



VVM-REDEGØRELSE
FOR VINDMØLLER VED FREDERIKSHAVN

Indholdsfortegnelse

1	Forord	5
2	Ikke teknisk resume	7
2.1	Projektet	7
2.2	Landskabelige og visuelle forhold	8
2.3	Miljøpåvirkninger	10
2.4	Overvågningsprogrammer	14
3	Baggrund for projektet	15
3.1	Politiske målsætninger	15
3.2	Baggrund for projektet ved Frederikshavn	15
3.3	Reduktion i udledning af drivhusgasser	16
04	Vindmølleområdet	17
4.1	Planlægningsmæssige forhold	17
4.2	Geomorfologisk karakteristik af området	19
5	Projektbeskrivelse	21
5.1	Projektets placering	21
5.2	Projektets omfang	23
5.3	Beskrivelse af anlægget	24
5.4	Anlægsfasen	29
5.5	Driftsfasen	30
5.6	Andre påvirkninger under drift	32
5.7	Afvikling af mølleområdet	34
6	Alternativer til projektet	35
6.1	0 – alternativet	35
6.2	Alternative placeringer af vindmøllerne	35
6.3	Placering af møllerne indenfor forundersøgelsesområdet	35
7	Virkning på miljøet	39
7.1	Landskabelige påvirkninger og visualisering /6/	39
7.2	Kyst og hav	45
7.3	Skibstrafik /3/+4/	55
7.4	Biologiske forhold	60
7.5	Øvrige planlægningsmæssige forhold	78
8	Foranstaltninger til reduktion af miljøpåvirkninger	81
8.1	Styring af miljømæssige forhold	81
8.2	Anlæggets udformning	81
8.3	Anlægsfasen	82
8.4	Driftsfasen	82
9	Overvågningsprogrammer og socioøkonomiske konsekvenser	83
9.2	Overvågning i anlægsfasen	83
9.3	Socioøkonomiske konsekvenser	83
9.4	Lokal erhvervsudvikling	84
9.5	Udviklingselementet	84
10	Vanskeligheder og mangler	85
11	Referencer	87
12	Bilagsfortegnelse	89

**TESTOMRÅDE FOR 6 DEMONSTRATIONSVINDMØLLER
OG FUNDAMENTER VED FREDERIKSHAVN**

VURDERING AF VIRKNINGER PÅ MILJØET
VVM-REDEGØRELSE

AUGUST 2008

01 | Forord

Regeringen fremlagde den 19. januar 2007 sin langsigtede energipolitik. Udspillet beskriver regeringens energipolitiske mål frem mod år 2025 og de initiativer, som skal iværksættes for at nå målene.

For vedvarende energi er det således målet, at andelen af el-produktionen fra vedvarende energikilder, hvoraf størstedelen kommer fra vindmøller, skal øges til 36 % i 2025. Dette skal ske ved udbygning med vindmøller på havet og ved udskiftning/erstatning af ældre eller uheldigt placerede vindmøller på land med større og mere effektive møller.

En massiv udbygning - især på havet - giver behov for testfaciliteter, hvor store nyudviklede vindmøller kan gennemprøves grundigt, inden de opstilles i større antal på havet.

I forarbejdet til regeringens langsigtede energipolitik er der da også peget på en række områder på land og kystnært, som vil være velegnede til placering af såkaldte test- eller demonstrationsmøller. Ét af disse områder er på havet øst for Frederikshavn.

DONG Energy ansøgte i marts 2007 Energistyrelsen om tilladelse til at igangsætte forundersøgelser for placering af 6 demonstrationsvindmøller indenfor et nærmere afgrænset område på havet øst for Frederikshavn.

Energistyrelsen gav den 1. juni 2007 tilladelse til, at der kunne gennemføres en forundersøgelse med VVM-redegørelse for mulige konsekvenser af at placere 6 store demonstrationsvindmøller indenfor et afgrænset område samt kabelføring mellem møllerne og fra mølleområdet til land.

Energistyrelsen gav efterfølgende tilladelse til en udvidelse af området med flere muligheder for kabelforbindelser til land.

Efter de indledende undersøgelser blev det klart at det var nødvendigt med en nærmere kortlægning af splitternernes forekomst i området, og en feltundersøgelse blev gennemført i juni/juli 2008. Samtidig blev der gennemført en dykkerundersøgelse af et muligt kabeltracé. I forbindelse med disse undersøgelser forlængede Energistyrelsen tilladelsen til forundersøgelser til 1. oktober 2008.

Projektet ejes af NearshoreLAB A/S, som er et aktieselskab med MBD Offshore Power A/S og DONG Energy som ejere.

Læsevejledning

VVM-redegørelsen består af en hovedrapport inklusiv et ikke-teknisk resumé. Beskrivelsen af de eksisterende forhold samt miljøkonsekvensvurderingerne er bl.a. baseret på en række forundersøgelser, som er dokumenteret i form af tekniske baggrundsrapporter.

Referencer

Der anvendes tre referenceniveauer i redegørelsen:

- Referencer benævnt /bilag/ er vedlagt redegørelsen.
- Referencer nummereret /1/ til /19/ udgøres af de tekniske baggrundsrapporter.
- Referencer nummereret fra /20/ og opefter er kilder, der er umiddelbart tilgængelige for offentligheden.

Rekvirering af rapporten

Redegørelsen kan læses og downloades fra DONG Energy's hjemmeside (www.dongenergy.dk) samt på Energistyrelsens hjemmeside (www.ens.dk) eller rekvireres på CD-ROM ved henvendelse til DONG Energy.



Figur 1.1 Visualisering af møllerne set fra Sæby Havn incl. de 4 eksisterende møller./6/

02 | Ikke teknisk resume

Regeringen fremlagde den 19. januar 2007 sin langsigtede energipolitik. Udspillet beskriver regeringens energipolitiske mål frem mod år 2025 og de initiativer, som skal iværksættes for at nå målene. For vedvarende energi er det således målet, at andelen af elproduktionen fra vedvarende energikilder, hvoraf størstedelen kommer fra vindmøller, skal øges til 36 % i 2025. Dette skal ske ved udbygning med vindmøller på havet og ved udskiftning/erstatning af ældre små vindmøller på land med større og mere effektive møller.

En massiv udbygning - især på havet - giver behov for testfaciliteter, hvor store nyudviklede vindmøller og fundamenter, nye metoder til montage m.v. kan gennemprøves grundigt, inden de opstilles i større antal på havet.

I forarbejdet til regeringens langsigtede energipolitik er der da også peget på en række områder på land og kystnært, som vil være velegnede til placering af såkaldte test- eller demonstrationsmøller. Ét af disse områder er på havet øst for Frederikshavn.

DONG Energy ansøgte i marts 2007 Energistyrelsen om tilladelse til at igangsætte forundersøgelser for placering af 6 demonstrationsvindmøller indenfor et nærmere afgrænset område på havet øst for Frederikshavn, se figur 2.1.

Projektet ejes af NearshoreLAB A/S, som er et aktieselskab med MBD Offshore Power A/S og DONG Energy som ejere. DONG Energy varetager behandlingen af projektet.

VVM-redegørelsen omfatter demonstrationsvindmøllerne, det interne kabelnet samt kabel til land.

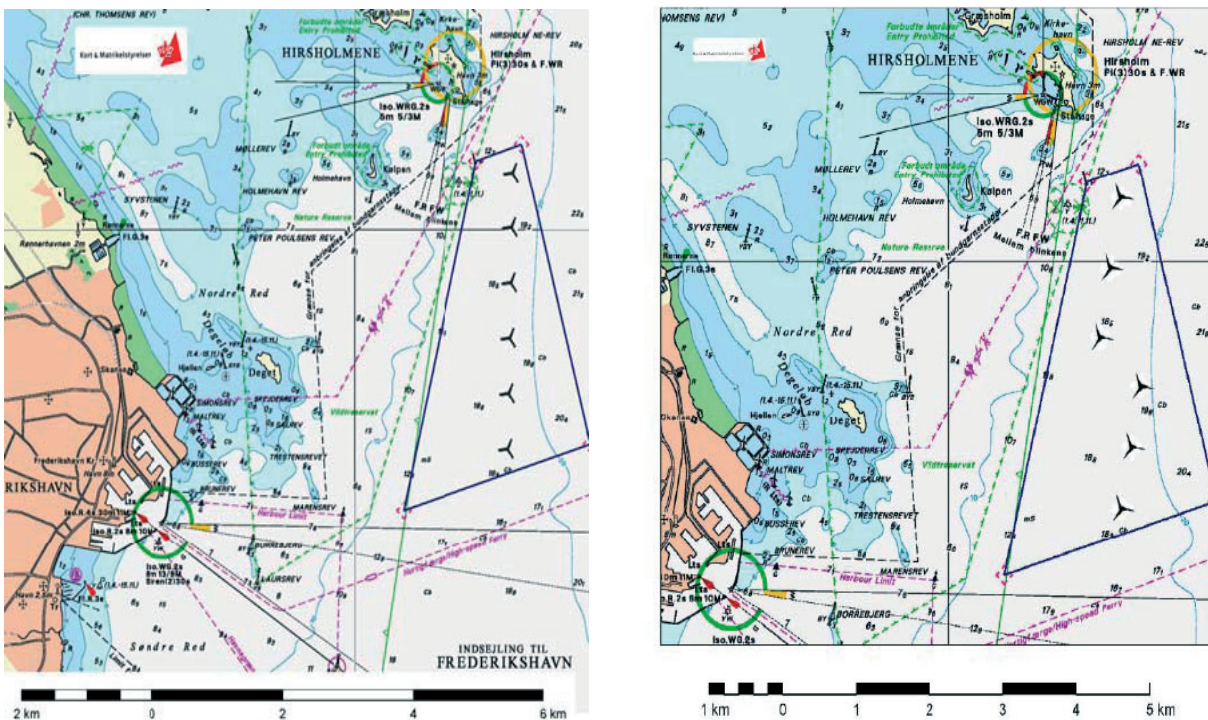
2.1 Projektet

Det ansøgte projekt omfatter placering af seks vindmøller på havet øst for Frederikshavn Havn samt midlertidige aktiviteter primært i forbindelse med udvikling og test af fundamenter, monterings- og driftsfaser. To forslag til placering af de 6 vindmøller er vist i figur 2.1. Området hvor møllerne opstilles vil optage et areal på i alt 1,2 – 1,5 km².

Forundersøelsesområdet udgør ca. 7 km² og ligger ca. 4 km øst for Frederikshavn Havn og således relativt tæt på de faciliteter og anlæg, som skal betjene møller og andre anlæg i etablerings- og driftsfaser. To forslag til placering af de 6 vindmøller er vist i figur 2.1. Området hvor møllerne opstilles vil optage et areal på i alt 1,2 – 1,5 km².

De seks møller foreslås placeret i en nord/sydgående række, alternativt med de 3 nordlige og sydlige møller forskudt 10° mod nordøst. Den alternative placering er foreslået efter forhandlinger med fiskerne og tager mest mulig hensyn til en vigtig trawlroute, som går gennem området. Afstanden mellem møllerne vil blive 700-800 m afhængig af møllernes størrelse og havbundsforholdene.

Møllerne vil være demonstrationsvindmøller med forskellige funderingskoncepter. Tårnets højde vil være mellem 85 og 115 m og afstanden fra vandspejlet til vingespids i højeste position 150 til 200 m.



Figur 2.1 Forundersøelsesområdets og møllernes placeringer, hovedforslag og alternativet der tager hensyn til trawlfiskeriet.

2.1.2 Fundamenter

Fundamentstyperne er endnu ikke fastlagt, da testområdet også skal bruges til at afprøve nye fundamentstyper.

Pt. undersøges følgende muligheder for fundamenter til møllerne ved Frederikshavn:

- forskellige typer af bøttefundamenter
- et gravitationsfundament i beton, som kan flyde
- en beton tripod
- et sugeanker-fundament i beton

2.2 Landskabelige og visuelle forhold

De landskabelige og visuelle påvirkninger som følge af vindmøllerne er dokumenteret i en særskilt visualiseringsrapport, hvor vindmøllerne er visualiseret fra 23 forskellige punkter på land og på havet. Vurderingerne af påvirkningen er opdelt i hhv. nærzonen (0-5 km), mellemzonen (5-13 km) og fjernzonen over 13 km fra møllerne.

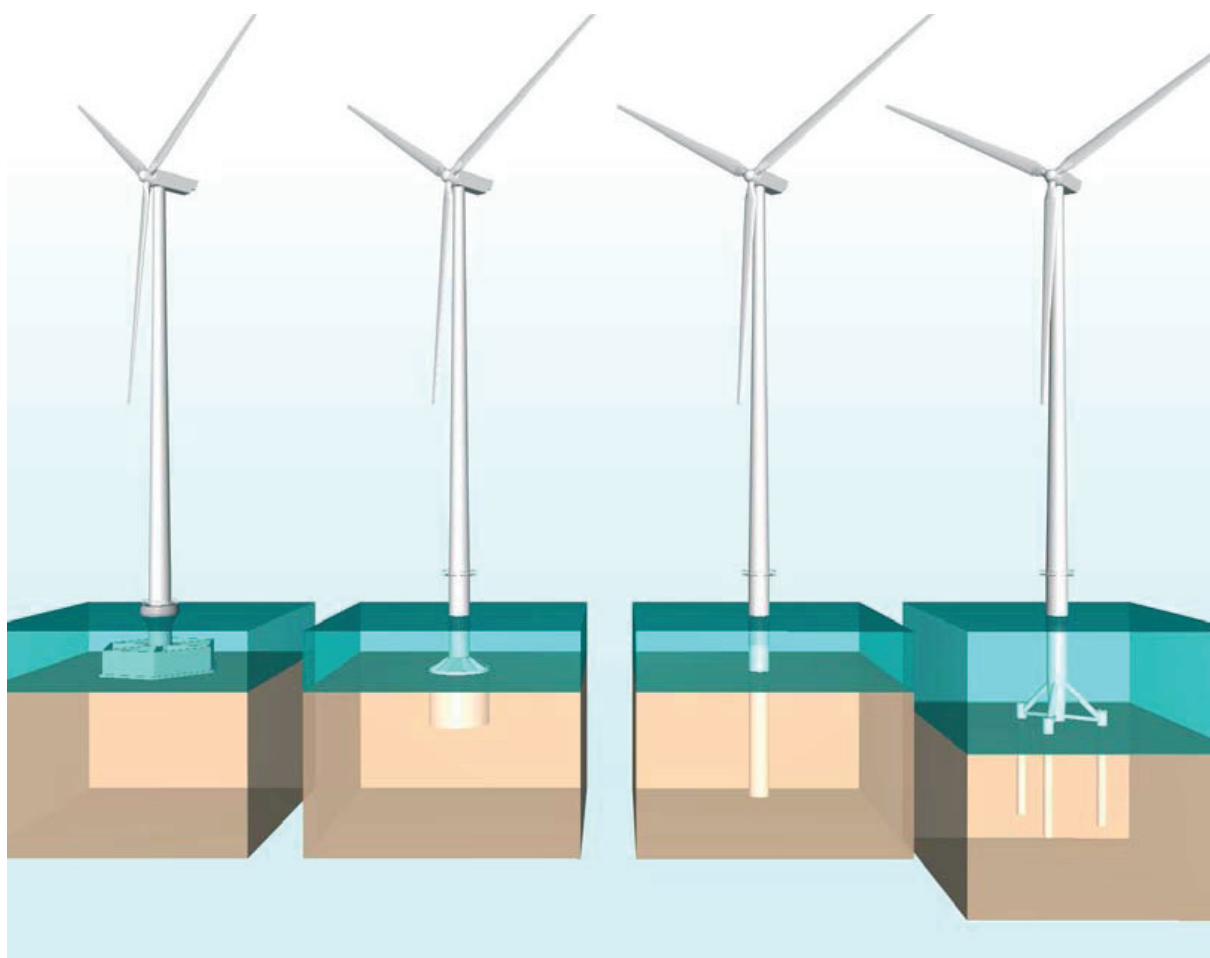
I nærzonen på 5 km er vindmøllerne dominerende. Nærzonen til vindmøllerne omfatter det østligste af havnen, havområdet og Hirsholmene.

I mellemzonen fra 5 til 13 km er vindmøllerne på grund af afstanden mindre markante og ikke dominerende. Detaljerne i den enkelte vindmølle kan være svær at opfatte, og vindmøllernes størrelse vil harmonere med de øvrige landskabselementer, som man altid oplever tættere på. Ofte kan det være svært at vurdere vindmøllernes størrelse, idet afstanden til vindmøllerne ikke kendes. Bevoksning og terræn er afgørende for, om vindmøllerne er synlige. Sigtbarheden spiller en stor rolle.

I fjernzonen over 13 km vil vindmøllerne blive oplevet fra kysterne og fra højdepunkter bag kysterne. Sigtbarheden spiller en afgørende rolle. I fjernzonen vil man ikke se vindmøllernes detaljer, og vingerne vil ofte forsvinde mod baggrunden. Vindmøllernes størrelse i forhold til andre landskabselementer i samme afstand fra beskueren og samspillet med de eksisterende vindmøller vil træde tydeligt frem.

2.2.1 Valg af visualiseringspunkter

Der er visualiseret fra steder, hvor folk færdes, hvor de bor, og hvor de tilbringer fritiden samt fra udsigtspunkter. Visualiseringspunkterne ligger i byerne langs kysten, på Hirsholm, på



Figur 2.2 Forskellige fundamenttyper.



Figur 2.3 Fotopunkt fra Nordstrand Skanse /6/.

havet og på diverse udsigtspunkter bag kysten fra Sæby til Skagen.

Der er flest visualiseringspunkter i mellemzonen, da nærzonen kun berører den østligste del af havneområderne i Frederikshavn.

2.2.2 Syntlighed

Fra Hirsholm vil vindmøllerne opfattes som store og dominerende. Vindmøllerne vil understrege udviklingen, hvor de små samfund affolkes, og fremtiden ligger i de store bysamfund med tilhørende store, tekniske anlæg. Lysafmærkningen af vindmøllerne vil sammen med fyret og lysene fra Frederikshavn give en kraftig forøgelse af lyspåvirkningen på Hirsholm, specielt når man ser mod sydøst.

I Frederikshavn ligger havnen foran de centrale dele af byen. Vindmøllerne vil derfor kun ses i mindre grad over bygninger og bevoksning i byens centrale dele. Det er vurderet, at der ikke vil være gener fra vindmøllerne set fra selve byen.

Fra kysterne syd for Frederikshavn vil vindmøllerne blive set mere eller mindre forskudt for de eksisterende vindmøller på havnen, og møllerne vil stå som et roligt og letopfattet teknisk anlæg i modsætning til de nuværende havnearealer.

Fra de nordlige kyster vil vindmøllerne syd for Hirsholm være de mest markante elementer, og de vil ofte overskygge oplevelsen af Hirsholm. Ved Nordstrand Skanse vil udsigten være domineret af vindmøller, idet de eksisterende vindmøller står

ret tæt på Skansen. De nye vindmøller vil ikke forhindre, at man kan opleve Skanseanlægget.

I byens udkant vil vindmøllerne være mest synlige fra boligområder i Kilden, fra højdepunkter og fra udsigtspunkter. Derfra vil man opleve de nye vindmøller i samspil med de eksisterende møller og med industrihavnen foran byen. De nye vindmøller vil stå som et roligt og dynamisk modspil til havnen. Enkelte steder i byen vil man kunne opleve vingspidser over bygningerne, som for eksempel fra rundkørslen på Hjørningvej. Men generelt vil vindmøllerne på havet ikke give væsentlige gener.

I Strandby vil der ikke være væsentlige visuelle gener fra vindmøllerne, der primært vil blive oplevet fra havnen og enkelte etageboliger ved havnen.

I fjernzonen kan man i klart vejr se vindmøllerne fra kysten fra Lyngså til Skagen og fra højdepunkter inde i landet. Specielt fra Tolne Bakker vil der være en mærkbar forøgelse af tekniske anlæg i det fjerne, hvor man også kan se Frederikshavn og de eksisterende vindmøller.

I fjernzonen er vindmøllerne ikke markante, og deres relativt beskedne udbredelse medfører, at der ikke er fundet noget visuelt uheldigt indtryk af vindmøllerne syd for Hirsholm.

2.2.3 Lysafmærkning

Møllerne bliver højere end 150 m, og de skal derfor forsynes med lysafmærkning af hensyn til flysikkerheden. Afmærkning



Figur 2.4 Fotopunkt fra Pikkerbakken, alternativ (øverst) sammenlignet med hovedforslag (nederst) /6/.

gen skal aftales med - og godkendes af – Statens Luftfarts-væsen.

Da der bliver tale om møller af varierende højde, og da møllerne bliver opstillet i flere etaper over en årrække, vil hver enkelt mølle sandsynligvis skulle lysafmærkes. Lysafmærkningen af hensyn til flysikkerheden vil formodentlig bestå i et hvidt blinkende lys på 2.000 til 20.000 Candela. En sådan belysning vil fra områderne nord og syd for havnen være meget markant, specielt i situationer, hvor man ikke har de mange lys fra byen og den eksisterende havn inde i synsfeltet.

Lysafmærkning af hensyn til skibstrafik vil formodentlig bestå af et fast gult lys, ca 5 m over havoverfladen. Denne lysafmærkning forventes ikke at give gener på land.

Lysafmærkningen af vindmøllerne vil i mellemzonen føje endnu et element til det moderne industrisamfunds visuelle fremtræden, og give en forøgelse af lyspåvirkningen i de mørke timer.

2.2.4 Visuelle påvirkninger ved alternativt opstillingsmønster

Det alternative opstillingsmønster i to forskudte rækker giver

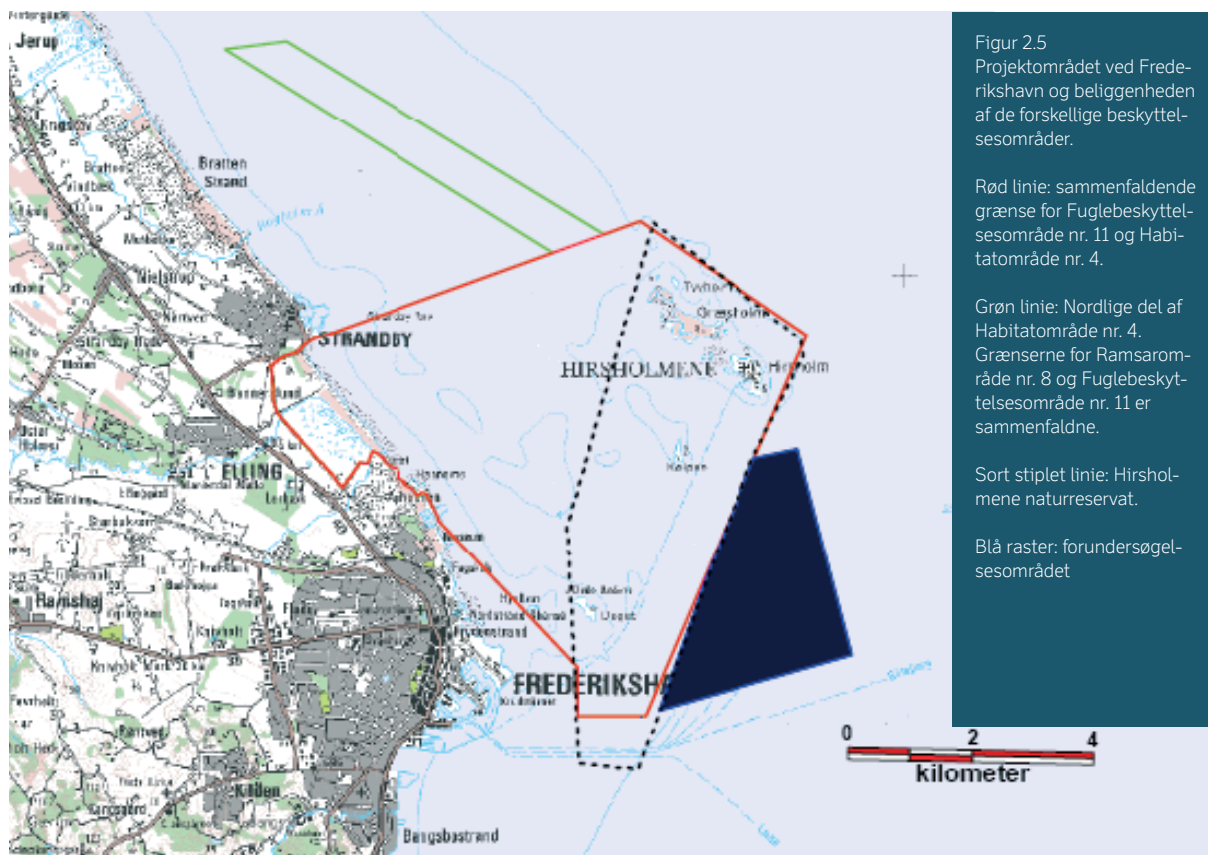
en mindre harmonisk opstilling. I mellemzonen vil der være enten et meget stort eller et meget lille mellemrum ved de midterste vindmøller.

Fra sydsydvest og nordnordøst vil vindmøllerne blive oplevet som to rækker.

Det er vurderet, at det alternative opstillingsmønster er mindre harmonisk og letopfatteligt, men det giver ikke alvorlige visuelle gener sammenlignet med hovedforslaget.

2.3 Miljøpåvirkninger

Projektområdet ligger umiddelbart øst for Hirsholmene naturreservat og det internationale naturbeskyttelsesområde, der består af Habitatområde nr. 4, Ramsarområde nr. 8 og Fuglebeskyttelsesområde nr. 11. Nord for projektområdet ligger øgruppen Hirsholmene. Hirsholmene er levested for en lang række dyre- og plantearter, som er typiske for danske småøer omgivet af et marint miljø. For fuglenes vedkommende drejer det sig om bl.a. havterne, fjordterne, sildemåge, svartbag, stormmåge, skarv og toppet skallesluger. Den på landsplan sjældne tejest yngler på øerne, der også gennem flere årtier har været et af de absolut vigtigste yngleområder for den internationalt beskyttede splitterne.



Figur 2.5
Projektområdet ved Frederikshavn og beliggenheden af de forskellige beskyttelsesområder.

Rød linie: sammenfaldende grænse for Fuglebeskyttelsesområde nr. 11 og Habitatområde nr. 4.

Grøn linie: Nordlige del af Habitatområde nr. 4. Grænserne for Ramsarområde nr. 8 og Fuglebeskyttelsesområde nr. 11 er sammenfaldne.

Sort stiplede linie: Hirschholmene naturreservat.

Blå raster: forundersøgelelsesområdet

Farvandet omkring Hirschholmene er desuden karakteriseret ved de efter danske forhold usædvanligt rige bundsamfund, først og fremmest i forbindelse med store stenrev. Området rummer også enkelte forekomster af den beskyttede marine naturtype boblerev.

Af havpattedyr findes både en bestand af spættet sæl samt enkelte gråsæler, ligesom marsvin optræder hyppigt i det omkringliggende farvand.

Gennem medlemskabet af EU og de hermed forbundne internationale naturbeskyttelses aftaler har Danmark forpligtiget sig til at opretholde en gunstig bevaringsstatus for de arter og naturtyper, som de internationale naturbeskyttelsesområder er udpeget for.

Etableringen af de seks demonstrationsvindmøller har både i anlægs- og driftsfasen en mulig effekt på det omgivende miljø i området. Miljøvurderingen er udført på grundlag af en beskrivelse af områdets basistilstand, hvorpå der er foretaget analyser af og overvejelser om de mulige påvirkningers konsekvens for miljøet.

Miljøeffekterne kan være midlertidige og dermed primært knyttet til anlægsperioden eller vedvarende, og hermed især knyttet til den efterfølgende driftsperiode. I det følgende er fremhævet de væsentligste påvirkninger.

2.3.1 Anlægsfasen

Pattedyr og støj

Ved ramning af monopæl-fundamenter udsendes støj, der kan skræmme sæler og marsvin væk fra anlægsområdet. Hvis denne fundamenttype anvendes må det derfor påregnes, at både sæler og marsvin kan blive væsentligt forstyrret i den periode, hvor nedramningen pågår. Da projektområdet ikke er kendt for at være af særlig stor betydning for havpattedyr, og da andre fourageringsområder findes i nærheden, vurderes forstyrrelsen af havpattedyr i anlægsfasen at være ubetydelig.

2.3.2 Driftsfasen

Fugle

Området omkring Hirschholmene er levested for en lang række fugle og selve Hirschholmene er bl.a. udpeget som fuglebeskyttelsesområde. Dyre- og plantearter på Hirschholmene er typiske for danske småøer omgivet af marint miljø, og for fuglenes vedkommende drejer det sig om bl.a. havterne, fjordterne, sildemåge, svartbag, stormmåge og toppet skallesluger.

Beskrivelsen af forekomsten af ynglende fugle i området er baseret på eksisterende data fra Dansk Ornitologisk Forenings landsdækkende lokalitetsregistreringsprojekt samt ved næsten årlige tællinger gennemført i privat og halvoffentligt regi. Derudover er indhentet informationer fra Zoologisk Museum.



Figur 2.6 Boblerev, hule. Billede fra dykkerundersøgelsen

Forekomsten af rastende fugle er beskrevet på baggrund af regelmæssige optællinger af vandfugle fra fly i vinterperioden, som DMU gennemfører som en del af et overvågningsprogram for området.

Øgruppen rummer store bestande af splitterne, havterne, fjordterne og tejest som udgør udpegningsgrundlaget for udpegningen af Fuglebeskyttelsesområde nr. 11.

Af de beskyttede fuglearter på Hirsholmene er splitterne den eneste, hvor det vurderes, at møllerne kan udgøre en risiko for bestanden.

Det er splitterens eventuelle fouragering og lokale trækbevægelser indenfor forundersøgningsområdet, der potentielt kan udgøre en risiko for kollision.

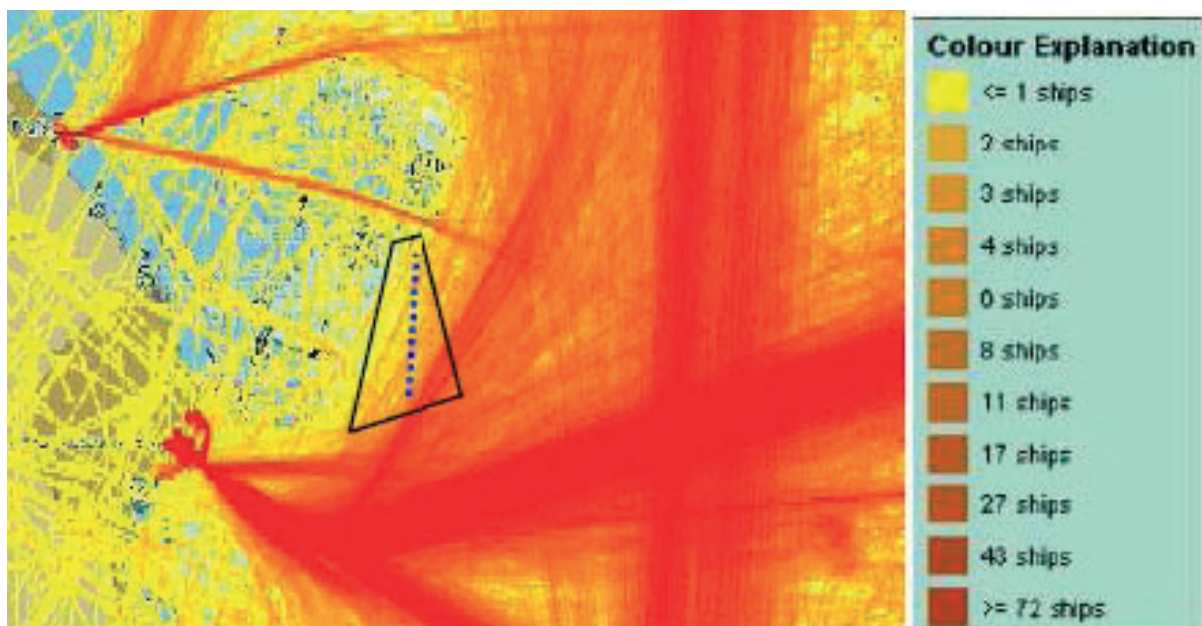
En undersøgelse blev derfor gennemført i maj-juni 2008, hvor splitterne blev observeret fra en båd i undersøgningsområdet og fra fyrtårnet på Hirsholm. Resultaterne af undersøgelsen viser at fuglene ikke fouragerer i området, men op til 25 % af fuglene i kolonien flyver igennem til og fra fourageringsområderne ved Læsø og langs Jyllands kyst. Fuglenes flyvehøjde er også registreret. Kun ganske få fugle flyver højere end 20 m, og da vindmøllernes vingespids vil være min. 30 m over havet, vurderes der ikke at være væsentlig risiko for, at fuglene kolliderer med møllerne. Se også afsnit 7.4.4. og baggrundsrapport.

Marine naturtyper

Konsekvensvurderingen af mølleparkens eventuelle miljømæssige påvirkninger af marine naturtyper i projektområdet har haft særlig fokus på en eventuel forekomst af beskyttede naturtyper som boblerev og stenrev.

Der blev i december 2007 gennemført en akustisk kortlægning af bundtyper med side scan sonar samt efterfølgende undersøgelse af fysisk-biologiske parametre ved dykning,

I projektområdet blev der fundet et boblerev og et stenrev. Begge lokaliteter er fundet i en afstand af mere end 500 meter fra placeringerne af de planlagte vindmøller eller de alternative mølleplaceringer. Ved undersøgelsen af kabeltracéet blev der fundet et stenrev som betød, at kabelruten er ændret en smule, se figur 2.8.



Figur 2.7 Skibstrafikken i området – kun større skibe. Hovedruterne er de kraftigt røde områder.

På baggrund af de foreliggende oplysninger om projektets omfang, møllernes placering og resultaterne af side scan sonar og visuel undersøgelse, vurderes de 6 planlagte forsøgs-vindmøller ud for Frederikshavn samt nedgravning af søkablet til Frederikshavn derfor ikke at medføre væsentlige negative påvirkninger for beskyttede marine naturtyper.

Sejladskollisionsrisiko

I forbindelse med forundersøgelser for etablering af de 6 vindmøller øst for Frederikshavn er skibstrafikken i området kortlagt og sejladssikkerheden vurderet. Omfanget af disse risikoanalyser er aftalt med Søfartsstyrelsen.

Der er bl.a. vigtige færgeruter til og fra Frederikshavn mod Norge og Sverige, som passerer tæt på mølleområdet. Også anden tung skibstrafik passerer området øst for møllerne. Lystsejlad forventes ikke at være væsentlig, idet lystsejlerne typisk vil benytte farvandet nærmere kysten på vestsiden af Hirsholmene. Fiskerne fra Frederikshavn og Strandby benytter området bl.a. til trawling efter sild og brisling.

Den totale kollisionsfrekvens for hovedforslaget og den alternative placering er ens når der ses bort fra fiskefartøjer. Frekvensen er fundet til $5.4 \cdot 10^{-3}$ pr. år, svarende til at en påsejling vil finde sted én gang på 185 år.

Når fiskefartøjer inkluderes stiger kollisionsfrekvensen betragteligt og returperioden er fundet til 5 år og 10 år for henholdsvis hovedforslaget og den alternative placering.

Disse frekvenser er konservative dels fordi sandsynligheden for en menneskelig fejl og/eller radar fejl regnes dobbelt så



Luftfoto af Hirsholm

stor for fiskefartøjer som for andre skibe, samt fordi trafik med fiskeskibe afspejler en usædvanlig situation med ekstrem høj fiskeriaktivitet, som kun forekommer i en kort periode (1 til 2 måneder) med flere års mellemrum.

Dette skal sammenholdes med, at vindmølleparkens levetid er maksimalt 30 år.

Med basis i de ovenfor givne resultater og redegørelser vurderes det, at den risiko, som de planlagte 6 møller udgør for skibsfarten i området, er acceptabel. Møllernes placering vil derfor ikke være dikteret af den beregnede kollisionsrisiko, men kan styres af praktiske forhold herunder hensynet til fiskeriet omkring møllerne og til fiskeskibenes passage igennem mølleparken.

Støj og skyggekast

Møllernes støjbidrag til omgivelserne er beregnet og viser, at der ikke vil ske overskridelser af støjbidraget på Hirsholm,



Middelgrunden Vindmøllepark

som er det eneste sted, hvor beboelser kan blive berørt af støj. Det samme gælder for skyggekast, hvor skyggetiden på Hirsholm vil være under en time om året.

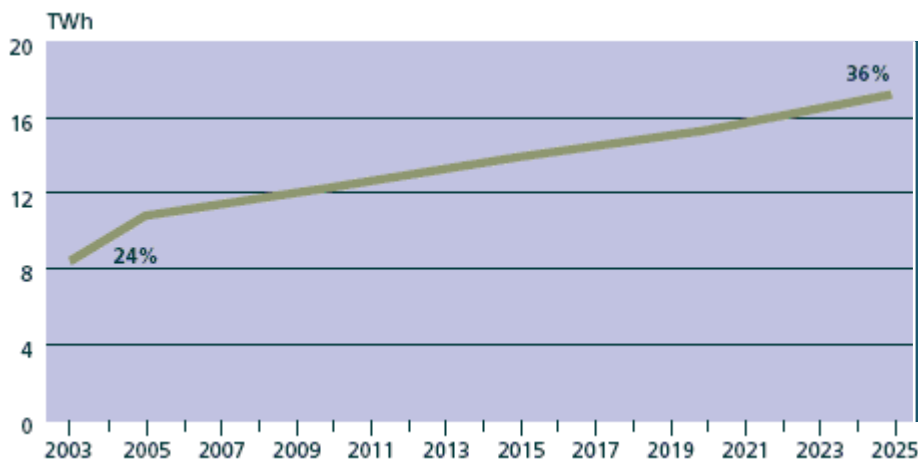
2.4 Overvågningsprogrammer

Der er ikke på nuværende tidspunkt planlagt overvågningsprogrammer.



Parti fra Hirsholm

03 | Baggrund for projektet



Figur 3.1. Målsætning for andelen af elproduktionen fra vedvarende energikilder /36/

3.1 Politiske målsætninger

Regeringen fremlagde den 19. januar 2007 sin langsigtede energipolitik. Udspillet beskriver regeringens energipolitiske mål frem mod år 2025 og de initiativer, som skal iværksættes for at nå målene.

Udspillet fastsætter mål for:

- reduktion i anvendelsen af fossile brændsler
- andelen af vedvarende energi
- den årlige energispareindsats
- en styrket indsats for forskning, udvikling og demonstration af nye energiteknologier
- anvendelsen af biobrændstoffer til transport

For vedvarende energi er det således målet, at andelen af elproduktionen fra vedvarende energikilder, hvoraf størstedelen kommer fra vindmøller, skal øges til 36 % i 2025, se figur 3.1. Dette skal ske ved udbygning med vindmøller på havet og ved udskiftning/erstatning af ældre små vindmøller på land med større og mere effektive møller.

En massiv udbygning - især på havet - giver behov for testfaciliteter, hvor store nyudviklede vindmøller kan gennemprøves grundigt, inden de opstilles i større antal på havet.

3.2 Baggrund for projektet ved Frederikshavn

Projektets basale idé er at give rammer for aktiviteter, der kan fremme en anvendelsesbaseret forskning og udvikling med det mål at reducere miljøpåvirkninger og omkostningerne ved produktion af vedvarende energi på havet. Testcentret vedr. offshore er en udløber af et erhvervsudviklingsprojekt, hvor Frederikshavn Kommune igennem en del år har søgt at skabe rammerne for virksomheder og nye arbejdspladser inden for vedvarende energiteknologi.

Det er tanken at etablere test- og demonstrationsfaciliteter på og ud for Frederikshavn Havn. Faciliteterne består dels i adgang til test- og demonstrationsarealer på land og på havet med tilhørende forskellige typer fundamentsstadepladser,

dels i referencestadepladser, og dels i hjælpeværktøjer og måleudstyr til gennemførelse af konkrete projekter.

Laboratoriets faciliteter gør det muligt at gennemføre forsøg inden for mølleteknologi, offshore teknik samt fundering.

NearshoreLAB A/S er etableret af DONG Energy A/S og MBD Offshore Power A/S i fællesskab og samarbejder med bl.a. Aalborg Universitet. Desuden forventes NearshoreLAB at indgå i et samarbejde med Frederikshavn Forsyning A/S med henblik på lokal forankring omkring udvikling og anvendelse af vedvarende energi.

Projektet og de hermed forbundne reelle muligheder for at gennemføre nyskabende aktiviteter og erfaringsopsamlinger er af-



Tests med bøttefundamenter



Fig. 3.2 Udsnit af visualisering med de 4 eksisterende møller ved havnen og 4 af de kommende 6 møller ved Hirsholm

hængig af en placering relativt tæt ved Frederikshavn Havn og faciliteterne på land, herunder de eksisterende fire testmøller.

3.2.1 Indpasning af vedvarende energi i Frederikshavn

Frederikshavn Kommune arbejder på at blive vedvarende energiby og den ultimative vision er at omstille hele det private og offentlige energiforbrug til vedvarende energi (VE) inden 2015. En stor del af den vedvarende energi kan i givet fald komme fra de nye vindmøller.

Vedvarende energikilder, og især vindkraft, karakteriseres af en fluktuierende energiproduktion. Det vil derfor være nødvendigt, at der parallelt med en fremtidig udbygning med VE sikres, at energien bedre kan indpasses i systemet.

I forbindelse med nye VE produktionsanlæg i Frederikshavn, er der derfor lagt op til, at Frederikshavn bruges som laboratorium for, hvordan disse bedst muligt kan indpasses i det lokale energisystem.

Formålet er at udforske og analysere de metoder, der findes til bedre indpasning af VE i det lokale energisystem i Frederikshavn, dvs. sikre at der til enhver tid er overensstemmelse mellem lokalt produceret og forbrugt energi.

I den forbindelse kan samspillet mellem el- og varmeforsyningen vise sig at være særlig interessant, idet f.eks. vindmølle-

produceret el kan omsættes til varme og lagres termisk (i undergrunden) til senere fjernvarmeforbrug.

Projektet "Vedvarende Energiby" er et fællesprojekt mellem Aalborg Universitet, DONG Energy og Frederikshavn Forsyning.

3.3 Reduktion i udledning af drivhusgasser

Etableringen af nye vindmøller øst for Frederikshavn vil føre til en reduktion i udledningen af CO₂, SO₂ og NO_x. CO₂ bidrager til den forøgede drivhuseffekt og er sammen med andre drivhusgasser med til at øge den globale opvarmning. En reduktion i udledningen af SO₂ og NO_x vil mindske forsurelsen af nedbør og hermed jordbunden.

Størrelsen af den miljømæssige gevinst vil i høj grad afhænge af, hvilke andre energiproduktionsformer energien fra havmøllerne vil erstatte. Tal fra Energinet.dk viser, at 1 kWh vindkraft i 2006 sparede miljøet for afbrænding af 327 gram kul svarende til 780 gram CO₂, 0,13 gram SO₂, 1,17 gram NO_x og 40 gram slagge/flyveaske.

De seks vindmøller ved Frederikshavn forventes at producere mindst 75.000 MWh pr. år svarende til ca. 25 % af elforbruget i Frederikshavn Kommune. Sat i relation til at den tilsvarende energi skulle komme fra kul, vil møllerne årligt skåne miljøet for udledning af ca. 60.000 tons CO₂, 1 tons SO₂, 9 tons NO_x samt 3.000 tons slagge/flyveaske, se tabel 3.1.

Årlig produktion	Sparet CO ₂	Sparet SO ₂	Sparet NO _x	Sparet slagge og flyveaske
75.000 MWh	60.000 tons	1 tons	9 tons	3.000 tons

Tabel 3.1
Produktion fra forsøgsmøllerne og heraf sparet udledning til miljøet.

04 | Vindmølleområdet

4.1 Planlægningsmæssige forhold

Nærværende VVM-redegørelse omhandler demonstrationsvindmøllerne, det interne kabelnet samt kabel til land. Derfor berøres kun planforhold, der knytter sig til forholdene på den foreslåede placering samt i områdets umiddelbare nærhed og således ikke planforhold på land.

4.1.1 Planforhold for møller og kabler

Selve vindmøllerne samt kabelføring mellem møllerne etableres udenfor eksisterende beskyttelsesområder, og etableringen er ikke umiddelbart omfattet af de begrænsninger, der er for disse områder.

Den planlagte kabelføring til land vil gå igennem eksisterende beskyttelsesområder, hvilket vil indgå i de vurderede effekter i kap. 7. For enkelte forhold i forbindelse med kabelruten udestår en vurdering og dette er beskrevet i kap. 11.

Ligeledes vil en del transport med fartøjer til og fra land i anlægs- og driftsfasen forventelig foregå gennem eksisterende beskyttelsesområder, hvilket vil indgå i de vurderede effekter i kap. 7.

4.1.2 Generelle planforhold

Den gældende regionplan 2005 for det oprindelige Nordjyllands Amt vil på sigt afløses af en regional udviklingsplan (RUP) for Nordjylland.

Regionplanen for 2005 har defineret målsætning for kystvandene i området /38/.

Den generelle basismålsætning for kystvandene skal sikre en vandkvalitet, der medfører at dyre- og plantelivet kun i begrænset omfang er påvirket af menneskelig aktivitet, og at vandkvaliteten gør området anvendeligt til især badning og alsidigt fiskeri. Der er defineret basis målsætning ud for Frederikshavn Havn.

Områder af særlig stor biologisk eller rekreativ interesse er udlagt med målsætning med skærpede krav. Således er der en skærpet målsætning i beskyttelsesområderne omkring Hirsholmene samt for badevandet langs stort set hele kysten omkring Frederikshavn.

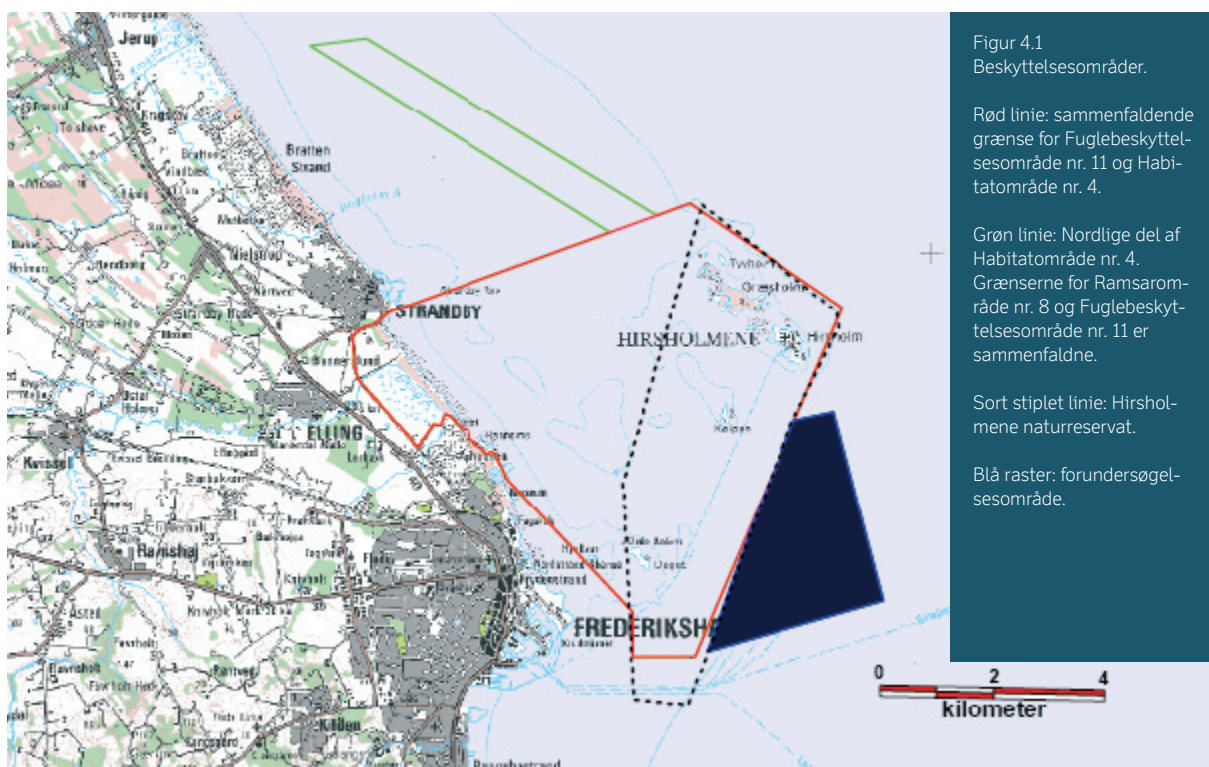
Derudover knytter Regionplanen forskellige reguleringer til kysten der sikrer, at natur og landskabelige værdier såvel som de rekreative værdier bevares og beskyttes.

4.1.3 Internationale beskyttelsesområder

Lige vest for forundersøgelserområdet ligger Natura 2000-område nr. 4. Natura 2000-området har sine primære naturværdier på og omkring Hirsholmene. Området er udpeget som habitatområde nr. 4, fuglebeskyttelsesområde nr. 11 og Ramsarområde nr. 8, se figur 4.1.

Habitatområder

Habitatområder udpeges for at beskytte og bevare bestemte naturtyper og arter af dyr og planter, som er af betydning for EU. Habitatområderne er en del af Natura 2000. I Danmark findes der 254 habitatområder, der er udpeget i perioden 1998 - 2004.



Beskyttelsesområde	Gældende arter og naturtyper
Habitatområde nr. 4 Hirsholmene, havet vest herfor og Ellinge Å's udløb (Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 782 af 1. november 1998)	Hedepletvinge (<i>Euphydryas aurinia</i>) Havlampret (<i>Petromyzon marinus</i>) Odder (<i>Lutra lutra</i>) Gråsæl (<i>Halichoerus grypus</i>) Spættet sæl (<i>Phoca vitulina</i>) Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand Rev Boblerev Enårig vegetation på stenede strandvolde Flerårig vegetation på stenede strande Vegetation af kveller eller andre enårige strandplanter, der koloniserer mudder og sand Strandenge Forstrand og begyndende klitdannelser Hvide klitter og vandremiler *Stabile kystklitter med urteagtig vegetation (grå klit og grønsværklit) Kystklitter med gråris Fugtige klitlavninger Vandløb med vandplanter
Fuglebeskyttelsesområde nr. 11 Hirsholmene (Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 782 af 1. november 1998)	Ynglende arter¹: Splitterne Fjordterne Havterne Tejst <i>¹Arterne er opført på Fuglebeskyttelsesdirektivets p.t. gældende Bilag I og yngler regelmæssigt i området i væsentligt antal, dvs. med 1% eller mere af den nationale bestand.</i> Trækfugle²: Tejst <i>²Arten har en relativt lille, men dog væsentlig forekomst i området, fordi forekomsten bidrager væsentligt til at opretholde artens udbredelsesområde i Danmark samt til artens overlevelse i kritiske perioder af dens livscyklus, f.eks. i isvintre, i fældningstiden, på trækket mod ynglestederne og lignende.</i>

*: Særligt truede naturtyper og arter på europæisk plan (såkaldt prioriterede).

Tabel 4.1 Udpegningsgrundlag for habitat- og fuglebeskyttelsesområder, /26/.

Fuglebeskyttelsesområder

Fuglebeskyttelsesområder er områder, hvor ynglefugle som er sjældne, truede eller følsomme overfor ændringer af levesteder beskyttes og områder, hvor fugle som regelmæssigt gæster Danmark for at fælde fjer, raste under trækket eller overvintre skal beskyttes.

Danmark har udpeget 113 fuglebeskyttelsesområder, hvoraf mange findes på havet, ofte tæt på kysten, hvor de også medtager strandenge eller andre naturarealer. Hvert område er udpeget for at beskytte bestemte fuglearter.

Ramsarområder

Ramsarområderne er ikke udpeget på grundlag af et EF-direktiv ligesom habitat- og fuglebeskyttelsesområder, men på grundlag af en international konvention. Ramsarområder er vådområder med så mange vandfugle, at de har international betydning og skal beskyttes. De er derfor udpeget som Ramsarområder af det enkelte land.

Ved mange vandfugle forstås her, at der jævnligt i området:

- opholder sig mindst 20.000
- findes mindst 1 % af en bestand af en art eller underart

De danske Ramsarområder, der er udpeget af hensyn til vandfugle, indgår i fuglebeskyttelsesområderne.

Udpegningsgrundlag for habitat- og fuglebeskyttelsesområder fremgår af tabel 4.1.

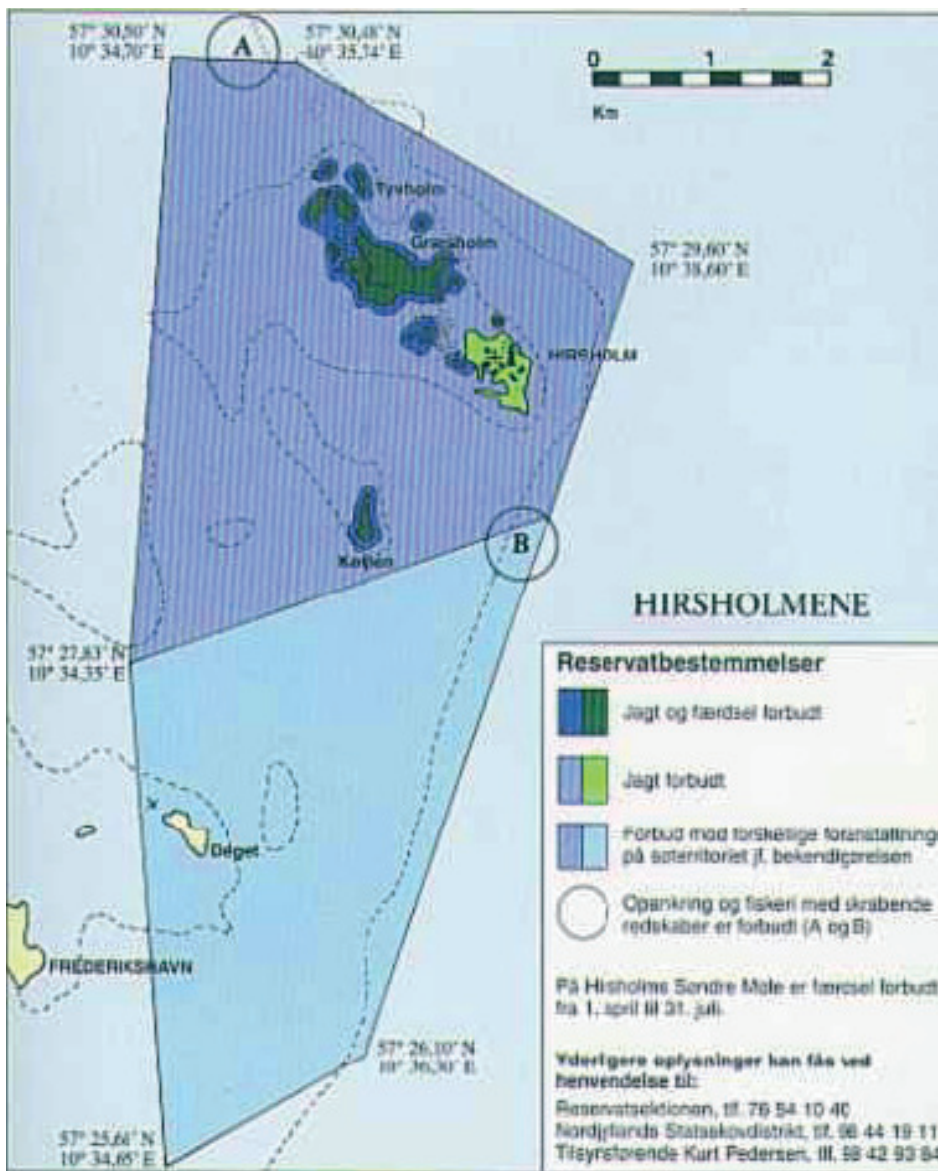
4.1.4 Reservater

Hirsholmene er udpeget som et reservat af hensyn til dyr, planter, landskabsformer o.a., /23/.

Naturresevrat

Miljø- og energiministeren har med virkning fra 1. september 1995 revideret bekendtgørelsen for Hirsholmene Naturresevrat. Reservatordningen indebærer, at jagt er forbudt i den nordlige del af området. Desuden er færdsel forbudt på de ubeboede øer samt i en zone på søterritoriet omkring disse i en afstand af 50 meter regnet fra højeste, daglige vandstandslinie.

Brætsejlds, sejlds med vandscootere, brug af vandski samt sejlds med motordrevet fartøj med højere hastighed end 10 knob er forbudt indenfor det jagtfri område. På Hirsholms Søndre Mole er færdsel forbudt i perioden 1. april til og med 31. juli.



Figur 4.2
Reservatbestemmelser for
Hirsholmene, /23/.

Reservater for vandfugle
I forbindelse med vedtagelsen af lov om jagt og vildtforvaltning, der trådte i kraft i 1994, besluttede Folketinget, at det danske reservatnetværk for vandfugle skulle udbygges. Inden år 2000 er ca. 50 reservater derfor blevet oprettet eller udvidet.

De nye reservater udbygger det eksisterende netværk af beskyttede områder for ynglende og trækkende vandfugle i Danmark. Hirsholmene er en del heraf. Reservaterne er fristeder, hvor fugle og pattedyr har fred til at raste og søge føde, /23/.

Ved to lokaliteter på søterritoriet med kalkstensformationer (boblerev) er opankring og fiskeri med skrabende redskaber forbudt, se figur 4.2 (markeret med cirkel), /23/.

Placering af boblerev i området er ved at blive kortlagt af Skov- og Naturstyrelsen, og der kan således blive tale om en udvidelse af det beskyttede område, når boblerevene er endeligt identificerede.

4.2 Geomorfologisk karakteristisk af området

Beskrivelse af de geologiske forhold samt råstoffer er primært baseret på data fra de geofysiske undersøgelser udført i forbindelse med nærværende VVM.

Forundersøgelserområdet er i høj grad udformet af isfremstød i slutningen af Weichel istiden. I forbindelse hermed er der først dannet nogle nordvest-sydøstgående ispreszoner og

i en senere fase af istiden nord-sydgående ispreszoner. De sidstnævnte kan erkendes inden for undersøgelsesområdet og i forbindelse hermed, er der formodentlig presset Ældre Yoldialer op i en zone parallel med kysten, dvs. langs kanten af det undersøgte område.

Istidsaflejringerne er af stor betydning for undersøgelsesområdet. Jordlagene i området indeholder kun aflejringer fra den seneste mellemistid (Eem interglacial tiden) i form af organisk rige marine aflejringer, lag fra den sidste istid - Weichsel istidens - marine- (Ældre Yoldialer), smeltevandslag og stedvis moræne-aflejringer samt senglaciale marine aflejringer (Yngre Yoldialer) og postglaciale Holocænt sandede aflejringer.

De organisk rige Eem aflejringer giver ophav til dannelsen af metangas fra disse jordlag, som trænger op til overfladen gennem sprækker i leret eller porøse lag og giver ophav til

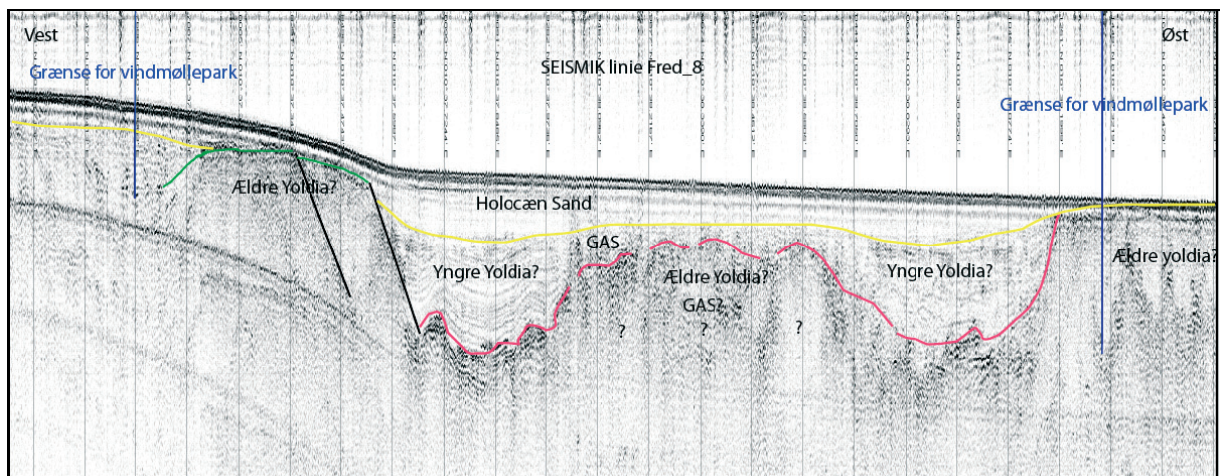
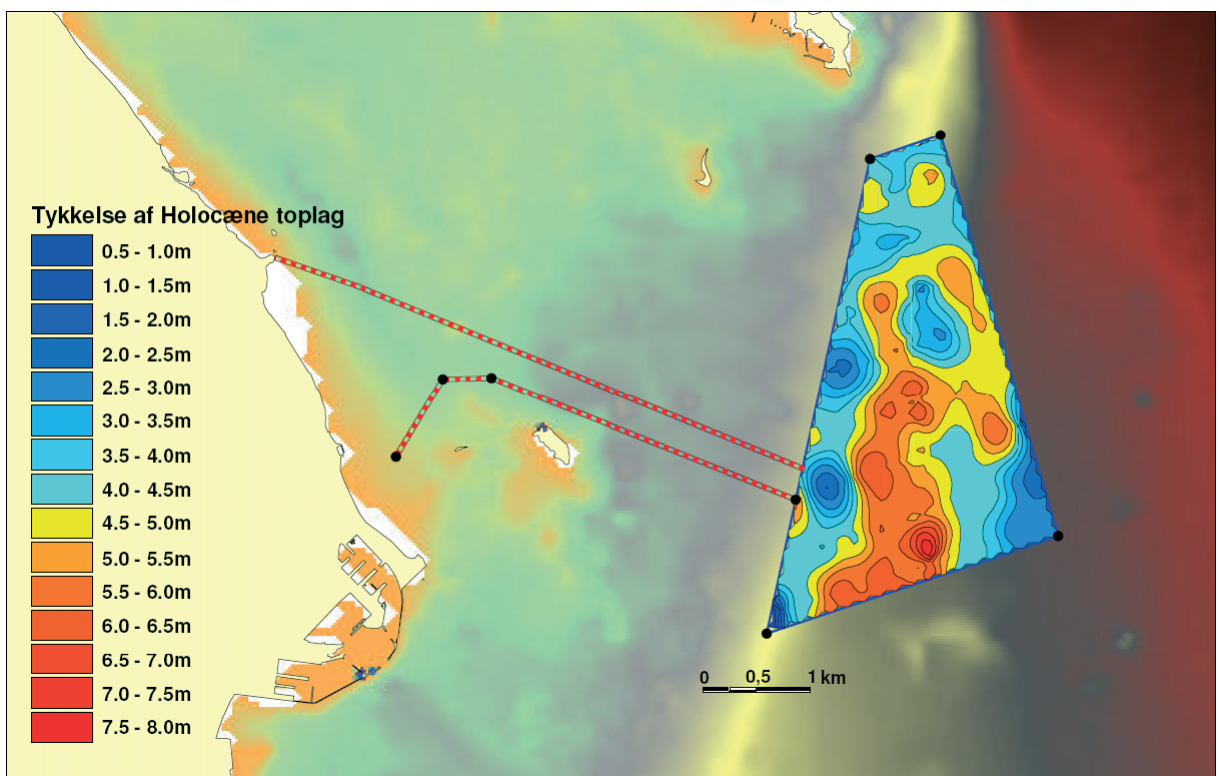


Fig. 4.3 Seismisk profil fra den sydlige del af forundersørgelsesområdet /5/.



Figur 4.4 Tykkelsen af sandlaget i projektområdet.

dannelsen af boblerev, som bl.a. er beskrevet ved Hirsholmene.

Det Ældre Yoldialer består hovedsageligt af ler, men ind mellem er der mere sandede enheder som kan være rige på større sten. Generelt set er der et vist indhold af spredte sten i det Ældre Yoldialer, der er tænkt tilført ved isbjerger, som under afsmeltning taber stenene ned i havet, hvor leret afsættes. De betegnes som dropsten. Ved den efterfølgende erosion under fastlandstiden er disse sten blevet opkoncentreret i lag som

ligger umiddelbart på eller nær havbunden i området specielt på de lavvandede områder, hvor kabellinieføringerne er foreslået.

I forbindelse med Weichsel-gletscherens tilbagesmeltning blev der i sen-glacial tid aflejret store mængder udvaskede lerpartikler, der dannede det Yngre Yoldialer i Kattegat. Det Yngre Yoldialer ligger ofte i hullerne imellem det forstyrrede Ældre Yoldialer, hvor det aflejres horisontalt eller svagt draperende over det underliggende sediment.

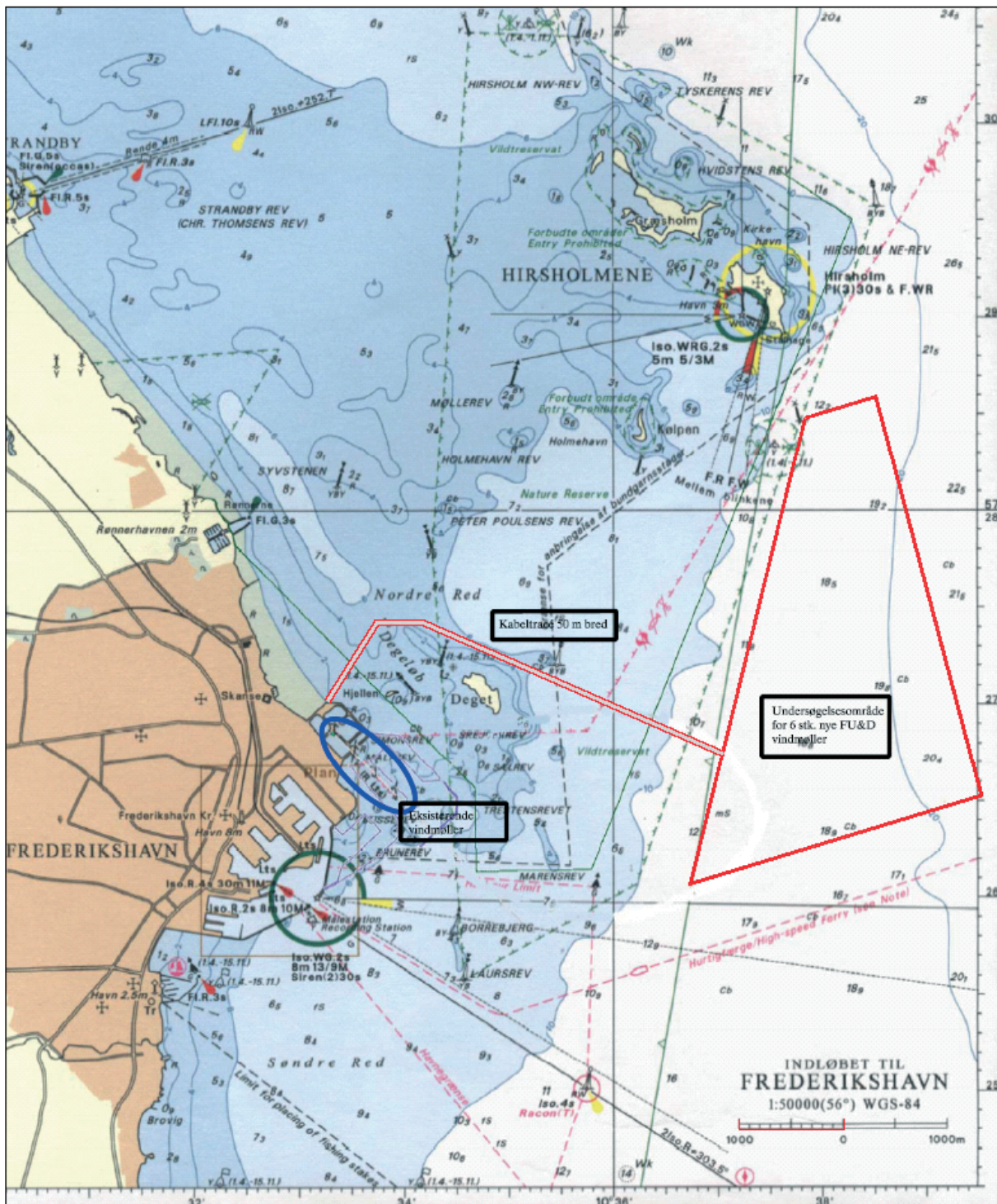
05 | Projektbeskrivelse

5.1 Projektets placering

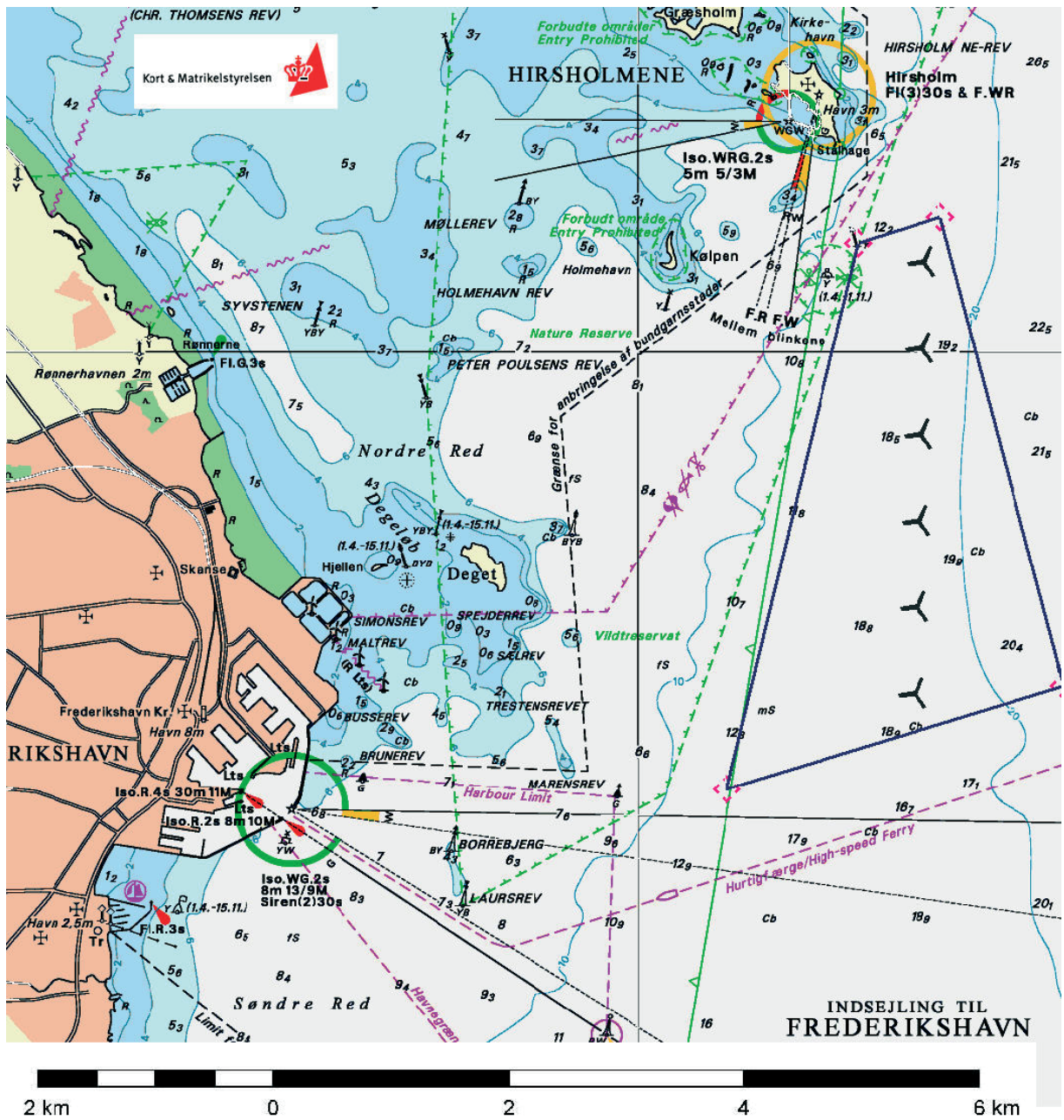
Det ansøgte projekt omfatter placering af seks vindmøller på havet øst for Frederikshavn Havn samt midlertidige aktiviteter primært i forbindelse med udvikling og test af fundamenter, monterings teknikker, kabellægning m.v.

Området ligger ca. 4 km øst for Frederikshavn Havn, se figur 5.1 og således relativt tæt på de faciliteter og anlæg, som skal betjene møller og andre anlæg i etablerings- og driftsfasen.

Forundersøgelingsområdet udgør et areal på ca. 7 km². Endvi-



Figur 5.1 Forundersøgelingsområdet med kabeltracé markeret med rødt. NearShoreLAB og de eksisterende fire testmøller på Frederikshavn Havn er markeret med blå.



Figur 5.2 Møllernes placeringer.

Beskrivelse	Nord	Øst
Mølleposition 5	6 367 743	598 292
Mølleposition 6	6 368 444	598 291
Mølleposition 7	6 369 145	598 290
Mølleposition 8	6 369 846	598 289
Mølleposition 9	6 370 547	598 288
Mølleposition 10	6 371 248	598 287

Tabel 5.1 UTM koordinater i zone 32 for hver af de 6 møller (møllerne nr. 1-4 er de eksisterende møller ved havnen).

dere er der skitseret el-tilslutning til den eksisterende 60/10 kV station Sandholm på havnen gennem en 50 m bred tracé gennem naturbeskyttelsesområdet. Kabelruten vil være ca. 4,5 km. Kabelruten er betinget af forekomsten af beskyttede naturtyper og muligheder for at afprøve kabellægningsteknikker.

Møllernes placering

Placering af de 6 vindmøller er vist i figur 5.2. Området hvor møllerne opstilles vil optage et areal på i alt 1,2 – 1,5 km².

De seks møller foreslås placeret i en nord/sydgående række med den sydligste mølle som position 5 og den nordligste som position 10. Afstanden mellem møllerne vil være 650-800 m afhængig af møllernes størrelse og havbundsforholdene. I det viste koncept er afstanden mellem møllerne 700 m.

Møllerne vil være demonstrationsvindmøller med forskellige funderingskoncepter. Tårnets højde vil være mellem 85 og 115 meter og afstanden fra vandspejlet til vingespids i højeste position 150 til 200 meter. Afstanden fra vandspejlet til vingespids i laveste position vil blive minimum 30 m.

Placering og opstillingsmønster for møllerne er valgt på grundlag af følgende hensyn og foreløbige undersøgelser i området:

- Vanddybder og bundforhold
- Hensyn til de vigtigste sejlruiter i området
- Hensyn til de beskyttede områder, naturtyper og arter omkring Hirsholmene
- Møllernes visuelle påvirkning
- Nærhed til nettilslutning og NearshoreLAB

Disse forhold er nærmere beskrevet og analyseret i kap. 7.

Tidsplan

Test af fundamenter forventes at kunne foregå fra sommeren 2008, og permanent placering af de første to fundamenter og efterfølgende montering af vindmøller i 2009. Det bliver de(n) sydligste mølle(r), som placeres først.

5.2 Projektets omfang

5.2.1 Levetid

Hovedkomponenterne dimensioneres til en levetid på 20 – 25 år. Efter endt brug af vindkraftanlægget er ejeren af anlægget forpligtiget til at reetablere havområdet ved at fjerne havmøllernes bestanddele.

5.2.2 Restriktioner i offentlighedens anvendelse af området

Af hensyn til sikkerheden vil der i anlægsfasen frem til idriftsættelsen blive søgt etableret adgangsforbud for uvedkommende med en sikkerhedszone på 500 meter til områder, hvor anlægsarbejde eller test af fundamenter er i gang.

I driftsfasen vil der som minimum gælde de begrænsninger, der følger af Søfartsstyrelsens bekendtgørelse om beskyttelse af søkabler og undersøiske rørledninger (Kabelbekendtgørelsen), herunder krav om etablering af en sikkerhedszone på 200 meter på hver side af søkablerne. Sikkerhedszonen indebærer, som udgangspunkt, bl.a. forbud mod opankring og anvendelse af bundslæbende fiskeredskaber. Det er dog hensigten, at kabler til land og mellem møllerne nedbringes i "trawlsikker" dybde eller på anden måde beskyttes, således at trawlfiskeriet i området kan fortsætte.

Herudover vil der ikke være nogen restriktioner på anvendelsen af området i forhold til sejlene, lystfiskere og sportsdykkere. Der vil dog være forbud mod at gå i land på møllerne, og af hensyn til risiko for skader på skibe eller fiskeredskaber vil det blive anbefalet at holde en afstand til møllerne på minimum 50 m.

5.2.3 Afmærkning

De seks møller skal afmærkes af hensyn til såvel sejlads som luftfart.

Søafmærkning

Da der bliver tale om en enkelt række møller med stor afstand (700 til 800 m) mellem møllerne, og da møllerne bliver rejst i etaper af 1 - 2 møller ad gangen over en årrække, forventes det, at møllerne afmærkes individuelt som enkeltanlæg.

Før og under etablering af møllerne samt i perioder med tests af fundamenter, skal der etableres en midlertidig søafmærkning.

Den midlertidige afmærkning vil fra anlægsarbejdets opstart omfatte det aktuelle område arbejdsområde inklusiv en sikkerhedszone. Den midlertidige afmærkning før etablering vil bestå af gule lystønder med en effektiv lysevne på mindst 2 sømil.

Alle lystønder vil være forsynet med gul krydstopbetegnelse, radarreflektor og refleksbånd. Afmærkningen og størrelsen af sikkerhedszonen skal aftales med Farvandsvæsenet og godkendes af Søfartsstyrelsen.

Forinden arbejdsområdet kan ophæves, og den midlertidige afmærkning kan inddrages, skal Farvandsvæsenet have givet accept, og den permanente afmærkning skal være idriftsat.

Permanent søfartsafmærkning af møllerne skal som minimum bestå af et antal gule lanterner med en effektiv lysevne på mindst 5 sømil. I forhold til IALA's (International Association of Lighthouse Authorities) anbefalinger forventes søafmærkning med blinkende gult lys med en rækkevidde på mindst 5 sømil på alle møller.

Yderligere kan opsætning af Racon (radar varselsfy, der indeholder en radarsender og en radarmodtager) på de to ydermøller blive sandsynlige krav.

Det endelige forslag til den permanente afmærkning skal godkendes af Farvandsvæsenet og Søfartsstyrelsen.

Flyafmærkning

Da møllerne bliver mindst 150 m høje skal de afmærkes af hensyn til luftfarten. På baggrund af indledende møder med Statens Luftfartsvæsen foreslås alle 6 møller afmærket med høj intensivt hvidt lys, som reguleres i forhold til baggrundsluminans. Lyskilderne placeres på toppen af nacellen og midt på mølletårnet og skal være synlige fra alle retninger.

I afsnit 7.1 er lysafmærkningen nærmere beskrevet og også visualiseret i baggrundsrapporten: Demonstrationsvindmøller ved Frederikshavn – Æstetisk vurdering og visualisering, /6/.

5.3 Beskrivelse af anlægget

I det følgende gives en beskrivelse af de forskellige komponenter i projektet. Da der er tale om forsøgs- og demonstrationsanlæg for både fundamenter og møller, skal beskrivelserne kun betragtes som mulige eksempler.

5.3.1 Møller

Der er endnu ikke truffet beslutning om hvilke typer møller,

der vil blive anvendt. Det er dog sikkert, at de enkelte møller vil have en effekt på minimum 3 MW. Der er ikke fastsat en øvre grænse for mølleeffekten, men i forhold til lokaliteten og markedet i øvrigt vil mølleeffekten sandsynligvis ikke være større end 5 - 6 MW, men endnu større møller kan ikke afvises. I tabel 5.2 er angivet nogle forventelige hoveddata for møllerne. Den p.t. største kommercielt tilgængelige mølle er en 5 MW maskine fra det tyske firma REpower. Denne mølle har en rotordiameter på 126 m og en totalhøjde på 163 - 183 m, afhængigt af tårnhøjden.

Farven på alle synlige mølledede vil være lys grå (RAL 7035 eller tilsvarende). Møllerne vil have positiv omløbsretning med uret set fra luv, og alle væsentlige tekniske installationer vil være placeret i mølletårnet, således at vindmøllen fremstår som en homogen konstruktion. Det kan dog ikke udelukkes, at f.eks. transformeren placeres udenfor møllen på fundamentsplatformen.

Møllen består af et tårn, en rotor og en nacelle (møllehat). Tårnet består af et stålør med en diameter på 4-6 meter i bunden og omkring 3 meter i toppen. Den præcise diameter afhænger af, hvilken mølletype der vælges. Tårnet er typisk sammensat af 2 stålørselementer. Rotoren består af et nav, hvorpå der er fastgjort 3 vinger. Vingerne er fastgjort i lejer, der betyder, at vingernes vinkel i forhold til vinden kan reguleres ved hjælp af et mekanisk eller hydraulisk system, der er placeret i navet.



Eksisterende møller på Frederikshavn Havn, totalhøjde 125 m

Mølle med 122 m rotor, totalhøjde 152 m

Mølle med 152 m rotor, totalhøjde 182 m

Figur 5.3 Eksempler på mølledimensioner.

Møllens øvrige bestanddele afhænger af den specifikke mølle-type, men maskindelene er typisk placeret i nacellen, mens placeringen af den elektroniske styring og kontrol vil være mere varierende afhængigt af mølletype. Maskindelene omfatter eksempelvis generator, gearkasse, bremser, transformere m.m.

5.3.2 Fundamenter

En af de mest markante forskelle fra land- til havbaserede møller er fundamentet. Omkostningerne til fundamentet udgør for offshore vindmøller omkring 30-40 % af projektets samlede investering, hvor det for landbaserede møller typisk kun udgør omkring 10 %. Jo større dybde en offshore mølle placeres på, jo større vil omkostningerne til fundamentet være.

Et vigtigt formål med projektet ved Frederikshavn er at udvikle, afprøve og demonstrere nye fundamenttyper til havplacerede vindmøller.

Herhjemme benytter man typisk sænkekasse- og monopæl. Således er bl.a. havmølleparkerne ved Vindeby og Tunø Knob forankret med sænkekasser (gravitationsfundament), mens der er anvendt monopæl til møllerne i parkerne ved Samsø og Horns Rev, hvor havbunden består af sand.

Monopæl

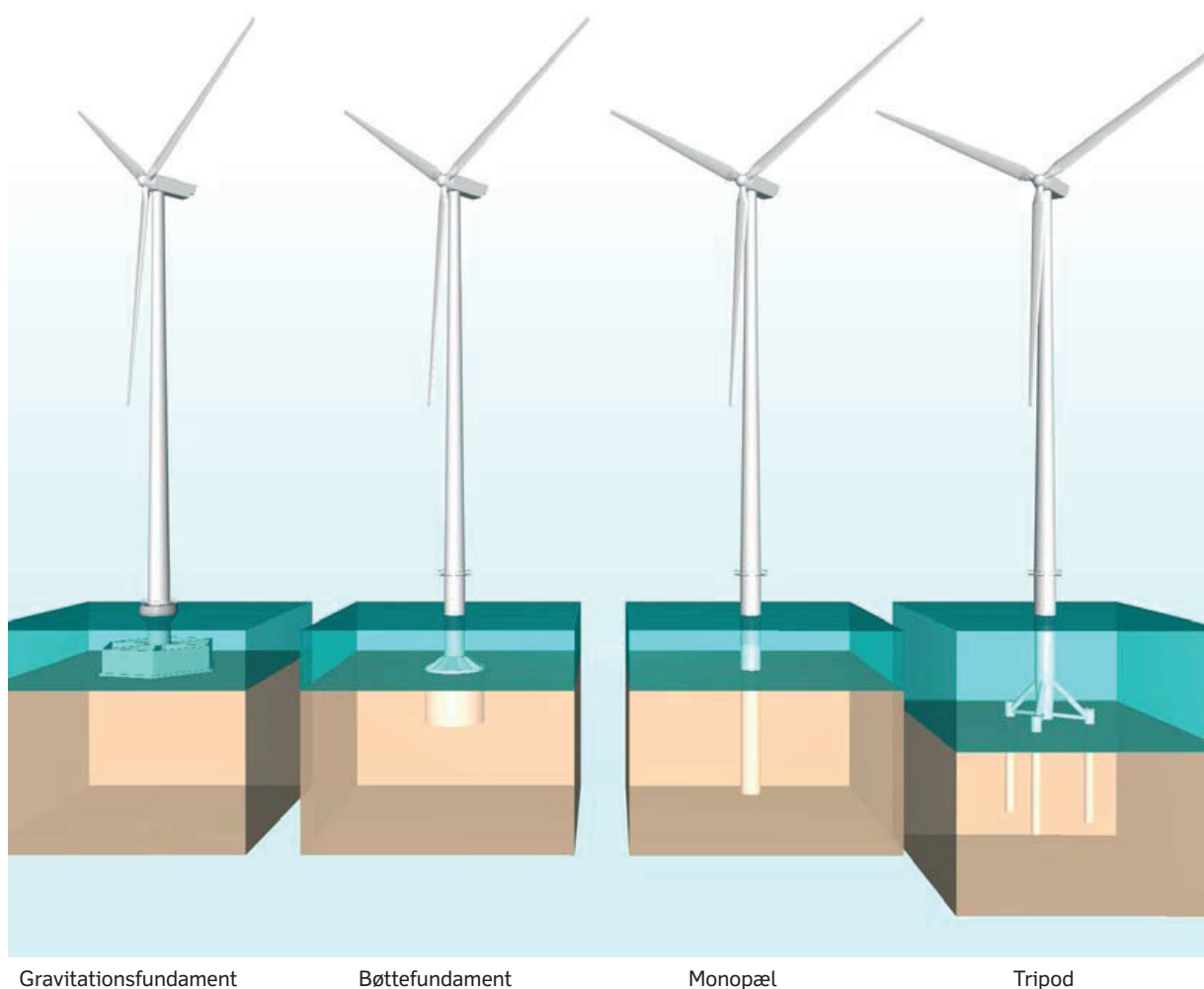
Der findes forskellige muligheder, når der skal vælges fundament til offshore vindmøller. Den mest simple konstruktion er den såkaldte monopæl. Denne type fundament består af et langt stålrør, 4-6 m i diameter, som placeres 10-25 meter

Elektrisk effekt	3 - 7 MW
Rotor diameter	100 – 150 meter
Navhøjde	90 – 106 meter over havet
Højde fra havoverfladen til nederste vingespids	Ca. 30 meter over havet
Højde til øverste vingespids	Maksimalt 200 meter over havet
Farve	Lys grå/gråblå

Tabel 5.2 Hoveddata for møllerne.



Figur 5.4 Installation af offshore substation (Barrow, 2006).



Figur 5.5 Principperne i forskellige fundamenttyper .

nede i havbunden – afhængigt af bund- og vejrforhold. Røret kan enten hamres ned i havbunden eller det kan installeres i et boret hul. Det simple design gør produktion og installationen forholdsvis hurtig og billig. Til gengæld er der begrænsning på, hvor denne type fundament kan anvendes, idet en stenfyldt havbund kan være problematisk. Ligeledes er fundamenttypen ikke egnet til vanddybder på over 25 m.

Tripod og Jacket

Ved større vanddybder kan man i stedet benytte et tripodfundament, hvilket muliggør installation på dybder op til 100 m. Fundamentet er en videreudvikling af monopælen og består af tre ben, som rammes ned i havbunden eller stilles på bøtter.

Både tripod og jacket (se figur 5.5) kan være aktuel i NearshoreLAB, enten på sugerbøtter eller med mindre rammede pæle. Tripoden har typisk et tårn, som går ned under havoverfladen, hvor den grener ud i tre ben. Princippet kendes fra visse olie- og gasplatforme.

Sænkekasse/gravitationsfundament

En tredje fundamenttype er den såkaldte sænkekasse (også kaldet gravitationsfundament). Her sænkes en kasse fremstillet i beton, stål eller en kombination heraf, ned på havbunden, hvorefter den fyldes med sand eller andet materiale for at øge vægten af den.

Denne type fundament er kendt fra brobygning og udmærker sig ved at være billig i produktion samt ved det faktum, at de kan anvendes i områder, hvor man pga. sten i havbunden ikke kan anvende monopæl og tripod. Derudover kan man spare udgifter til transporten af sænkekasserne, idet de typisk vil kunne flyde og på den måde kan bugseres til deres bestemmelsessted.

Bøttefundament

Et eller flere af fundamentterne ved Frederikshavn vil sandsynligvis være bøttefundamenter. Ét af fundamentterne til de 4 eksisterende vindmøller på Frederikshavn Havn er således et bøttefundament.

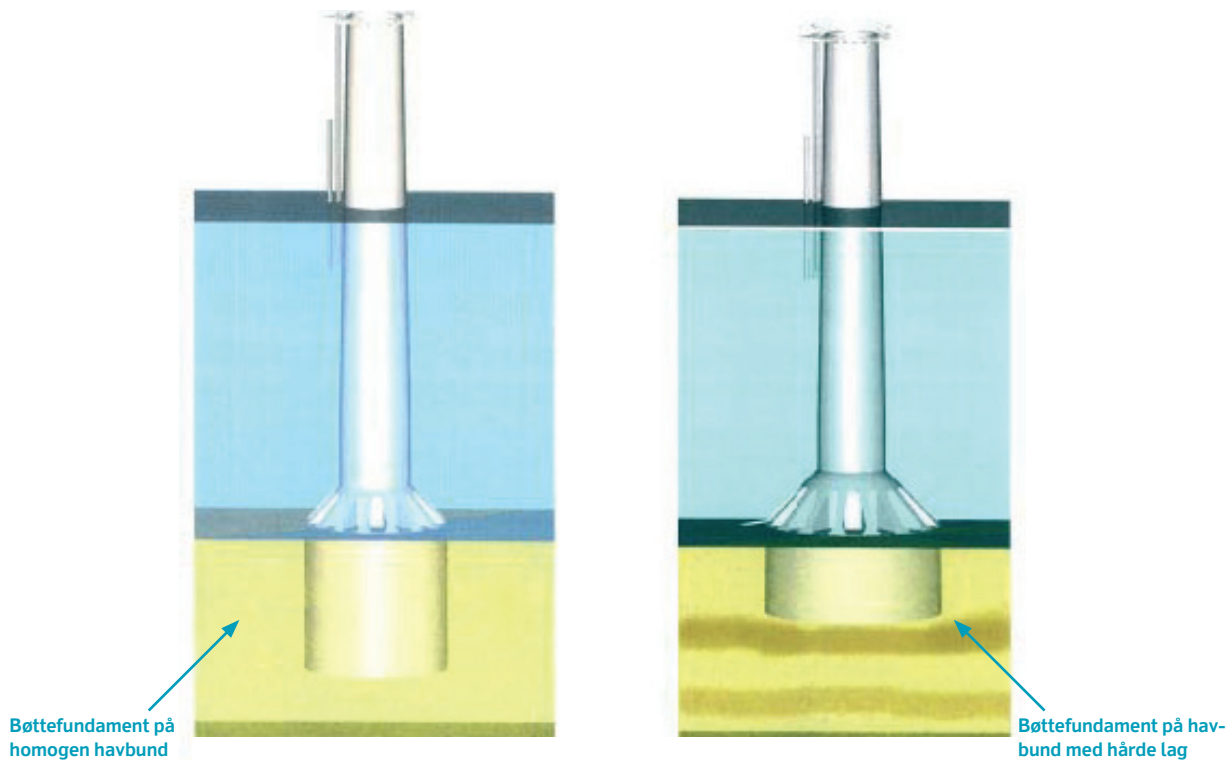


Fig. 5.6 Eksempler på dimensionering af bøttefundament afhængigt af havbundens beskaffenhed.

Fundamentet, der er et pladefundament med skørter, ligner en omvendt bøtte, hvilket har ført til navnet. På Aalborg Universitet er der udviklet en ny måde til installation af disse bøtter ved ned sugning.

Fordelen ved denne fundamenttype er bl.a., at bøtten efter møllens levetid på ca. 20 år kan "pustes" op igen ved en slags omvendt installationsproces. Herved kan fundamentet nemt fjernes og stålet kan genanvendes.

Foruden de nævnte findes en række mindre anvendte fundamenttyper – bl.a. et flydende fundament som kan anvendes i havdybder på op til 1.000 m. Denne type bliver dog næppe afprøvet ved Frederikshavn, da vanddybden helst skal være mindst 100 m.

5.3.3 Projektet i Frederikshavn

Fundamenttyperne er endnu ikke fastlagt, da denne site først og fremmest skal bruges til at afprøve nye fundamentkoncepter.

Pt. undersøges følgende muligheder for fundamenter:

- et bøttefundament
- et gravitationsfundament i beton, som kan flyde, (indtil det sænkes) evt. med møllen monteret under installationen
- en beton tripod.
- et bøttefundament i beton eller med fundamentdele udført i compositmateriale med højstyrkebeton.

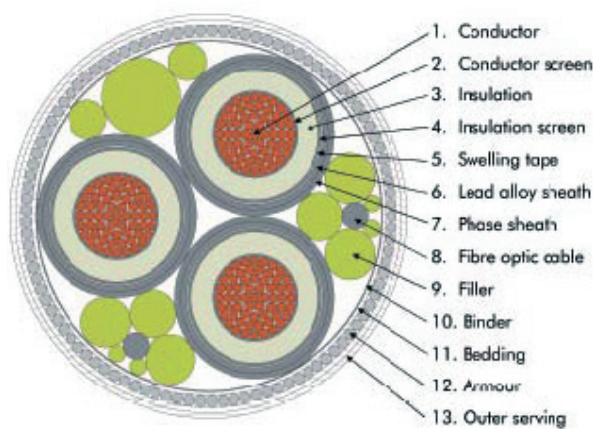
Fælles for alle fundamentkoncepterne er, at:

- grundplanet (arealet på havbunden) udgør maksimalt 40 x 40 m, hvorom der skal lægges et 5 m bredt og 2 - 4 m tykt scourbeskyttelseslag (scour = havbundserosion)
- strukturen i vandsøjlen vil have en effektiv tykkelse på maks. 20 m.
- alle hovedstrukturer er udført i stål eller beton, eller kombinationer af dette
- ved fundamenttyper der skal ned i havbunden, kan der være ramning under installationen af fundamentet. Forventeligt skal 2-4 fundamenter ned i havbunden. Tiden for ramning af det enkelte fundament vil dog være kort. Ramning af en monopæl tager typisk 2 til 4 timer.

Forsøg med fundamenter

Inden et forsøgsfundament placeres permanent for etablering af en vindmølle, vil der være en testperiode, hvor fundamentets egenskaber undersøges i forhold til f.eks. forskellige havbundstyper og monterings teknik. Disse forsøg vil ikke nødvendigvis foregå i selve mølletraceet og vil formentlig heller ikke omfatte fundamentstyper, som kræver nedramning af pæle i havbunden.

Midlertidige forsøg og afprøvning af fundamenter vil typisk ske i det planlagte mølletrace eller i området umiddelbart vest herfor. I enkeltstående tilfælde vil det være nødvendigt at anvende det dybere område øst for møllerne, hvis større havdybde er ønskelig for visse operationer.



Nr.	Bestanddele
1	Leder af trukne kobbertråde, langgående vandtæt
2	Lederskærm, halvledende PEX
3	Isolation, PEX
4	Isolationsskærm, halvledende PEX
5	Halvledende kvælende tape
6	Blylegeringskappe
7	Kabellederkappe, halvledende polyethylen
8	Lyslederkabel
9	Polypropylene garn (fyldmateriale)
10	Tape, halvledende nylon tape
11	Underlag for søarmering, polypropylene garn og asfalt
12	Søarmering, galvaniserede ståltråde
13	Ydre beskyttelse, polypropylene garn og asfalt

Figur 5.7 Illustration af PEX-kabel med angivelse af bestanddele.

Når der er behov for at gennemføre sådanne forsøg, vil projektet blive anmeldt til Energistyrelsen med henblik på høring af relevante myndigheder med hensyn til miljøforhold, afmærkning af hensyn til skibsfarten, fiskeri m.v.

I forbindelse med selve fundamentene og møllerne vil der blive gennemført en række afprøvninger og demonstrationer af sekundære strukturer, f.eks. boatlandings, metoder til ilandsætning af mandskab og materiel på møllen/fundamentet mv.

Søkabel

Da formålet med anlægget er at afprøve og kvalificere techni-

ske løsninger til anvendelse i store offshore vindmølleparker, vil der kunne blive anvendt en række forskellige søkabeløsninger, forskellige spændingsniveauer, AC og DC (jævnstrøm og vekselstrøm) og kombinationer deraf.

Søkablerne forventes drevet ved spændingsniveauer mellem 10 og 60 kV.

Der tænkes anvendt oliefrít PEX-kabel eller tilsvarende. Søkablerne vil kunne have indbygget optiske fibre til kommunikation og måling. De vil som udgangspunkt være 3 fasede kabler med stål-søarmering, men der vil være mulighed for forsøg med andre udformninger.

Vindmøllefundamentene vil blive forbundet med søkabler indbyrdes og til land. Antallet af søkabler til land og konfigurationen af søkabler i parken er ikke fastlagt på forhånd, men vil afhænge af hvilke tekniske muligheder, der er relevante at afprøve.

Søkablerne beskyttes ved placering i havbunden til en sikker dybde, som er afhængig af bundforholdene, minimumsdybde vil typisk være 1 m. Der forventes afprøvet forskellige nedbringelsesmetoder – f.eks. spuling, gravning og pløjning. Desuden vil der blive foretaget forsøg med forskellige beskyttelsesmetoder – f.eks. placering på havbunden med beskyttelse i form af rør, overdækning og lignende.

Kabelstrækningen til land gennem de beskyttede områder vil dog så vidt muligt blive gravet ned af hensyn til at minimere sedimentspild.

Transformerstation

Nettilslutningen forventes at blive i den eksisterende 60/10 kV station i Sandholm via en ny 60 kV transformer med tilhørende teknikbygning på ca. 200 m². De 4 nuværende møller er også tilsluttet denne station.

Anlægget til vindmølleparken forventes at bestå af følgende hovedelementer:

- koblingsanlæg, som er samlepunkt for kabler fra møllerne
- 60 kV transformer, tilsluttet koblingsanlæggets samleskinner
- 60 kV koblingsanlæg for tilslutning til nettet
- fasekompenseringsanlæg
- transformer til jording af kablerne til møllerne, egetforbrug, samt evt. tilslutning af nødgenerator
- batterier for backup af styresystem

Desuden vil teknikbygningen rumme tavler for fjernkontrol og lokal betjening af stationen og mølleparken, kommunikation osv., samt evt. lager/værksted for almindelige reservedele.

I tilknytning til transformerstationen og teknikbygningen forventes det, at det er hensigtsmæssigt at afsætte plads til pla-



Figur 5.8 Eksempel på betonelementer til beskyttelse af kabler og rør på havbunden. Elementerne bliver med tiden bevokset og fungerer som kunstige rev.

cering af containere o. lign. til testudrustning (f.eks. containere af skibscontainertype).

Forsøg med HVDC (High Voltage Direct Current) vil nødvendigvis yderligere udbygning af transformerstationsanlægget. Det beskrives dog ikke nærmere her.

Frederikshavn Forsyning A/S forestår udbygning af station Sandholm. Ansvar for kabellægning og nettilslutning afklares i det videre projektførløb under hensyntagen til de konkrete fremtidige systemer og demonstrationsaspekter.

5.4 Anlægsfasen

Etablering af havmøller er en omfattende og krævende entreprenøropgave. Offshore-arbejdet er følsomt overfor vejrforholdene. Aktiviteterne vil være størst i forårs- og sommermånederne, hvor vejret er bedst, men forventes også at kunne foregå i efterårs- og vintermånederne. Med henblik på at begrænse afhængigheden af vejret vil så stor en del af anlægsarbejdet som muligt blive udført på land.

Anlægsarbejdet koordineres med Forsvarskommandoen og Farvandsvæsenet således, at relevante oplysninger til skibsfarten kan udsendes i Efterretninger for Søfarende. Endvidere tilrettelægges anlægsaktiviteterne så vidt muligt, så fiskeriet ikke påvirkes unødigt.

Nedenfor er beskrevet, hvordan anlægsfasen forløber ved konventionelle projekter. Da der er tale om forsøgs- og demonstrationsprojekter, kan der blive tale om andre fremgangsmåder og teknikker.

Kort skitseret består anlægsarbejdet af følgende hovedelementer:

- Udbringning/ramning/montage af fundament
- Udlægning af erosionsbeskyttelse
- Udlægning og indtrækning af kabler i fundament
- Nedbringning af kabler i havbund
- Installation af mølletårn og montering af nacelle og rotor

Valg af fundamenttype har indflydelse på forløbet af anlægsfasen.

5.4.1 Etablering af fundamenter

På grundlag af de foreløbige geofysiske undersøgelser der er foretaget i området, forventes der at være velegnede bundforhold til afprøvning af forskellige fundamenttyper.

Inden et konkret projekt sættes i værk, skal der dog foretages meget detaljerede geotekniske undersøgelser (boringer ned i havbunden), især hvis det drejer sig om fundamenter, der skal ned i havbunden – f.eks. monopæl eller bøttefundament.

Monopælfundament – eksempel på fundament, der skal ned i havbunden

Fremstilling af monopælfundamenter kan med fordel ske i en havn, så der er mulighed for at udskibe pælene direkte til mølleområdet. På grund af den relativt store diameter kan det være vanskeligt at transportere både monopæle og overgangsstykker på land.

Overgangsstykkerne færdiggøres så vidt muligt inden udskibning, hvilket betyder, at der monteres adgangsarrangement samt rør (J-tubes) til opføring af søkablerne. De færdige monopæle og overgangsstykker samt erosionsbeskyttelse forventes således transporteret med pram eller coaster fra fremstillingshavn til mølleområdet.

Monopælen rammes herefter 20-30 meter ned i havbunden med en hydraulisk hammer. Herefter støbes overgangsstykket og monopælen sammen.

Efterfølgende udlægges erosionsbeskyttelse i form af sten omkring fundamentet.

Gravitationsfundament

Størrelsen af gravitationsfundamenter betyder, at fremstillingen skal ske i en havn, hvorfra fundamentet efterfølgende kan udskibes til havmølleområdet. Fremstillingen af fundamenterne med støbning og hærkning kan enten sted direkte på pramme eller på kajen i udskibningshavnen. Via pram transporteres fundamentet til mølleområdet.

Før fundamentet placeres skal havbunden afrettes, og der skal eventuelt udlægges afretningsmateriale. Herefter kan gravitationsfundamentet placeres på havbunden og efterfølgende opfyldes bundpladens kamre med ballast.

Erosionsbeskyttelse i form af sten udlægges omkring fundamentet.

5.4.2 Kabler

Kabler forventes leveret fra kabelfabrikken på tromler til en havn i nærheden af lokaliteten. Kabeltromlerne kan her lastes over på udlægningsfartøjet og udlægges direkte fra tromlen



Figur 5.9 Installationsfartøj i gang med at montere møller.

eller også kan man vælge at spole én, to eller tre kabellængder over på en fastmonteret spole på udlægningsfartøjet. Kablerne udlægges derefter direkte fra spolen.

Udlægningsarbejdet omfatter ligeledes ophaling af søkabel gennem J-tubes, som er fastmonteret udenpå eller indeni møllefundamenterne. Efter ophaling af søkabel gennem J-tuben skal søkablets armering forankres og monteres på toppen af J-tuben. Søarmeringen og fyldmaterialer afstrippes, så faselederne og lyslederkalet frilægges, hvorefter kablerne kan lægges tilrette på eller i fundamentet for senere fastgørelse til kabelstiger og montage af endemuffer, når mølletårnet er monteret på fundamentet.

Når søkablet er halet op og forankret, lægges kablet ud på havbunden over til det andet fundament, hvor kablet endes op gennem J-tuben, indtil der kun er det slæk tilbage på havbunden, der er nødvendigt for nedbringning af kablet til den projekterede dybde. Alle søkabler vil, for at beskytte dem, blive bragt mindst 1 meter ned i havbunden eller beskyttet på anden måde f.eks. ved overdækning.

Uanset at der for kabelområderne udlægges en 200-meter beskyttelseszone, hvori der ikke må ankres, vil der være en risiko for at dette alligevel sker. Specielt skal der tages hensyn til, at sandvandring kan ændre havbundsprofilen, og dermed blotlægge kabler, som ikke ligger tilstrækkelig dybt i havbunden. Der er tre metoder til at nedbringe søkabler:

- udlægning i gravet rende,
- nedpløjning og
- nedspuling,

som det forventes, at det vil være relevant at anvende og lave forsøg med. Desuden vil der kunne blive lavet forsøg med andre kabelbeskyttelsesmetoder – f.eks. placering på havbunden med beskyttelse i form af rør, overdækning og lignende, se figur 5.8.

5.4.3 Installation af møller

De enkelte møllekomponenter leveres på havnekaj. Transport frem til havneområdet ved udskibning kan ske med lastvogns-

tog, men det kan også blive aktuelt at udskibe møllerne direkte fra mølleproducentens produktionsfaciliteter. Inden udsejling til mølleområdet foretages så stor en del af slutmontagen som muligt.

Møllerne transporteres til havmølleområdet ved hjælp af pram og slæbebåd. Møllen installeres ved brug af et jack-up-fartøj. Erfaringen har vist, at det normalt tager 24 timer at positionere jack-up-fartøjet og rejse én mølle. For at rejse møllen er det nødvendigt at foretage 4 - 5 løft. Først monteres den nederste mølletårnssektion på fundamentet efterfulgt af den øverste tårnsektion. Herefter monteres nacelle og til sidst rotoren.

Når møllen er installeret, sker slutmontagen inde i møllen, hvor søkablerne monteres og herefter kan møllen idriftsættes.

5.5 Driftsfasen

Under normal drift vil møllerne være fjernovervåget. De enkelte møller skal dog efterses og serviceres. Udover de planlagte serviceeftersyn følger udkald til fejlretning og reparation.

5.5.1 Drift og vedligehold

De planlagte serviceeftersyn på møllerne forventes at finde sted med intervaller på 6-12 måneder eller derover. Udover planlagt service kan der forventes besøg i mølleområdet for fejlretning, reparation eller udførelse af tests.

Der kan også blive behov for at efterse kabler og fundamenter. Med hensyn til kablerne er der en risiko for, at disse bliver blødt på grund af sandvandring og materialeflytning. Overdækningen vil derfor skulle efterses løbende.

For fundamenterne vil det være nødvendigt løbende at efterse og eventuelt udbedre erosionsbeskyttelsen.

5.5.2 Transport

Sejllafstanden fra møllerne til Frederikshavn er ca. 4,5 km, og sejltiden til møllerne ca. ½ time. I forbindelse med større reparationsarbejder kan det være nødvendigt at anvende større anlægsfartøjer som pramme, slæbebåde, flydekraner og jack-up-platforme.

5.5.3 Fysiske indgreb og tilstedeværelse

De fysiske indgreb og tilstedeværelsen af de enkelte komponenter påvirker området på forskellig vis.

Møllerne

Havmøllernes fysiske tilstedeværelse påvirker landskabsforholdene i området. Til vurdering af effekterne på landskabsforhold indgår i VVM-redegørelsen en visualisering af mølleparken, se afsnit 7.1. og særskilt rapport /6/.

Udover de visuelle konsekvenser, der er belyst i visualiseringsrapporten, kan den fysiske tilstedeværelse af møllerne betyde, at der er risiko for skibskollisioner og kollisioner mel-

Hjælpestoffer og materialer		
Krøjegear olie	Mængde, liter	50-100
	Art	Semisyntetisk
	Skiftehyppighed, måneder ml. skift	60-240
Gearolie	Mængde, liter (system)	500-700
	Art	Semisyntetisk
	Skiftehyppighed, måneder ml. skift	Ca. 60
Gearoliefilter	Antal	3
	Skiftehyppighed, måneder ml. skift	12
Bremsebelægninger	Antal systemer	1-2
	Art (arter)	Sintermetal
	Forbrug pr. år, sæt	1-2
Hydraulikolie	Antal systemer	2-3
	Art (arter)	Syntetisk eller mineralsk
	Mængde, liter	225-285
	Skiftehyppighed, måneder ml. skift	60
Filtre på hydraulik-oliesystem	Antal	1-3
	Skiftehyppighed, måneder ml. skift	12-60
Kølevæske-vand	Mængde, liter	Ca. 100
	Sammensætning	50% glucol
	Skiftehyppighed, måneder ml. skift	36-60
Kølevæsker-siliconeolie ¹	Mængde, liter	1800
Smøremiddel (hovedleje)	Art	Olie eller fedt
	Mængde, liter/år	6-10
Smøremiddel (krøje krans)	Art	Fedt
	Mængde, liter/år	Ca. 3
Smøremiddel (vingelejer)	Art	Fedt
	Mængde, liter/år	6-9
Smøremiddel (generatorlejer)	Art	Fedt
	Mængde, liter/år	1-4
Slæberinge	Antal	12
	Sammensætning (% del metaller - art)	80% Cu
	Forbrug, kg/år	Ca. 2-4

¹ Muligt forbrug af kølevæske-siliconeolie, der dog afhænger af mølletype.

Tabel 5.3 De forventede forbrug af hjælpestoffer og materialer for én 2,3 MW mølle.

lem de roterende møllevinger og trækkende fugle. Risiko for skibskollisioner og kollision med trækkende fugle er belyst i kapitel 7 og rapport om konsekvensvurdering vedrørende fugle, fisk og havpattedyr /1/.

Fundamenterne

Fundamenterne inklusiv erosionsbeskyttelse vil beslaglægge et areal på ca. 10.000 m² afhængig af fundamenttype. Fundamenterne vil til gengæld bidrage med en forøgelse af det samlede overfladeareal.

På længere sigt vil fundamenterne koloniseres af dyr og planter i et større omfang end på den omkringliggende havbund. I forbindelse med havmølleparken Horns Rev 1 er der udført undersøgelser, som viser, at biomassen på fundamenterne og erosionsbeskyttelsen er forøget med op til 60 gange i forhold til biomassen på den sandede havbund.

Kablerne

I driftsfasen gælder de begrænsninger, der følger af Søfartsstyrelsens bekendtgørelse om beskyttelse af søkabler og undersøiske rørledninger (Kabelbekendtgørelsen), herunder krav om etablering af en sikkerhedszone på 200 meter på hver side af søkablerne. Sikkerhedszonen indebærer bl.a. forbud mod opankring og anvendelse af bundslæbende fiskeredskaber med mindre der gives dispensation.

Kablerne bringes ned i havbunden eller overdækkes, og kablerne vil ikke umiddelbart ved deres fysiske tilstedeværelse give anledning til miljøpåvirkninger. Omkring kablerne vil der dog kunne dannes elektromagnetiske felter, hvilket er beskrevet senere i dette afsnit.

5.5.4 Anvendte stoffer og materialer i driftsfasen

Møllernes drift og fysiske tilstedeværelse kan give anledning til miljøpåvirkninger. Miljøpåvirkningerne kan bl.a. relateres til anvendelsen af forskellige stoffer og materialer.

Forbrug af hjælpestoffer og materialer

I forbindelse med drift og vedligehold af møllerne kan det blive aktuelt at udskifte sliddele, smøremidler, kølevæsker m.m. I tabel 5.3 er angivet et estimat for forbruget af diverse hjælpestoffer og materialer for én mølle, i dette tilfælde en 2,3 MW mølle.

For det affald, der generes som følge af udskiftning i driftsfasen gælder, at affaldet som minimum sorteres og håndteres i overensstemmelse med regler fra International Maritime Organization eller tilsvarende.

5.5.5 Forventede reststoffer og emissioner i driftsfasen

Påvirkningerne fra havmølleparken i forbindelse med driften som følge af frembringelsen af reststoffer og emissioner er beskrevet nedenfor.

Luftkvalitet

De forskellige fartøjer, der benyttes i anlægs- og driftsfasen bruger brændstof, der giver anledning til emission af udstødningsgasser. Dette brændstofforbrug og den relaterede emission af udstødningsgasser er dog begrænset sammenlignet med emissionen af udstødningsgasser generelt og fra den øvrige skibstrafik i området.

Vedligehold af overfladen på fundament og mølletårn

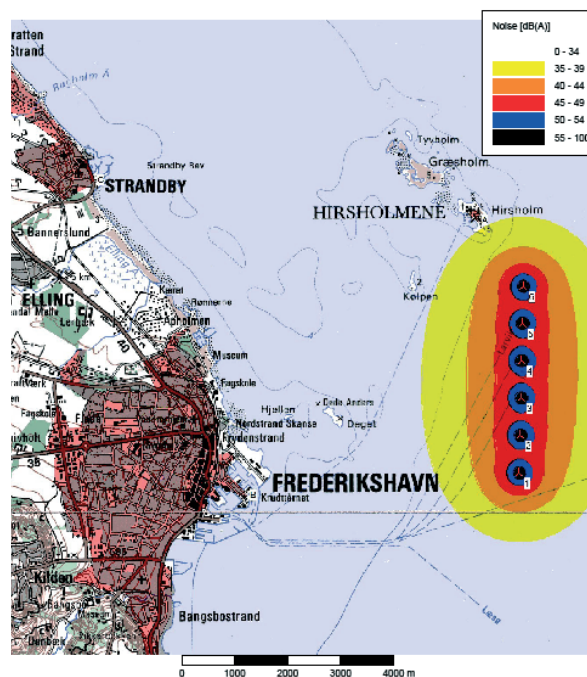
I forbindelse med vedligehold af overfladen på fundament og mølletårn kan det blive nødvendigt at fjerne malingsrester og foretage ny overfladebehandling. Dog tilstræbes et fundamentsdesign og en sådan overfladebehandling af fundamentet, at vedligeholdsniveauet er mindst muligt. Udslip af evt. malingsrester og materiale fra overfladebehandling, såsom sand fra sandblæsning, forventes derfor at være meget begrænset. I tilfælde af vedligeholdelsesopgaver som kunne give anledning til udslip til vandmiljøet, vil opsamling af materialet tilstræbes så vidt muligt.

Ligeledes følges anbefalinger og retningslinier vedrørende overfladebehandling, og det tilstræbes ikke at anvende Tributyltin-holdigt antifouling-maling og begroings-hæmmende midler (biocider).

5.6 Andre påvirkninger under drift

5.6.1 Støj fra møllerne

Hirsholm er den eneste ø, som er beboet. Der er ikke længere fastboende på Hirsholm, men 5-6 af beboelserne i byen be-



Figur 5.10 Beregning af støjbidrag ved 8 m. pr sek. Møllernes kilde styrke er 106,4 dB(A).

nyttes primært som sommerhuse og bebos en del af året. Afstanden fra Hirsholm til den nordligste og nærmeste mølle bliver ca. 1,5 km.

I følge bekendtgørelsen om støj fra vindmøller fra december 2006 gælder følgende regler for, hvor meget støj vindmøller må bidrage med, når der er tale om sommerhuse eller andre rekreative områder:

- Ved 6 m pr. sek.: 37 dB(A)
- Ved 8 m pr. sek.: 39 dB(A)

En støjberegning viser, at støjbidraget ved beboelserne på Hirsholm vil blive mindre end 34 dB(A) ved vindhastigheden 8 m pr. sek. Som udgangspunkt for beregningen er anvendt en vindmølle, med en kildestyrke på 106,4 dB(A) ved 8 m pr. sek. (bilag 1).

Ud fra denne beregning kan det antages, at vindmøllen nærmest Hirsholm kan have en maksimal kildestyrke på 111- 112 dB(A) ved vindhastigheden 8 m pr. sek, hvis støjbidraget på 39 dB(A) skal overholdes ved sommerhusene.

Lavfrekvent støj

Det vurderes, at lavfrekvent støj ikke vil være et problem når vindmøllebekendtgørelsens grænser for støj overholdes. Lavfrekvent støj og den aktuelle diskussion omkring fænomenet er nærmere beskrevet i kap. 11.

Skyggekast

En vindmølle kaster skygge, når solen skinner, og hvis det

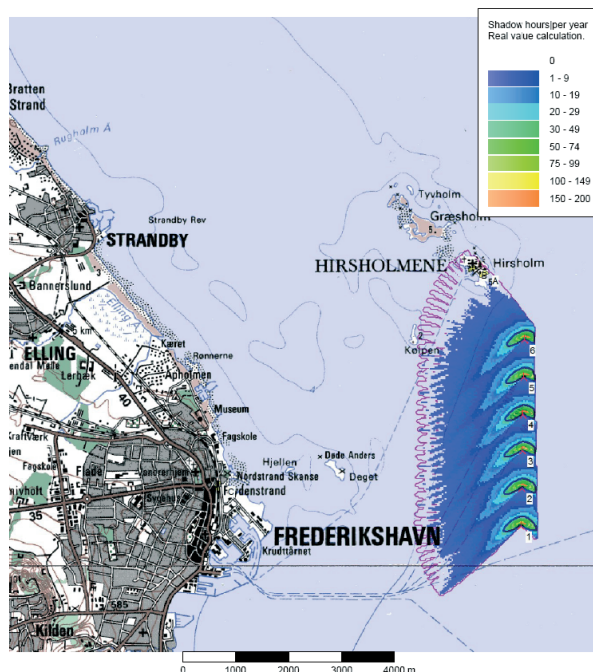


Fig. 5.11 Beregning af skyggekast. Det ses, at ingen beboede områder vil blive ramt af skyggekast.

6: Siemens SWT-3.6-107 3600 107.0 10! hub: 80,0 m (6)

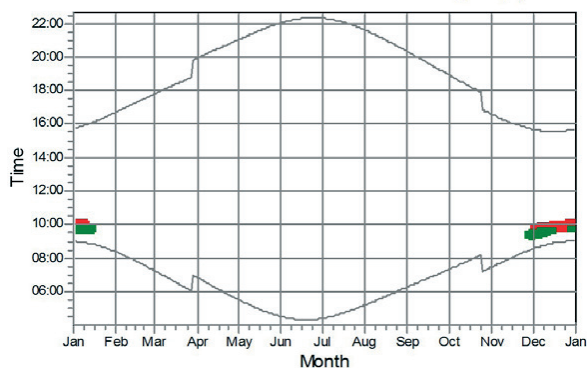


Fig. 5.12 Skyggekalenderen viser at skyggekast vil kunne opleves på Hirsholm i januar måned kl. ca. 9.30 til kl. godt 10.

samtidig blæser, rammes et areal i omgivelserne af roterende skygger fra vingerne. Naboer indenfor kort afstand kan opleve hurtige skift mellem lys og korte "glimt" med skygge. Disse skyggeglimt kan være generende.

Problemet omfang afhænger først og fremmest af

- I hvilket verdenshjørne møllen står set fra naboen
- Afstanden mellem møllen og naboen
- Hvor stor vindmøllens rotor er, og
- Til en vis grad af vindmøllens navhøjde

Simuleringen af skyggekast viser, hvordan rotorskyggen bevæger sig fra solopgang til solnedgang på en bestemt dag et bestemt sted. Skygger er i Danmark lange ved solopgang og solnedgang og korte omkring middag.

Ved beregninger af skyggekast angives resultatet i skyggegetimer fra møllevingerne pr. år i et udvalgt punkt.

Resultatet af beregningerne viser det antal skyggegetimer man kan blive udsat for, hvis man opholder sig indendørs i et rum med et stort vindue, eller udendørs på en terrasse, der vender ud mod møllerne.

Der beregnes to tider: den absolut maksimale "worst case", idet udregningerne bl.a. er baseret på en antagelse om, at solen skinner hele dagen fra solopgang til solnedgang, at det samtidig blæser således at vingerne roterer, og at rotoren krøjer således, at den nøjagtigt følger solens bevægelser. Ligeledes beregnes en "reel værdi", hvor det indregnes, at solen ikke altid skinner og at det kan være vindstille, og at rotoren ikke står vinkelret på sollyset hele tiden. I stedet regnes med statistiske data for sol, vindretning og vindhastighed.

I Vindmøllecirkulæret anbefales en vejledende værdi (reel værdi) for skyggekast på maks. 10 timer årligt.

Nedenstående beregning viser, at beboelserne på Hirsholm i en worst-case situation kan blive berørt af skyggekast i 5 – 10

timer om året. Beregnet som reel tid drejer det sig om 20 – 34 minutter om året.

5.6.2 Støj under vand

Under drift vil møllerne frembringe støj via tårn og fundament til vandet. På baggrund af de målinger der er udført ved havmøller, bl.a. i Danmark, Sverige og England, forventes undervandsstøjen at være af relativ lav intensitet og frekvens. Vindmøller genererer primært få dominerende frekvenser fra 30 Hz op til 800 Hz, og i området over 800 Hz vil der ikke være støjniveauer, som i en afstand af 260 meter fra møllen overstiger baggrundsstøjen.

5.6.3 Elektromagnetiske felter

Omkring elektriske kabler dannes der elektromagnetiske felter, hvor både det magnetiske felt og det inducerede elektriske felt antages at kunne have en effekt uden for kablet. I en undersøgelse udført i 2005 /39/ blev det magnetiske og inducerede elektriske felt modelleret for et 33 kV søkabel. Da kablerne er flerfasede og har skærme kan det antages, at niveauerne udenfor kablet er uafhængige af spændingsniveauet. Det inducerede elektriske felt blev fundet at være maksimalt 2,5 mV/m og det magnetiske felt 0,015 mT. Til sammenligning kan det nævnes, at det naturlige magnetiske felt er på ca. 45 mT. Ligeledes vurderes det inducerede elektriske felt at være ubetydeligt, og forventede effekter således minimale eller fraværende.

5.6.4 Emission fra slæberingssystem

I nogle af de potentielle vindmølletyper anvendes et slæberingssystem, som overfører styringsforbindelser og forsyning imellem nacelle og nav. Forbindelsen sker via kontaktflader, der kontinuert slides, hvorved der emitteres støv. Disse kontakter i slæberingssystemet er dog meget små, og kontaktfladerne er guldbelagte for at mindske slitage samt sikre forbindelse. Emissionen er derfor meget begrænset og støvet vil i hovedreglen forblive i nav og nacelle, hvorfra det kan opsamles, bringes i land og bortskaffes efter gældende regler.

Visse mølletyper anvender ligeledes et slæberingssystem i deres generatorer, hvorfra primært grafitstøv frigives. Sådanne generatorer vil være forsynet med filtre til opsamling af støvet. Filtrene vil udskiftes i forbindelse med planlagte serviceeftersyn, bringes i land og bortskaffes efter gældende regler.

5.6.5 Affaldsproduktion

Det affald, der produceres i forbindelse med opførelsen af de seks demonstrationsvindmøller består af affald fra driften af fartøjer og øvrigt entreprenørudstyr, herunder fra de mandskabsfaciliteter som vil være ombord på fartøjerne, samt fra byggepladskontorer. De primære affaldsstrømme er sanitetsaffald fra fartøjer, bygge- og anlægsaffald til genanvendelse, kemikalie- og olieaffald, samt dagrenovation, som inkluderer køkkenaffald, papir og pap til genanvendelse og diverse brandbart affald fra fartøjer og byggepladskontorer.

For alt affald produceret i mølleområdet under anlægsarbejdet gælder, at affaldet som minimum skal sorteres og håndteres i overensstemmelse med regler fra International Maritime Organization eller tilsvarende.

5.6.6 Uheld

Ved placering af vindmøller på havet er der umiddelbart en risiko for påsejling, og på baggrund af en analyse af skibstrafikken i området er risikoen for skibskollision vurderet. Denne vurdering følger i kapitel 7.

Under drift kan der ske uheld i forbindelse med sprængte olie- eller hydraulikslanger og -rør samt ødelagte pakninger osv. Møllerne er dog sådan indrettet, at eventuelle olielækager opsamles i møllen.

Endvidere er der risiko for uheld i forbindelse med servicering af møllen, hvor der kan spildes smøre- og kølemidler. I denne sammenhæng er det afgørende at have nogle fornuftige rutiner omkring servicering og sikre sig, at servicefartøjet er udstyret med det nødvendige udstyr til at opsamle eventuelle spild i det tilfælde, der sker uheld.

Der kan også ske uheld i forbindelse med kabelskader. Der anvendes et oliefrigt kabel for at forebygge risiko for eventuel forurening.

5.7 Afvikling af mølleområdet

Ejeren af havmøllerne er forpligtet til at genetablere den tidlige tilstand i opstillingsområdet samt afvikle anlægget efter en af Energistyrelsen godkendt afviklingsplan. Planen for afvikling af vindmøllerne og kabelforbindelserne mellem møllerne skal indsendes til Energistyrelsens godkendelse:

- senest 2 år inden udløb af tilladelsen til elproduktion
- 2 år før det tidspunkt, hvor et eller flere anlæg mv. forventes at ville have udtjent deres formål, eller
- hvis anlægget ikke vedligeholdes eller ødelægges, eller
- vilkårene ikke opfyldes eller overholdes.

Afviklingsplanen vil indeholde en redegørelse for fjernelse af anlæggene. Afviklingsplanen vil endvidere indeholde en redegørelse for og vurdering af planens miljø- og sikkerhedsmæssige konsekvenser samt en tidsplan for gennemførelsen. På nuværende tidspunkt er det ikke muligt at forudsige, hvilke krav der vil blive stillet på nedtagningstidspunktet til sortering og genbrug af de enkelte komponenter, der indgår i møller, fundamenter m.v. Møllerne og eventuelle meteorologimaster kan nedtages og skrottes efter brug. Bortskaffelse af fundamentet vil afhænge af den valgte fundamenttype. Monopælen forudsættes skåret over 1 meter under havbunden og skrottes efter afskrælning af beton fra overgangsstykket. Gravitationsfundamentet kan fjernes i et stykke, knuses og neddeles og materialerne sorteres. Ligeledes kan kablerne tages op, shreds og sorteres til genanvendelse.

06 | Alternativer til projektet

6.1 0 – alternativet

0-alternativet er det alternativ, hvor testområdet for fundamenter og demonstrationsvindmøller ikke etableres. Da der er tale om et testområde vil den umiddelbare konsekvens være, at det ikke bliver muligt at udvikle og teste fundamenter og andre teknikker til installation af vindmøller til havs i tilknytning til de allerede etablerede faciliteter i Frederikshavn.

Dette vil være uheldigt, hvis Danmark fortsat skal være førende med hensyn til udbygning med vedvarende energi i form af vindmølleparker på havet. Udbygningen på havet stiller stigende krav til økonomi, teknikker og metoder.

Møllerne opstilles på dybere vand og i længere afstand fra kyster og havne, og vejrforholdene på det åbne hav gør det vanskeligere at reparere og servicere møllerne, ligesom omkostningerne til fundering og tilslutning til elnettet stiger med vanddybde og afstanden til land. Dette kræver, at møllerne bliver så store som muligt samtidig med, at de bliver meget pålidelige i drift, således at prisen på den producerede el kan holdes så lav som muligt.

For Frederikshavn by vil 0-alternativet betyde, at der skal findes andre alternativer til energiforsyningen, hvis målet om Frederikshavn som 100 % selvforsynende med energi skal opfyldes. De planlagte udviklingsprojekter med vindkraft som en integreret del af både el- og varmforsyningen vil således ikke kunne gennemføres.

6.2 Alternative placeringer af vindmøllerne

I forbindelse med forundersøgelser til projektet blev forskellige alternative placeringer overvejet. Placeringsmulighe-

derne skulle dog leve op til visse grundlæggende krav. For det første skulle testområdet ligge i rimelig afstand fra de eksisterende testfaciliteter på Frederikshavn Havn, og vanddybder og havbundens beskaffenhed skulle give mulighed for at afprøve forskellige fundamenttyper.

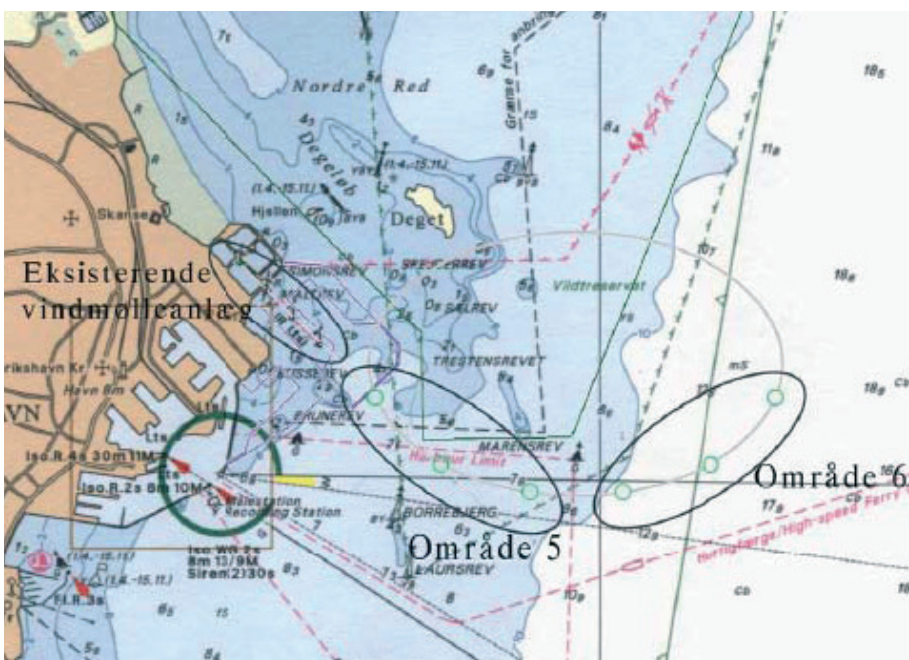
I første omgang blev Energistyrelsen ansøgt om en placering med 6 møller i en bue i forlængelse af de 4 eksisterende møller, se figur 6.1. Dette forslag blev imidlertid afvist bl.a. fordi 2 af møllerne lå indenfor naturbeskyttelsesområdet ved Hirschholmene, og fordi placeringen ville genere skibstrafikken ind og ud af havnen.

Området syd for Frederikshavn blev også overvejet, men ikke nærmere undersøgt, fordi vanddybderne i dette område generelt er for lave til afprøvningen af visse typer fundamenter. Også syd for Frederikshavn ville møllerne komme i konflikt med skibstrafikken.

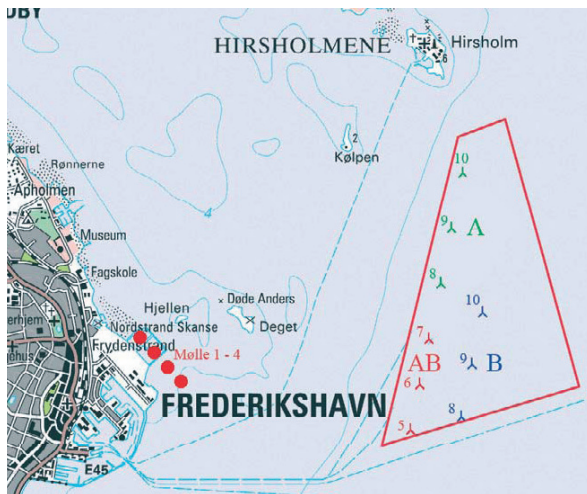
6.3 Placering af møllerne indenfor forundersøgelserområdet

Starten på forundersøgelserne inddrog også alternative forslag til møllernes placering indenfor undersøgelsesområdet, hvor der blev udført visualiseringer med møllerne opstillet i én hhv. to rækker, se figur 6.2. Resultatet blev, at én række var at foretrække i forhold til det visuelle indtryk af møllerne set fra Frederikshavn. Af høringssvarene fra ansøgningsrunden fremgik det desuden, at møllerne af hensyn til beskyttede naturtyper og fugleliv bør placeres i områdets østligste del. Hensynet til skibstrafik og sejlruiter trak dog i modsat retning, idet en vestlig placering var at foretrække.

Herefter blev det de indledende geofysiske undersøgelser, som blev afgørende for, hvor møllerne ønskes placeret. Flere



Figur 6.1
Placeringsforslag for 6 møller i bue i tilknytning til de eksisterende 4 møller på Frederikshavn Havn.



Figur 6.2 Eksempler på opstilling af de 6 møller på én eller to rækker (A og AB eller AB og B).

af de fundamenttyper, som ønskes afprøvet, kræver, at der findes et relativt dybt sandlag eller andre bundtyper, som ikke er for "hårde".

Den geologiske kortlægning viser (figur 6.3), at der ca. midt i området findes relativt dybe sandlag (det Holocæne toplag), og møllerne foreslås placeret på en nord/sydgående linje således, at det bliver muligt at placere fundamenter (og efterfølgende møller) i de bedste "sandhuller".

Inden der evt. skal etableres møller på disse placeringer, skal der udføres geotekniske borer, som viser sammensætningen af de lokaliserede sedimentlag i området.

6.3.1 Alternativ placering indenfor forundersøgelserområdet

En undersøgelse af de fiskerimæssige interesser i området viser imidlertid, at en vigtig rute for trawlfiskeri efter sild og brisling går igennem området (se figur 6.4), og at fiskefartøjerne ikke umiddelbart kan passere møllerækken med trawlet ude. Dette har ført til udarbejdelse af et forslag til en alternativ placering af møllerne, således at der bliver en trawlgennemsejlingsport på ca. 600 m mellem mølle 7 og 8 (se fig. 6.5). De geofysiske betingelser for placering af fundamenter afviger ikke væsentligt fra hovedforslaget.

Konsekvenser ved alternativt opstillingsmønster

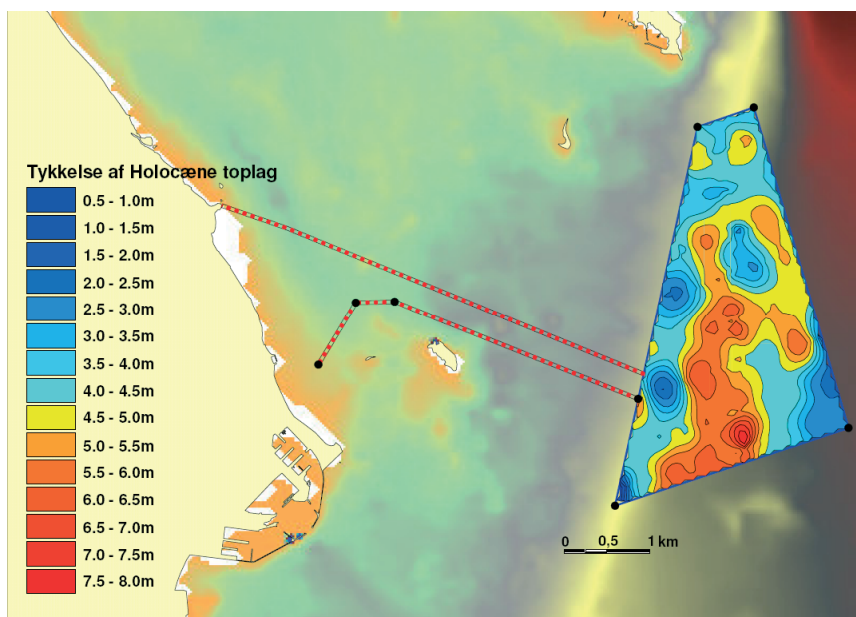
En drejning af møllerne 5 og 6 med 100° op mod nordøst og møllerne 8 og 9 med 10° mod sydøst betyder, at møllerne i højere grad end i hovedforslaget vil "skygge" for hinanden i forhold til de fremherskende vindretninger fra sydvest. For at mindske produktionstabene som følge heraf er afstanden mellem de 3 nordligste møller øget til 800 m. Endvidere vil der blive tale om ændret kabelføring og kablerne i de områder, som krydses af trawlruen, vil skulle bringes længere ned i havbunden. Dette forventes at være teknisk og økonomisk muligt samt uden væsentlige miljømæssige påvirkninger sammenlignet med hovedforslaget.

Fugle og havpattedyr

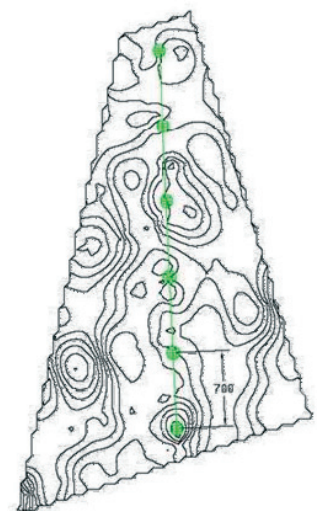
Der vurderes ikke at være risiko for konsekvenser ud over, hvad der er vurderet for hovedforslaget.

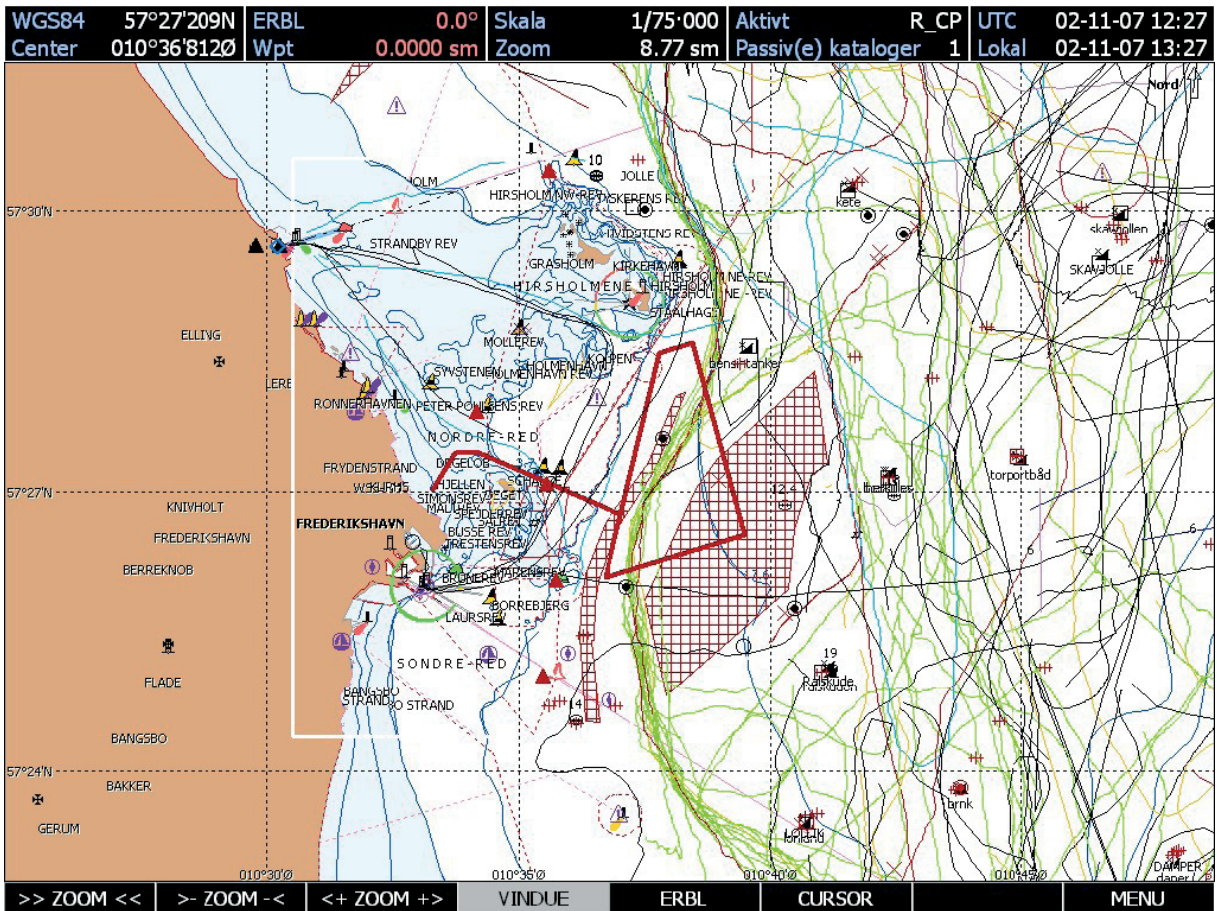
Beskyttede naturtyper

Der vurderes ikke at være negative konsekvenser i forhold til hovedforslaget.

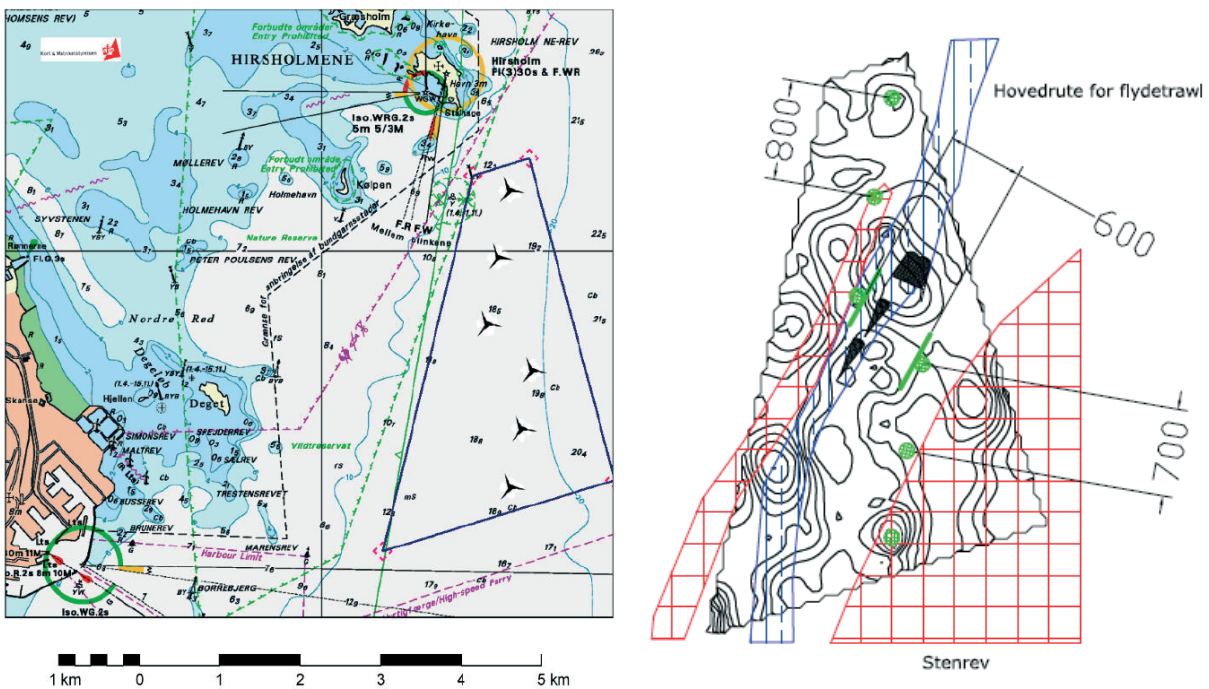


Figur 6.3 Sandlagets (det Holocæne toplag) tykkelse i undersøgelsesområdet samt forslag til placering af fundamenter og møller.





Figur 6.4 Trawlrutens (de grønne streger) forløb gennem forundersøgelingsområdet. De røde skraveringer er områder med sten, hvor der ikke kan trawles/2/.



Figur 6.5 Forslag til alternativt opstillingsmønster. Trawlruten er markeret med blå skravering.



Figur 6.6 Hovedforslag og alternativ set fra Hirsholm.

Skibstrafik og sikkerhed

Det er vurderet, at der i forhold til risiko for skibstrafikken ikke er forskel fra hovedforslaget.

Visuelle konsekvenser

Opstillingsmønsteret bliver mindre let at opfatte og vil blive oplevet forskelligt afhængig af beskuerens standpunkt. Alternativet er visualiseret fra Hirsholmen, hvorfra man vil opleve den største forandring set i forhold til det oprindelige opstillingsmønster.

Fra syd vil opstillingen blive oplevet som to parallelle rækker med tre møller. Bevæger man sig mod nord fra Sæby vil den blive oplevet som en lang række, med et stort mellemrum ved de to midterste møller. Mellemrummet vil blive mindre og mindre, indtil man kommer nord for rækken, hvor de to midterste vindmøller vil glide ind over hinanden, og man vil opleve en række med uregelmæssige mellemrum .

I visualiseringsrapporten /6/ er medtaget en række visualiseringer, som illustrerer dette.

07 | Virkning på miljøet

7.1 Landskabelige påvirkninger og visualisering /6/

Til denne VVM-redegørelse hører en selvstændig visualiseringsrapport. I det følgende er medtaget et uddrag fra denne rapport.

7.1.1 Visualisering

Afstandszoner

Omgivelserne til vindmølleparken er opdelt i tre zoner, for at systematisere vurderingen af den visuelle påvirkning.

Nærzonen 0 – 5 km

I nærzonen på 5 km er vindmøllerne dominerende. Nærzonen til vindmøllerne ud for Frederikshavn omfatter det østligste af havnen, havområdet og Hirsholmene. I nærzonen er forskellene i vindmøllernes design tydelig. De forskellige design på møllerne giver et uroligt indtryk på tæt hold, og nogle af vindmøllerne kan blive tunge og lidt klodsede.

Mellemzonen 5 – 13 km

I mellemzonen fra 5 til 13 km er vindmøllerne på grund af afstanden mindre markante og ikke dominerende. Detaljerne i

den enkelte vindmølle kan være svære at opfatte, og vindmøllernes størrelse vil harmonere med de øvrige landskabs-elementer, som man altid oplever tættere på. Ofte kan det være svært at vurdere vindmøllernes størrelse, idet afstanden til vindmøllerne ikke kendes. Bevoksning og terræn er afgørende for, om vindmøllerne er synlige. Sigtbarheden spiller en stor rolle.

Fjernzonen

I fjernzonen over 13 km vil vindmøllerne blive oplevet fra kysterne og højdepunkter bag kysterne. Sigtbarheden spiller en afgørende rolle. I fjernzonen vil man ikke se vindmøllernes detaljer, og vingerne vil ofte forsvinde mod baggrunden. Der er visualiseret fra steder, hvor folk færdes, hvor de bor, og hvor de tilbringer fritiden - og fra udsigtspunkter.

Visualiseringspunkterne ligger i byerne langs kysten, på Hirsholm, på havet og på diverse udsigtspunkter bag kysten fra Sæby til Skagen.

Der er flest visualiseringspunkter i mellemzonen, da nærzonen kun berører den østligste del af havneområderne i Frederikshavn.

Udvalgte fotopunkter

Der er udarbejdet visualiseringer fra relevante fotovinkler, se figur 7.1. Et udvalg af fotovinkler er vist i det følgende.

Hirsholm ligger ca. 1,2 km nordvest for vindmøllerne. Vindmøllerne vil kunne ses fra det meste af øen (se figur 7.2). Fra Hirsholm vil vindmøllerne være store og dominerende. De vil stå over bevoksning og bygninger og virke meget voldsomme. De er specielt voldsomme, fordi størrelsen på vindmøllerne vokser mod nord. Opstillingsmønsteret i en lang række med indbyrdes lige stor afstand giver et roligt og letopfatteligt mønster.

Vindmøllerne vil kunne ses fra stranden langs hele Ålbæk Bugt. Nord for havnen vil man se mod øst mod Hirsholm og de nye vindmøller, se figur 7.3. Herfra er de nye vindmøller mest markante. De står klart adskilt fra Hirsholm, men overskygger oplevelsen af øen.

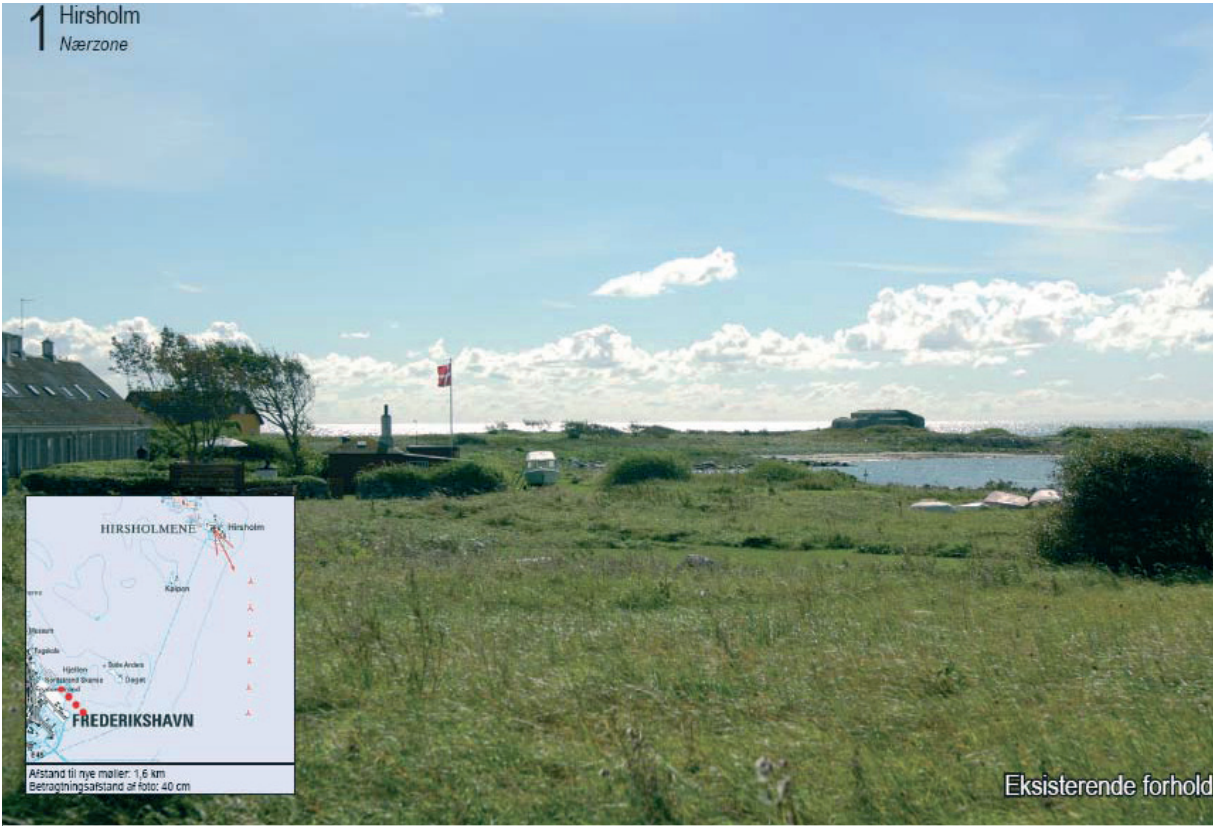
Fra lystbådehavnen oplever man trafikken og anlæggene på den eksisterende havn, og de nye vindmøller vil stå klart adskilte fra disse, men vil indgå markant i den samlede oplevelse, hvor færgerne, der vil sejle rundt om vindmølleområdet, også er et væsentlig element, se figur 7.4. De nordligste af de nye vindmøller vil stå bag havnen tæt på de eksisterende vindmøller eller mellem de mange master ved lystbådehavnen. Herfra er det svært at adskille de mange tekniske anlæg. Når man bevæger sig langs lystbådehavnen område, vil man dog klart fornemme, at der står to adskilte rækker vindmøller.

Fra kysterne syd for Frederikshavn vil vindmøllerne blive set mere eller mindre forskudte for de eksisterende vindmøller på



Figur 7.1 Fotovinkler i nær-, mellem- og fjernzone.

1 Hirsholm
Nærzone



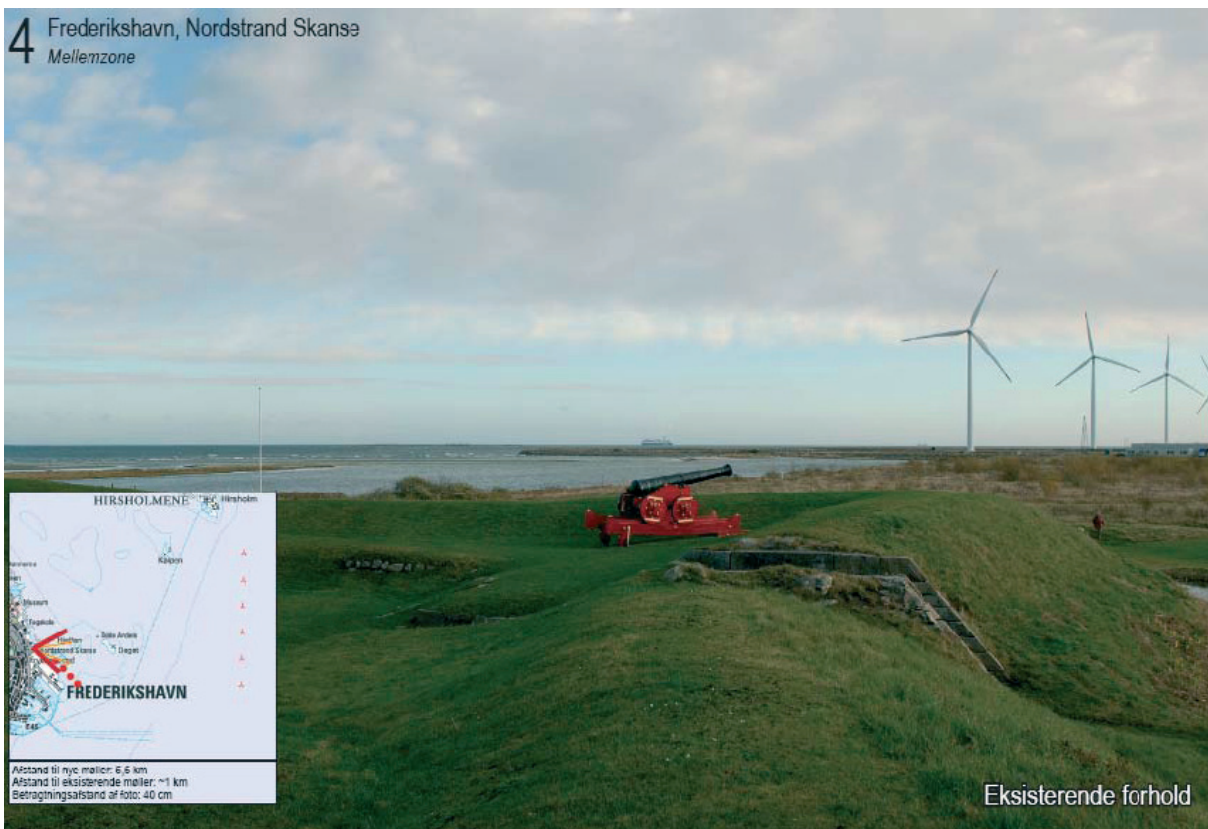
Eksisterende forhold



Visualisering

Figur 7.2 Fotopunkt 1 (Hirsholm), nærzonen.

4 Frederikshavn, Nordstrand Skanse
Mellemzone



Frederikshavn, Nordstrand Skanse 4
Mellemzone



Figur 7.3 Fotopunkt 4 (Nordstrand Skanse), mellemzonen.

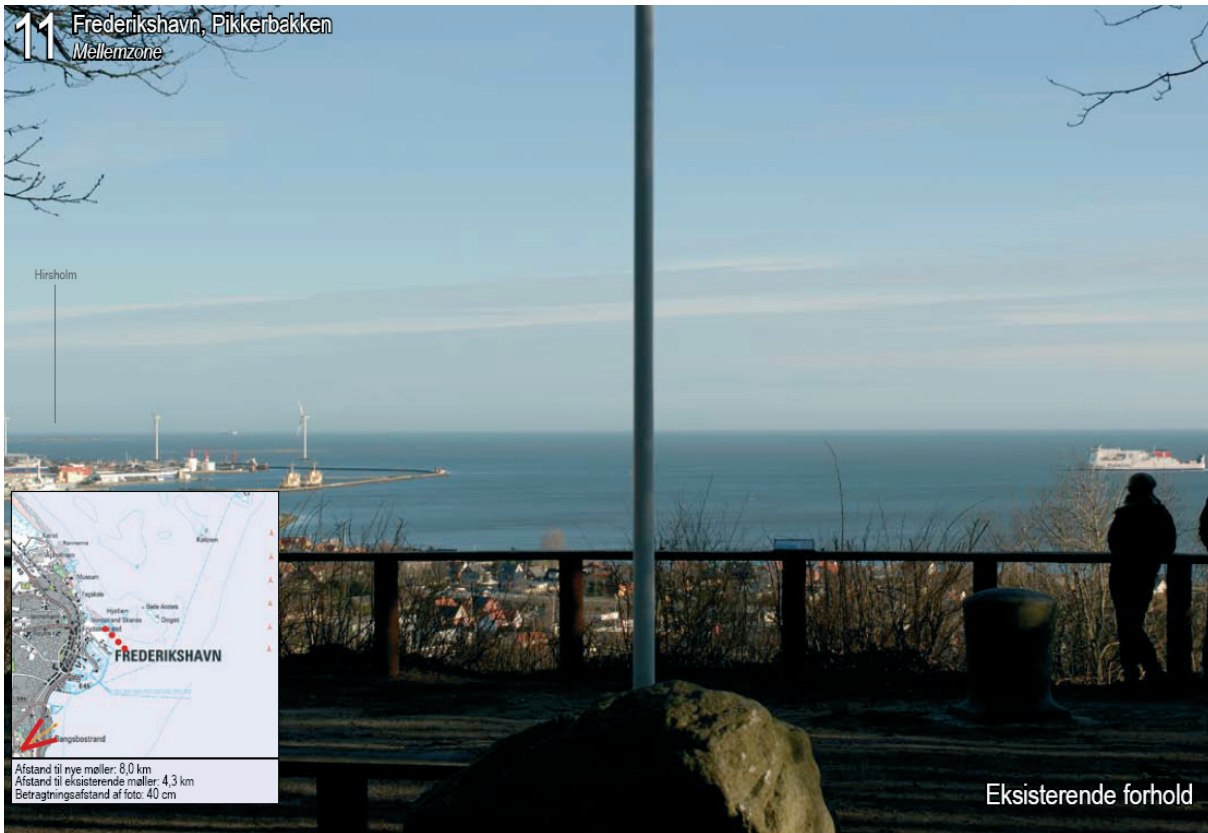
10 Frederikshavn, Marina
Mellemzone



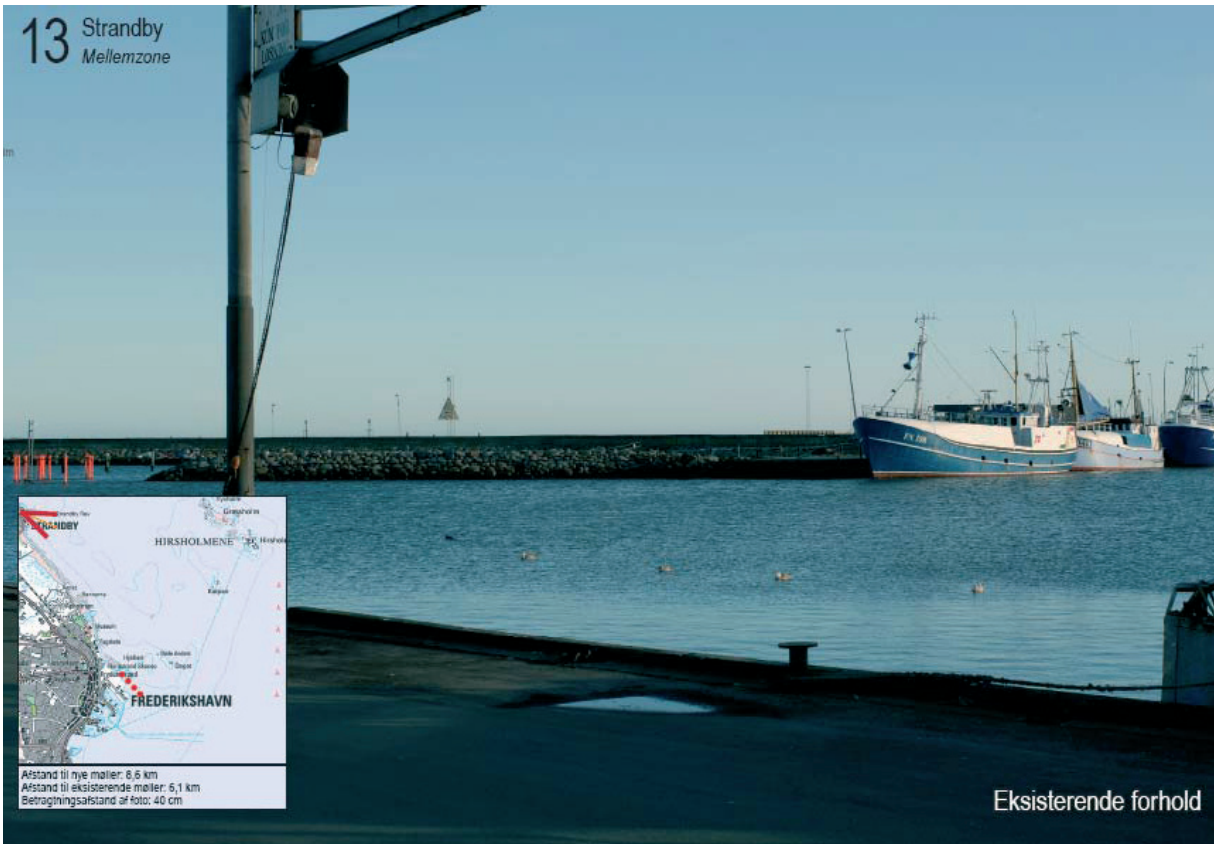
Eksisterende forhold



Figur 7.4 Fotopunkt 10 (Frederikshavn Marina), mellemzonen.



Figur 7.5 Fotopunkt 11 (Frederikshavn Pikkerbakken), mellemzonen.



Figur 7.6 Fotopunkt 13 (Strandby), mellemzonen.



Figur. 7.7 Natvisualisering fra Nordstrand Skanse (samme som i fig. 7.3)

havnen og stå som et roligt og letopfatteligt teknisk anlæg i modsætning til de nuværende havnearealer.

Fra udsigtspunktet Pikkerbakken er der en betagende udsigt over Frederikshavn by. Herfra oplever man den travle trafikhavn og de nye vindmøller vil stå som et roligt og dynamisk element i modspil med erhvervshavnen, se figur 7.5. Møllerne står tydeligt og opstillingsmønsteret opfattes klart.

I Strandby vil man primært se vindmøllerne syd for Hirsholm fra selve havnen og enkelte etageboliger ved havnen. Selve byen er omgivet af bevoksning, og bygningerne er lave. Udsigten fra havnen er vist på visualisering nr. 13 (fig. 7.6) hvor de nordligste vindmøller er synlige over den ydre havnemole, 8,6 km borte. De står tydeligt, og opstillingsmønsteret opfattes klart. Til venstre for vindmøllerne ser man Hirsholm med fyret.

7.1.2 Lysafmærkning

Møllerne bliver højere end 150 m, og de skal derfor forsynes med lysafmærkning af hensyn til flysikkerheden. Hver enkelt mølle vil sandsynligvis skulle lysafmærkes med hvidt blinkende lys på 2.000 til 20.000 candela. En sådan belysning vil fra områderne nord og syd for havnen være meget markant, specielt i situationer, hvor man ikke har de mange lys fra byen og den eksisterende havn inde i synsfeltet.

Lysafmærkning på alle møllerne vil i de mørke timer give en kraftig dominans. Det højintensive hvide lys vil give de stør-

ste gener i nærzonen. Lyset vil blive set overalt i de mørke timer, og især blinkene vil være iøjnefaldende. Den hvide farve vil dog være mindre generende end andre farver, der er blevet brugt til lysafmærkning, specielt når det er stjerneklart.

7.2 Kyst og hav

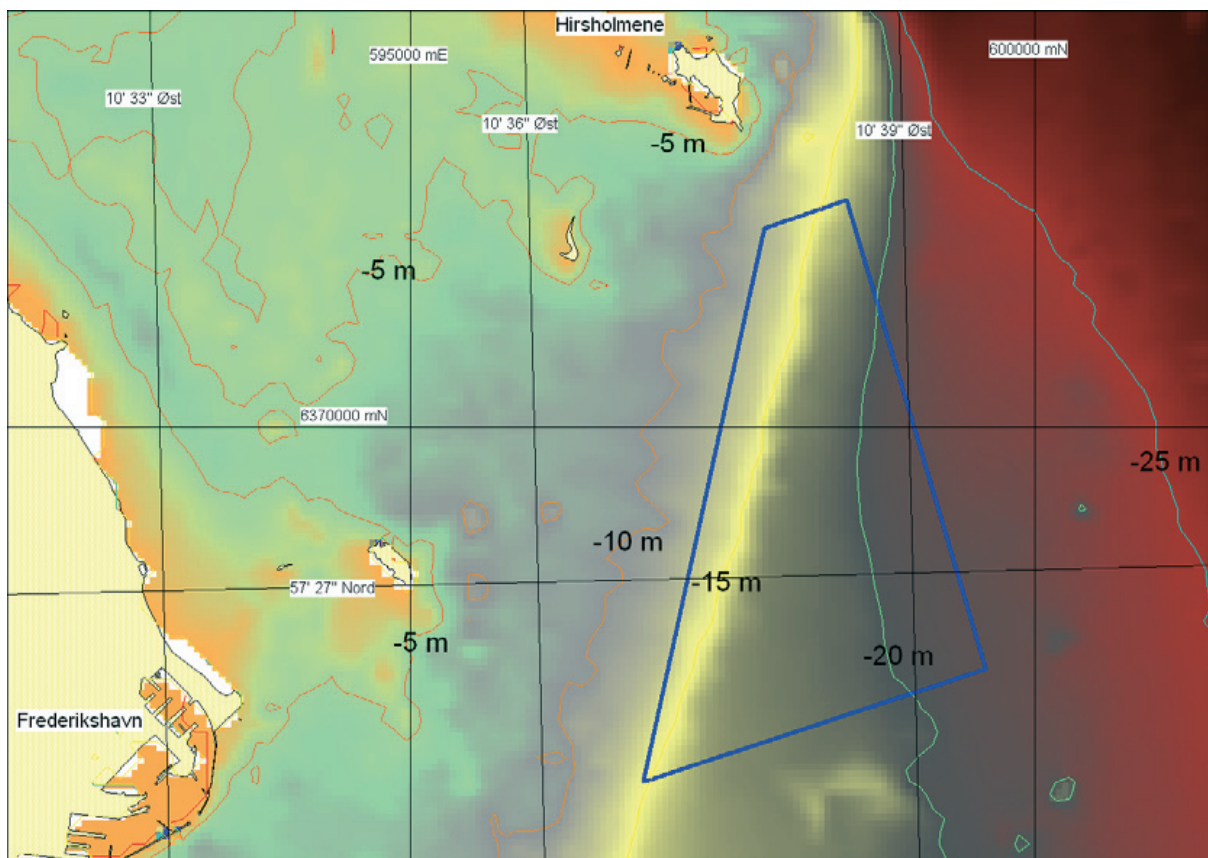
7.2.1 Basisbeskrivelse

Kystmorfologi

Kystlandskabet omkring Frederikshavn er præget af flere markante landskabselementer. Byområdet og landskabet nord for byen fremstår med en lav kyst og store, flade landskaber. Landet er dannet som et sammenhængende marint forland, der strækker sig helt op til Skagen. Kysten umiddelbart nord for Frederikshavn er ikke præget af de betydelige klitformationer, som længere nordpå karakteriserer kysten, /27/.

Kystlinien er præget af mange, fremskudte stenrev med Hirsholmene længst mod nordøst. Frederikshavns placering skyldes et kompleks af stenrev, som tidligt har givet mulighed for at etablere beskyttede ankerpladser tæt på land. Havnen er etableret på opfyldninger, der strækker sig langt mod øst, næsten 1 km fra den oprindelige kystlinie, /27/.

Langs Kattegatkysten syd for Frederikshavn findes klart skårne terrasser med bagvedliggende fossile kliner fra ishavet og Stenalderhavet, /23/.



Figur 7.8 Bathymetriske kort over undersøgelsesområdet.

Skagens Odde er ca. 30 km lang og mellem 5 og 20 km bred og dermed formentlig verdens største odde. Odde er dannet gennem de sidste ca. 8.000 år ved en stadig tilvækst af strandvolde og kystklitter på nordspidsen på grund af en meget betydelig sedimenttransport koblet med relativ landhævning.

Langs oddens basis vest for Frederikshavn ses kystklinter fra såvel ishavet som Stenalderhavet med foranliggende, hævede lagune- og barrieresystemer. Disse landskaber illustrerer tydeligt kystens historie siden sidste istid, Weichsel istiden.

Det marine forland nord for Frederikshavn indeholder desuden vigtige informationer om betydningen af den relative landhævning for den kystmorfologiske udvikling. I perioder med ingen eller lille landhævning - f.eks. under Stenalderhavets maksimale udbredelse og de nuværende forhold - dannes barrierer med veludviklede laguner. I perioder, hvor den relative landhævning foregår hurtigt, dannes derimod de karakteristiske rimme-doppe landskaber, som består af tætliggende barriererygge med klitdannelser (rimmer) adskilt af smalle lavninger eller laguner (dopper).

Den gradvise udvikling af odden kan således aflæses i rimme-doppeområdernes barriere- og strandvoldssystemer, som ikke mindst er yderst veludviklede i Strandby-området, /23/. De

største strandvoldssletter findes i de områder, hvor strandforskydningen har været størst. Derfor findes de store strandvoldssletter foran klitterne ved Frederikshavn og Sæby og danner kilometerbrede rimme-doppe landskaber, /32/.

Vanddybde /5/

Dybderne i undersøgelsesområdet varierer således, at der langs den vestlige grænse for området er vanddybder imellem 11 og 14 m, mens der langs den østlige afgrænsning er dybder imellem 17 og 21 m. Vanddybder stiger i sydlig retning inden for området. Det bathymetriske kort viser, at der er et fladt lavvandet område imellem Frederikshavn og Hirsholmene, med vanddybder på ca. 5 m. Vanddybderne øges langsomt ud mod Læsø Rende, hvor den største gradient ligger inden for den vestlige del af undersøgelsesområdet, hvor 15 m kurven forløber.

Vanddybden i området, hvor møllerne kan placeres, varierer mellem 10 og 20 meter. Vanddybden stiger mod øst og er størst i det sydøstlige hjørne, hvor vanddybden er over 20 meter. Tidevandsforskellen er meget begrænset og er i størrelsesordenen 0,3.

Vandkvalitet

Der er foretaget målinger af iltforholdene ved bunden i årene

1998-2001 på en målestation i Læsø Rende, der i denne sammenhæng vurderes repræsentativ for forundersøgelingsområdet. Den målte iltkoncentration varierer her mellem 5-10 mg/l afhængig af årstiden med de laveste værdier i sensommeren, /20/.

Årsgennemsnittet for saltholdigheden i overfladevandet (1-5 m vanddybde) i området er typisk omkring 25-26 ‰, /21/.

I området hvor Kattegat og Skagerrak mødes, den såkaldte Kattegat-Skagerrak-front sker en betydelig opblanding mellem bund- og overfladevand. I fronten sker en naturlig opblanding af næringsrigt bundvand til det mere næringsfattige overfladelag. Denne tilførsel af næringsalte fører til en relativt høj produktion af planktonalger i det nordlige Kattegat. Flere alger i vandet vil på den ene side give mere næring til bunddyrene, men vil samtidig betyde, at der når mindre lys ned til de bundlevende plantesamfund på lavere vanddybde, /21/.

Derudover har for store udledninger af næringsalte i området bl.a. givet problemer med iltsvind og heraf negativ påvirkning på bundfaunaen. Forhøjede niveauer af næringsalte giver også forøget vækst af etårige trådformede alger, fedtmøg, /22/.

Potentielle effekter på vandkvalitet som følge af opførelsen af møllerne, såvel midlertidige som vedvarende effekter, vil forventeligt være af meget lokal karakter og af forsvindende betydning.

Is /3/

Området ligger i den nordlige del af Kattegat og derfor tæt på Skagerrak. I Skagerrak forekommer som regel kun drivis, der er opstået ved løsrivelse af fastis i Kattegat, mens fastis i strenge isvintre kan give alvorlige problemer i den sydlige del af Kattegat. I sidste århundrede var der i gennemsnit isvinter hver ca. 6. år.

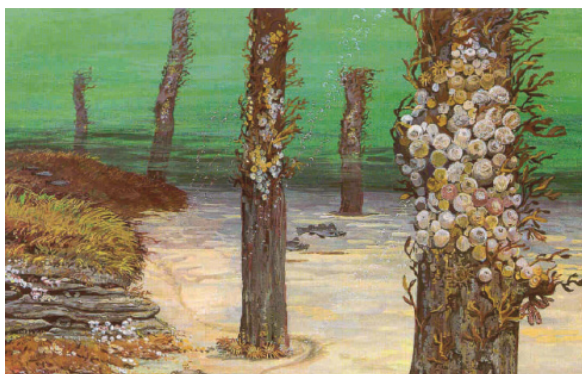
Is øst for Frederikshavn er således meget begrænset, og vil derfor ikke have nævneværdig indflydelse på skibstrafikken i området.

Vind /3/

De typiske vindretninger er fra vest til sydvest, og det er også fra disse retninger, at vindhastigheden er højest. Stærke vinde - dvs. vind af større hastighed end 14 m/s - kan forekomme i alle årets måneder, men vil hyppigst forekomme i vinterhalvåret. Middelvindhastigheden varierer mellem 6 til 8 m/s og er mindst om sommeren og størst om vinteren.

Bølger /3/

Bølgerne er vindgenererede og størrelsen afhænger derfor af vanddybde, vindhastighed og det frie stræk, bølgerne kan bygges op over. Det største frie stræk er fra nord, men denne



Boblerev malet af Chr. W. Hansen efter videooptagelser. Søjlerne er karakteristiske for området ved Hirsholmene. /21/

vindretning er sjældent, og vindhastigheden ved vind fra nord og dermed også bølgehøjden vil ofte være begrænset i størrelse.

Den signifikante bølgehøjde er typisk under 1 m, men betydeligt større bølger kan forekomme.

Strøm /3/

Strømmen i Kattegat og de indre danske farvande er stærkt betinget af såvel afvandingen af Østersøen som meteorologiske forhold. Denne afvanding medfører en hyppigt nordgående overfladestrøm. Dog er vindens indflydelse på havstrømmene så stor, at man ikke kan opstille generelle regler for strømmens retning og hastighed.

Udstrømmende overflade-Kattegatvand føder den Baltiske strøm, en strøm som løber mod uret rundt i Skagerrak og er koncentreret langs den svenske og den norske kyst. Bredden af denne strøm er typisk 10 km.

Strømhastigheden i forundersøgelingsområdet er normalt meget begrænset (typisk under ca. 15 cm/s), men strømhastigheder op mod 1 m/s øst for forundersøgelingsområdet ud mod rute B kan observeres.

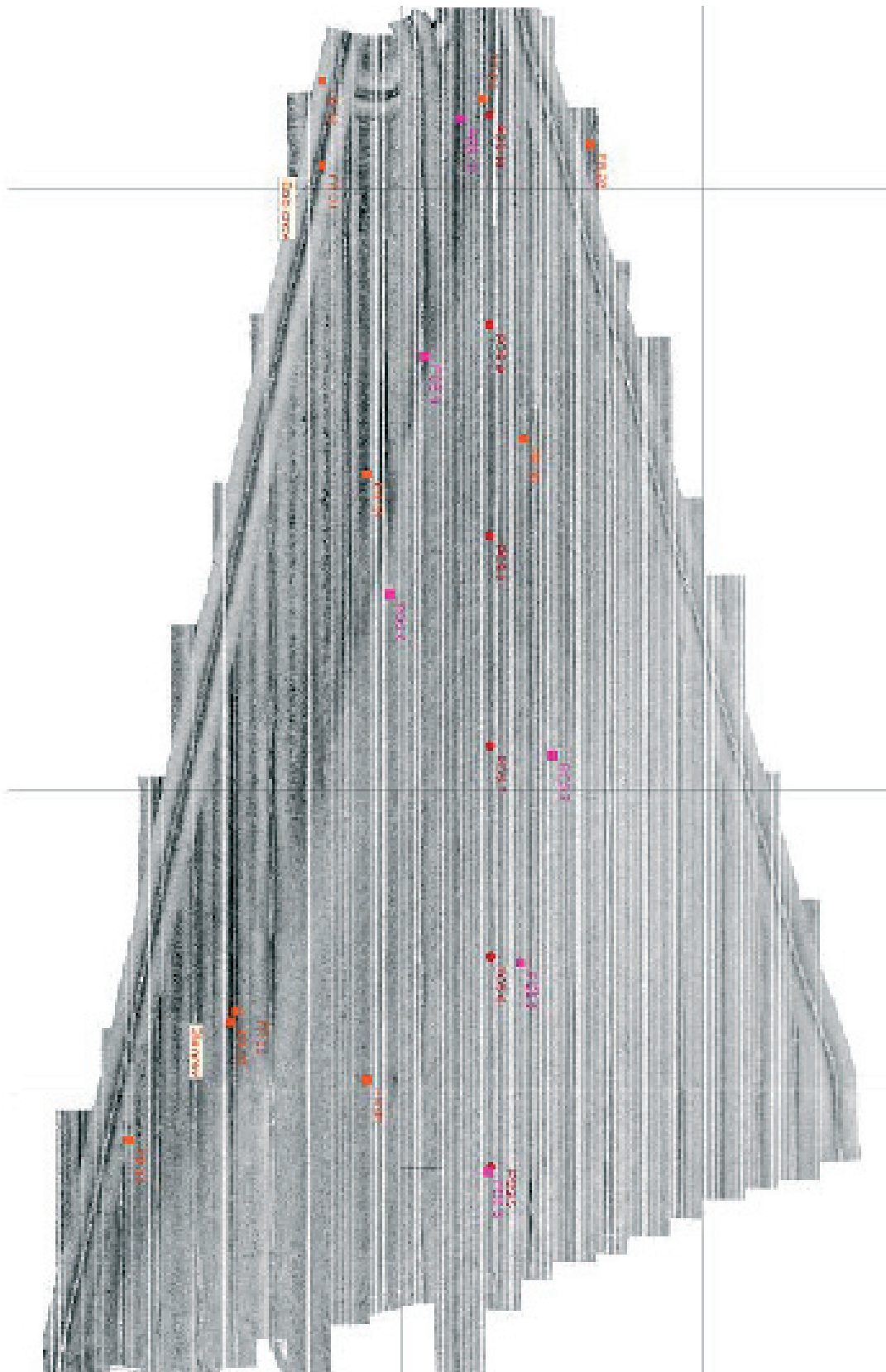
Høje strømhastigheder er normalt nord- eller sydgående, mens mindre strømhastigheder kan være vestgående.

Bundforhold /8/

Områdets bundforhold og bundforholdene i kabeltracéet er blevet kortlagt ved en akustisk kortlægning af havbunden kombineret med en visuel undersøgelse af fysisk-biologiske parametre. Med denne teknik er det muligt at adskille sedimenttyper og desuden kan objekter på havbunden som eksempelvis boblerev, stenrev og andre bundformer identificeres og afgrænses.

Mølleområdet

På baggrund af efterfølgende tolkning af data fra kortlægningen af området blev der udvalgt i alt 10 positioner som mål



Figur 7.9 Side scan mosaik af det kortlagte område, de seks møllers placering (røde markeringer af POS 5-10), de alternative positioner (pink markeringer af POS 5-10) samt positioner til virtuel verifikation (FRH 01-11).

Hirsholmene			
Lok.	Dykker Observation	Bilag	Bemærk
Mølle 5	Siltet, blød bund		
Mølle 6	Siltet, blød bund	-	
Mølle 7	Siltet bund	-	
FR 01	2 små boblerev på hver 1 m ² , som rager 30 cm op. Ser ikke ud til at være aktive. Revet ligger i en fordybning, den omkringliggende sandbund ligger på 12,2 m. Der er observeret noget kabel.	B01	Boblerev
FR 02	Sandbund uden noget særligt at bemærke. Det er muligvis den store betonklods (1 x 1 x 1/2 m), som en bøjle er tøjret til, der har givet udslag på sidescanen.	B02	
FR 03	Blød, grå, siltet bund - dybden varierer fra 18,6-19,0. Ellers ikke noget at bemærke.	B03	
FR 04	Siltet, lidt sand / leret bund med små bølgeribber.		
FR 05	Sandbund med lidt silt. fastere bund med mindre silt end paravanetransektets bund.	B05	
FR 06	Meget siltet, leret, blød bund med fordybning i bunden, som muligvis er et trawlspor	B06	
FR 07	Stenrev ca. 10 m i diameter, det ligger som en klump af sten. Det rager ca. 1 m op fra bunden.	B07	Stenrev
FR 08	Blød bund, forholdsvis fastsiltet bund, enkelte skaller, ujævne fordybninger op til 70 cm i diameter på bunden.	B07	Stenrev
FR 09	Ca. 15 m fra position: Blød, siltet bund (samme bundtype som i paravnen), samme bundtype i stort område.	B08	
FR 10	Forholdsvis hård sandbund med en smule silt, med spredte større og mindre sten. Når man kommer uden for området er der få sten og ellers sandbund.	B09	

Tabel 7.1. Dykker observationer af geologien og sidescan tolkningen

for en visuel undersøgelse af fysisk-biologiske parametre, se figur 7.9.

Opgavens primære formål var at identificere og verificere forekomsten af boblerev i undersøgelsesområdet. Sekundært at identificere og verificere en række andre naturtyper som stenrev, stenede områder med varierende dækning af sten,



Figur 7.10 Boblerevet på FR01 (nærbillede).

sandbund med varierende bundformer, blødbund og grusbund og skalgrus.

I det efterfølgende vil der blive givet eksempler på de registrerede naturtyper.

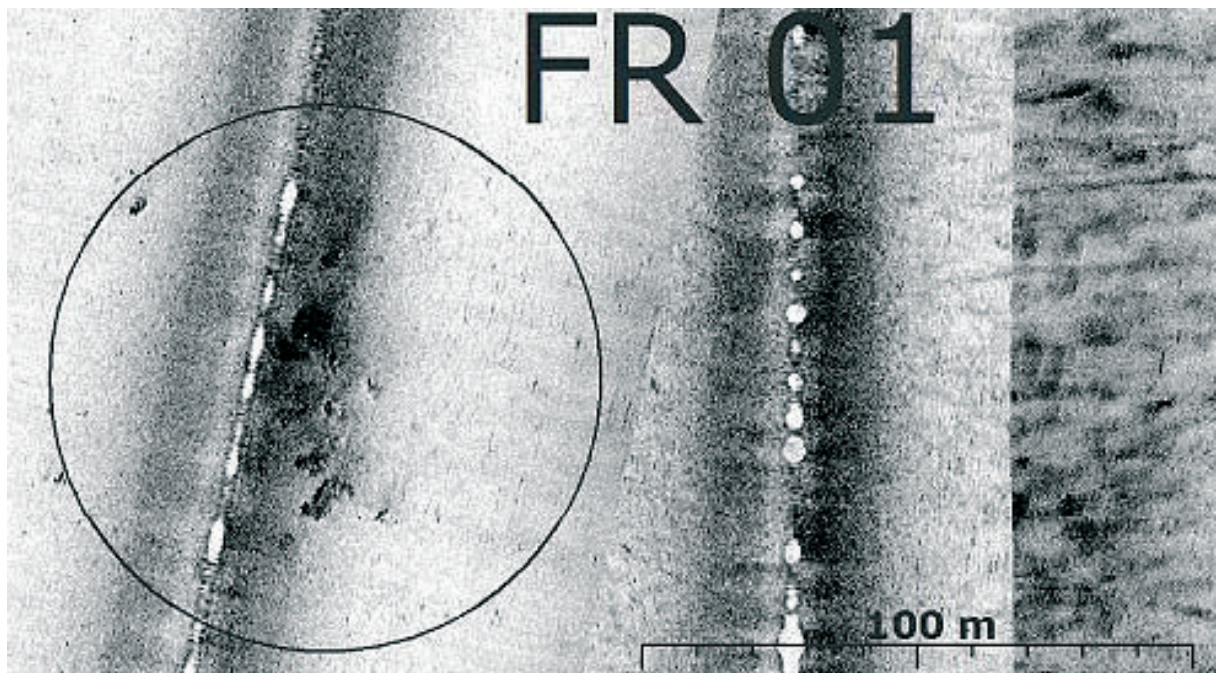
Det skal understreges, at naturtypedefinitioner, ikke direkte modsvarer Habitatdirektivets naturtypedefinitioner, med undtagelse af boblerev (1180) og stenrev (1170).

Generelt skelnes der i beskrivelsen ikke mellem brug af ordene 'bundtype' og 'naturtype'. Begge anvendes bredt i betydningen 'havbunden inkl. sediment, substratmæssige og biologiske forhold'.

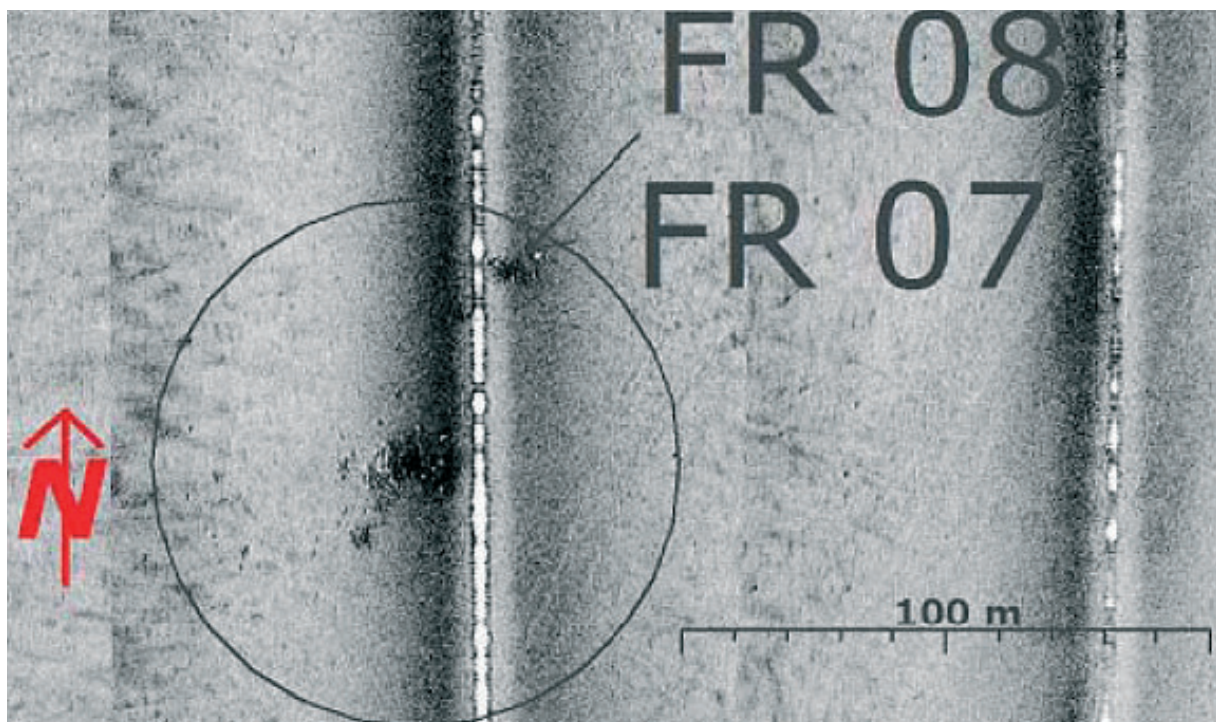
Der er fundet små boblerev og stenrev på pos. FR 01 og FR 07. Disse er nærmere beskrevet nedenstående.

Boblende rev

Naturtypen boblerev består af klipper, søjler, belægninger og plateauer under havoverfladen, som er opstået ved sammenkitning af sandsten ved hjælp af en kulstofholdig cement dannet af mikroorganismer. Naturtypen består af disse meget bemærkelsesværdige dannelser, som er fulde af små rør og huller, og som med mellemrum frigiver gasser, hovedsageligt methan. Heraf stammer navnet boblerev. Methanen kommer sandsynligvis fra mikroorganismers nedbrydning af gammelt



Figur 7.11 Sidescan billede af naturtypen boblerev. Samling af mindre boblerev med negativt relief



Figur 7.12 FR 07 og FR 08. Stenrev på uniform sandbund.

plantemateriale. Naturtypen rummer generelt et meget rigt dyreliv med farvestrålende organismer.

Man ved ikke præcis, hvornår boblerevene blev dannet, men det er sandsynligt, at processen begyndte efter afslutningen af sidste istid. Det nordlige Danmark hævede sig efter borts-

melting af istidens gletschere, og hævingen førte til erosion af de lavvandede kystområder. Derved er boblerevene gradvist "vasket ud" af havbunden.

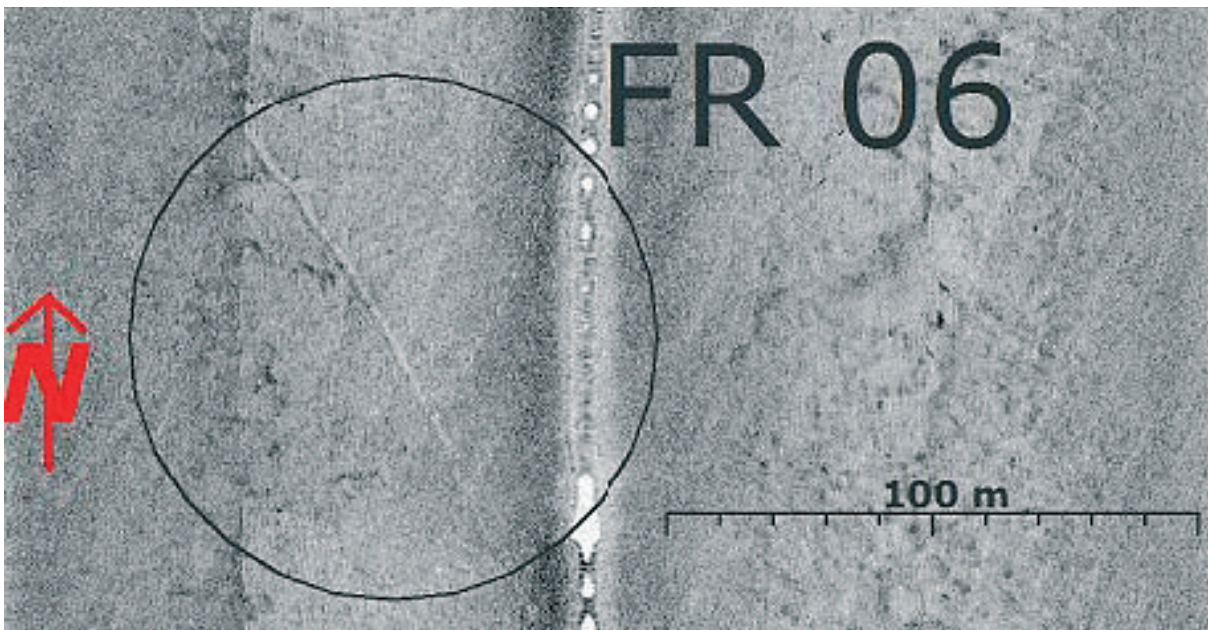
Det registrerede boblerev er den lave type med huler, hylder og plader og udhæng der giver boblerevet en kolossal stor



Figur 7.13 Trolldummer på FR 07.



Figur 7.14 Taskekrabbe på FR 07.



Figur 7.15 Eksempler på bundtypen "SANDBUND eller BLØDBUND".

overflade. Dette giver mulighed for et meget varieret liv af flora og fauna.

Boblerevet ligger på ca. 12,5 m dybde på en ellers ensartet sandbund. På det registrerede boblerev blev der observeret garnrester og tovværk der var filtret ind i og sad fast på boblerevene.

Rev

Naturtypen rev er områder, hvor havbunden rager op og har stenet eller anden hård bund. Revet kan eventuelt være blot-

tet ved ebbe. Fra havbunden og opefter indeholder revene ofte en ubrudt lagdeling af forskellige dyre- og plantesamfund. Det giver de enkelte rev en stor rigdom af dyr og planter, som ofte er helt forskellig fra andre, selv nærtliggende rev. Det er især den faldende saltholdighed ned gennem de danske farvande fra Kattegat gennem bæltterne til Østersøen omkring Bornholm, der er årsag til, at dyre- og plantelivet er meget forskelligt fra rev til rev.

Rev findes i en vis udstrækning indenfor de samme områder som de boblende rev.



Figur 7.2.9 Søstjerne på sandbund FR 04.

Stenrev

Naturtypens forekomst og udbredelse i det kortlagte område er meget sparsom, men der er registreret et enkelt mindre stenrev med huledannende elementer.

Stenrevet er ca. 10 m i diameter og ligger som en klump af sten, der rager ca. 1 m op fra bunden. Der er store sten på op til 0,8 m, men de fleste sten er 30-40 cm.

GRUSBUND eller BUND med SKALGRUS

Denne bundtypedefinition dækker en naturtype der er domineret af grus og småsten eller skalgrus. Kornstørrelserne for disse substratfraktioner ligger i intervallet ca. 2 – 10 cm. Denne naturtype er ikke identificeret i projektområdet.

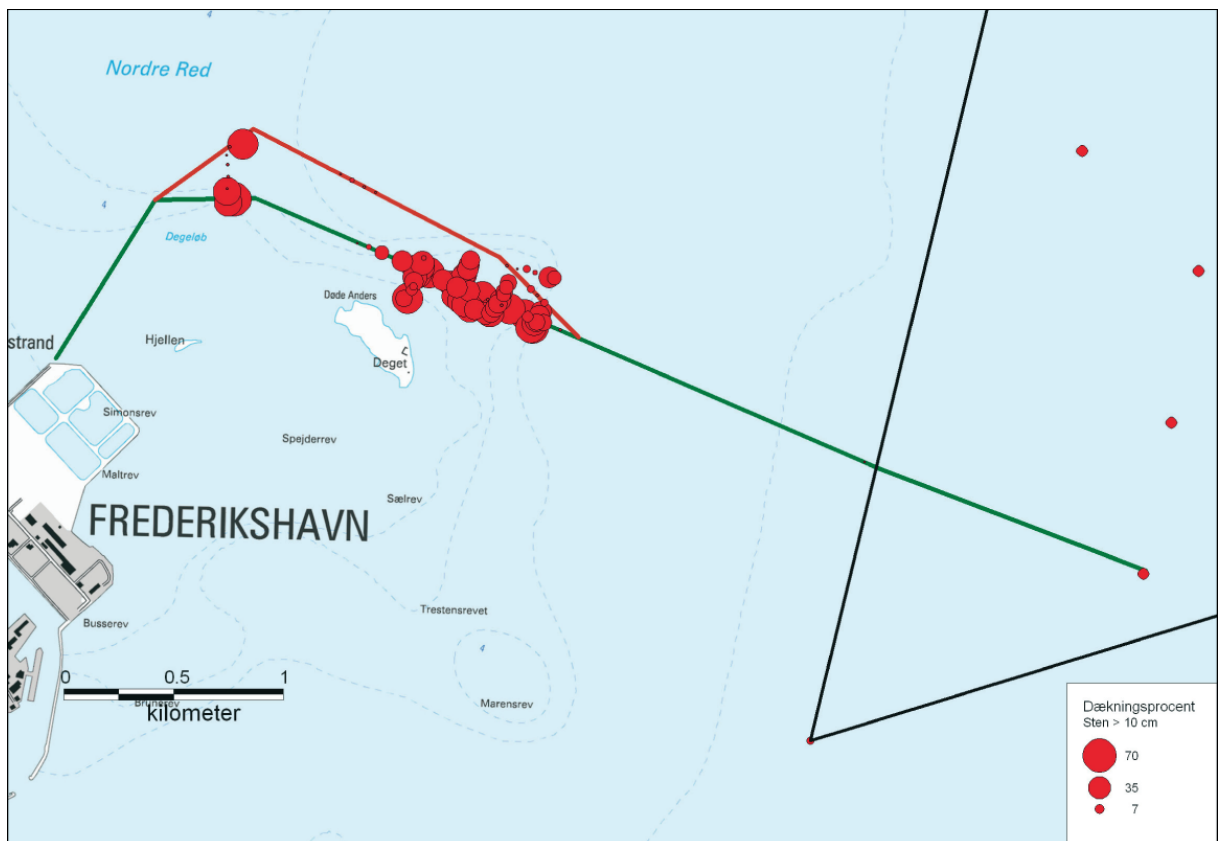
SANDBUND eller BLØDBUND

Bundtypen betegner sandbund eller blødbund i form af siltet sand / silt. Bundtypen kan rumme mindre indslag af spredte sten eller småsten. Karakteristiske eksempler på naturtypen ses i nedenstående figur 7.15.

Kabletracé

Undersøgelserne er i første omgang gennemført ved paravanddykning langs det planlagte kabletracé. Ved paravanddykning trækkes dykkeren efter en båd med en hastighed af 1-2 knob. Dykkeren kan afstemme sin højde over havbunden, så der opnås det bedst mulige overblik ved de aktuelle betingelser. Bestemmende faktorer er bl.a. sigtbarhed og strømforhold.

Dykningerne blev udført af erhvervsdykkere med marinbiologisk ekspertise. Ved dykningerne benyttes tovejskommunikation mellem dykkeren og overflademandskabet. De observerede data afrapporteres løbende af dykkeren, og registreres af overflademandskabet ved inddatering på bærbar PC.



Figur 7.17 Kort med det oprindelige kabletracé (grøn linie), alternativ kabletracé (rød linie) samt illustration af de registrerede stenforekomster angivet som en dækningsprocent af sten større end 10 cm.

Ved dykningerne er det blandt andet muligt at registrere overordnede vegetationsforhold, dominerende dyr samt, at registrere substrat- og dybdeforhold. Under dykningen bliver de enkelte parametre løbende bedømt i dykkerens synsfelt. Ved de aktuelle dykninger havde dykkeren et begrænset synsfelt på få meter, da sigten i vandet var usædvanlig dårlig.

Flertallet af de undersøgte parametre bedømmes på baggrund af deres dækningsgrader. Dækningsgraden er den andel af havbundens areal, der er dækket af en given parameter (muslinger, sten, sand osv.).

Ud over dykkerbeskrivelserne fra paravanetrækkene foreligger der desuden videodokumentation af det oprindelige kabeltracé og af det alternative kabeltracé.

Resultatet af dykning langs det planlagte kabeltracé viste overordnet følgende:

- Der er ikke observeret boblerev langs kabeltracéet.
- Hele den første del af tracéet fra den sydligste mølle til ca. 500 meter øst for Deget, er ren mudder- eller sandbund. Dybden langs denne del af tracéet varierer fra ca. 19 meter ved den sydligste mølle til ca. 9,5 meter, ca. 500 meter øst for Deget.
- Fra ca. 500 meter øst for Deget og de følgende ca. 850 meter går der oprindelige tracé igennem et stenrev. Dybden langs denne del af tracéet varierer fra ca. 9,5 – 5,3 meter på toppen af stenrevet.
- Herefter følger ca. 600 meter med ren sandbund med dybder fra ca. 6,5 – 5 meter
- Vest, nord-vest for Deget er der registreret endnu et stenrev, dog meget begrænset i udstrækning, dybde ca. 4,5 meter
- Fra dette lille stenrev består bunden, langs den resterende del af kabeltracéet, af rent sand med dybder fra ca. 4,5 – 0,9 meter.
- For at undersøge stenrevenes udstrækning blev der gennemført 6 paravanetræk nr. (3+4) vinkelret på det planlagte kabeltracé. Resultatet af disse supplerende paravanetræk viser at stenrevet strækker sig langs med Deget og ender på ca. 10 meters vanddybde i en nord-østlig retning fra Deget.
- På baggrund af de supplerende paravanetræk er der udpeget et alternativt kabeltracé nr. (5), nord om stenrevene.

Der blev desuden gennemført punktdyk på stenrevet med det primære formål at dokumentere stenrevets overordnede biologi ved visuel dokumentation (undervandsbilleder).

7.2.2 Konsekvensvurdering

Mølleområdet

Fokus i konsekvensvurderingen er mølleparkens eventuelle miljømæssige påvirkninger af marine naturtyper i projekt-

området med særlig fokus på en eventuel forekomst af beskyttede naturtyper som boblerev og stenrev.

Efter gennemførelse af akustisk kortlægning af bundtyper med side scan sonar samt efterfølgende visuel undersøgelse af fysisk-biologiske parametre kan det konkluderes, at der ikke i forbindelse med denne konsekvensvurdering er fundet beskyttede naturtyper inden for en afstand på 500 meter fra placeringerne af de planlagte forsøgsvindmøller eller de alternative mølleplaceringer.

På baggrund af de foreliggende oplysninger om projektets omfang, møllernes placering og resultaterne af side scan sonar og visuel undersøgelse, vurderes de 6 planlagte forsøgsvindmøller ud for Frederikshavn derfor ikke at medføre væsentlige negative påvirkninger for beskyttede marine naturtyper.

Potentielle effekter på bundforhold og hydrografiske forhold, som bølge- og strømforhold, såvel midlertidige som vedvarende, vil forventeligt være af meget lokal karakter og af forsvindende betydning. Det er endvidere vurderet, at der ikke vil forekomme hverken midlertidige eller vedvarende effekter på kystlandskabet som følge af opførelsen af de 6 møller ved Frederikshavn.

Kabeltracéet

Med henblik på at belyse de forekommende beskyttede naturtyper langs kabeltracéet og vurdere hvilke konsekvenser nedgravningen af kablet evt. måtte have på disse naturtyper, blev der i juni 2008 gennemført en dykkerundersøgelse af det foreslåede kabeltracé. Resultatet viste, at kabeltracéet i forhold til det oprindelige forslag, skulle flyttes jf. den røde linje i fig. 7.17 for at undgå et stenrev nord for Deget.

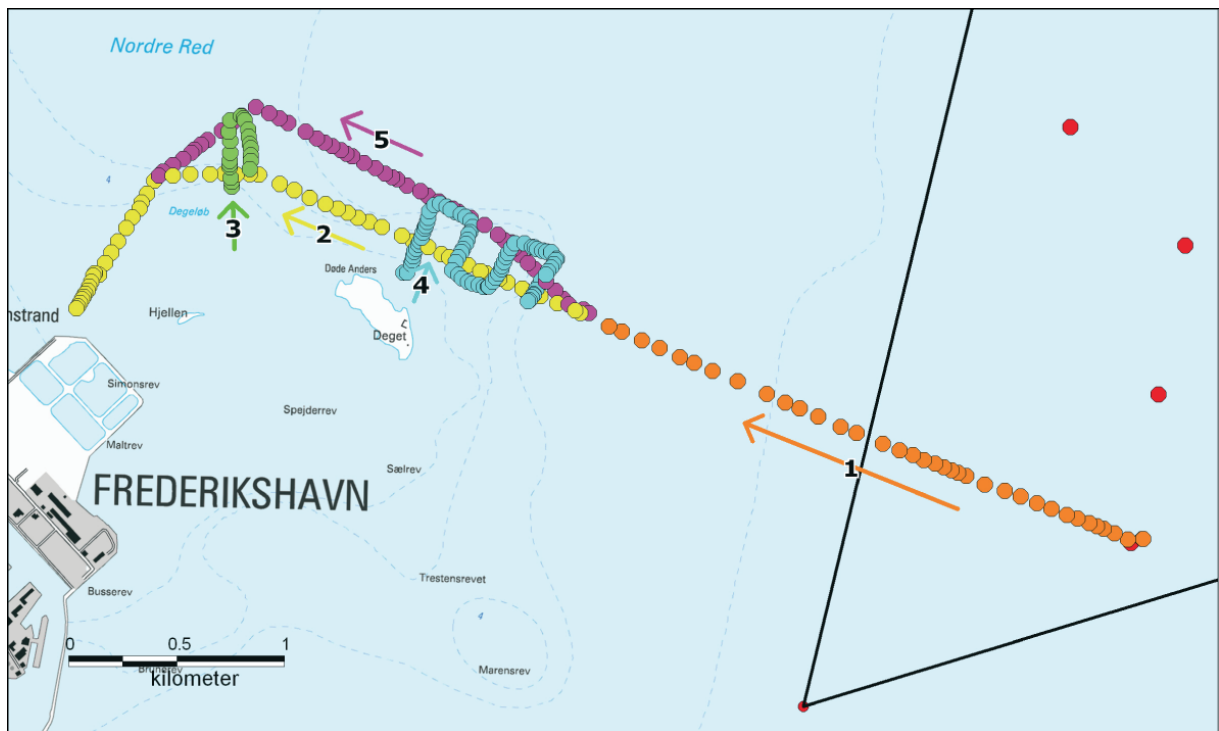
Undersøgelsens resultater er dokumenteret i en særskilt rapport /9/.

Konsekvensvurderingen forholder sig udelukkende til anlægsaktiviteternes eventuelle påvirkning af de to marine naturtyper stenrev og boblerev, idet det især er disse naturtyper, der er sårbare for forstyrrelse eller ødelæggelse ved gennemgravning.

Det planlagte kabeltracé fra den sydligste mølle til ilandføringspunktet nord for Frederikshavn er blevet kortlagt og konsekvensvurderet som del af VVM redegørelsen. Fokus i konsekvensvurderingen er kabeltracéets eventuelle miljømæssige påvirkninger af marine naturtyper i projektområdet med særlig fokus på en eventuel forekomst af beskyttede naturtyper som boblerev og stenrev.

I relation til EF-Habitatområde nr. 4 ”Hirsholmene og farvandet vest herfor”, kan følgende forhold fremdrages i relation til det planlagte anlægsarbejde:

- Det foreslås at benytte det skitserede alternative ka-



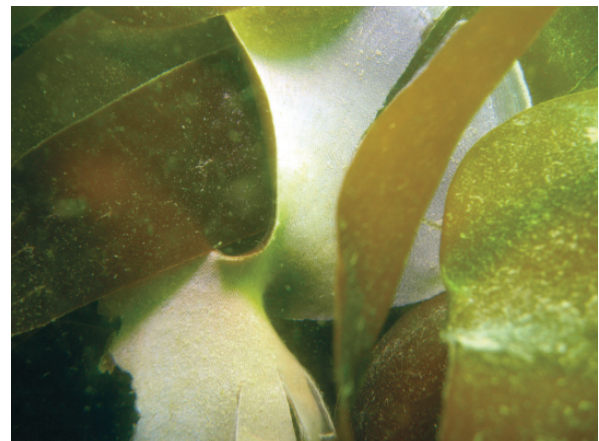
Figur 7.18 Kort med angivelse af de gennemførte paravanetræk. Hver enkelt prik er en observation. De enkelte farver og tal refererer til paravane trækene i bilag 2 i den tekniske baggrundsrapport /9/.

beltracé, der har en nordligere rute uden om Deget end det oprindelige kabeltracé (se figur 7.18). Herved opnås mindst mulig forstyrrelse af de registrerede stenrev.

- Forstyrrelse af områdets bundforhold vil være kortvarig, med mindst mulig spild, da kablet vil blive nedgravet (ikke nedspulet, der giver større resuspension). Der forventes ingen effekter efter anlægsarbejdet.
- På større vanddybde, hvor bunden primært består af finkornet materiale kan spild, i forbindelse med gravearbejdet, spredes over nogen afstand, men mængderne vil være meget beskedne med den anvendte teknik og derfor uden be-

tydning for de forekommende fauna-arter.

- På lavere vanddybder består bunden primært af grovkornede sedimenter som sand og sten. Således vil det materiale, der spildes ifm. gravearbejdet, kun spredes indenfor kort afstand. Desuden vil spildmængderne være beskedne med den anvendte teknik.
- De nærliggende stenrev, nord-øst og nord-vest for Deget vil derfor ikke blive berørt i væsentlig grad af suspenderet materiale, hvis det alternative kabeltracé benyttes.
- Desuden domineres algesamfundet på stenrevene af robuste, flerårige arter, som forventeligt kan tåle en vis omlej-



Figur 7.19 Rødalger og fingertang med koloni af mosdyr. Fra stenrevet NØ for Deget

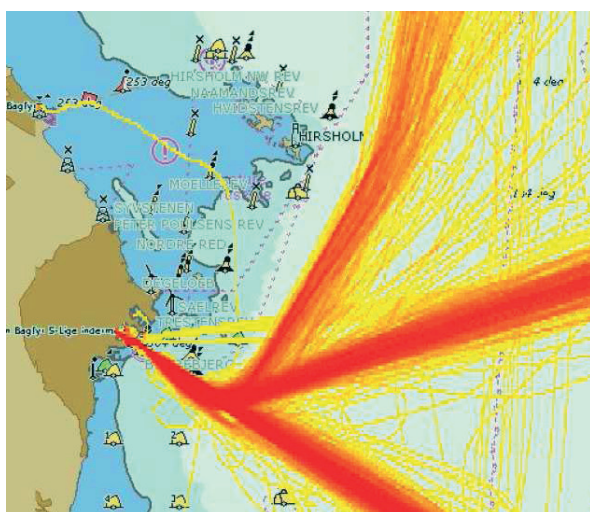
ring af sand, idet vanddybden ved stenrevene er relativ lav. I forbindelse med blæsevejrshændelser fra nordlige og østlige retninger vil der kunne forekomme resuspension af sand af mere massiv karakter end den effekt, der kan opstå fra det kortvarige gravearbejde.

Konklusion

På baggrund af det indsamlede datamateriale (paravanedykninger) er den sammenfattende vurdering, at nedgravning af søkabel fra den sydligste mølle til ilandføringspunktet nord for Frederikshavn havn, ikke medfører en væsentlig negativ påvirkning, på kort eller lang sigt, af Habitatområde nr. 4 og naturtyperne "Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand", "Rev" og "Boblerev", såfremt det alter-native kabeltracé vælges.

7.3 Skibstrafik /3/+4/

På baggrund af plot for området med registreringer af skibe, som er udstyret med AIS (Automatic Identification System)



Figur 7.20 Plot af passagerskibe 01.01.07 til 30.04.07.

samt informationer fra Frederikshavn Havn er sejlruiter identificeret og skibstrafikken estimeret for området omkring Frederikshavn. Endvidere er kollisionsrisici for skibstrafikken vurderet.

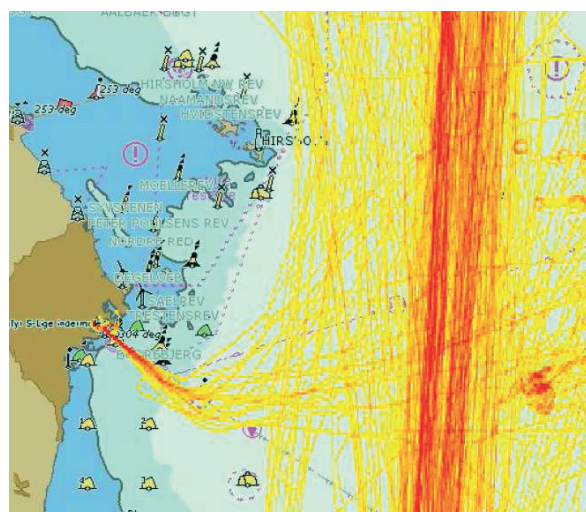
7.3.1 Basisbeskrivelse

Hovedparten af skibstrafikken omkring Frederikshavn er færgetrafik. Hertil kommer at kommercielle skibe med begrænset dybgang – typisk 4 til 6 meter – kan følge rute B, som er en nord-sydgående sejlroute godt 6 sømil (ca. 11 km) øst for Frederikshavn frem for dybvandsruten rute T, som fører skibene øst om Læsø.

Et eksempel på typiske sejlruiter for passagerskibene fremgår af figur 7.20.

Baseret på figur 7.20 og 7.21 samt information fra Frederikshavn Havn er følgende sejlruiter øst for Frederikshavn identificeret:

- Frederikshavn – Læsø (Færgerute)



Figur 7.21 Plot af tankere 1.01.07 til 30.04.07.

	Rute 1	Rute 2	Rute 3	Rute 4	Rute 5
Skibstype	Rute B	Frederikshavn – nordgående inkl. Oslo færger	Frederikshavn – sydgående	Frederikshavn – Gøteborg	Frederikshavn – Læsø
Cargo	2.700	300	400	400	0
Færger	0	1.200	0	4.350	2.400
Hurtig færger	0	0	0	1.450	0
Tanker	1.100	100	0	100	0
Andet	3.200*	100	100	100	0
Total	7.000	1.700	500	6.400	2.400

Tabel 7.2 Estimeret skibstrafik på de forskellige ruter.

- Frederikshavn – Gøteborg (Færgerute med almindelig og hurtigfærge)
- Frederikshavn – Oslo (Færgerute)
- Rute B (Nord-sydgående sejlroute øst for Frederikshavn med tankere og cargo skibe)

For en del af AIS registreringerne er skibstypen ikke angivet, men ved at sammenholde AIS-data med informationer fra Frederikshavn Havn er det fundet, at en stor del af disse er færges.

Skibstyperne fra AIS dataene er inddelt i flg. 6 grupper, se tabel 7.2.

Flåde fartøjer, fiske fartøjer og lystbåde i området er ikke inkluderet i ovenstående analyse, fordi disse skibstyper normalt ikke er udstyret med AIS.

7.3.2 HAZID

Første trin i en risikoanalyse er at få identificeret de mulige hazarder (uønskede hændelser), der kan medføre personskade, skade på miljøet eller økonomiske tab. Baggrund for denne øvelse er kortlægningen af skibstrafikken i området baseret på AIS-data og data fra Frederikshavn Havn.

Populært sagt består en HAZID i, at man indkalder en relevant gruppe mennesker og gennemfører en "brainstorm" om et bestemt emne. I dette tilfælde hændelser der kan føre til, at

Navn	Firma/Organisation/Profession
Svend Erik Andersen	Strandby havn og fiskeriforening
Erik Nielsen	Strandby havn og fiskeriforening
Peter Frey	Søfartsstyrelsen
Jesper Thomsen	Frederikshavn Havn A/S
Flemming S. Sørensen	Farvandsvæsnet
Søren A. Nielsen	NearshoreLAB
Ole Riis	Lods
Peter Have	Skov og Naturstyrelsen
Christian Muff	Frederikshavn Marina
Ole Beck	Stean Line Danmark A/S
Kim Møller Pedersen	Søværnets Operative Kommando
Tommy Pedersen	Flådestationen Frederikshavn
Louis Sørensen	A7S Em Z. Svitser
Claus Christensen	DNV. HAZID leder
Pernille Holm Skyt	DONG Energy
Tove Kjær Hansen	DONG Energy

Tabel 7.3 HAZID deltagere og profession og / eller organisation

et skib kolliderer med en vindmølle og følgevirkningerne heraf. Endvidere giver deltagerne deres bud på, hvordan en uønsket hændelse kan forebygges/undgås.

HAZID'en blev i forbindelse med dette projekt udført på Scandic Hotel i Frederikshavn torsdag d. 30. august 2007.

Hazard gruppen identificerede hazarder relateret til fiskeri, lystsejlere og flåde fartøjer samt skibe dækket af AIS. For de identificerede hazarder er frekvenser og konsekvenser skønnet og på baggrund af dette er risikoen evalueret ud fra en risikomatrix. Endelig blev der for de forskellige hazarder identificeret mulige risikoreducerende tiltag.

Risikoen fra hazarder relateret til fiskeri i området blev ikke evalueret ved denne lejlighed, men blev gennemført i november 2008, hvor der forelå en analyse af fiskeriet i området. HAZID for fiske fartøjer er således medtaget i beregningerne af risikoen for kollisioner (se afsnittet 7.3.4).

Sammensætningen af HAZID gruppen afspejlede de forskellige interessenter i området, samt forskellige professioner således, at gruppen dækkede så bredt som muligt.

De identificerede hazarder fra HAZID'en er rapporteret og præsenteret i nedenstående tabeller. Forskellige mulige aktionspunkter og risikoreducerende tiltag er også angivet.

En nærmere forklaring på de anvendte begreber og metoder kan læses i baggrundsrapporten /4/ (Hazard identifikation og kvalitativ risiko, evaluering af sejlads sikkerheden for 6 vindmøller ved Frederikshavn)

Hazarder som påvirker den almindelige skibstrafik under anlægs- og driftsfasen er beskrevet i de følgende afsnit.

7.3.3 Påvirkninger i anlægsfasen

Anlægsarbejdet forventes at foregå etapevis over en 5 års periode. Det forventes, at anlægs fartøjerne i de aktive perioder vil sejle til Frederikshavn hver dag.

For anlægsfasen er det antaget, at kun skib-skib kollisioner er relevante, da vindmøllerne kun er delvist etableret. På grund af den etapevise etablering af møllerne, og den dertil hørende relativt lave intensitet i antallet af anlægs fartøjer, forventes denne risiko at være ubetydelig.

7.3.4 Påvirkninger i driftsfasen /3/+ /4/

I det følgende er vurderet hvilken forøgelse af kollisionsrisiko, der kan tilskrives mølleparken under drift. Møllerne er planlagt placeret under hensyntagen til de sejlruiter, hvor der er identificeret den største trafikintensitet, nemlig rute 4 (se figur 7.20 og tabel 7.2) mellem Frederikshavn og Gøteborg samt rute B. Der er analyseret for både hovedforslaget og alternativet, som tager hensyn til fiskernes trawlroute.

Delsystem	Afvigelse	Hazard	C	P	R	Risiko reducerende tiltag/ Rekommandation
Hurtigfærge	Kursændring pga. nord-syd gående trafik eller andet trafik ind/ud af Frederikshavn	Bølger kan medføre person skade	2	-1	1	Installation bør ikke ske i perioden 15/6-15/8 Procedure skal sikre at installation ikke sker ved passage af hurtigfærge Hvis disse tiltag implementeres vurderes det at hazarden er acceptabel. (R<0)
Hurtigfærge	Kursændring pga. nord-syd gående trafik eller andet trafik ind/ud af Frederikshavn	Materiel skade	3	-2	1	Installation bør ikke ske i perioden 15/6-15/8, da dette er højsæson for hurtigværgen (mange daglige ture) Procedure skal sikre at installation ikke sker ved passage af hurtigfærge Hvis disse tiltag implementeres vurderes det at hazarden er acceptabel. (R<0)
Installationsfartøjer		Kollision			*)	Arbejdsområde og sejladskorridor Koordinering af skibstrafikken relateret til installation Perioden med kun fundamentet installeret bør minimeres

*) Kollision i forbindelse med installationen af de 6 møller vil baseret på erfaringer fra Rødsand formentlig være høj. Det vurderes dog, at hvis der udlægges arbejdsområde og sejladskorridor sammen med trafikkontrol eventuelt i samarbejde med Frederikshavn Havn, samt at perioden med fundament uden tårn minimeres, så er hazarden begrænset.

Tabel 7.4 Identificerede hazarder i anlægsperioden.

Delsystem	Afvigelse	Hazard	C	P	R	Risiko reducerende tiltag/ Rekommandation
Hurtigfærge	Kursændring pga. nord-syd gående trafik eller andet trafik ind/ud af Frederikshavn	Bølger kan medføre person skade ved overførsel mellem mølle og skib	2	-1	1	Procedure skal sikre at personoverførsel ikke sker mens hurtigfærge passere. Hvis dette tiltag implementeres vurderes det at hazarden er acceptabel. (R<0)
Hurtigfærge	Kursændring pga. nord-syd gående trafik eller andet trafik ind/ud af Frederikshavn	Øget design bølgebelastning ved tæt passage (ca. 0.5 sømil)	3	-3	0	Bølgelast fra en passerende hurtigfærge skal medtages i design basis for møllerne. Dette vil medføre at hazarden er acceptable (R<0)
Hurtigfærge	Havari / black-out	Drivende kollision med mølle	3	-4	-1	Slæbebåd i Frederikshavn vil kunne komme til undsætning
Hurtigfærge	Menneskelig fejl eller teknisk svigt	Direkte påsejling	4	-4	0	AIS og racon på ydermøllerne
Konventionel færge	Ruten skal ændres mod syd for færger til Norge	Drivende kollision med mølle	3	-3	0	Slæbebåd i Frederikshavn vil kunne komme til undsætning
Konventionel færge	Ruten skal ændres mod syd for færger til Norge	Direkte påsejling	4	-3	1	AIS (Automatic Identification System) på møllerne og racon (Radar and Beacon) på yderste mølle i hver ende
Fiskeri	Fisker i mølle område	Mindre kollision med mølle som følge af mindre/ingen manøvreredygtighed	1	?	?	Evaluerings udestår. Afventer analyse af fiskeriet i området.
Fiskeri	Fisker i mølle område	Større kollision med mølle som følge af mindre/ingen manøvreredygtighed	2	?	?	Evaluerings udestår. Afventer analyse af fiskeriet i området.
Fiskeri	Fisker sejler igennem møllerne	Drivende kollision med mølle	1	-2	-1	Bedst muligt afmærkning af møllerne Pga. den korte driv afstand vil slæbebåd ikke være en risikoreducerende foranstaltning
Fiskeri	Fisker sejler igennem møllerne	Direkte påsejling	2	?	?	Evaluerings udestår. Afventer analyse af fiskeriet i området.

Tabel 7.5 Identificerede hazarder i driftsperioden.

Analysen fokuserer alene på skib-mølle kollisioner som følge af etablering af de 6 møller. Skibstrafikken i området, hvor møllerne er foreslået placeret, er begrænset og besejles stort set kun af mindre fartøjer. Opstillingen af møllerne vil derfor

ikke flytte en nævneværdig mængde skibstrafik væk fra området, og en eventuel forøgelse af skib-skib kollisioner som følge af øget trafikintensitet øst for området er således vurderet at være forsvindende.

Delsystem	Afvigelse	Hazard	C	P	R	Risiko reducerende tiltag/ Rekommandation
Lystsejlere (Sejlbåde)	Nord-syd gående trafik går langs med møllerne	Drivende kollision med mølle	1	-3	-2	Evt. forbudsområde omkring møllerne
Lystsejlere (Sejlbåde)	Nord-syd gående trafik går langs med møllerne	Direkte påsejling	2	-3	-1	Evt. forbudsområde omkring møllerne
Lystsejlere (Sejlbåde)	Nord-syd gående trafik går langs med møllerne	Kollision mellem vinge og mast	2	-4	-2	Minimums afstanden er 30 m og dermed er antallet af sejlbåde med mast der kan nå møllevinge yderst begrænset
Lystsejlere (Motorbåde)	Nord-syd gående trafik går langs med møllerne	Direkte påsejling	2	-2	0	Evt. forbudsområde omkring møllerne
Lystsejlere (Motorbåde)	Nord-syd gående trafik går langs med møllerne	Drivende kollision med mølle	1	-2	-1	Evt. forbudsområde omkring møllerne
Skibe i transit i rute B	Menneskelig fejl eller teknisk svigt	Direkte påsejling	2	-2	0	AIS på møllerne og racon på yderste mølle i hver ende
Skibe i transit i rute B	Havari / black-out	Drivende kollision med mølle	2	-2	0	Slæbebåd i Frederikshavn vil kunne komme til undsætning da driv længden typisk vil være 4-5 km før kollision
Tankere	STS operationer	Drivende kollision med mølle	3	-4	-1	Sikkerhedsafstand mellem mølle og STS (Ship To Ship) operation skal etableres
Skibe til/fra Frederikshavn fra/mod nord	Menneskelig fejl eller teknisk svigt	Direkte påsejling	3	-2	1	AIS på møllerne og racon på ydermøllerne
Skibe til/fra Frederikshavn fra/mod nord	Havari / black-out	Drivende kollision med mølle	2	-1	1	Slæbebåd i Frederikshavn vil i nogle tilfælde komme til undsætning, men for den korteste driv længde ca. 1 km vil dette have begrænset effekt
Alle	Radarskygge ved nederste mølle ved udsejling af Frederikshavn	Kollision	3	-4	-1	

Tabel 7.6 Identificerede hazarder i driftsfasen.

Analysen omhandler derfor de to følgende overordnede scenarier.

- Direkte påsejling af et operationsdygtigt skib forårsaget af en menneskelig fejl eller radarfejl i dårlig sigtbarhed. Kollisionen vil ske med fuld hastighed eller nær ved fuld hastighed.
- Kollision med et drivende skib pga. maskinnedbrud eller "black-out". Skibet vil typisk drive sideværts og kollisionen vil ske med en reduceret hastighed.

Nærværende analyse er sidste element i evalueringen af sejladsikkerheden omkring de 6 møller ved Frederikshavn, og er en overbygning på HAZID'en, hvor mulige ulykkes-scenarier blev identificeret. De ulykkes-scenarier som ikke kunne evalueres eller blev skønnet at være uacceptable under HAZID'en er her evalueret på baggrund af yderligere information fra blandt andet fiskerne i området.

Kollisionsfrekvenser

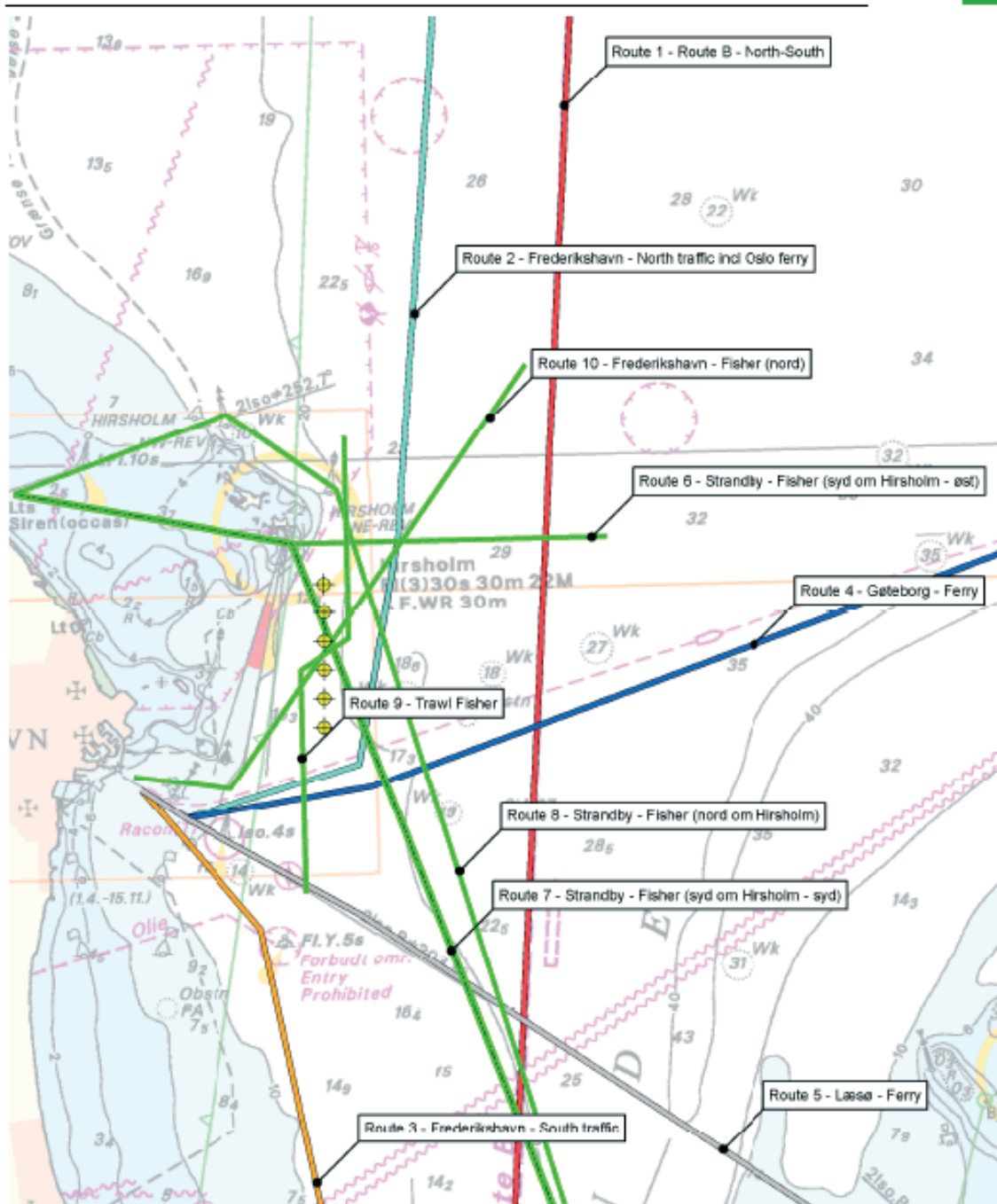
De fundne kollisionsfrekvenser for de to betragtede placeringer af de 6 vindmøller er samlet i Tabel 7.7 nedenfor. Det skal bemærkes, at de rapporterede frekvenser – især for fiskefartø-

jerne - er tilstræbt at være konservative estimer. Den modellede aktivitet af fiskefartøjer i farvandet er baseret på meget gunstige fiskesæsoner, der forekommer med flere års mellemrum. Aktiviteten er derfor sat noget over det typiske niveau. Sandsynligheden for at et fiskefartøj kommer på kollisionskurs mod en mølle og ikke undgår kollisionen er endvidere sat til at være dobbelt så stor, som for andre skibstyper. Dette vurderes også at være en konservativ antagelse.

Af ovenstående resultater fremgår det, at kollisionsfrekvensen for fiskefartøjer reduceres med ca. 45% ved den alternative placering, mens bidraget fra den øvrige trafik forbliver uændret.

Det ses, at bidraget fra fisketrafikken tydeligt dominerer risikobilledet, idet dette bidrag udgør 95-97 % af den totale risiko for kollisioner. De konservative antagelser vedrørende fisketrafikken og ulykkeshyppigheden for disse er stærkt medvirkende til denne forskel.

Hertil kommer, at fordi fiskefartøjerne generelt er små og typisk ikke sejler stærkt, vil konsekvenserne af et fiskefartøjs



Figur 7.22 Sejlruter inklusive fiskeruter (grønne linier) for hovedforslaget.

kollision mod en mølle være begrænset. Den store hyppighed af kollisioner med fiskefartøjer udgør derfor ikke en stor risiko. Den meget lavere hyppighed af kollisioner med andre skibe, hvor konsekvensen for møllen kunne være større, gør at risiko bidraget herfra også er lille.

Konsekvens af kollisioner

Konsekvenserne ved en kollision er ikke evalueret i nærværende analyse. Konsekvensen vil være mere usikker end kolli-

sionsfrekvensen, og det vil afhænge af om fokus er på person-sikkerhed eller eksempelvis miljøpåvirkning. Det skal dog bemærkes, at statistik fra kollisioner i danske farvande viser, at kun ca. hver 10. kollision medfører olieudslip, og at personskade sker endnu sjældnere.

De estimerede kollisionfrekvenser dækker alene "alvorlige kollisioner", hvor enten skibet eller møllen skal repareres efter kollisionen. I tillæg hertil kan bemærkes at kollisionens energi

	Direkte påsejling (Menneskelig / radar fejl)	Sideværts kollision (Drivende skib)	Total frekvens
Base Case eksklusiv fiskefartøjer	5.0-10-3 / 199	3.6-10-4 / 2780	5.4-10-3 / 186
Base Case fiskefartøjer	1.7-10-1 / 6	5.3-10-3 / 187	1.8-10-1 / 5
Total	1.8-10-1 / 6	5.7-10-3 / 176	1.8-10-1 / 5
Alternativ eksklusiv fiskefartøjer	5.1-10-3 / 197	3.5-10-4 / 2850	5.4-10-3 / 184
Alternativ fiskefartøjer	9.4-10-2 / 11	3.6-10-3 / 281	9.8-10-2 / 10
Total	1.0-10-1 / 10	3.9-10-3 / 256	1.0-10-1 / 10

*Skibstypen er ikke opgivet for hovedparten af disse skibe.

Tabel 7.7 Årlig kollisionsfrekvens og den tilhørende returperiode for de to mulige placeringer af de 6 møller

for et sideværtsdrivende skib på grund af den lavere hastighed typisk vil være mindre end ved en direkte påsejling (bovkollision). Derfor vil skaderne i en sideværts kollision typisk være mindre – på såvel skib som mølle. Kun i relation til miljøkonsekvenser vil der i sideværts kollisioner være større mulighed for beskadigelse af brændstoftankene langs skibssiden, hvor en sideværts kollision giver mulighed for at ramme en brændstoftank placeret langs skibssiden.

Ved direkte påsejling (bovkollision) beskadiges skibet ofte primært i den forreste del, hvor brændstoftankene af samme årsag ikke er placeret. Derfor vil olieudslip kun sjældent opstå i en direkte påsejling.

For de hyppigere kollisioner af fiskefartøjer kan konsekvensen være tab af trawlet. Dette vil udgøre ret betydeligt tab for fiskeren og det forventes, at fiskerne vil reagere på denne økonomiske risiko ved at være mere agtpågivende i deres sejlads i nærheden af møllerne. Denne effekt kan ikke tages i regning i beregningen, og udgør derfor endnu et konservativt element i beregningen af kollisionsfrekvensen for fiskefartøjer.

Risikoreducerende tiltag

Ses alene på den kommercielle skibstrafik vil kollisionsfrekvenserne for direkte påsejling kunne reduceres med mindst 20 %, hvis mølleparken markeres med RACON og AIS. Denne reduktion svarer til, hvad der typisk er brugt i andre tilsvarende analyser og er en værdi, som er godtaget af BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) i Tyskland. Det antages endvidere, at RACON og AIS ikke vil reducere kollisionsfrekvensen for fiskefartøjer, idet de sejler tættere på møllerne ved passage og vil gennemføre fiskeri i umiddelbar nærhed af møllerne.

Ekstra markering af møllerne (RACON/AIS) vil derfor ikke have samme effekt som for den øvrige kommercielle trafik, der er klar over, at de ikke skal i nærheden af møllerne. Implementeres RACON og AIS øges returperioden for kollisi-

oner mod møllerne for kommerciel trafik (færger og handelskibe) til omkring 225 år, hvilket er en stigning på ca. 40 år, mens returperioden for kollision mod møllerne af et fiskefartøj skønnes uændret.

De 6 møllers indflydelse på radar og kommunikationsudstyr er evalueret på baggrund af et studie udført på vegne af Maritime and Coastguard Agency (MCA) i England. På baggrund af dette studie er det evalueret, at de 6 møller ikke vil påvirke GPS (Global Positioning System), magnetiske kompas, VHF radio eller mobil telefoner.

Af studiet fremgår det, at møllerne kan påvirke funktionaliteten af radaren på skibene i nærheden af møllerne. Der kan opstå skyggebilder eller blinde områder, hvis skibene er meget tæt på eller inde i en møllepark, men da der her kun er tale om 6 møller og stort set alt kommercielt trafik (færger og handelskibe) passerer øst om de 6 møller, er det konkluderet, at møllerne ikke vil påvirke skibenes radar og har derfor ikke betydning for sejladsikkerheden.

Konklusion

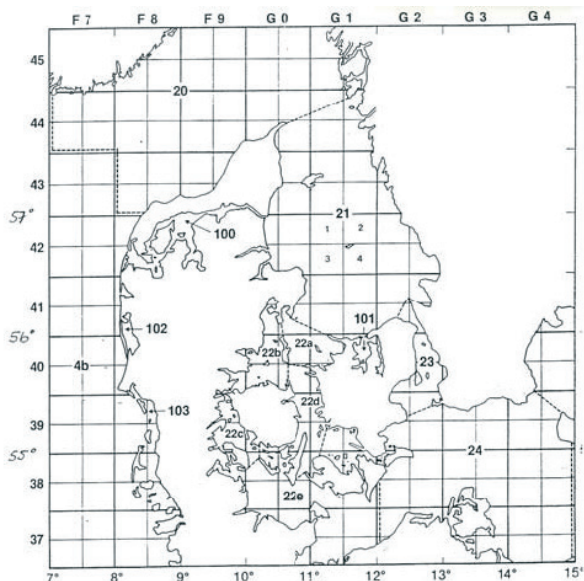
Med basis i de ovenfor givne resultater og redegørelser vurderes det, at den risiko, som de planlagte 6 møller udgør for skibsfarten i området, er acceptabel. Møllernes placering vil derfor ikke være dikteret af den beregnede kollisionsrisiko, men kan styres af praktiske forhold herunder hensynet til fiskeriet omkring møllerne og til fiskeskibenes passage igennem mølleparken.

7.4 Biologiske forhold

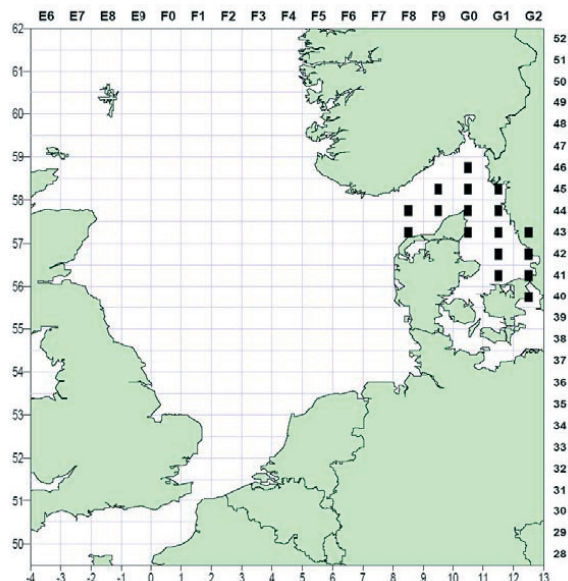
7.4.1 Fisk /1/ + /2/

Basisbeskrivelse

Forekomsten af fisk i selve forundersøgelingsområdet er ikke beskrevet, men det vides, at der i området umiddelbart øst for Frederikshavn fiskes efter fladfisk, primært rødspætte og der-



Figur 7.23 Kattegat, ICES-område IIIaS (her benævnt område 21).



Figur 7.24 Placering af ICES kvadrat 43GO.

udover brisling og sild. Desuden fiskes der også efter tunge, kulso og torsk. På baggrund af et prøvefiskeri i 2007 er det vurderet, at projektområdets betydning for tobis er yderst begrænset.

Påvirkninger

Der kan forekomme påvirkninger på fisk i anlægsfasen i form af støj og vibrationer fra ramning af fundamenter til møllerne, suspenderet sediment fra afgravning til fundamenter samt habitatændringer som følge af den gradvise introduktion af møllefundamenter i området.

Endvidere kan der forekomme påvirkninger på fisk i driftsfasen i form af støj og vibrationer fra møllerne, magnetfelter fra søkablet samt habitatændringer som følge af introduktion af møllefundamenter i området.

Et mindre vindmølleprojekt vil næppe i sig selv kunne påvirke fiskefaunaen væsentligt i negativ retning, men vil givetvis lokalt kunne ændre sammensætningen af fiskearter og bundfauna i kraft af den kunstige rev dannelse, som forårsages af møllernes fundament.

7.4.2 Fiskeri /2/

Basisbeskrivelse

Det eksisterende erhvervsfiskeri i området er undersøgt ved gennemgang af oplysninger fra Fiskeridirektoratets dataregister samt ved interview med fiskere i området.

Oplysninger om fiskeriet i det specifikke område er indhentet fra 6 fiskere fordelt på de relevante fiskerier (trawl, garn, snurrevod).

Fartøjer og fangster

Større fiskefartøjer (længde over 10 meter) fører logbog, hvori fiskerne noterer fangstsammensætning og fangstlokalitet på ICES-kvadrat niveau. Mindre fartøjer (mindre end 10 meter) er ikke logbogspligtige, men skal udfylde en såkaldt farvandserklæring hvilket betyder, at fangsterne blot er registrerede som gjort i Kattegat (ICES-område IIIaS), se figur 7.23.

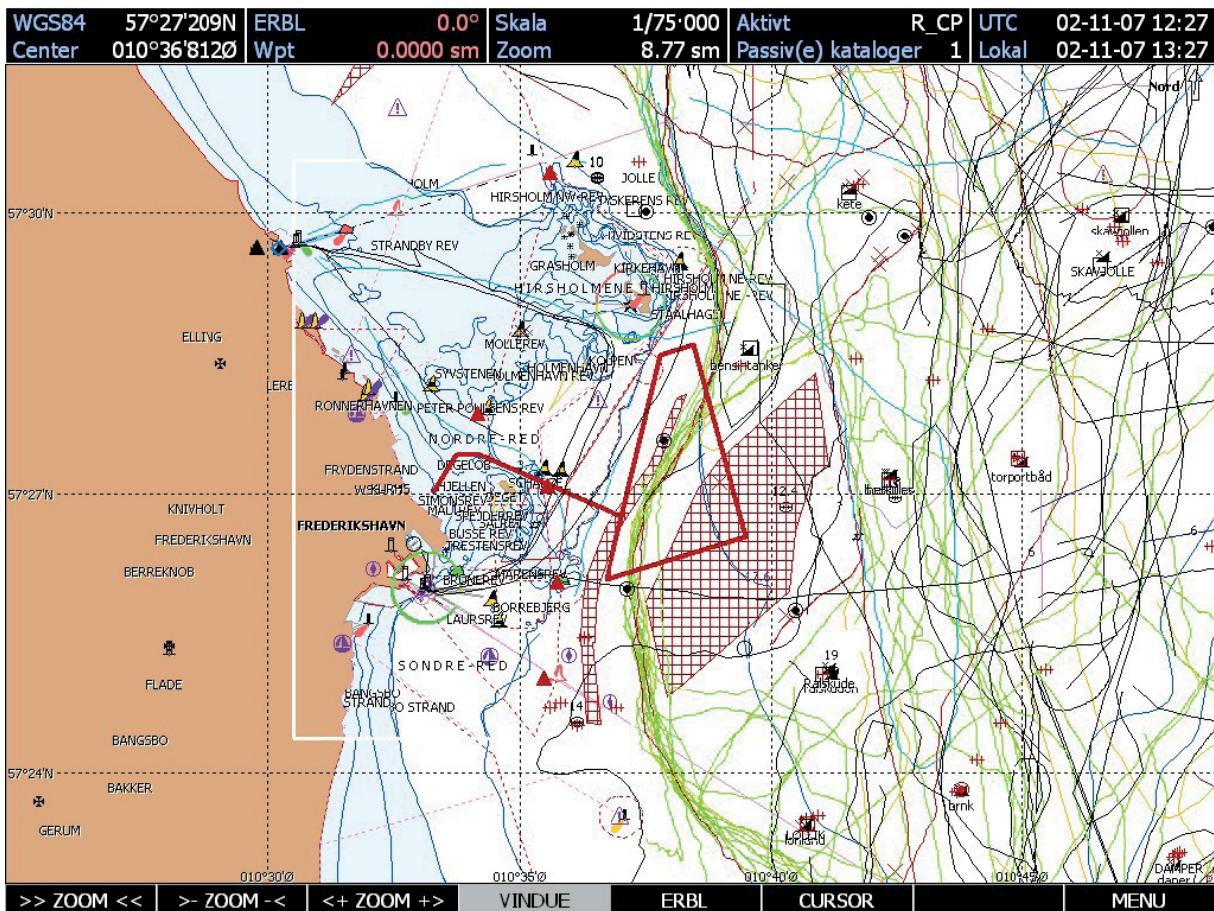
Fiskeridirektoratets database kan således kun anvendes til at give et billede af de større fartøjers samlede fiskeri i hele ICES-område 43GO, der i areal er næsten 200 gange større end det areal, som forundersøgellesområdet optager, se figur 7.24.

Større fartøjer (længde over 10 meter)

Inden for perioden 2002-2006 har antallet af større fartøjer med landinger fra ICES-område 43GO vist en nedadgående tendens fra knap 100 fartøjer til godt 50 i årene 2004-2006. I alt er der indenfor hele perioden registreret landinger fra i alt 169 fartøjer, heraf har 88 kun landet fisk i et af de 5 år, og 12 fartøjer har landet fisk hvert år.

Statistikken omfatter fartøjer, der har landet lige fra få hundrede kilo om året til fartøjer, der har landet flere hundrede tons. Fartøjer med de største landinger udgøres af industrifiskefartøjer, som overvejende fisker brisling. Antallet af disse – opgjort som fartøjer, der har landet mere end 100 tons i et eller flere år inden for perioden – udgør 27.

De samlede årlige landinger har i årene 2002-2006 ligget på 2.000-6.000 tons med en gennemsnitlig årlig landing på ca. 3.800 tons over de sidste 5 år.



Figur 7.25 Slæbestreger for brislingefiskeriet (grønne streger) igennem flere års fiskeri. Med rød skravering er vist områder med sten, som angivet af fiskerne i området.

Trawlfangsterne har i de enkelte år udgjort omkring 99 % af de samlede fangster. De resterende fangster er hovedsageligt gjort af garnfartøjer.

Trawlfiskeriet kan deles op i fiskeri efter industrifiskearter (tobis, brisling, sild) og fiskeri efter konsumarter med rødspætte, torsk og jomfruhammer som de vigtigste arter målt i mængde.

Hovedarterne for garnfiskeriet er torsk og stenbider.

Mindre fartøjer (længde under 10 meter)

Inden for perioden 2002-2006 har omkring 100 mindre fartøjer årligt haft landinger fra Kattegat (ICES-område IIIaS). Det skal bemærkes, at eftersom der er tale om mindre fartøjer med begrænset aktionsradius er det kun det kystnære farvand inden for ICES-område IIIaS, der er blevet befisket af disse fartøjer. I alt er der registreret 154 fartøjer med landinger fra ICES-område IIIaS og heraf har 53 af fartøjerne haft landinger i hvert af de 5 år, som undersøgelsen omfatter.

Stort set alle de mindre fartøjer fisker alene med garn. De vigtigste fiskearter for disse fartøjer er makrel, rødspætte, torsk, tunge og stenbider.

Industrifiskeriet

Den vigtigste fiskeart for industrifiskeriet i Kattegat er brislingen, idet det dog skal bemærkes, at en del af landingerne også kan bestå af mindre sild, som ikke altid er henført til art, men blot medregnet under "brisling". Brislingefiskeriet foregår over det meste af året, dog med mindre intensitet i tobissæsonen (april-juni). Fiskeriet er reguleret med kvoter og bifangstregler.

Ved fiskeri efter brisling anvendes flydetrawl, som kun berører havbunden ganske let – fiskeriet er derfor afhængigt af, at der ikke er større sten og andre genstande på havbunden, som trawlen kan få hold i. Endvidere er fiskeriet karakteriseret ved relativt lange slæbetider på 3½-7 timer - med en fart på omkring 3 knob betyder det, at et slæb kan strække sig over 20-40 km.

Der foregår trawlfiskeri i forundersøgelingsområdet, se figur 7.25.

Trawlfiskeri efter konsumfisk

I det samme område som befiskes af industrifiskerne foregår der i vinterperioden (december-januar) undertiden også et

konsum-trawlfiskeri efter sild med større fartøjer (med RSW-tanke til opbevaring af sild). Disse fartøjer er hjemmehørende dels i Sverige og dels i Gilleleje.

Der foregår desuden et begrænset konsum-trawlfiskeri med mindre trawlere (motorstørrelse under 175 HK) i forundersøgningsområdet. Målarterne for dette fiskeri er tunge og især tidligere også torsk. Trawlere med såkaldt bobbins-grej (kugler) er i et vist omfang i stand til at fiske i de stenfyldte områder.

Snurrevodsfiskeri

Der har tidligere været et væsentligt fiskeri med snurrevod inden for forundersøgningsområdet med torsk og fladfish som primære målarter. Eftersom der kun er ganske få snurrevodsfartøjer tilbage i den danske fiskeflåde, er det ikke sandsynligt at denne fiskeriform igen vil blive anvendt i betydeligt omfang i det omhandlede farvandsområde.

Garnfiskeri

Der har tidligere været drevet et væsentligt fiskeri med garn inden for forundersøgningsområdet med torsk som målarart. Især fiskeri på sten i den sydøstlige del af området har været vigtigt. I takt med den nedadgående udvikling i torskebestanden er dette fiskeri stort set forsvundet fra området.

I de år hvor der er store forekomster af stenbider, hvor især hunfisken (kulso)/rognen er af økonomisk betydning, udgør forundersøgningsområdet et vigtigt fiskeområde for garnfiskerne i perioden februar-april. Dette fiskeri foregår med garnlænker af op til 50-100 garns længde som undertiden sættes tværs over renden mellem de 2 stenområder, se figur 7.26. Fiskeriet foregår inden for undersøgningsområdet på vanddybder mellem 11 og 20 meter. Konflikter med trawlfiskerne undgås ved indbyrdes aftaler om hvornår og hvor der kan fiskes.

Stenbiderfiskeriet har i de sidste 3 år været dårligt, fiskeriet er helt afhængigt af tilgangen af fisk på gydevandring fra Nordvestatlanten, og den fremtidige udvikling er derfor umulig at forudsige.

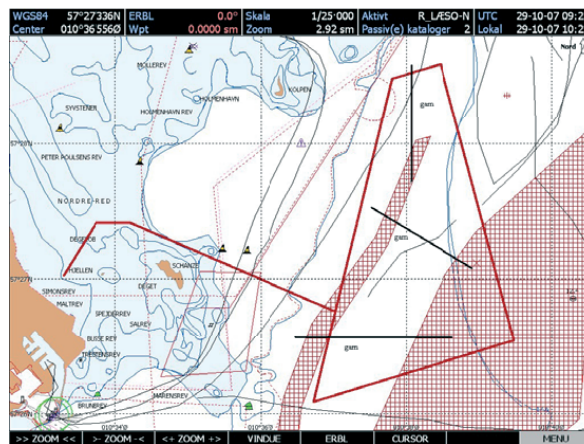
Effekter af etablering af møllerne på fiskeriet

Effekterne på erhvervsfiskeriet som følge af inddragelse af areal ved etablering af de seks møller er vurderet i de følgende afsnit.

Der er igangsat en dialog med fiskerne for at begrænse effekten på fiskeriet. Dialogen har bl.a. resulteret i forslag til alternativt opstillingsmønster for vindmøllerne, se kap. 6.3.1.

Påvirkninger i anlægsfasen

Dele af området vil af sikkerhedshensyn være afspærret i anlægsperioden således, at fiskeri indenfor denne afspærring ikke vil være muligt. På grund af projektets etapevise udbyg-



Figur 7.26 Eksempler på garnsætninger for stenbiderfiskeri (sort streg) Med rød streg er vist forundersøgningsområdet samt potentiel kabelrute. Rød skravering er områder med sten som angivet af fiskerne i området.

ning er præcis omfang og varighed af afspærring ikke fastlagt endnu, men denne skal fastlægges som beskrevet i afsnit 5.2.2.

Det samlede tab af fiskeri som følge af de midlertidige effekter i anlægsfasen er vurderet at være ubetydeligt.

Påvirkninger i driftsfasen

I det følgende er vurderet effekten af arealinddragelse som følge af etablering af de 6 møller på de forskellige former for fiskeri i området.

Industrifiskeriet

Når der fiskes industrifisk med flydetrawl slæbes trawlen i 3½-7 timer med en fart på 3 knob, hvilket betyder at et slæb kan strække sig over 20-40 km.

Som det fremgår af plot af industrifiskernes slæbestreger (figur 7.25) foregår der et meget intensivt fiskeri i et snævert bælte (300-400 meter) imellem 2 stenfyldte områder - og dermed også midt ned igennem forundersøgningsområdet.

Slæbetiden afhænger af fangstmængden, som hele tiden kan aflæses på den elektroniske fangstsensoren de fleste moderne trawlere er forsynet med.

Dagsfangsterne for de pågældende fartøjer varierer mellem 10 og 50 tons. Ved en jævn fordeling af fangsterne på hele den angivne intensivt befiskede strækning (som eksempel sat til 30 km) vil fangsterne inden for de 5 km som optages af møllerne således udgøre 1/6 af den samlede fangst - altså en mistet fangst på 1,7-8,3 tons på en enkelt fiskedag pr. fartøj.

De lange slæb betyder, at der i givet fald må slæbes uden om mølleområdet og ud i farvandsområder, hvor der kan være reducerede fangstmuligheder, risiko for uønsket bifangst og

Art	Antal ynglepar 2005
Skarv	2299
Knopsvane	2
Grågås	5
Gravand	6
Gråand	10
Ederfugl	75-100
Toppet skallesluger	15
Vandrikse	12
Strandskade	25
Vibe	1
Rødben	2
Stenvender	1-2
Hættemåge	3173
Stormmåge	90
Sildemåge	725
Sølvmåge	3690
Svartbag	452
Splitterne	1285
Fjordterne	1
Havterne	31
Tejst	690
Huldue	8
Skærpiber	16-20

Tabel 7.8 Ynglende fugle på Hirsholmene 2005.



Splitterterner på Hirsholm

eventuelt også risiko for skader på redskaber som følge af bundkontakt (især hvor der er sten), hvorved fiskeriet gøres mindre rentabelt. Afhængigt af den præcise placering af møllerne vil det kunne være nødvendigt at fartøjerne bjærger redskaberne ved passage af området.

Da forundersøgelsesområdet er ca. 5 km kan det således blive nødvendigt at reducere de nuværende trawllængder gennem området på 20-40 km til 15-35 km, svarende til mellem 10-25 %. Fiskernes fangst af industrifisk fra trawl gennem forundersøgelsesområdet kan således risikere at blive reduceret med mellem 10-25 %. Fiskernes trawl efter industrifisk udenfor forundersøgelsesområdet vil være upåvirket.

Garnfiskeri

Den primære målart for dette fiskeri er stembider, som fiskes inden for perioden februar-april i de år, hvor der er store forekomster. Garnsætning kan finde sted indenfor undersøgelsesområdet på vanddybder mellem 11 og 20 meter.

Stembiderfiskeriet har i de sidste 3 år været dårligt og det er vurderet, at placering af de 6 møller ikke vil have væsentlig betydning på dette fiskeri.

Snurrevodsfiskeri

Eftersom der kun er ganske få snurrevodsfartøjer tilbage i den danske fiskeflåde vil de 6 møllers placering ingen betydning have for et evt. resterende snurrevodsfiskeri.

Trawlfiskeri efter konsumfisk

Da trawlfiskeriet efter konsumfisk kun foregår engang imellem og derfor er begrænset er det vurderet, at placering af de 6 møller ikke vil have væsentlig betydning på dette fiskeri.

7.4.3 Fugle /1/

Basisbeskrivelse

Området omkring Hirsholmene er levested for en lang række fugle og selve Hirsholmene er bl.a. udpeget som fuglebeskyttelsesområde. Dyre- og plantearter på Hirsholmene er typiske for danske småøer omgivet af marint miljø, og for fuglenes vedkommende drejer det sig om bl.a. havterne, fjordterne, sildemåge, svartbag, stormmåge og toppet skallesluger.

Beskrivelsen af forekomsten af ynglende fugle i området er baseret på eksisterende data fra Dansk Ornitologisk Forenings landsdækkende lokalitetsregistreringsprojekt samt ved næsten årlige tællinger gennemført i privat og halvoffentligt regi. Derudover er indhentet informationer fra Zoologisk Museum.

Forekomsten af rastende fugle er beskrevet på baggrund af regelmæssige optællinger af vandfugle fra fly i vinterperio-

den, som DMU gennemfører som en del af et overvågningsprogram for området.

Ynglende fugle

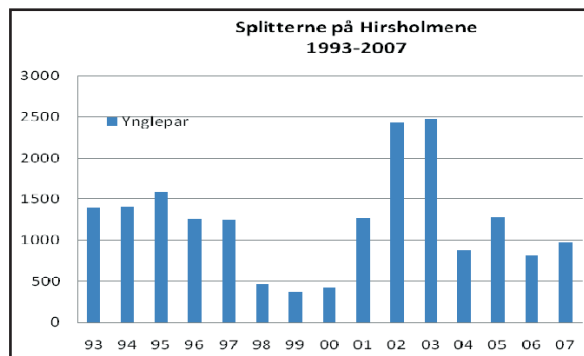
I tabel 7.8 er sammenstillet en oversigt over antallet af ynglepar i 2005. Her ses, at øgruppen rummer store bestande af splitterne, havterne, fjordterne og tejst som udgør udpegningsgrundlaget for udpegningsområdet af Fuglebeskyttelsesområde nr. 11. Hirsholmene rummer desuden vigtige ynglebestande af flere andre arter, der er fåtallige eller sjældne i Danmark som helhed, såsom skærper og stenvender.

Hirsholmene er udpeget som fuglebeskyttelsesområde nr. 11 "Hirsholmene" og udpegningsgrundlaget omfatter ynglende arter, der er opført på Fuglebeskyttelsesdirektivets p.t. gældende Bilag I som splitterne, fjordterne, havterne og tejst, der også som trækfugl opholder sig i området i internationalt betydende antal.

Udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområdet fremgår af afsnit 4.1.3.

Splitterne

Splitternen er den største af de terner, der yngler i Danmark. Den yngler i tætte kolonier langs Nordeuropas kyster fra Storbritannien og Holland til Danmark, Sydsverige og Polen. En



Figur 7.27 Antal ynglende splitterter (par) på Hirsholmene 1993-2007.

anden bestand er udbredt omkring Middelhavet, Sortehavet og det Kaspiske hav. Endvidere yngler den i Vestindien og det sydøstlige USA.

I Danmark yngler splitternen næsten udelukkende i hættemågekolonier, hvor fuglene placerer rederne som tætte enklaver midt inde i mågekolonierne. Herved drager ternerne fordel af hættemågernes hidsige forsvar af deres koloni. Sidst i marts ankommer de første terner til ynglepladserne i Danmark, og i april besætter de i store skarer de foretrukne mågekolonier. Æggene lægges i sidste halvdel af maj, og de første unger er



Figur 7.28 Splitternekolonien på Hirsholm 2006 /1/.



Figur 7.29. Havkaruds, fotografi fra projektområdet

flyvefærdige midt i juli. Allerede i juli starter de første split-
terner på efterårstrækket – i første omgang en form for mellem-
træk - til særligt næringsrige kystområder med gydende tobi-
ser indenfor nogle hundrede kilometer fra kolonien. Splitterne
fra Hirsholmene trækker primært til den jyske vestkyst, hvor
de bl.a. samles i tusindvis ved Blåvands Huk. Trækket videre
sydpå starter i august, hvor hovedparten af fuglene trækker til
Vestafrikas kyster. Den danske ynglebestand af split-
terner er i dag centreret om to store, relativt stabile kolonier på hen-
holdsvis Hirsholm og Langli (Vadehavet), hvor Langli-kolo-
nien i de senere år er vokset til at være den største.

Hirsholmene har gennem flere årtier været et kerneområde
for den danske ynglebestand af split-
terner. Bestandenes stør-
relse har varieret meget over årene, og der har været en gene-
rel tilbagegang i antallet af ynglende par. I de seneste år er
bestanden faldet til lidt under 1.000 par, se figur 7.27.

Årsagen til tilbagegangen skyldes formodentlig en kombina-
tion af flere forskellige negative påvirkninger. Hættemågen
har været i kraftig tilbagegang på Hirsholmene de senere år
samtidig med, at sølvmågerne har været i fremgang. Dertil
kommer, at Hirsholm er under tilgroning med græs, tagrør og
indførte buske nær split-
ternerne koloni. Det bevirker, at ter-
nernes store unger har svært ved at nå ned til kysten, hvor de
bliver flyvefærdige.

Splitterne-bestandens størrelse på Hirsholmene menes der-
med at være en funktion af et kompliceret samspil mellem an-
tallet af store og små måger, forstyrrelser og de vegetations-
mæssige forhold på holmene. Hertil kommer fødeudbuddet i
yngletiden. Endeligt er forstyrrelser fra turister i stigende
grad med til at true fuglekolonierne ved Hirsholm Fyr. Dette
problem er dog delvist løst nu efter opsættelse af skilte og
hegn.

Ynglebestanden af split-
terner på Hirsholmene er ikke alene af
stor national betydning, men er også central for hele split-

terne-bestanden i Østersø, Kattegat og Nordsø-området.
Splitterne lever af små fisk, som de fanger ved at dykke fra 5
– 10 meters højde i områder med vanddybder under 20 meter.
Undersøgelser i den tyske del af Vadehavet har vist, at 90 %
af fuglene henter deres fødeemner indenfor en afstand af 26,2
kilometer fra ynglekolonierne.

Splitteren fisker typisk langs kysterne af det åbne hav, men
også over rev og lavvandede grunde. De split-
terner der yngler
på Hirsholm fouragerer tilsyneladende primært langs Jyllands
østkyst. Især i unge-tiden ses en jævn strøm af split-
terner, der
flyver til og fra kolonien mod fastlandet. Ternerne passerer på
deres vej typisk hen over både Kølben og Deget og når fast-
landet lidt nord for Frederikshavn.

Splitterne fra en koloni på øen Griend ved den hollandske
Nordsøkyst fodrede næsten udelukkende deres unger med
sild, brisling, kysttobis og tobiskonge. Disse fiskearter fore-
kommer også hyppigt i farvandet omkring Hirsholmene, og
det er derfor nærliggende at antage, at de også her udgør den
primære føde for ternerne. Hvilke af de enkelte små fiskearter,
der på et givet tidspunkt er tilgængelige for ternerne, varierer
fra år til år. I 2007 er det således observeret at split-
ternerne
bragte både tobis, sild samt små havkaruds til deres unger.
De voksne terner bringer normalt ungerne én fisk ad gangen,
og disses størrelse tilpasses løbende ungerens aktuelle stør-
relse.

Havterne og fjordterne

Med hensyn til de to andre ternearter, der indgår i udpeg-
ningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområdet, er også hav-
og fjordterne gået tilbage siden midten af 1990'erne. I 1994
yngede 100 par havterne og 175 par fjordterne, og i 1998
faldt antallet af ynglende hav- og fjordterne til henholdsvis
30-40 par og ca. 5 par. I 2007 yngede 50-100 par havterne
på Hirsholm. Et lille antal fjordterne yngede i 2007 på De-
get.

Hav- og fjordterne lever som split-
terner primært af småfisk
som fanges ved dykning mens fuglene flyver. I modsætning til
split-
ternerne søger både hav- og fjordterne helt overvejende
føde tæt inde under land på relativt lavt vand. Fuglene fra de
små kolonier på henholdsvis Hirsholmene og Deget formodes
derfor helt overvejende at søge føde over det lave vand tæt på
ynglepladserne og omkring de forskellige øer.

Tejst

Tejsten har generelt været i fremgang som ynglefugl på Hirs-
holmene i de senere årtier. Først i 1990'erne blev bestanden
på selve Hirsholmene således opgjort til 616 par tejst plus
yderligere 125 par på Deget. I 2005 var antallet af ynglepar
på Hirsholmene steget til 690 par og bestanden på Deget til
150 par. I yngletiden opholder tejtene ved Hirsholmene sig
tæt inde under land i områder med lavt vand. I juli-septem-
ber spredes de fra ynglepladserne i Kattegat, men kun ung-

fuglene foretager egentlige trækbevægelser til resten af Kattegat. Ynglebestanden af tejst vurderes at være relativt stabil.

Tejsten søger føde nær bunden og kun på relativt lavt vand. I den sydlige del af udbredelsesområdet, herunder Danmark, lever den især af marine fisk, først og fremmest tangspræl. Tejsten udviser stor variation i fødevalget mellem kolonier, årstider, år og individer. I yngletiden fouragerer fuglene relativt tæt på land, om vinteren mere marint.

Måger

Hovedparten af de store måger (sølvmåge, sildemåge og svartbag) yngler på Græsholm nordvest for Hirsholm. Her etablerede det første sølvmåge par sig i 1936, og bestanden er siden steget voldsomt. De store måger, der yngler på Græsholm, lever primært af fiskeaffald og fouragerer derfor hovedsageligt inde ved Frederikshavn samt over det åbne hav, hvor der pågår fiskeri eller renses konsumfisk. Sølvmågerne æder også gerne andre fugles æg, og for at reducere tabet af ternekuld på Hirsholm, bekæmpes de sølvmåge par, som forsøger at etablere sig her.

Allerede i 1930'erne og 40'erne yngede der 5-8.000 par hættemåger på Hirsholmene og efter voldsomme fluktuationer i de følgende årtier, toppede bestanden i 1985 med 26.000 par. Siden er bestanden reduceret til godt 3.000 par. Hættemågerne finder i yngletiden hovedparten af føden inde over fastlandet, hvor især de mange minkfarme i Nordjylland menes at byde på gode fourageringsmuligheder. Der ses derfor en stadig strøm af hættemåger på vej til og fra kolonien på Hirsholm, ind over Deget og videre til fastlandet. Hættemågerne søger normalt ikke føde over det åbne hav i denne periode.

Skarv

Skarven er en anden almindelig ynglefugl på Hirsholmene, hvor en lille ynglebestand etablerede sig på Græsholm i 1998. Bestanden voksede til 2.300 par i 2005, men er siden faldet igen til omkring 1.650 par i 2007 primært som følge af mangel på føde, dvs. fisk.

Ud over ynglefuglene opholder der sig ofte et stort antal ikke-ynglende skarver ved Hirsholmene. Skarverne ved Hirsholmene fouragerer normalt på det lave vand indenfor fuglebeskyttelsesområdet samt ud for Jyllandskysten og optræder ikke regelmæssigt i større antal ude i projektområdet. En undersøgelse fra Nissum Bredning har desuden vist, at skarver normalt passerer vindmøller i god afstand, hvorved kollisioner undgås.

Rastende fugle

Optællinger har vist, at det lavvandede farvand omkring Hirsholmene, Kjølpøen og Deget er overvintringsområde for især havdykænderne ederfugl og sortand samt sølvmåge og grå-

and. Den seneste optælling, der er vurderet at være repræsentativ for området, blev foretaget i 2004, se tabel 7.3.

Yderligere analyser af forekomsten af fugle indenfor dette området har vist at ederfugl, og sortand er de hyppigst forekommende arter i forundersøgelsesområdet. Der er dog tale om meget få fugle, da de fleste opholder sig langs den jyske østkyst. Det lave antal i forundersøgelsesområdet skyldes formodentlig, at vanddybden her er større end hvad disse arter normalt foretrækker at opholde sig på, nemlig under 10 m.

Samlet set vurderes det, at forundersøgelsesområdet ikke udgør et vigtigt raste- eller fourageringsområde for overvintrende havfugle.

Trækkende fugle

Ud over de lokale fourageringstogter som primært udføres af splitterner og måger, foregår der forår og efterår også mere omfattende trækbevægelser, som omfatter en bred vifte af arter. Disse omfatter overordnet to typer af trækbevægelser: træk langs den jyske østkyst og træk mellem fastlandet over Hirsholmene til og fra Sverige.

Vandfugle

Der foregår givetvis et vist vandfugletræk langs den jyske østkyst både forår og efterår, men større trækbevægelser er ikke dokumenteret. Det er desuden sandsynligt, at et sådant træk primært omfatter fugle, der flyver tæt inde under land og som

Art	Antal observerede individer
Sule	3
Skarv	140
Gravand	12
Gråand	1.238
Ederfugl	2.538
Sortand	442
Toppet skallesluger	36
Strandskade	15
Almindelig ryle	128
Stormmåge	7
Sølvmåge	1.335
Svartbag	12
Hættemåge	4
Ride	31
Alk/lomvie	1

Tabel 7.9 Antal observerede individer i farvandet ud for Frederikshavn i januar 2004 i et område, der dækker fuglebeskyttelsesområdet samt en yderligere buffer mod nord og syd.



Figur 7.30 Taskekrabbe, pos. 1

derfor kun i meget begrænset omfang trækker gennem det foreslåede mølleområde.

Landfugle

Visse dage om foråret pågår et mindre udtræk om dagen fra fastlandet mod Hirsholmene og videre mod Sverige. Om efteråret forekommer tilsvarende et mindre indtræk om dagen af fugle, der kommer fra Sverige og passerer ind over Hirsholmene og videre ind mod Frederikshavn.

Det vurderes, at disse trækbevægelser har et ret begrænset omfang og hovedsageligt vil følge rækken af småøer mellem fastlandet og Hirsholm og derfor ikke vil passere igennem det nye mølleområde.

Nattræk af landfugle foregår oftest over en bred front og i stor højde. Da mølleområdet ud for Frederikshavn ydermere ikke ligger på en decideret trækroute, må det formodes at meget få nattrækkende fugle vil passere gennem det nye mølleområde.

Påvirkninger i anlægsfasen

Der kan forekomme suspenderet materiale i vandsøjlen helt lokalt, forstyrrelser fra skibstrafikken samt tab af levesteder, som kan nedsætte fuglenes muligheder for at fouragere. Da det påvirkede område imidlertid er relativt lille og påvirkningen tidsbegrænset, vurderes påvirkningen samlet set at være lille.

Det er vurderet, at de forhold, der primært kan have en effekt på fugle, i store træk vil være forbundet til driftsfasen og af mere vedvarende karakter.

Påvirkninger i driftsfasen

De primære effekter på fugle som følge af opførelsen af mølleparken er vurderet at knytte sig til driftsfasen.

Kollision

Det er primært splitterens eventuelle fouragering og lokale



Figur 7.31 Nærbillede fra boblerev, pos. 1

trækbevægelser indenfor det foreslåede mølleområde, der potentielt kan udgøre en risiko for kollision.

Det blev derfor besluttet at yderligere undersøge splitterternes forekomst og adfærd i området. Denne undersøgelse er nærmere behandlet i afsnit 7.4.4.

Kollisionsrisikoen for de øvrige arter er vurderet at være ubetydelig.

Derudover kan der forekomme forstyrrelser fra trafikken og fra møllerne samt tab af levesteder, som kan nedsætte fuglenes muligheder for at fouragere. Da det påvirkede område imidlertid er relativt lille og påvirkningen tidsbegrænset, vurderes påvirkningen samlet set at være lille.

Fysiske ændringer

Opstillingen af vindmøllerne med tilhørende fundamenter vil betyde en ændring af det fysiske miljø i møllernes nærområde. Dette skønnes dog at have meget lille betydning for områdets fugle, da det påvirkede areal er begrænset, og påvirkningen sker på et sted, hvor kun få fugle opholder sig.

Forstyrrelse

Nogle vandfugle, bl.a. lommer, er kendt for at kunne være meget følsomme over for menneskeskabte anlæg på havet, og disse arter kan potentielt set miste raste- og fourageringsområder. Det er næsten udelukkende havdykænder, der optræder regelmæssigt på havet i det potentielle mølleområde. På grund af deres lave antal er det vurderet, at forstyrrelser i driftsfasen ikke vil udgøre et væsentligt problem.

7.4.4. Splitterterne og øvrige udpegningsarter

Efter en intern høring af udkast til VVM-redegørelsen konkluderede By- og Landskabsstyrelsen, at der var tvivl om, hvorvidt projektet som følge af habitattab eller øget kollisionsrisiko kan skade splitterternes bevaringsstatus, og at VVM'en derfor burde suppleres med en undersøgelse for at imødekomme denne tvivl.



Observationer fra båd i mølleområdet (Foto: Flemming Pagh Jensen).

Endvidere ønskede By- og Landskabsstyrelsen at få relevante oplysninger om de øvrige fuglearter i udpegningsgrundlaget (Havterne, Fjordterne og Tejst), som evt. blev observeret ved samme lejlighed.

Der blev derfor gennemført en undersøgelse i maj-juni 2008. Undersøgelsen og dens resultater er rapporteret detaljeret i /10/ (Forsøgsvindmøller ved Frederikshavn – undersøgelse vedrørende fouragerende splitterne i farvandet syd for Hirschholmene 2008. Orbicon. August 2008)

I det følgende er opsummeret de vigtigste resultater og konklusioner.

Undersøgelsens formål

Undersøgelsen havde til formål at tilvejebringe oplysninger om, i hvilket omfang og under hvilke omstændigheder splitterne fra kolonien på Hirsholm forekommer i forundersøgelserområdet i farvandet syd for Hirsholmene.

Opgaven fokuserede på:

- I hvilket omfang splitterne i ungefodringsperioden fouragerer i det havområde, hvor vindmøllerne ønskes opstillet.
- I hvilken flyvehøjde de fouragerende fugle i givet fald bevæger sig igennem området (vurdering af potentiel kollisionsrisiko med den pågældende vindmølletype).
- I hvilket omfang andre fuglearter, herunder særligt Tejst, Havterne og Fjordterne, i samme periode findes i det foreslåede projektområde.

Metode

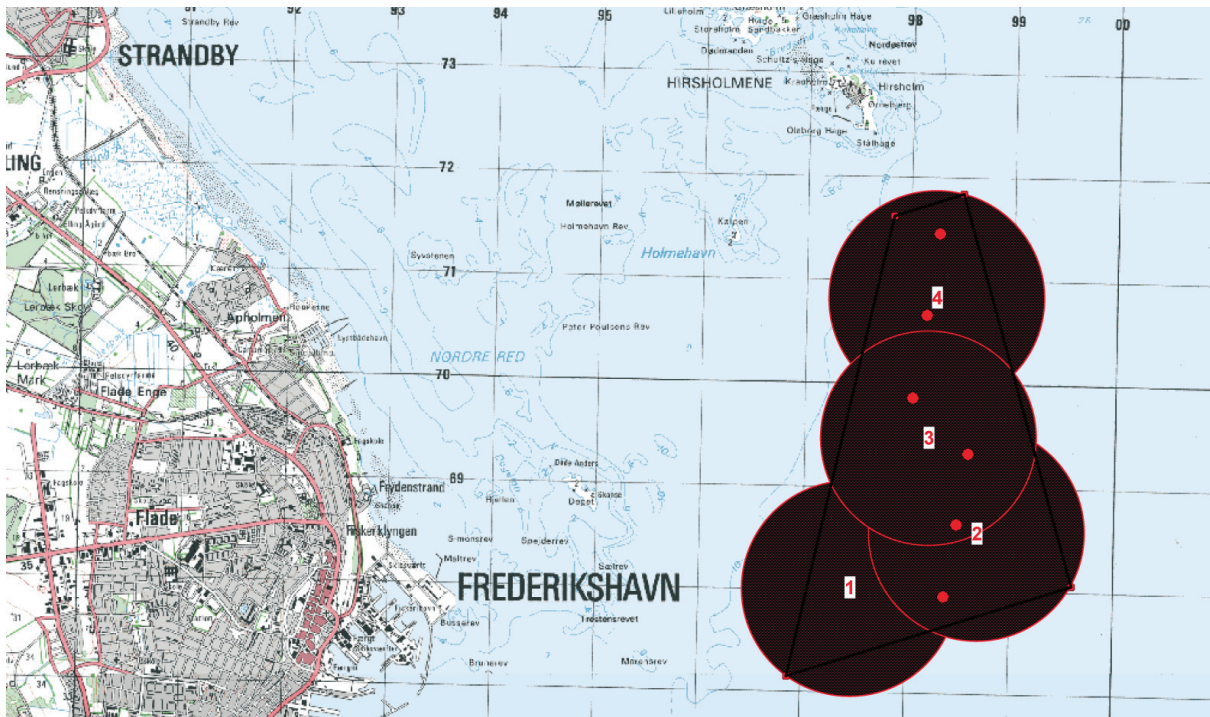
Undersøgelsen blev tilrettelagt således, at den omfattede den kritiske ungefodringsperiode i maj-juni, hvor de voksne fugle er maksimalt aktive i fødesøgningen.

Opgaven blev løst ved to delundersøgelser:

- Systematiske observationer fra en båd.
- Supplerende observationer af splitternekolonien på Hirsholm med henblik på at klarlægge fuglenes foretrukne flyveretning bort fra kolonien.

Observationer i mølleområdet

Indenfor undersøgelsesområdet blev der udlagt 4 observati-



Figur 7.32 Det foreslåede vindmølleområde med den foreslåede placering af forsøgsvindmøllerne (prikker) og de udlagte observationspunkter (tallene 1-4). Skraverede områder angiver det område, der vurderes dækket fra hvert observationspunkt.

onspunkter. Alle fugle kunne under rimelige vejrforhold fra disse punkter observeres i en afstand på op til 1000 meter (Figur 7.3).

Der blev i alt gennemført 36 timers observationer fra skib, ligeligt fordelt på 6 dage i perioden 29. maj – 18. juni 2008. På alle observationsdage blev gennemført 4 timers registreringer morgen/formiddag og 2 timers registreringer om eftermiddagen. Morgen/formiddag registreredes nøjagtigt 1 time pr. punkt, om eftermiddagen 30 minutter pr. punkt.

Observationerne dækker forskellige vejrtyper, herunder alle vindretninger med undtagelse af NØ og alle vindstyrker indtil 9 m/s.

Der er ikke foretaget observationer på dage med vedvarende regn eller hyppige byger eller på dage med generelt dårlig sigt.

Fra hvert af de 4 observationspunkter blev for de arter, der indgår i udpegningsgrundlaget for Fuglebeskyttelsesområdet,



Observationer fra fyrtårnet på Hirsholm (Foto: Flemming Pagh Jensen).

noteret: antal individer, kompasretning i forhold til optællingspunktet, kompasretning for fuglens flugt, afstand til fuglen i meter, fuglens vurderede flugthøjde i meter samt fuglens adfærd (fouragering, transportflugt, liggende på vandet el.a.). Desuden noteredes, om flyvende fugle medbragte fisk. For øvrige arter noteredes kun art, antal, flugthøjde og adfærd.

Art	Punkt nr.				Total
	1	2	3	4	
Lom sp. ¹⁾	2	2	2	1	7
Mallemuk	1				1
Sule	2		5	5	12
Skarv ²⁾	448 (255)	115 (75)	185 (129)	194 (120)	942 (579)
Fløjsand ²⁾	88 (5) ³⁾				88 (5)
Sortand ²⁾	199 (16) ⁴⁾	77 (6)	61 (6)	87 (9)	424 (37)
Ederfugl ²⁾	12 (3)	8 (3)	11 (2)	13 (2)	44 (10)
Spurvehøg		2			2
Lille Kobbersneppe		1			1
Rødben		1			1
Almindelig Kjove				1	1
Havterne	4	1		2	7
Splitterne	208	131	257	417	1013
Lomvie	2				2
Tejst	11	8	17	51	87
Landsvale	5				5
Marsvin	1			1	2
Total	983	346	538	772	2639

¹⁾ Inkl. 2 fugle artsbestemt til Rødstrubet Lom.

²⁾ For flokfluglene Skarv, Fløjsand, Sortand og Ederfugl er antallet af flokke anført i parentes.

³⁾ Alle set på nordgående træk inden for et snævert tidsrum (12. juni eftermiddag – 13. juni morgen).

⁴⁾ Heraf 113 fugle i 10 flokke i samme tidsrum som Fløjsænderne.

Tabel 7.10 Registrerede arter fordelt på observationspunkter. i perioden maj-juni 2008

Måger noteredes ikke, da disses antal og adfærd i mølleområdet delvist betinges af skibets tilstedeværelse. Måger tiltrækkes ofte af skibe, da disse repræsenterer en mulig fødekilde (fiskeaffald).

Observationer fra fyrtårn

Med henblik på at vurdere fuglenes foretrukne flyveretning fra Hirsholm til fourageringsområderne blev foretaget en række observationer af fuglene i splitternekolonien på Hirsholm. Kolonien bestod i 2008 af ca. 1.100 par.

Observationerne blev foretaget fra Hirsholm Fyr, hvorfra hele kolonien og en stor del af det tilstødende farvand kan overskues uden at forstyrre de ynglende fugle. Der blev foretaget observationer morgen/formiddag (5 timer) samt eftermiddag (3 timer).

Resultaterne af observationer fra båd

Registrerede arter

Tabel 7.10 giver en oversigt over de registrerede arter fordelt på observationspunkter. Det bemærkes, at udpegningsarten fjordterne slet ikke sås i mølleområdet.

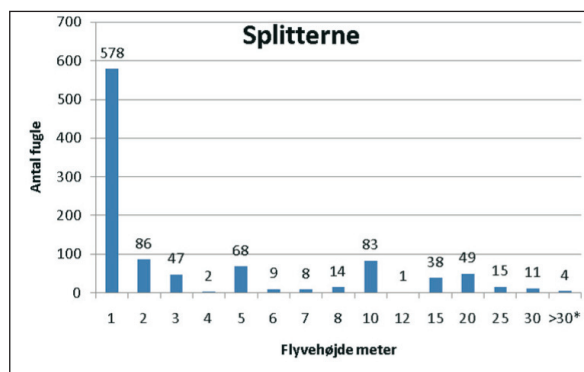
Skarv er fortrinsvis registreret på det vestligste af punkterne, punkt 1 (44% af flokkene, 48% af fuglene). Dette kan skyldes, at dette er det mest kystnære af de 4 punkter samt tilstedeværelsen af egnede lavvandede fourageringsområder.

Fløjlsand er kun set (trækkende) på det mest kystnære punkt (1). Sortand er også primært set på punkt 1; men arten er dog jævnt fordelt, hvis de fugle, der sås samtidig med Fløjlsanderne 12-13. juni ikke medregnes. Ederfugl er også jævnt fordelt.

Spurvehøg, Lille Kobbersneppe og Rødben. Disse land-/kystfugle er kun set på det punkt, der ligger længst fra land (punkt 2). Spurvehøgene og Kobbersneppen blev set på direkte (nordgående) træk lavt over vandet.



Tejste på vandet ud for Hirsholm (Foto: Flemming Pagh Jensen).



* Inkl. 3 fugle, der kun blev hørt

Figur 7.33 Registrerede flyvehøjder for Splitterne i mølleområdet.

Landsvale. De 5 registrerede Landsvaler er alle set på det mest kystnære punkt (1).

Splitterne og Tejst er begge klart hyppigst på punkt 4, der ligger nærmest kolonien på Hirsholm (Splitterne: 41 % af fuglene, Tejst: 59 %), og optræder sjældnest på det SØ-ligste punkt (2).

Langt de fleste observationer gælder fugle set i transportflugt, f.eks. mellem yngle- og fourageringsområder eller mellem fouragerings- og rastområder. For visse arter er der formentlig tale om kompensation for strøm- eller vinddrift (f.eks. lommer, suler, Sortand) eller direkte træk (Fløjlsand, Spurvehøg og Lille kobbersneppe).

Fouragerende fugle

Kun få fugle sås fouragerende inden for mølleområdet:

Mallemuk: Den eneste registrerede fugl fløj hen til skibet, formentlig for at se, om der var noget fiskeaffald at hente; den landede på vandet og fulgte båden et stykke tid.

Almindelig Kjove: Den eneste registrerede fugl sås fouragerende, dvs. den forfulgte måger og ternere.

Splitterne: Blot 2 af de i alt 1.013 registrerede fugle blev set fouragerende i området, hhv. på punkt 2 og 3. Desuden blev ét individ set lette fra vandoverfladen. Så godt som alle fugle sås i transportflugt. De 2 fugle, der blev set fouragerende, fløj henholdsvis 10 og 15 meter over havoverfladen

Enkelte fugle sås liggende på vandet. Foruden ovennævnte Splitterne drejer det sig om to fiskeædende arter, der fouragerer ved dykning fra vandoverfladen:

Skarv: 13 fugle i 8 grupper (1,4 % af de registrerede).

Tejst: 5 fugle (6 % af de registrerede). Mindst én af disse fouragerede aktivt, dvs. den sås dykke med mellemrum. Antallet af Tejste, der ligger på vandet (og således må antages at fou-

ragere i området), er dog utvivlsomt undervurderet, idet det ofte er vanskeligere at opdage en fugl på vandet end en flyvende fugl. Registreringschancen aftager med stigende vindstyrke og bølgehøjde.

Splitternernes flyvehøjde

1.013 fugle blev registreret, heraf de 1.010 med flyvehøjde mellem 1 og 35 meter (se figur 7.33). Ved 3 lejligheder er Splittern registreret uden højde. Disse fugle kunne høres kalde i nærheden af skibet, og det kunne høres, at de fløj højt, sandsynligvis 30 meter eller mere over havoverfladen. Fuglene blev aldrig set, formentlig fordi den betydelige højde gjorde det vanskeligt at opdage dem på baggrund af himlen.

Gennemsnitsberegning uden disse fugle: gennemsnit 4,5 meter, 57 % af det samlede antal fugle er registreret flyvende lavt (ca. 1 meter) over vandet.

Hvis de hørte fugle indregnes som ≥ 30 meter: 7,8 % af registreringerne ≥ 20 meter, 1,5 % ≥ 30 meter over havoverfladen.

Så godt som alle fugle sås i transportflugt. De 2 fugle, der blev set fouragerende, fløj henholdsvis 10 og 15 meter over havoverfladen.

Flyveretning og flugtbaner

Splitterne: Der er registreret flugtbaner på de enkelte punkter og observationsdage. Eksempler på denne registrering fremgår af figur ... Pilene er 500 meter lange og viser flyveretning-

gen ud fra det punkt, hvor fuglen blev opdaget. Udgående fugle er markeret med rødt, hjemgående med sort. Bemærk, at én pil kan dække over flere fugle.

Næsten samtlige nordgående fugle havde mere eller mindre direkte kurs mod kolonien. For i alt 110 af disse (23 %) kunne det direkte ses, at fuglen havde en medbragt fisk i næbbet.

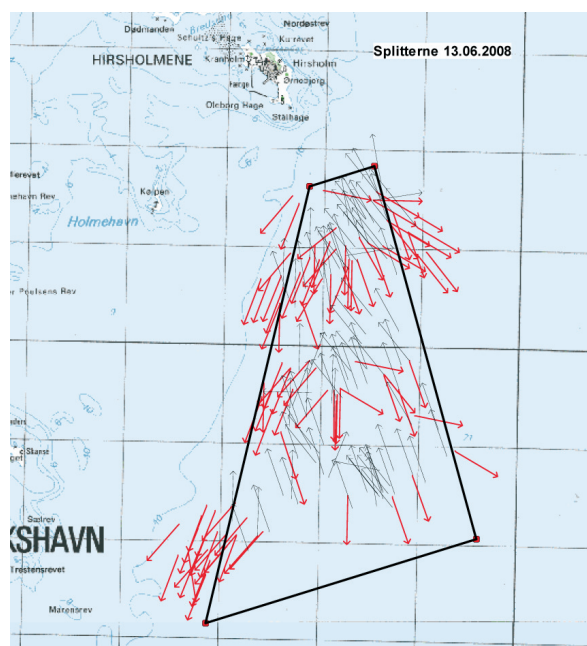
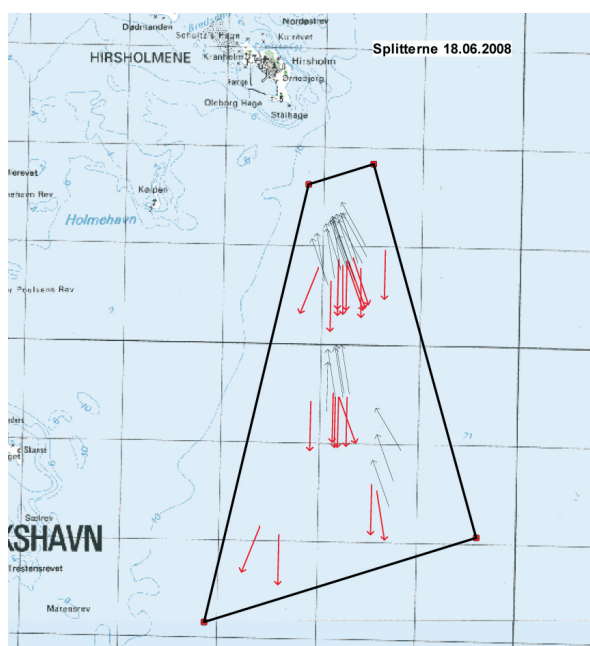
For de udgående fugle ses en vis tendens til, at fuglene enten følger en SØ-lig kurs (mod Læsø) eller en SSV-lig kurs (fouragering langs Jyllands Ø-kyst). En SØ-lig flyveretning ses navnlig på punkt 4 (i mindre omfang på punkt 2 og 3), mens den SSV-lige kurs dominerer på punkt 1 og også ses i de vestlige dele af det område, der dækkes fra punkt 3 og 4. Se f.eks. figuren fra 13. juni (figur 7.34 til højre), hvor tendensen er særlig tydelig.

På baggrund af observationerne den 17. juni, hvor flest fugle blev set, er det beregnet, at op til 25% af den daglige fouragering fra splitternekolonien kan indebære passage gennem forundersøgsområdet.

Registreringer fra fyrtårn

På hver af de fem observationsdage er der fra fyrtårnet registreret udflyvningsretninger på 103-142 Splitternere, i alt 606 fugle, se tabel 7.11.

Tallene tyder på, at fuglene kun i begrænset omfang fouragerer i nærområdet omkring Hirsholmene. I observationsperioden gik over 88 % af det totale antal registrerede fourageringstogter til områder mere end 1-2 km fra kolonien. 40 %



Figur 7.34 Bevægelsesmønstre for Splitternere i mølleområdet den 18. og 13. juni. Udgående fugle er markeret med rødt, hjemgående med sort. Bemærk at én pil kan dække over flere fugle.

af disse – eller 36 % af samtlige fourageringstogter – indebar passage gennem forundersøgelsesområdet.

Fugle, der passerer gennem området, må formodes at have kurs mod Læsø eller - for de vestligste fugles vedkommende - mod Jyllands Ø-kyst S for Sæby. Omtrent lige så mange fugle flyver i en SV-lig retning med kurs mod Jyllands Ø-kyst S for Frederikshavn, mens væsentlig færre fugle flyver i en NV-lig retning og må formodes at fouragere langs kysten mellem Frederikshavn og Skagen. Stort set ingen fugle flyver i retninger mellem N og ØSØ.

Konklusioner

- Registreringerne fra båd tyder på, at op til 25 % af de daglige fourageringstogter fra Splitternekolonien på Hirsholm indebærer passage gennem forundersøgelsesområdet.
- Kun yderst få splitterner fouragerer indenfor forundersøgelsesområdet. Langt den overvejende del af registreringerne vedrører fugle i transportflugt til og fra kolonien.
- Mindst 1,5 % af passagerne foregår i højder på 30 meter eller mere over havoverfladen – flere i svage vinde (< 4 m/s), færre i stærke vinde.
- Der er en klar tendens til, at fuglene flyver højest ved lave vindstyrker (< 4 m/s). Dette kan være af betydning, idet kollisionsrisikoen må formodes at være størst i forbindelse med roterende møllevinger. Det oplyses i den forbindelse at møllerne først starter op ved vindhastigheder på 3-4 m/sek. Desuden er omdrejningshastigheden variabel, d.v.s. jo mindre vind, jo langsommere rotation.
- Der foregår passager af splitterner gennem hele området, men klart flest i den NØ-lige del (nærmest Hirsholmene) og færrest i den SØ-lige del. Ved vinde omkring V, der begunstiger fouragering langs Jyllands Ø-kyst, ses også en del Splitterner i den SV-lige del af området. Færrest fugle ses i områdets SØ-lige del, der berøres mindst af de to hovedflyveruter (hhv. mod Læsø og ned langs Jyllands kyst).
- I gennemsnit 12% af fourageringstogterne gik til nærområdet indenfor 1-2 kilometer fra kolonien, d.v.s. øgruppen Hirsholmene og farvandet omkring.
- Kun yderst få havterner og ingen fjordterner sås i mølleom-



Splitterne med tobis; Hirsholm 2008 (Foto: Flemming Pagh Jensen).

rådet. Med hensyn til Tejst er særligt den nordlige del af området omkring observationspunkt 4 af betydning. Færrest Tejste sås i sydøst.

- Trods de relativt mange passager af splitterner gennem mølleområdet vurderes kollisionsrisikoen, bl.a. grundet fuglenes foretrukne flyvehøjde og opstillingsmønsteret med møllerne i en række fra NNØ til SSV, at være ret begrænset.

7.4.5 Marinbiologi - bundfauna og vegetation /8/

Bundfauna og vegetation i forundersøgelsesområdet er ikke særskilt undersøgt, men i det omfang der er fundet specielle naturtyper eller bundforhold ved kortlægningen af området, er disse beskrevet i kap. 7.2., hvor bl.a. den flora og fauna, som knytter sig til stenrev og boblerev, er omtalt.

Område	Dato					Total
	28.05	29.05	30.05	31.05	01.06	
Møllesektor	41	36	26	62	51	216
SV-sektor	20	47	49	52	51	219
NV-sektor	13	21	23	19	12	88
Ø/NØ-sektor	5	2	2	2	2	13
Nærområde	24	23	8	7	8	70
Total antal	103	129	108	142	124	606

Tabel 7.11 Udflyvning af splitterner (antal fugle) fra kolonien på Hirsholm fordelt på datoer og 5 sektorer.

7.4.6 Havpattedyr /1/

I relation til forundersøgelserområdet er der identificeret tre arter af marine havpattedyr, nemlig marsvin, spættet sæl og gråsæl.

Basisbeskrivelse

Marsvin

Marsvinet er den mest almindelige og den eneste ynglende hval i alle danske farvande. Marsvin er i henhold til habitatdirektivet defineret som en bilag 4-art. Den er relativ sjælden i farvandet omkring Bornholm, i den centrale del af Limfjorden og den sydlige del af Øresund, men der er observeret nyfødte unger i alle områder.

Danmark har forvaltningsmæssigt ansvar for tre mere eller mindre adskilte bestande, nemlig i Nordsøen og Skagerrak, i de indre danske farvande og i den indre del af Østersøen omkring Bornholm.

I perioden 1997-2002 blev 52 marsvin mærket med satellitsendere med henblik på at kortlægge dyrenes vandringer i de danske farvande. Dyrenes vigtigste opholdssteder viste sig at variere noget alt efter årstiden, men særligt vigtige levesteder blev fundet i farvandet omkring Skagen, i Storebælt omkring Sprogø, farvandet syd for Gedser Odde, farvandet syd for

Ebeltoft ved Djursland, det meste af Lillebælt samt farvandet omkring Als, Sønderborg og Flensborg Fjord, se figur 7.35.

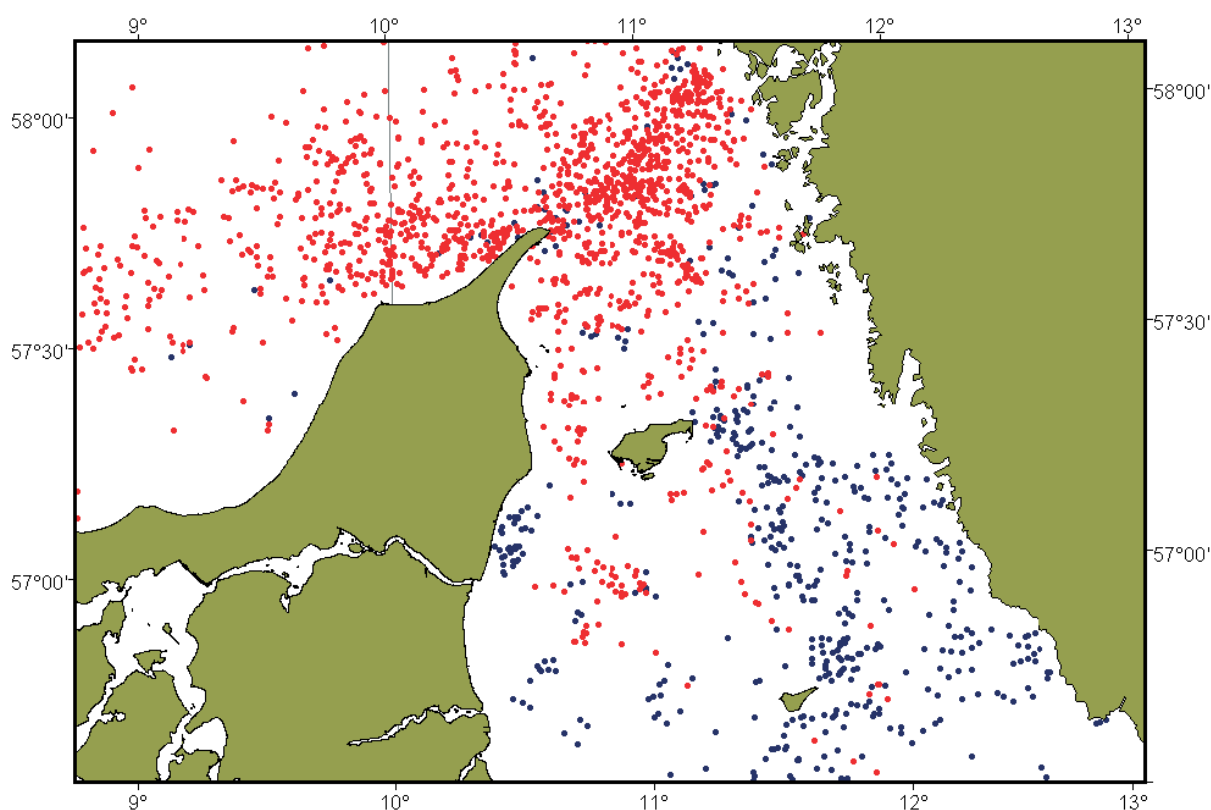
Der er ikke fundet oplysninger specifikt vedrørende vindmølleområdet, men ud fra et overordnet kendskab til dyrenes udbredelse, levesteder og adfærd er det givet, at der forekommer marsvin i farvandet ud for Frederikshavn, herunder projektområdet.

Dyrene dykker ofte til bunden, hvor mange fisk holder til. Marsvinene er aktive hele døgnet og dykker næsten lige så ofte om natten som om dagen. I de danske farvande foretrækker marsvinene dybder mellem 20 og 40 meter, og dykker ikke længere ned end 200 meter.

Undersøgelser af påvirkning fra vindmøller

De måske mest omfattende undersøgelser af marine vindmølleparkers effekt på marsvin er foretaget i danske farvande i forbindelse med etablering af vindmølleparkerne ved Horns Rev ud for den jyske vestkyst og Nysted i farvandet syd for Lolland.

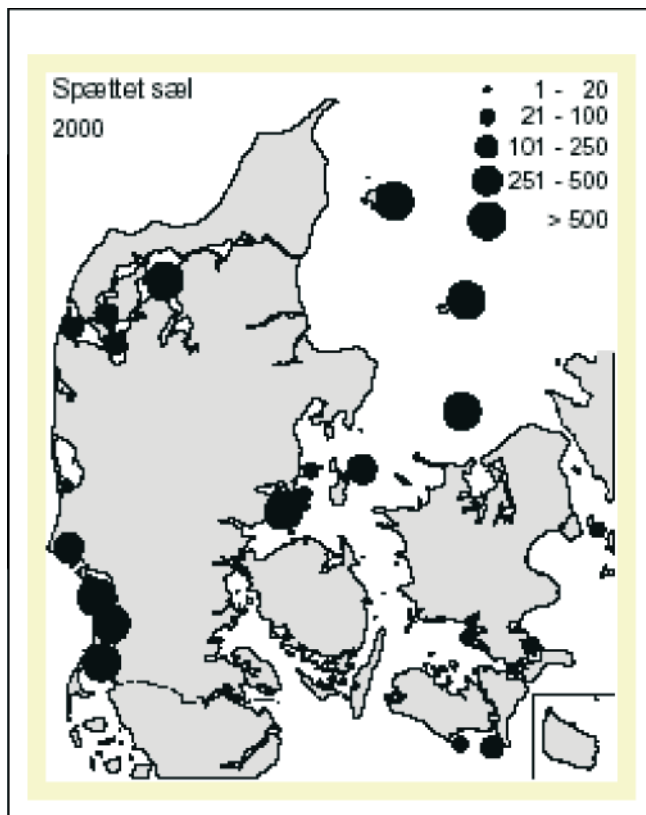
Mellem 1999 og 2006 blev marsvin registreret ved hjælp af skibstællinger med henblik på at kortlægge deres fordeling og anvendelse af farvandet i og nær vindmølleområdet i såvel



Figur 7.35 Positioner for marsvin mærket med satellitsender i perioden 1997-2002. Marsvin mærket i de indre danske farvande er angivet med blå prikker, mens marsvin mærket i Skagerrak er angivet med røde prikker, /21/.



Figur 7.36. Vigtige områder for gråsæl /40/, ovenfor, og spættet sæl, til højre, i de danske farvande i august 2000. Fordelingen af gråsæl er baseret på maksimumstal fra de enkelte områder, og tallene er ikke korrigeret for sæler, der lå i vandet under tællingerne /41/.



konstruktions som etableringsfasen. Ved både Horns Rev og Nysted blev mulige effekter under såvel konstruktionsfasen som under den efterfølgende driftsfase undersøgt ved hjælp af akustisk monitorering fra 2001 til 2005.

Påvirkning af områdets marsvin sås primært i konstruktionsfasen, og kun ved Nysted sås en negativ effekt de første to år af driftsfasen med en efterfølgende tendens til normalisering af antallet af dyr. Ved Horns Rev, som er et vigtigt område for marsvin og med generelt højere tætheder af dyr end ved Nysted, sås en svag negativ effekt i konstruktionsfasen og en kraftig men kortvarig reaktion i forbindelse med nedramning af pæle til fundamenter. Ved Nysted, et område med lavere tæthed af dyr, sås en kraftig negativ reaktion i konstruktionsfasen, hvor dyrene næsten fuldstændigt forlod vindmølleområdet. Også et referenceområde 10 kilometer væk blev påvirket.

Resultaterne fra de to vindmølleparker kan sammenfattes:

- Kraftige negative reaktioner på ramning i begge vindmølleområder.
- Generelt ret svag reaktion under konstruktionsfasen ved Horns Rev.
- Kraftig reaktion under konstruktionsfasen ved Nysted.
- Ingen reaktion under driftsfasen ved Horns Rev.
- Den kraftige reaktion, der startede under konstruktionsfasen, fortsatte de første to år af driftsfasen ved Nysted. Efterfølgende sås en tendens til normalisering af antallet af dyr.

Sammenfattende tyder undersøgelserne ved Horns Rev og Nysted på, at selve etableringsfasen, herunder særligt nedramning af pæle, har en negativ effekt på områdets marsvin, men at dyrene efterfølgende vender tilbage til området, og at deres antal normaliseres efter relativt få år.

Det kunne dog også konstateres, at der var en relativt stor forskel mellem de to vindmølleområder i forhold til den tid, det tog at vende tilbage til normalsituationen.

Sæler

Der forekommer regelmæssigt to arter af sæler i de danske farvande, gråsæl *Halichoerus grypus* og spættet sæl *Phoca vitulina*.

Gråsæl er sjælden i Danmark men træffes regelmæssigt i Vadehavet, på Totten på Anholt og på Rødsand ved Gedser i et samlet antal på under 50. Gråsælen holder sig til klippekyster og sandstrande, og går på land for at hvile sig, skifte pels og yngle.

Spættet sæl forekommer i alle danske farvande, men er dog sjælden i det sydfynske øhav og ved Bornholm. Spættet sæl er en udpræget kystnær sæl, som er afhængig af at kunne komme på land hele året.

I Danmark har man talt de spættede sæler siden 1976. Dengang var bestanden på cirka 4000 dyr. Frem til 1987 voksede

antallet af sæler med ca. 12% om året. I 1988 skete der et dramatisk fald i antallet af spættede sæler, idet mere end halvdelen af den danske bestand døde under en epidemi af mæslingevirus. I år 2005 var den samlede bestand af spættet sæl i Danmark omkring 12.000 dyr, som yngede på i alt 16 lokaliteter. Dette tal viser, at de forskellige bestande af spættet sæl er vokset mellem 6 og 13% om året siden 1988 (41).

Det største antal spættede sæler forekommer på land i yngleperioden i juni-juli måned samt under fældningen i august måned. De kan dog observeres på land året rundt (41).

I det nordlige Jylland er bl.a. områderne omkring Læsø og Anholt vigtige kerneområder for den danske bestand af spættet sæl. Med hensyn til den langt sjældnere gråsæl er gjort enkelte observationer af dyr i farvandet ud fra Frederikshavn og ved Hirsholmene, men det nærmeste område af en vis vigtighed for arten er Totten på Anholt mere end 100 kilometer syd for mølleområdet.

Sammenfattende er der ikke fundet data, der tyder på, at det potentielle vindmølleområde ud for Frederikshavn rummer specielt vigtige forekomster af de to sælarter.

Undersøgelser af vindmøllers påvirkning af sæler

Der er foretaget en række undersøgelser af havvindmøllers påvirkning på sæler, eksempelvis ved Näsrevet Wind farm, Gotland, Sverige. Selvom mange af de undersøgte forhold adskiller sig fra situationen ved Frederikshavn, kan andre undersøgelser dog danne grundlag for en generel vurdering af havvindmøllers påvirkning på sæler.

Mølleparken ved Gotland består af 5 turbiner på 500 kW, og der er en veletableret koloni af gråsæler 1,5 km. fra parken. Resultater fra undersøgelser før og under konstruktion, samt efter et års drift viste ikke indikationer på påvirkninger fra møllerne. Sælernes eneste reaktion var pga. forstyrrelse fra både, der passerede tæt forbi kolonien under konstruktionsfasen (Westerberg 1999).

I forbindelse med anlæg af de danske havvindmølleparker på Horns Rev og på Rødsand ved Nysted er der gennemført intensive monitoringsprogrammer for kortlægning af effekter på sæler. De omfattende før- og efterundersøgelser ved Horns Rev og Nysted omfattede visuelle iagttagelser, optællinger fra skib, videooptagelser og mærkning af sæler med satellitsendere. De eneste negative effekter på sæler blev registreret i forbindelse med ramning. Ved Nysted vindmøllepark var der færre sæler til stede på land i perioden, hvor nedramning af spunsvægge fandt sted. Skibstællinger ved Horns Rev bekræfter dette, idet ingen sæler blev observeret i vindmølleområdet i forbindelse med nedramning af pæle.

Sammenfattende kunne følgende konstateres i forbindelse med undersøgelserne ved Horns Rev og Nysted:

- Færre sæler sås på land i forbindelse med nedramning af spunsvægge ved Nysted.
- Tegn på forstyrrelser i forbindelse med ramning sås ved begge vindmølleområder.
- Ved ingen af parkerne kunne konstateres ændringer i dyrenes hyppighed i den følgende konstruktionsfase.
- Ingen negative påvirkninger kunne konstateres i løbet af selve driftsfasen.

I slutrapporten for miljøundersøgelserne på de to projekter nævnes dog, at det ikke har været muligt at følge eventuelle "small scale ændringer" som f.eks. ændringer i adfærd hos de sæler, der befinder sig inde i selve vindmølleområderne.

Da sæler befinder sig både i vand og på land, er det relevant at vurdere støjen i begge medier. Sælernes mest almindelige reaktion på menneskeskabt luftbåren støj er at bevæge sig ud i vandet. Herved vil de blive udsat for støj under vandet, som udbreder sig fra møllehusets bevægelige dele (nav og gear) ned gennem tårnet og fundamentet. Frekvenserne vil være de samme som den luftbårne støj, men intensiteten (styrken) kan være anderledes.

Desuden vil udbredelsen være helt anderledes end i luft, da lyd bevæger sig hurtigere (ca. 1.500 m/s) samt dæmpes mere i vand. Dæmpningen vil primært afhænge af vanddybden og bundforholdene.

Generelt er sæler dog gode til at vænne sig til menneskeskabt støj. De kan således vænne sig til sæl-skræmmere med kildestyrke op til 195 dB, hvis der er meget føde i nærheden. Så snart sælerne opfatter, at der ikke er umiddelbar fare forbundet med en lyd (eller lydkilde), vil deres adfærd vende tilbage til det, den var, før lyden blev introduceret.

Undersøgelser har påvist, at en eventuel påvirkning fra vindmøller på sæler vil være indirekte, i form af forstyrrelser på de fisk, som sælerne kommer til området for at jage. Havvindmøller har dog også ofte vist sig at tiltrække fisk, hvilket tilskrives en kunstig rev-effekt i konstruktionen af fundamenterne, som giver bedre muligheder for skjul, føde m.m.

Påvirkninger i anlægsfasen

Sedimentspild

Sedimentspildet i forbindelse med evt. afgravning til fundamenter kan føre til forringede fourageringsmuligheder for sæler og marsvin. Der findes ikke kvantitative data om forekomsten af marsvin og sæler ved Hirsholmene, men det er givet, at arterne forekommer i området, selvom der næppe er tale om et kerneområde for nogle af dem. Problemet skønnes ydermere at være begrænset, da påvirkningen i givet fald er kortvarig og meget lokal.

Forstyrrelse

Ved ramning af monopælfundamenter udsendes støj, der kan

skræmme sæler og marsvin væk fra anlægsområdet. Hvis denne fundamenttype anvendes må det derfor påregnes, at både sæler og marsvin kan blive væsentligt forstyrret i den periode, hvor nedramningen pågår. Ved Frederikshavn vil der i givet fald kun blive tale om få fundamenter og ramningen af det enkelte fundament varer typisk 2-4 timer. Da projektområdet ikke er kendt for at være af særlig stor betydning for havpattedyr, og da andre fourageringsområder findes i nærheden, vurderes forstyrrelsen af havpattedyr i anlægsfasen at være ubetydelig.

Tab af levesteder

Både sedimentspil og forstyrrelse fra anlægsarbejderne vil i praksis føre til et midlertidigt tab af levesteder omkring mølterne igennem anlægsfasen. Problemet vil imidlertid være kortvarigt og lokalt og skønnes derfor ikke at have væsentlig betydning for hverken sæler eller marsvin.

Påvirkninger i driftsfasen

Forstyrrelse

Tidligere undersøgelser af marsvins og sælers reaktion på etableringen og driften af havmøller andre steder i danske farvande (Horns Rev og Nysted) har vist, at marsvin og sæler kan forstyrres af anlægsarbejderne, men at både marsvin og sæler vender tilbage til mølleområdet i driftsfasen.

Tab af levesteder

Det areal, der beslaglægges af møllefundamenterne, er så lille, at et eventuelt tab af levesteder for havpattedyr skønnes at være ubetydeligt.

Støj og vibrationer

Erfaringer fra Horns Rev 1 indikerer, at der ikke forekommer nogen adfærdsreaktion i forhold til driftsstøj. Både marsvin og spættet sæl er regelmæssigt observeret indenfor vindmølleparken.

Det vides ikke, om et eventuelt valg af større møller vil betyde mere støj. Det virker dog rimeligt at forvente, at en eventuel forhøjelse af støjniveauet vil ske i et frekvensområde, hvor dyrerne ikke er særlig følsomme.

De samlede vedvarende effekter på marine pattedyr, som følge af støj og vibrationer, er således vurderet at være af mindre omfang og betydning.

Elektromagnetiske felter

Marine pattedyr anses generelt ikke for at være følsomme over for elektromagnetiske felter. Modellering, målinger og overvågningsresultater viser generelt, at omfanget af effekter på marine pattedyr er ubetydelige.



Billede: Juplternages

Marsvin

Havpattedyr, samlet vurdering

Etableringen af vindmølleparken kan medføre en væsentlig, men kortvarig forstyrrelse af marsvin og sæler i projektområdet hvis der vælges en fundamenttype, der indebærer nedramning af emner i havbunden. Erfaringer fra andre danske vindmølleparker viser imidlertid, at både sæler og marsvin vender tilbage til området i driftsfasen, hvorfor projektet ikke skønnes at have væsentlige negative virkninger på områdets havpattedyr.

7.5 Øvrige planlægningsmæssige forhold

7.5.1 Råstoffer

Holocæne aflejringer kan udgøre potentielle råstofforekomster. De sandede holocæne aflejringer i forundersøgningsområdet hviler på en erosionsflade, som skærer Yngre og Ældre Yoldialer.

Sammensætningen af de holocæne sandede lag er ikke kendt, da der ikke er borer i undersøgelsesområdet. Fra øvrige borer i de nærliggende områder vides dog, at det holocæne sand generelt er fint med enkelte grovere lag. Sandet bliver mere finkornet med dybden, hvor det bliver mere siltet. Herudover er der registreret et stigende indhold af organisk materiale.

Udbredelsen af de holocæne sedimenter i undersøgelsesområdet er kortlagt. Undersøgelserne viser, at tykkelse af det holocæne toplag varierer en del, og at tykkelserne varierer mellem 2 og 8 m, se kap. 4.

Der er tidligere udvundet råstoffer fra områder omkring Læsø og ved Skagen, /31/.

På baggrund af de fundne relative små mægtigheder af holocæne sandlag er det vurderet, at opførelsen af de seks møller ikke vil påvirke fremtidige indvindingsinteresser i området.

7.5.2 Rekreativ anvendelse

Basisbeskrivelse

Den rekreative anvendelse af området kan forstyrres under



Figur 7.37 Visualisering fra Øksnebjerg. Afstanden til de nye møller er 7-8 km.

anlæg af de 6 møller, ligesom den endelige tilstedeværelse af møllerne kan få indflydelse på områdets anvendelse.

Den eventuelle rekreative udnyttelse af området kunne være strande, udflugtsmål, turisme, lystsejlad, lystfiskeri, jagt og dykning.

Strande

Kysten omkring Frederikshavn er præget af mange bade-strande, og 11 strande på østkysten i Frederikshavn kommune er tildelt det blå flag i 2007, /29/. Derudover er der i Præstebugten på Hirsholmene en lille sandstrand, /30/.

Udflugtsmål

Umiddelbart syd for Frederikshavn, afsluttet med stejle bakker mod øst, ligger et stort bakkelandskab med Pikkerbakken som det markante højdepunkt. På bakken er der flere forsvarsanlæg. Krudttårnet er en del af et fæstningsværk, hvorfra Tordenskjold foretog sine udfald mod svenskerne. Museet har en militærhistorisk udstilling. Bunkermuseet er en intakt tysk bunker. Herregården Bangsbo er en ren bindingsværks-idyl med en stor park, og er samtidig by- og egnsmuseum. Området fungerer som et attraktivt udflugtsområde bl.a. på grund af de enestående udsigtsforhold.

Hirsholm har ikke længere fastboende, mens der er et dusin fritidshuse på øen, som også besøges af lystsejlere og endagsturister, der i reglen kun gæster øen i få timer ad gangen. Der afgår postbåd fra Frederikshavn til Hirsholm og retur tre gange ugentligt.

Turisme

Kystområdet anvendes i udstrakt grad til sommerhusområde.

Mange turister nyder en dag på Hirsholmen. Faktisk er massive forstyrrelser fra turister i stigende grad med til at true fuglekolonierne ved Hirsholm Fyr.

Lystsejlad

Frederikshavn Marina har plads til 350 fritidsbåde som sejl-både, motorsejlere, motorbåde, speedbåde, fiskejoller samt enkelte fiskerbåde.

Der forekommer også lystsejlad til Hirsholm.

Lystfiskeri

Der foregår lystfiskeri langs kysten og i havet omkring Frederikshavn, der har en aktiv lystfiskerforening.

Jagt

I området omkring Hirsholmene nordvest for forundersøgelsesområdet er der udstedt forbud mod jagt. Selve eksistensen af reservatet på Hirsholmene kan dog tiltrække vandfugle-jægerne i områderne udenfor reservatet.

Dykning

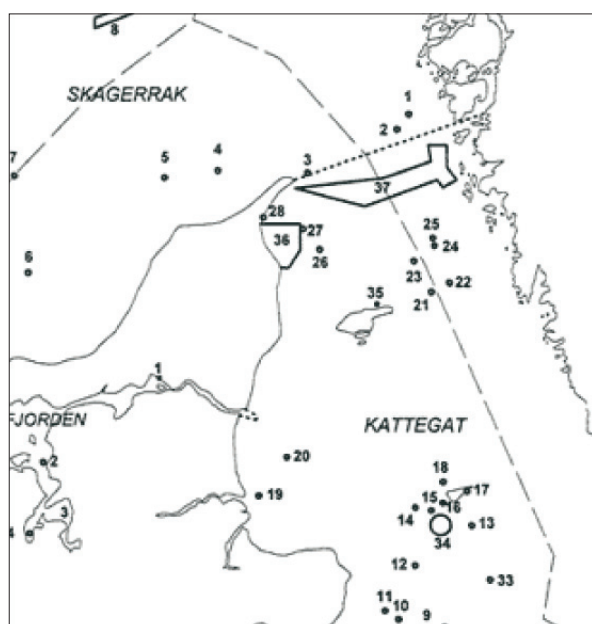
Der foregår dykning ud for Frederikshavn, hvor der er stenrev, koraller og vrage at dykke på.

Påvirkninger

Der forventes ingen effekt på omfanget af sommerhusudlejning langs kysten som følge af opførelsen af de seks møller.

Det kan ikke udelukkes, at nogle kan få ødelagt deres oplevelse af den uforstyrrede natur og det fri udsyn over havet.

Det vurderes samtidig, at de seks møller kan blive genstand for nysgerrighed og det forventes at forekomsten af lystsej-



36. Ålbæk Bugt

Området, der afgrænses ved en linje gennem følgende positioner:

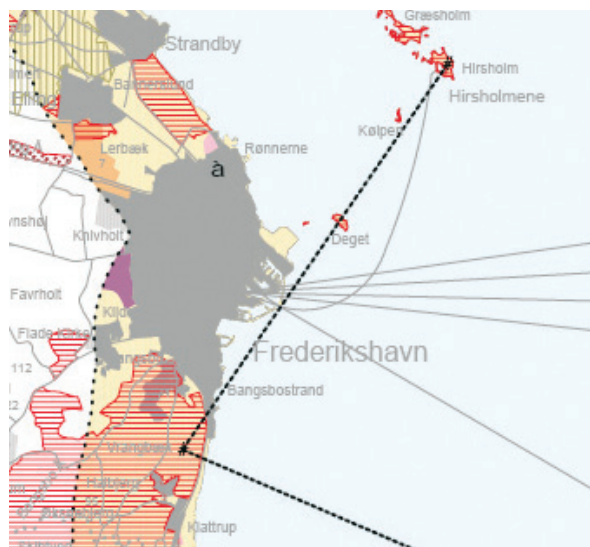
- 1) 57° 35,5' N 10° 25,6' E, Ålbæk Havn.
- 2) 57° 35,5' N 10° 39,6' E.
- 3) 57° 30,3' N 10° 39,6' E.
- 4) 57° 26,9' N 10° 35,7' E.
- 5) 57° 26,9' N 10° 33,6' E, Frederikshavn Havn.

figur 7.38

Skitse som viser fareområder, hvor der kan være bundminer eller andre sprængstofholdige genstande. I disse områder advares mod ankring, fiskeri med bundslæbende redskaber samt arbejder på havbunden. Kabeltracéet kommer til at gå igennem område 36



Figur 7.39 Militære flyvetræningsområder, /24/.



Figur 7.40 Radiokædenet fra Regionplan 2001 (etablerede og plan lagte) vist med sort streg.

lands, lystfiskeri og måske dykning vil øges som følge af etablering af møllerne.

7.5.3 Marinarkæologi

Kulturarvsstyrelsen skal høres i alle sager, hvor der skal ske etablering på eller indgreb i havbunden, f.eks. ved anlægsarbejde, opgravning, klappning mv. Styrelsen giver i den forbindelse sin vurdering af, om de planlagte arbejder eller aktiviteter vil forstyrre beskyttede kulturhistoriske interesser. Hvis det er tilfældet, kan Kulturarvsstyrelsen pålægge bygherren at betale for en marinarkæologisk forundersøgelse.

Der er ved en akustisk kortlægning af havbunden kombineret med en visuel undersøgelse af fysisk-biologiske parametre

ikke registreret vrug eller andre fund af kulturhistorisk interesse i vindmølleområdet, /8/.

7.5.4 Civil og militær luftfart

Fra Aalborg udgår både civil og militær flyvning.

Aalborg Lufthavn er Danmarks tredjestørste og København-ruten er Danmarks største indenrigsrute. Derudover flyves til flg. internationale destinationer: London, Malaga, Oslo, Bergen og Færøerne.

I forbindelse med Flyvestation Aalborg er der udlagt områder, der kan anvendes til militær træningsflyvning /24/, se figur 7.39. Forundersøgelserområdet ligger i periferien af et af disse områder.

Der er et par mindre regionale samt en del private flyvepladser i Nordjylland (inkl. Læsø).

Der forventes ingen påvirkninger på luftfart i området som følge af opførelsen af demonstrationsmøllerne, såfremt luftfartsafmærkning etableres på vindmøllerne.

7.5.5 Militære skydepladser/områder

Der er ikke identificeret nogen militære skydepladser i nærheden af forundersøgelserområdet, /25/.

7.5.6 Bundminer og andre sprængstofholdige genstande

Figur 7.38 viser områder, der formodes at indeholde bundminer eller andre sprængstofholdige genstande, og hvor der advares mod ankring, fiskeri med bundslæbende redskaber samt arbejder på havbunden.

Forundersøgelserområdet ligger udenfor områder, der formodes at indeholde bundminer og andre sprængstofholdige genstande. En betydelig del af kabelforbindelsen til Frederikshavn ligger imidlertid indenfor området, og tracéet skal scannes for miner o.l. inden evt. gravearbejde påbegyndes

7.5.7 Telekommunikation

Vindmøller skal respektere Telestyrelsens radio- og radarkædeforbindelser og maritime anlæg samt Forsvarets radioanlæg.

Der er ikke identificeret nogen navigationsanlæg i området. Der er ikke identificeret nogen radiokæder i en afstand af 200 m til forundersøgelserområdet, se figur 7.40.

Der er ikke identificeret nogen søkabler eller rørledninger i forundersøgelserområdet eller langs den planlagte kabelrute.

Etablering af de 6 demonstrationsvindmøller vil ikke have nogen direkte konsekvenser for øvrige planlægningsmæssige forhold.

08 | Foranstaltninger til reduktion af miljøpåvirkninger

I det følgende er beskrevet de foranstaltninger der, på baggrund af de vurderede effekter, er fundet nødvendige for at reducere skadelige miljøpåvirkninger som følge af opførelsen af demonstrationsvindmøllerne.

Der er i forbindelse med den foreslåede projektudformning allerede foretaget justeringer i forhold til det oprindeligt foreslåede projekt med henblik på at begrænse effekter på især naturbeskyttelsesområdet samt skibstrafik ind og ud af havnen. Dette er tidligere beskrevet i afsnit 6.2, s. 35.

De foranstaltninger, som kan tænkes foretaget, kan grupperes i:

- Bygherrens styring af de miljømæssige forhold
- Foranstaltninger vedr. anlæggets udformning
- Foranstaltninger i anlægsfasen
- Foranstaltninger i driftsfasen

Foranstaltningerne gennemgås enkeltvis i det følgende.

De fremkomne anbefalinger vil blive inddraget i den praktiske tilrettelæggelse af anlægs- og driftsarbejdet, under hensyntagen til de tekniske, økonomiske og tidsmæssige rammer for dette.

8.1 Styring af miljømæssige forhold

I forbindelse med implementering af projektet anses det af

væsentlig betydning for en effektiv håndtering af miljømæssige forhold, at der hos bygherren etableres et effektivt styringssystem for miljømæssige forhold (miljøledelse).

For anlægsarbejdet etableres der en styringsfunktion, som på grundlag af en miljøpolitik og en række formulerede målsætninger og mål sikrer:

- At de forudsætninger som ligger til grund for miljøvurderingen opfyldes, alternativt revurderes og forelægges relevante myndigheder
- At de krav som myndighederne fastsætter opfyldes
- At de krav som bygherren fastsætter opfyldes
- At aktuelle problemer, som opstår under anlægsarbejdet, løses under hensyn til eventuelle miljøpåvirkninger
- At der er det nødvendige beredskab ift. uheld med miljømæssige konsekvenser

For driftsperioden etableres en lignende funktion, idet det er målsætningen, at driften af demonstrationsvindmøllerne skal omfattes af en konsekvent miljøstyring på niveau med ISO 14001.

8.2 Anlæggets udformning

For at mindske den visuelle påvirkning fra anlægget anbefales følgende, /6/:

- Møllerne opstilles i een lige række. Opstillingsmønsteret i



Sæler hviler sig på stensætning foran en af de eksisterende møller ved Frederikshavn havn.

en lang række med indbyrdes lige stor afstand giver et roligt og letopfatteligt mønster.

- Møllerne vil have forskellig design og højde. Man kan mindske den visuelle påvirkning på Hirsholm ved at placere de første og laveste vindmøller mod nord.
- For at gøre indtrykket mest muligt roligt, bør vindmøllerne have samme farve. En lys grå farve tonet let blå vil falde bedst ind i havmiljøet, viser et tidligere studie af farver på vindmøller på havet.

Bygherren vil inddrage disse anbefalinger i den praktiske udformning af havmølleparken.

8.3 Anlægsfasen

Kollision i forbindelse med installationen af de 6 møller vil baseret på erfaringer fra Rødsand formentlig være høj. Det vurderes dog, at hvis der udlægges arbejdsområde og sej-

ladskorridor sammen med trafikkontrol eventuelt i samarbejde med Frederikshavn Havn, samt at perioden med fundament uden tårn minimeres, så er risikoen begrænset.

8.4 Driftsfasen

For at mindske skibskollisionsrisici under driftsfasen anbefales følgende, /4/:

- Det anbefales, at der ikke sker personoverførsel fra mølle til skib, mens en hurtigfærge på rute 2 (Frederikshavn – Göteborg) passerer.
- Der bør etableres AIS (Automatic Identification System) på møllerne og racon (Radar og Beacon) på yderste mølle i hver ende.

Endvidere vil etableringen af et effektivt miljøstyringssystem minimere risikoen for eventuelle miljøuheld under drift, bl.a. ved planlagt service, alarmsystemer i møllerne mv.



Anløb til off-shore vindmøller

09 | Overvågningsprogrammer og socioøkonomiske konsekvenser

Påvirkning af forhold i anlægsfasen er generelt vurderet at være mindre og begrænsede, og der foretages derfor ingen yderligere overvågning af disse forhold.

9.2 Overvågning i anlægsfasen

De væsentligste påvirkninger i driftsfasen er vurderet at være risikoen for at splitterter kolliderer med møllerne. De øvrige potentielle påvirkninger er vurderet at være af mindre betydning.

En undersøgelse (se afs. 7.4.4) viser imidlertid, at selv om en stor del af splitterterne i kolonien på Hirshom passerer gennem området på vej til og fra fourageringsområderne ved bl.a. Læsø, er risikoen for kollision med møllerne meget lille, bl.a. fordi ternerne passerer området i lav højde. Der er derfor ikke umiddelbart planer om yderligere overvågning.

9.3 Socioøkonomiske konsekvenser

Etablering af de 6 demonstrationsvindmøller kan have en påvirkning (direkte eller indirekte) på de socioøkonomiske forhold i lokalområdet samt på regionalt og nationalt plan.

Socio- og miljøøkonomi

Socio- og miljøøkonomiske studier i forbindelse med etablering af de store havmølleparker har belyst såvel positive som negative effekter i forhold til påvirkningen af erhverv i lokalsamfundene nær havmølleparkerne /34/ + /35/.

Analyserne viste, at der forud for opførelsen var en generel frygt for, at projekterne ville have en negativ indflydelse på erhvervsinteresserne i området – primært turismen og fiskeriet.

Analyserne har vist, at der efter parkens opførelse er sket en holdningsændring i lokalsamfundet. Frygten, der gav grobund for de negative holdninger imod projektet, vedrørte som ovenfor beskrevet især turismen, og da det efterfølgende viste sig, at parkens tilstedeværelse ikke afholdt turisterne fra at komme til området, blev de negative holdninger tilsyneladende vendt til accept af parken.

En anden del af analyserne konkluderede desuden, at en stor del af de negative holdninger udsprang af manglende infor-



Splitterne med Havkarusse.



Splitterne med Brisling.



Splitterne med Tobis



Splitterne med Tobis.

Splitterter, der medbringer fisk til kolonien ved Hirsholm (Foto: Flemming Pagh Jensen).

mation om projektet. I den forbindelse er der indgået i en dialog med bl.a. de lokale fiskere for at finde et kompromis, så møllerne indenfor det udpegede forundersøgelingsområde placeres, hvor de generer erhvervsfiskeriet mindst muligt.

9.4 Lokal erhvervsudvikling

Etableringen af de 6 møller vil generere økonomisk aktivitet i forhold til anlægsarbejde, produktion af møller, fundamenter, kabler mv. Disse leverancer vil endvidere have en indirekte afsmittende effekt på underleverandører i andre dele af den økonomiske sektor, som igen vil kræve input fra andre brancher og så fremdeles. Efterspørgslen efter såvel arbejdskraft som produkter vil dækkes ind af både hjemlige leverandører og import.

Det er i forbindelse med opførelse af de store havmølleparker vurderet, at cirka en fjerdedel af arbejdet i anlægsfasen typisk vil stamme fra lokal arbejdskraft, mens den lokale andel i driftsfasen vil udgøre omtrent tre fjerdedele.

9.5 Udviklingselementet

Projektets gennemførelse kan være med til at sikre, at Danmark kan fastholde sin førerposition med hensyn til udbygning af vindmøller på havet.

Ved etablering af forsøgsfaciliteter for afprøvning af tekniske løsninger kan der herved bidrages til en optimering af fremtidens teknologi for havmøller.



Fyrtårnet på Hirsholm

10 | Vanskeligheder og mangler

I dette kapitel beskrives kort de vanskeligheder og mangler, der er omkring oplysningerne i rapporten og ved vurderingen af konsekvenserne for miljøet.

Forholdene omhandler:

- Manglende oplysninger
- Manglende tilgængelig viden om påvirkninger
- Afgrænsning af opgaven

I det følgende er disse forhold kort beskrevet.

10.1 Manglende oplysninger

Kabelrute

Kabeltracéet til land er kortlagt vha. dykkerundersøgelse med henblik på at kortlægge beskyttede naturtyper - stenrev og boblerev. Dykkerundersøgelsen betød, at det oprindelige tracé blev ændret for at undgå at skade et stenrev nord for Deget.

Der mangler at blive udført geofysiske undersøgelser i dele af kabeltracéet samt at scanne tracéet for miner og sprængstoffer.

Det er sandsynligt, at kablet i områderne med dybe sandlag vil blive gravet ned i min. 1 meters dybde. Hvor der er mange sten og/eller hårde lerlag, kan andre teknikker til at beskytte kablet komme på tale.

10.2 Manglende tilgængelig viden om påvirkninger

Der har i det seneste års tid været en del debat omkring de nye meget store vindmøller og bl.a. en frygt for, at lavfrekvent støj fra de store møller skulle udgøre et særligt problem.

Infralyd- og lavfrekvent støj

Ved infralyd forstås lyd med frekvenser under 20 Hz. Lavfrekvent lyd har frekvenser fra 20 til 160 Hz.

Menneskets øre er generelt ikke ret følsomt overfor dybe toner, og undersøgelser har vist, at infralyd skal have en styrke på 80 – 125 dB for at kunne opfattes af mennesker.

Høretærsklen for lavfrekvent lyd er 15 – 80 dB, lavest for de høje frekvenser i området.

Miljøstyrelsen har i "Orientering Nr. 9 1997 Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø", givet følgende vejledende grænseværdier for boliger indendørs (vindmøller er ikke omfattet):

I frekvensområdet 10 – 160 Hz (lavfrekvent støj)

Kl. 18 – 07: LpA,LF = 20 dB

Kl. 07 – 18 : LpA,LF = 25 dB

I frekvensområder under 20 Hz (infralyd)

hele døgnet: LpG = 85 dB

Ved målinger af lavfrekvent støj anvendes en såkaldt A-vægtning af de forskellige frekvenser. Ved målinger i infralydsområdet anvendes G-vægtning, fordi de meget lave frekvenser normalt ikke er hørbare.

Det er begrænset, hvad der er fortaget af målinger af infralyd fra vindmøller, men erfaringen er, at der ikke optræder infralyd fra vindmøller, og der er indtil nu ikke stillet krav til vindmøller om grænseværdier for infralyd og lavfrekvent støj.

I juni 2005 kom en rapport fra AUC, /33/ med analyser af målinger på vindmøller og decentrale kraftvarme værker. Der er målt lavfrekvent støj indendørs i boliger og kontorer. Afstanden til møllerne er fra 90 og op til 700 m, typisk på 300 - 400 meter, og møllestørrelsen varierer fra 0,75, 1, 2 og 2,75 MW. Der er ikke noget der tyder på, at støjens frekvenssammensætning har noget at gøre med møllernes størrelse, såsom f.eks. at store møller udsender en større andel af lavfrekvent støj end mindre møller.

I alle tilfælde ligger niveauet af infralyd langt under den normale høretærskel, og det vurderes derfor, at infralyden ikke vil være årsag til gener. I lavfrekvensområdet er der i flere tilfælde målt støj, som ligger over den normale høretærskel, og som vurderes at kunne genere særligt følsomme mennesker. Imidlertid er der ikke fundet værdier, der overskrider Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier.

I 2006 er der, i et samarbejde med vindmøllefabrikanterne og konsulentfirmaet DELTA og Aalborg Universitet, Miljøstyrelsen, Energistyrelsen m.fl., igangsat et projekt om lavfrekvent støj fra store vindmøller og den oplevede genevirkning af støjen.

Projektet har som hovedformål:

1. At afklare, hvorvidt der er et væsentligt indhold af lavfrekvent støj/infralyd i støjen fra moderne vindmøller (eller andre karakteristika, der kan forveksles hermed), herunder fastlæggelse af en egnet udendørs målemetode,
2. At fastlægge en metode til at beregne/estimere det lavfrekvente støjniveau/infralydniveauet indendørs i boliger og sammenhængen mellem niveauet udendørs og den lavfrekvente støj/infralyd indendørs,
3. At fastlægge en metode til at bedømme den naturlige baggrundsstøjs niveau og maskerende virkning for lavfrekvent støj/infralyd,
4. At give en bedømmelse af genevirkningen af lavfrekvent støj/infralyd fra vindmøller samt foreslå en metode til sammenligning af høretærskler og målte spektre.

Indtil videre er der gennemført målinger og beregninger, som viser at:

- støjens sammensætning (fordeling på frekvensområder) ikke generelt er forskellige for store og små vindmøller. Store vindmøller støjer oftest mere end små, men som re-

gel erstatter få store vindmøller mange små, og i disse tilfælde vil naboer oftest opleve en reduktion af støjen

- støjen fra store vindmøller ikke indeholder infralyd i det hørbare område
- det indhold af støj i det lavfrekvente område, som er fundet i enkelte tilfælde på prototypevindmøller, stammer fra mekaniske komponenter som gear eller generatorer, og ikke fra den aerodynamiske støj fra vingernes bevægelse gennem luften. "Mekaniske" støjproblemer kan løses i konstruktionsfasen.

Bedømmelsen af støjens genevirkning skal gennemføres af Ålborg Universitet, og dette arbejde er endnu ikke afsluttet.

10.3 Afgrænsning af opgaven

Kumulative effekter

Miljøpåvirkninger på de pågældende Natura 2000 udpegningsarter er vurderet i kap. 7. Projektets kumulative effekter i forbindelse med en evt. udvidelse af havnen samt øvrige projekter i området er ikke vurderet i nærværende VVM-redegørelse.



Postbåden til Hirsholm

11 | Referencer

11.1 Tekniske baggrundsrapporter

/1/	Forsøgsvindmøller ved Frederikshavn, Konsekvensvurdering vedrørende fugle, fisk og havpattedyr baseret på eksisterende data. Orbicon. Dec. 2007.
/2/	Fiskerimæssige interesser i forundersøgelsesområde for opstilling af seks vindmøller øst for Frederikshavn. Krog Consult. Nov. 2007
/3/	6 vindmøller ved Frederikshavn, Vurdering af sejladsikkerheden i området. Det Norske Veritas. Feb. 2008
/4/	Hazard identifikation og kvalitativ risiko evaluering af sejladsikkerheden for 6 vindmøller ved Frederikshavn. Det Norske Veritas. Okt. 2007
/5/	Havvindmøller ved Frederikshavn, Seismisk kortlægning af undersøgelsesområde for placering af vindmøller i Læsø Rende. GEUS rapport 2007/46. 2007.
/6/	Demonstrationsmøller ved Frederikshavn, Æstetisk vurdering og visualisering. Delrapport til VVM-redegørelse. SJ-Consult. Dec. 2007.
/7/	Kabelrute ved Frederikshavn, Seismisk kortlægning af mulige kabelruter til vindmøller i Læsø Rende. GEUS rapport 2007/45. 2007.
/8/	Kortlægning af forsøgsmølleområde ved Hirsholmene. Orbicon. Dec. 2007
/9/	Konsekvensvurdering af nedgravning af søkabel igennem Habitatområde nr. 4 og Fuglebeskyttelsesområde nr. 11. Orbicon. Juli 2008
/10/	Forsøgsvindmøller ved Frederikshavn: Undersøgelse vedrørende fouragerende splitterner i farvandet syd for Hirsholmene 2008. Orbicon, august 2008

Referencenummer 11-19 anvendes ikke.

11.2 Øvrige referencer

/20/	Vestlige Kattegat og tilstødende fjorde. Århus Amt. 2002
/21/	Naturforholdene i havet omkring Læsø. Pilotprojekt Marin Nationalpark Læsø. Juni 2005.
/22/	Natura 2000-basisanalyse, Hirsholmene - havet vest herfor og Ellinge A's udløb. Miljøcenter Aalborg. Juni 2007.
/23/	www.sns.dk
/24/	www.slv.dk
/25/	www.fomfrv.dk
/26/	www.blst.dk
/27/	Regionplantillæg nr. 61. Vindmøller på Frederikshavn Havn. Nordjyllands Amt. Feb. 2002.
/28/	Vindmøller Nordhavnen. Lokalplan nr. 14.01.03. Frederikshavn Kommune. 1999.
/29/	www.blaaflag.dk
/30/	www.toppenafdanmark.dk
/31/	Råstofproduktion i Danmark, Havområdet. Miljøministeriet & Skov- og Naturstyrelsen. 2005.
/32/	Dansk Kystzone – landskab og forvaltning. PhD afhandling. Henrik Suadicani. Juli 2002.
/33/	Vurdering af lavfrekvent støj og infralyd fra decentrale el-producerende anlæg. Afdeling for Akustik, Aalborg Universitet. Christian Sejer Pedersen og Henrik Møller. 2005
/34/	Economic valuation of the visual externalities of offshore windfarms. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Report no. 179. 2005.
/35/	Havvindmøller i lokalområdet – en undersøgelse ved Horns Rev Havmøllepark. ECON Analyse AS. Forskningsrapport nr. 2005-067. 2005.
/36/	www.ens.dk
/37/	www.offshorecenter.dk
/38/	RegionPlan 2005. Nordjyllands Amt. 2005
/39/	Electromagnetic Fields (EMF) Phase 2. Stage 1 Project Plan. COWRIE-EMF-1-06. COWRIE Ltd. 2005.
/40/	www.natur.dk
/41/	Laursen, K. 2001. Overvågning af fugle, sæler..... Faglig rapport fra DMU nr. 350

12 | Bilagsfortegnelse

Bilag 1 Støj og skyggekast beregninger

DONG Energy

A.C. Meyers Vænge 9
2450 København SV
Tlf. +45 44 80 60 00
info@dongenergy.com

DONG
energy