maksimalt opnåede koncentrationer af NH_3 gennem alle seks simuleringsperioder, og viser de maksimalt opnåede koncentrationer over en simuleringsperiode på 14 dage, når udslippet varer 6 minutter. Som det ses af figuren, er det lokalt omkring udløbet og langs med havnen at de største koncentrationer af NH_3 vil forekomme, men der vil også ske en udbredelse af NH_3 i koncentrationer over PNEC værdien på 0,001 mg/l indover afgrænsningen for habitatområde H78.



Figur 4-8. Udbredelse af NH_3 og maksimalt opnåede koncentrationer i løbet af en simuleringsperiode på 14 dage for de seks scenarier samlet, når der analyseres en lækage af NH_3 på 96,4 mg/l, hvor lækagen varer 6 minutter. Bemærk, at det ikke er et øjebliksbillede af udbredelsen af NH_3 .

Modelberegningerne for spredningen af NH_3 lækagen med en koncentration 96,4 mg/l viser, at der sker en hurtig fortynding på grund af den store dynamik i Vadehavet. Figur 4-9 og Figur 4-10 viser lækagespredning af NH_3 målt som et øjebliksbillede en halv time og en time efter lækagen i et sommerscenarie med udadgående strøm. Koncentrationen af NH_3 er aftaget i scenariet efter en time, og spredningen sker langs med havneområdet.

⁶⁸ Rambøll 2020: Etablering af havvarmepumpe ved Esbjerg Havn – numerisk modellering.



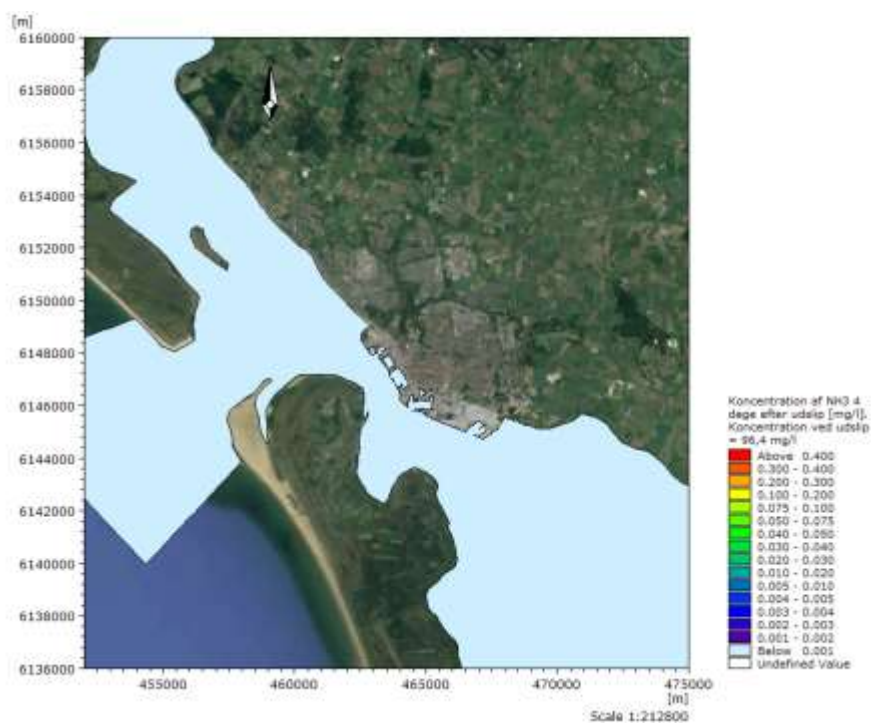
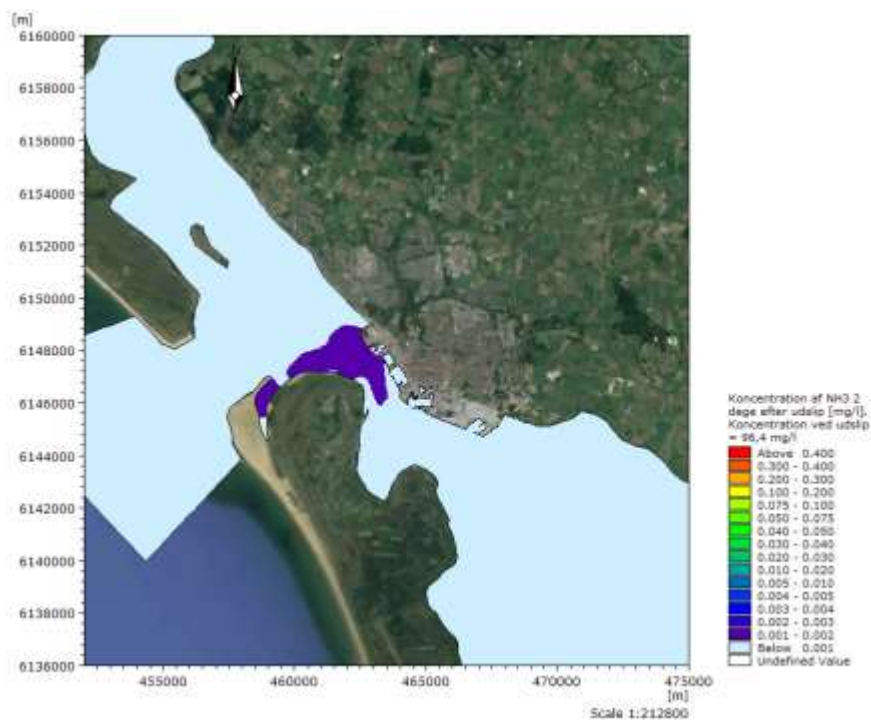
Figur 4-9. Lækagespredning ved en lækage af den maksimale koncentration af NH_3 på 96,4 mg/l vist 0,5 time efter lækage, når lækagen sker i forbindelse med ebbe (udadgående strøm, sommerscenarie).



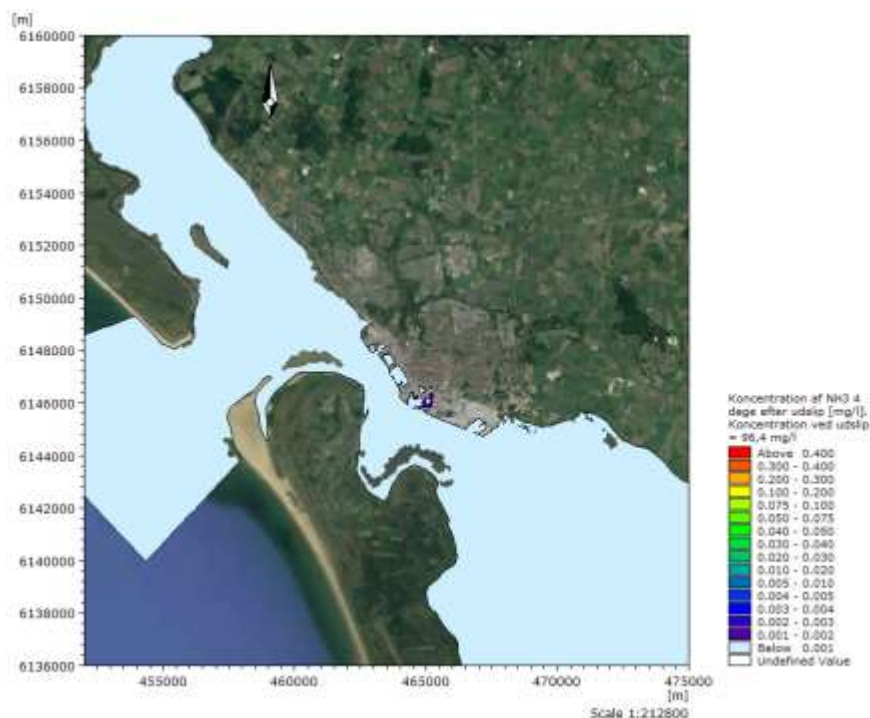
Figur 4-10. Lækagespredning ved en lækage af den maksimale koncentration af NH_3 på 96,4 mg/l vist 1 time efter lækage, når lækagen sker i forbindelse med ebbe (udadgående strøm, sommerscenarie).

Efter 2 dage er koncentrationerne af NH_3 under 0,002 mg/l og 4 dage efter lækagen forekommer der ikke koncentrationer af NH_3 , der overstiger PNEC værdien på 0,001 mg/l ved udadgående strøm, sommerscenarie (Figur 4-11). For et sommerscenarie med indadgående strøm ved ebbe ses der dog en meget lav koncentration på <0,002 mg/l efter 4 dage inde i selve havnebassinet (Figur 4-12), og for dette scenarie er lækagespredningerne for de øvrige scenarier mindre end de øvrige sommerscenarier⁶⁹.

⁶⁹ Rambøll 2020: Etabling af havvarmepumpe ved Esbjerg Havn – numerisk modellering.



Figur 4-11. Lækagespredning ved en lækage af den maksimale koncentration af NH_3 på 96,4 mg/l vist 2 dage (øverst) og 4 dage (nederst) efter lækage, når lækagen sker i forbindelse med ebbe (udadgående strøm, sommerscenarie).



Figur 4-12. Lækagespredning ved en lækage af den maksimale koncentration af NH_3 på 96,4 mg/l vist 4 dage efter lækage, når lækagen sker i forbindelse med ebbe (indadgående strøm, sommerscenarie).

Dermed vil det kun være få dage ud af de 14 dage i simuleringen, hvor der kan detekteres NH_3 i koncentrationer over PNEC værdien på 0,001 mg/l.

For scenariet, hvor der sker en lækage, og der måles på NH_3 koncentrationen i udløbsvandet med en detektionsgrænse på 10 mg/l, viser plottet for de maksimalt opnåede koncentrationer at koncentrationer over PNEC koncentrationen på 0,001 mg/l kun i meget begrænset omfang vil sprede sig til habitatområde H78 (Figur 4-13).



Figur 4-13. Udbredelse af NH_3 og maksimalt opnåede koncentrationer i løbet af en simuleringsperiode på 14 dage for de seks scenarier samlet, når der analyseres en lækage af NH_3 på 10 mg/l, hvor lækagen varer 6 minutter. Bemærk, at det ikke er et øjeblikbillede af udbredelsen af NH_3 .

For scenariet, hvor der måles på NH_3 koncentrationen i udløbsvandet med en detektionsgrænse på 1 mg/l, viser plottet for de maksimalt opnåede koncentrationer, at koncentrationer over PNEC koncentrationen på 0,001 mg/l kun i meget begrænset omfang vil sprede sig til habitatområde H78 (Figur 4-14).



Figur 4-14. Udbredelse af NH_3 og maksimalt opnåede koncentrationer i løbet af en simuleringsperiode på 14 dage for de seks scenarier samlet, når der analyseres en lækage af NH_3 på 1 mg/l, hvor lækagen varer 6 minutter. Bemærk, at det ikke er et øjebliksbillede af udbredelsen af NH_3 .

Vurdering

Det vurderes at en større lækage af NH_3 til havmiljøet fra et brud i veksleren vil være usandsynlig, da risikovurderingen på baggrund af tabelopslag for komponenter i veksleren angiver en sandsynlighed for brud på 5×10^{-8} .⁷⁰ Med de beskrevne forsvarsbarrierer, som skal sikre at varmepumpen kører optimalt, og at der ikke sker lækage fra systemet, vil varmepumpen ved et brud i veksleren øjeblikkeligt lukke ned, så der ikke længere flyder havvand gennem fordampere, og der vil blive lukket af returflow til havet.

Ved en sivende lækage kan der gå længere tid, inden trykfald vil blive registreret i systemet, som vil føre til nedlukning. Derfor vil en detektion på 1-10 mg/l som forsvarsbarriere mod en sivende lækage sikre at lækagen opdages hurtig, og dermed vil udbredelsen af en lækage med en koncentration på 1-10 mg/l være begrænset til et område tæt på udløbet (Figur 4-13 og Figur 4-14). Det kan ikke afvises at der vil være en dødelig effekt på fisk af lækagen i området umiddelbart omkring udløbet, hvor koncentrationerne overskrider EC_{50} værdien på 0,068 mg/L. Varigheden af lækagen vil være kort, da modelresultater selv af en stor lækage viser at udbredelsen allerede en time efter lækagen vil være begrænset (Figur 4-10) og at koncentrationen af NH_3 er faldet til <0,002 mg/l efter 2 dage og under 0,001 mg/l efter 4 dage (Figur 4-11).

Da koncentrationen af NH_3 hurtigt aftager med afstand fra udløbet, vurderes en eventuel påvirkning fra NH_3 lækage at ske på enkeltindivider af fisk, som opholder sig umiddelbart omkring havvandsudløbet i tilfælde af en lækage. Den potentielle lækage af NH_3 i forbindelse med et uheldsscenario vurderes dermed ikke at udgøre en væsentlig påvirkning af fisk på udpegningsgrundlaget, da der ikke vil være påvirkninger af fisk på populationsniveau, og det vurderes at en potentiel lækage ikke vil forhindre de udpegede fiskearter i at opnå gunstig bevaringsstatus.

⁷⁰ Rambøll 2020: Teknisk notat - udslip af NH_3 eller R1234ze til havmiljø

Vandkvaliteten vil potentielt også blive påvirket ved en lækage af ammoniak. Da naturtypen bugt og vadeblade ligger 800 meter fra havneområdet, kan der potentielt ske en påvirkning af naturtypernes tilstand. De marine naturtyper opnåelse af gunstig bevaringsstatus løftes gennem indsatser i vandområdeplanerne.

Som beskrevet i afsnit 4.2.1 er vadeblade og bugt i ugunstig bevaringsstatus, hvilket bl.a. skyldes for stor næringsbelastning af havet. Vadehavet hører til Vandområdeplan for Jylland og Fyn 2015 - 2021⁷¹ (se afsnit 5.2). Miljømålet er at opnå god økologisk tilstand i Vadehavet, og der er beskrevet et indsatsbehov for kvælstofreduktion for hovedvandopland 1.10 Vadehavet, herunder kystvandoplandet Grådyb tidevandsområde (121). Belastningen fra oplandet til Vadehavet er opgjort til 7360 tons N/år i år 2021, og for at opnå en god miljøtilstand skal kvælstofbelastningen reduceres med 1750 tons N/år til målbelastningen på 5611 tons N/år.

Ved en antagelse om et fuldt brud vil der over en periode på 6 minutter ved et flow på 3600 l/s kunne forekomme følgende potentielle tilførsel af kvælstof til Vadehavet:

Lækage 6 rør brister samtidig: $3470 \text{ g/s} * 60 \text{ s/min} * 6 \text{ min} = 1.249.200 \text{ g} = 1249,2 \text{ kg NH}_3$

hvilket samlet svarer til en lækage på 1029 kg N⁷² og ⁷³.

Det forventes imidlertid at detektionsgrænsen for NH₃ vil ligge mellem 1-10 mg/l. Ved en lækage med en detektion på 10 mg/l over 6 minutter ved et flow på 3600 l/s vil det betyde følgende potentielle tilførsel af NH₃ til Vadehavet:

$3600 \text{ l/s} * 10 \text{ mg/l NH}_3 * 60 \text{ s/min} * 6 \text{ min} = \underline{13 \text{ kg NH}_3}$

hvilket samlet svarer til en lækage på 107 kg N⁷⁴, da ca. 10 % af kvælstoflækagen vil være på NH₃ form, mens resten vil være på NH₄⁺ form⁷⁵.

Den potentielle lækage af kvælstof i forbindelse med et uheldsscenario på mellem 107 til 1029 kg N vil være meget lav (mellem 0,0015 og 0,014 %) ⁷⁶ set i forhold til årlige belastningen fra oplandet på 7360 tons N/år.

Da vandområdet Grådyb i forvejen modtager for meget næring og ikke har opnået god økologisk tilstand, vil en mertilførsel potentielt kunne udgøre en væsentlig påvirkning af de marine naturtyper vadeblade og bugt. Når sandsynligheden på 5×10^{-8} ⁷⁷ for en stor lækage ved et uheldsscenario tages i betragtning på baggrund af de beskrevne forsvarsbarrierer, er vurderingen dog samlet set at der ikke vil forekomme en væsentlig påvirkning af naturtyper på udpegningsgrundlaget. Projektet vurderes dermed ikke at være til hindring for opnåelse af gunstig bevaringsstatus for vadeblade og bugt.

4.4.3 Kumulative effekter

Jævnfør habitatdirektivet skal vurderingen også omfatte mulige kumulative effekter, f.eks. i forhold til eksisterende belastninger og i forhold til belastninger fra allerede vedtagne planer, som endnu ikke er realiserede, og fra planer og projekter som foreligger i forslag.

⁷¹ Miljø- og Fødevareministeriet, SVANA, 2016. Vandområdeplan 2015-2021 for Vandområdedistrikt Jylland og Fyn.

⁷² Molforhold 14/17 anvendes ved omregning af NH₃ til N ($1249,2 \text{ kg NH}_3 * 14/17 = 1029 \text{ kg N}$)

⁷³ Rambøll 2020: Notat for NH₃ og egenskaber ved udslip til havmiljøet.

⁷⁴ Molforhold 14/17 anvendes ved omregning af NH₃ til N

⁷⁵ Rambøll 2020: Notat for NH₃ og egenskaber ved udslip til havmiljøet.

⁷⁶ $0,107 \text{ tons}/7360 \text{ tons} * 100 = 0,0015 \%$

⁷⁷ Rambøll 2020: Teknisk notat - udslip af NH₃ eller R1234ze til havmiljø

Kumulative effekter ses typisk som en forstærket påvirkning af en given miljøkomponent (fx øget forstyrrelse af artsgrupper), men det kan også være mere komplekse effekter ved, at samspillet af forskellige påvirkninger giver anledning til helt nye påvirkninger.

Der kan potentielt være kumulative effekter i form af luftbåren støj eller undervandsstøj fra andre anlæg i området, som jo er et havne- og industriområde.

Udvidelsen af Esbjerg Havn kan potentielt give kumulative effekter på undervandsstøj. Da der stilles vilkår om soft-start ved eventuelt behov for spunsning i anlægsfasen for havvarmepumpen, vurderes kumulative støjpåvirkninger ikke at give anledning til påvirkninger, som ikke allerede er beskrevet og vurderet i forbindelse med ovenstående væsentlighedsvurdering.

I forbindelse med havvandsindtag og -udtag vil der kun forekomme marginale- og helt lokale ændringer af strømhastigheder, som beskrevet i afsnit 3.2.2. Ændringer i sedimentation og erosion vurderes også være marginale og ikke målbare. Dermed vurderes projektet ikke at kunne føre til kumulative effekter på hhv. strømhastigheder, sedimentation eller erosion i Esbjerg Havn.

4.5 Sammenfattende væsentlighedsvurdering

Samlet set vurderes det, at anlæggelse og driften af havvarmepumpen sammenholdt med mulige kumulative effekter ikke vil medføre en væsentlig negativ påvirkning af habitatnaturtyperne vade-flade eller bugt eller af dyre- eller fuglearter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område N89 Vadehavet, delområde H78 Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde samt fuglebeskyttelses-område F57. Det vurderes, at projektet ikke vil påvirke naturtypernes eller arternes bevaringsstatus eller deres mulighed for at opnå eller opretholde gunstig bevaringsstatus.

5. VURDERING AF ØVRIGE NATURFORHOLD

5.1 Bilag IV arter

I projektområdet kan der forekomme bilag IV-arterne marsvin og snæbel. Det er vurderet i væsentlighedsvurderingen ovenfor, at der ikke vil være en væsentlig påvirkning af marsvin og snæbel i anlægs- og driftsfasen for havvarmepumpen. Dermed påvirkes muligheden for opretholdelse af den økologiske funktionalitet for marsvin og snæbel ikke.

5.2 Vandområdeplan Jylland og Fyn

Vadehavet hører til Vandområdeplan for Jylland og Fyn 2015 -2021⁷⁸. Esbjerg Havn ligger i hovedvandområde 1.10 Vadehavet og kystvandområdet Grådyb tidevandsområde (121)⁷⁹. Miljømålet er at opnå god økologisk tilstand i Vadehavet.

Den økologiske tilstand for Grådyb tidevandsområde (havområdet udfor Esbjerg) er ringe, hvilket skyldes, at den økologiske tilstandsklasse for klorofyl (fytoplankton) er ringe, og dermed væsentligt højere end grænsen for god økologisk tilstand for klorofyl (målt som klorofyl *a*) på 7,5 µg/l, som er fastlagt for området i BEK 1001 af 29/06/2016⁸⁰. Den økologiske tilstand for bundfauna er moderat.

Den kemiske tilstand af kystvande ud til 1-sømile grænsen og til 12-sømile grænsen, inddeles i hhv. god, ikke god eller ukendt kemisk tilstand. Opnåelsen af god kemisk tilstand fastsættes på baggrund af koncentrationen af stoffer, som er optaget på EU's liste over prioriterede stoffer, hvilket i Danmark er implementeret gennem Bekendtgørelsen om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand⁸¹.

Den kemiske tilstandsklasse for vandområdet ved Esbjerg Havn ud til 1-sømile grænsen er ikke god og ukendt ud til 12-sømile grænsen.

På baggrund af, at kuldespredningsberegningerne viser, at en sænkning af havvandstemperaturen på mere end 1 °C kun sker helt lokalt omkring udledning af havvand fra varmepumpen, vurderes der ikke at ske en væsentlig påvirkning af muligheden for opnåelse af god miljøtilstand for Grådyb tidevandsområde ved etablering af havvarmepumpen.

Som beskrevet i afsnit 4.4.2.2 vurderes sandsynligheden for en større lækage af NH₃ at være 5 x 10⁻⁸⁸², og ved et uheldsscenario at kunne udgøre 0,001 – 0,014 % af den årlige belastning fra oplandet til Vadehavet. Det vurderes derfor, at der ikke vil ske en væsentlig påvirkning af muligheden for opnåelse af god miljøtilstand for Grådyb tidevandsområde ved etablering af havvarmepumpen.

⁷⁸ Miljø- og Fødevareministeriet, SVANA, 2016. Vandområdeplan 2015-2021 for Vandområdedistrikt Jylland og Fyn.

⁷⁹ MiljøGIS for Vandområdeplanerne 2015-2021 <http://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv2-bek-2019>

⁸⁰ Bekendtgørelse om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder, BEK nr. 1001 af 29/06/2016.

⁸¹ Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand, BEK nr. 1625 af 19/12/2017, <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=196701>.

⁸² Rambøll 2020: Teknisk notat - udslip af NH₃ eller R1234ze til havmiljø