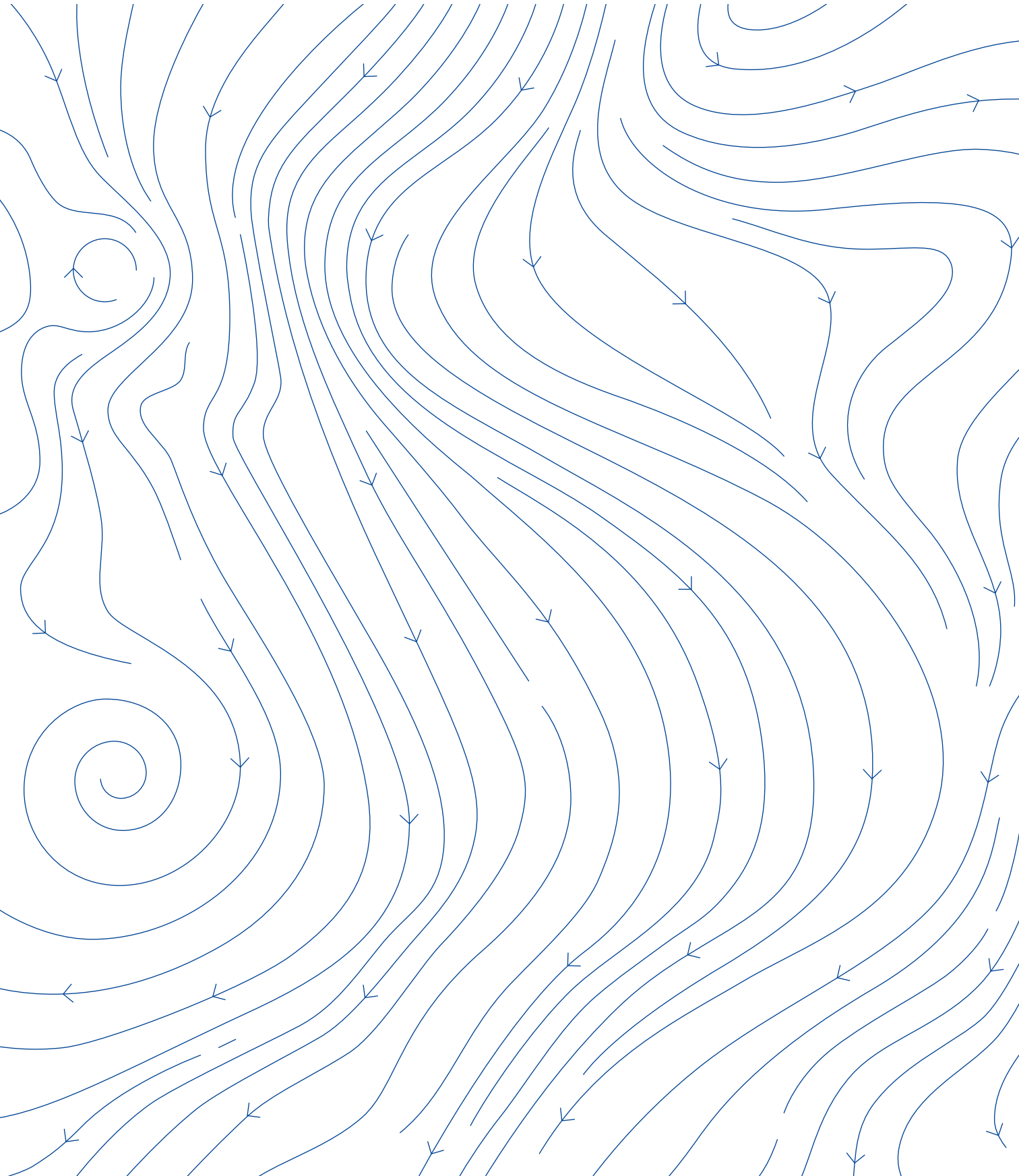
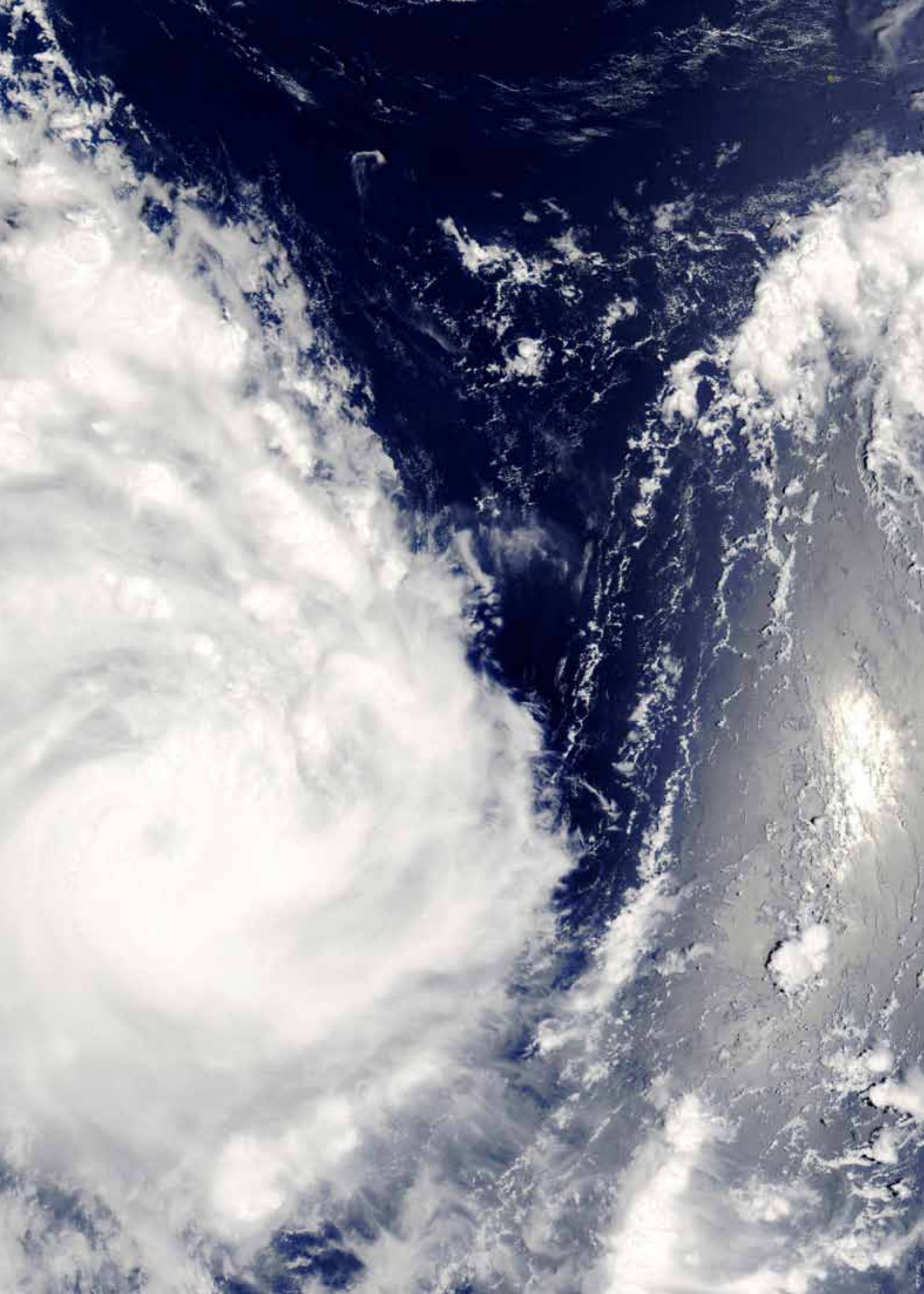
HAVVIND

Forslag til utredningsområder





PROSJEKTLEDER: Nils Martin Espegren
REDAKTØR: Gudmund Bartnes
FORFATTERE: Arvid Drivenes (FD),
Tale Eirum (NVE), Nils Henrik Johnson (NVE),
Sigrun Kavli Mindeberg (NVE), Synnøve Lunde (KYV),
Linn Silje Undem (NVE), Kirsti Veggeland (OD),
Brit Veie-Rosvoll (DN), Astrid Voksø (NVE)
BILDER: iStockphoto
LAYOUT: Neue Design Studio AS
TRYKK: Fladby Grafisk AS
OPPLAG: 400

SEKRETARIAT:
Norges vassdrags- og energidirektorat
Drammensveien 211
Postboks 5091 Majorstuen
0301 OSLO

TELEFON: 22 95 95 95
TELEFAKS: 22 95 90 00
INTERNETT: www.nve.no

Oktober 2010

INNHOLD

FORORD 6
SAMMENDRAG 8
1 INNLEDNING 12
2 REGULATORISKE FORHOLD 14
2.1 HAVENERGILOVA 14
2.2 HAVRETTSTRAKTATEN 14
2.3 NATRUMANGFOLDLOVEN 16
2.4 ANNET LOVVERK 16
2.5 OSPAR-KONVENSJONEN 16
2.6 FORNYBARDIRKETIVET 17
3 TEKNISK-ØKONOMISKE FORHOLD 18
3.1 PRODUKSJONSMULIGHETER OG VINDFORHOLD 18
3.2 HAVDYBDER 19
3.3 TEKNOLOGILØSNINGER FOR FUNDAMENTER 22
3.4 KOSTNADSUTVIKLING FOR HAVBASERT VINDKRAFT 25
3.5 KRAFTOVERFØRING 26
3.6 VINDKRAFT OG PETROLEUMSINNRETNINGENE 29
3.7 KRAFTSYSTEMMESSIGE VURDERINGER 32
3.8 FORHOLD SOM PÅVIRKER AREALVALG 33
4 AREALBRUKS- OG MILJØINTERESSER 36
4.1 NATURMANGFOLD OG VERNEDE OMRÅDER 36
4.2 FRILUFTSLIV OG REISELIV 54
4.3 VISUELLE VIRKNINGER 55
4.4 KULTURMINNER 55
4.5 FISKERI 56
4.6 SKIPSFART 59
4.7 PETROLEUMSAKTIVITET 71
4.8 RØRLEDNINGER OG SJØKABLER 81
4.9 FORSVARSINTERESSER 83
4.10 LUFTFARTSINTERESSER 84
4.11 VÆRRADARER 84
5 METODE FOR UTVELGELSE AV AREALER 86
5.1 FORHOLD TIL FORVALTNINGSPLANARBEIDET 86
5.2 INNHENTING AV DATA OG BRUK AV GIS 86
5.3 UTVELGELSE AV AREALER 87
6 FORSLAG TIL UTREDNINGSOMRÅDER 88
6.1 INNLEDNING 88
6.2 NORDSJØEN 92
6.3 NORSKEHAVET 120
6.4 BARENTSHAVET 148
7 PROSJEKTSKISSER OG PLANLAGTE VINDKRAFTVERK TIL HAVS 166
7.1 INNLEDNING 166
7.2 KJENTE PROSJEKTER INNENFOR GRUNNLINJEN 166
7.3 KJENTE PROSJEKTSKISSER UTENFOR GRUNNLINJEN 167
8 OPPSUMMERING AV OMRÅDENE 172
9 KUNNSKAPSBEHOV 174
9.1 MILJØ 174
9.2 KULTURMINNER 175
9.3 TEKNOLOGI OG KOSTNADER 175
9.4 PETROLEUM 177
10 UTKAST TIL PLANPROGRAM FOR STRATEGISK KONSEKVENSUTREDNING 178
10.1 INNLEDNING 178
10.2 AVGRENSNING 178
10.3 UTKAST TIL PLANPROGRAM 179
11 FOU-VIRKSOMHET 182
11.1 FORSKNINGSSENTRE FOR MILJØVENNLIG ENERGI (FME) 182
11.2 ROLE OF THE NORTH SEA POWER TRANSMISSION 183
11.3 INTERNASJONALT 183
12 ERFARINGER FRA ANDRE LAND 186
12.1 MYNDIGHETSPROSESSER 186
12.2 STØTTEORDNINGER 188
12.3 INSTALLERTE PRODUKSJONSANLEGG 189
12.4 BYGGING OG DRIFT AV HAVBASERTE VINDKRAFTVERK 190
13 PÅGÅENDE INTERNASJONALE UTREDNINGER 194
13.1 THE NORTH SEAS COUNTRIES' OFFSHORE GRID INITIATIVE 194
13.2 INTEGRASJON AV VINDKRAFT I DET EUROPEISKE MARKEDET 194
13.3 EWIS 194
13.4 CONNECTING TO OFFSHORE WIND POWER IN NORTHERN EUROPE 195
VEDLEGG 196
REFERANSER 202

FORORD

Oslo, oktober 2010

Ved Stortingets behandling av St.meld. nr. 34 (2006-2007) *Norsk klimapolitikk* ble regjeringspartiene enige med Høyre, Kristelig Folkeparti og Venstre om at det skal lages en nasjonal strategi for elektrisitetsproduksjon fra havbasert vindkraft og andre marine fornybare energikilder. Havenergilova av 1.7.2010 er en del av denne strategien.

Med utgangspunkt i lovforslaget nedsatte Olje- og energidepartementet høsten 2009 en direktoratgruppe som under ledelse av NVE, skulle avgrense hvilke havområder som bør omfattes av en strategisk konsekvensutredning. Denne rapporten oppsummerer direktoratgruppens vurderinger, og presenterer forslag til utredningsområder med tilhørende program for strategisk konsekvensutredning.

Teknologi for havbasert vindkraftproduksjon er fremdeles i en tidlig fase, spesielt når det gjelder flytende installasjoner. Det er betydelige tekniske og økonomiske utfordringer knyttet til etablering av vindkraft fra både flytende og bunnfaste anlegg. Det er derfor viktig med forskning og teknologiutvikling innen dette området.

Selv om flere temaer må belyses nærmere i de kommende konsekvensutredninger, gir havbasert vindkraft mange spennende og utfordrende muligheter. Vindkraftverk til havs representerer imidlertid ingen lettvint og problemfri løsning på fremtidens energiutfordring.

Nils Martin Espegren
Prosjektleder Havvind
Norges vassdrags- og energidirektorat

SAMMENDRAG

Denne rapporten foreslår områder som kan være egnet for etablering av havbasert vindkraft, og som bør vurderes nærmere i en strategisk konsekvensutredning, slik det er lagt opp til gjennom Ot.prp. nr. 107 (2008-2009). De foreslåtte områdene er vist i Figur 1. Elleve av områdene egner seg for bunnfaste installasjoner og fire områder egner seg for flytende installasjoner.

Arbeidet med rapporten har vært utført av en direktoratsgruppe ledet av Norges vassdrags- og energidirektorat. Gruppen har utover NVE bestått av Direktoratet for naturforvaltning, Fiskeridirektoratet, Kystverket og Oljedirektoratet.

MANGE HENSYN

En vurdering av hvilke områder som egner seg for etablering av havbasert vindkraft må ta hensyn til flere forhold, både tekniske forhold og miljø- og arealbruksinteresser. Enkelte av disse har vist seg å være viktigere enn andre i arbeidet med å finne utredningsområder for havbasert vindkraft i norske farvann.

Formålet med en grovsiling av arealer og etterfølgende strategisk konsekvensutredning er, ved siden av å finne teknisk egnede arealer, å gi en helhetlig vurdering av miljø- og areabruksinteresser forut for åpning av arealer for søknader om utbygging.

Dybde er en vesentlig kostnadsdriver i fundamentering av bunnfast vindkraft. Utenfor kysten av Norge blir det de fleste steder raskt dypt, noe som begrenser de tilgjengelige arealene.. Direktoratgruppen har i sitt arbeid vurdert dybder ned til 70 meter som aktuelle for bunnfast vindkraft. Når det gjelder flytende turbiner står man friere med tanke på havdybder enn ved bunnfaste turbiner. For disse er det lagt til grunn dybder mellom 120 og 400 meter.

Kraftsystemet er også viktig for valget av arealer. Det er definert tre typer områder som tar hensyn til ulik innpassing i kraftsystemet.

1. Vindkraftområder i tilknytning til store magasinkraftverk
2. Vindkraftområder som muliggjør direkte eksport til Nord-Europa
3. Vindkraftområder som muliggjør sikring av regional (nasjonal) energibalanse

Et utredningsområde for havbasert vindkraft bør falle i minst en av de tre ovennevnte kategoriene.

Vindressursen og beregnet produksjon er viktige parametere i planleggingen av et vindkraftverk, men er likevel i liten grad tatt hensyn til i direktoratgruppens vurderinger. Årsaken til dette er at det i alle aktuelle områder er relativt gunstige vindforhold, der vindkraftverk kan forventes å oppnå høy brukstid. I sørlige deler av havområdene er beregnet brukstid høyere enn nord for Stad, men i disse områdene vil et vindkraftverk også produsere mer i takt med britiske, danske og tyske vindkraftverk. Nord for Stad kan dette unngås, men brukstiden her er lavere flere steder.

Flere former for samordning mellom petroleumsinnretninger og vindkraft har vært vurdert. Det er i hovedsak når det gjelder tilknytning til kraftnettet på land at det virker å være hensiktsmessig med en samordning mellom petroleumsinteresser og havbasert vindkraft. Dette forholdet er ikke vektlagt i utvelgelsen av utredningsområdene. Videre utredninger kan klargjøre om noen av områdene egner seg for samordning mellom petroleumsinnretninger og vindkraft.

Den norske kysten og norske sjøarealer dekker et stort område som har mange miljø- og arealinteresser. Det er i forbindelse med arbeidet med forvaltningsplaner for Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen lagt frem en omfattende dokumentasjon av de viktigste miljøinteressene. Disse interessene vil også ha betydning for en eventuell etablering av vindkraft til havs. Når det gjelder naturmangfold har direktoratgruppen særlig fokusert på sjøfugl, fisk og sjøpattedyr. Mange av de foreslåtte områdene er grunne og kystnære og overlapper dermed med viktige områder for fisk og sjøfugl. Det er utarbeidet en sårbarhetsindeks for fugl og vindkraft. For fisk og sjøpattedyr er det lagt til grunn beskrivelser og utredninger gjort i forbindelse med forvaltningsplanene.

Friluftslivs- og reiselivsinteressene vurderes å ha størst betydning i kystnære områder. Når det gjelder virkninger for kulturminner legges det til grunn at potensialet for funn er stort i enkelte områder. Nærmere kartlegging i tilknytning til prosjektplanleggingen er nødvendig for å avklare dette.

Det er en betydelig skipstrafikk langs hele norskekysten. Det er særlig tre forhold som er av betydning når det vurderes mulige områder for vindkraft. Det er risikotrafikk, internasjonale trafikkseparasjonssystemer og farleder langs kysten.

Fiskeri i Norge har lange tradisjoner. Det er stor biologisk produksjon og viktige fiskerier langs hele norskekysten. Både havfiskeflåten og kystfiskeflåten lander årlig store verdier. Et generelt trekk er at relativt grunne områder som synes egnet for vindkraft også i mange tilfeller er viktige for fiskeri. Dette indikerer at det vil være mulige interessemotsetninger mellom fiskeri og vindkraft i flere områder langs kysten.

Petroleumsvirksomheten har interesser i både Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen. For eksisterende felt, funn og innretninger vil det være relativt enkelt å avklare mulige interessemotsetninger og arealkonflikter. I områder som er mindre modne eller ikke åpnet for petroleumsvirksomhet er framtidige petroleumsforekomster bare i liten grad eller ikke kartlagt. Når et vindkraftverk er etablert, vil kartlegging av ressursene ved hjelp av seismikk og brønner være svært vanskelig. Derfor kan det være behov for nærmere kartlegging før tildeling av arealer for havbasert vindkraft.

Forsvaret har interesser knyttet til øvingsområder, radaranlegg og annen infrastruktur. Mulighet for sameksistens vil i de fleste tilfeller måtte avklares konkret når lokalisering og omfang av eventuelle vindkraftverk er kjent.

Det er også tatt hensyn til kabler, rørledninger, luftfart og værradarer i direktoratgruppens valg av aktuelle utbyggingsområder.

ARBEIDSMÅTE

Direktoratgruppen har i arbeidet med å finne områder for mulig etablering av havbasert vindkraft, lagt ned et betydelig arbeid i å kartlegge ulike arealbruks- og miljøinteresser. Geografiske informasjonssystemer (GIS) har vært et meget nyttig verktøy, som primært er benyttet til to formål i prosjektet.

1. Visualisering av teknisk-økonomiske forhold og arealbruks- og miljøinteresser.
2. Utvelging av områder basert på en analyse av teknisk-økonomisk egnethet og andre arealbruks- og miljøinteresser.

Første forslag til utredningsområder ble gjort basert på kartstudier, med spesielt fokus på teknisk egnethet (blant annet dybdeforhold, avstand til kyst og tilknytningspunkter, nærhet til områder med stort/presset energibehov).

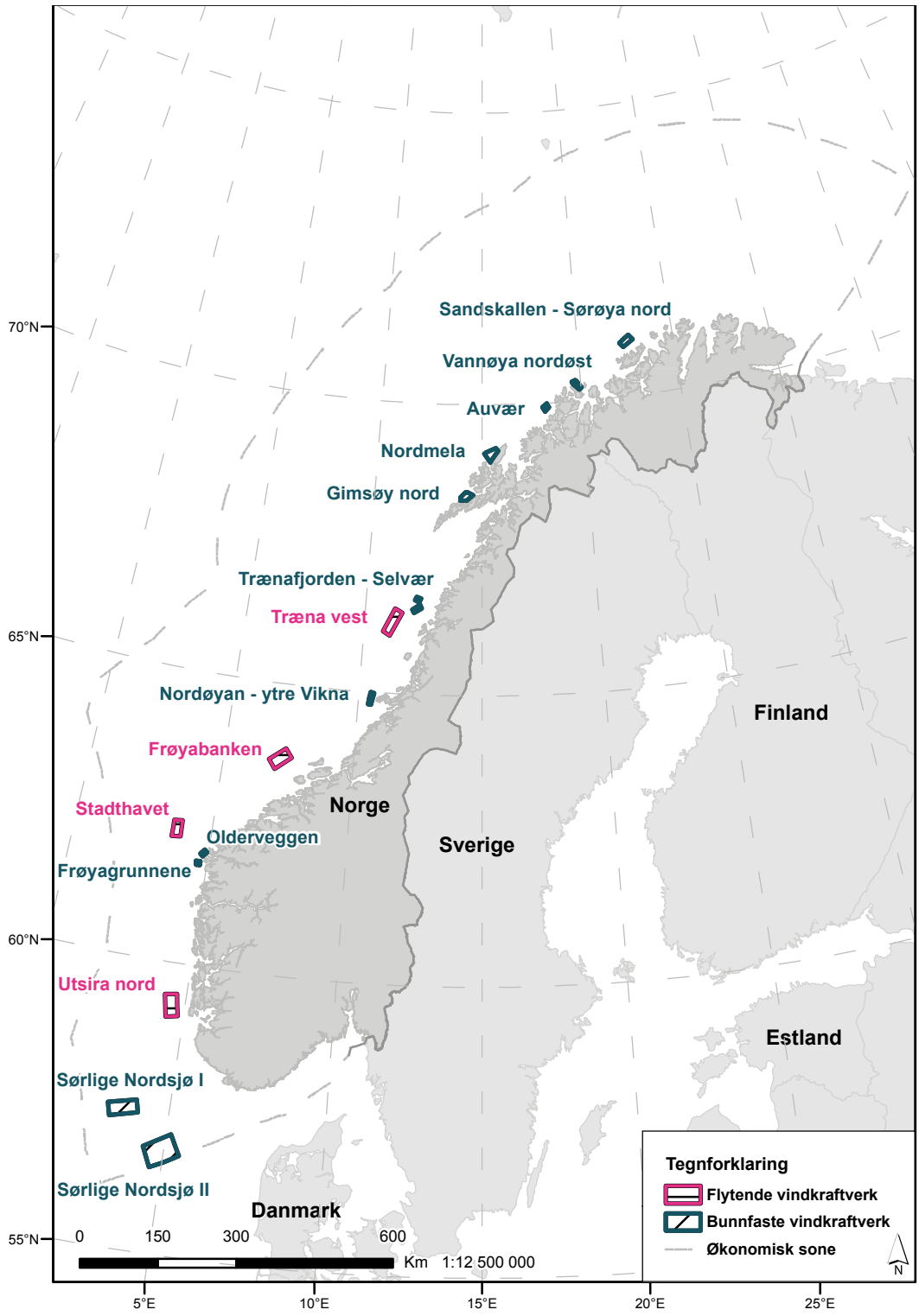
Med bakgrunn i tilgjengelig informasjon om andre arealbruks- og miljøinteresser, ble antall områder redusert og justert flere ganger. Det er søkt å ta hensyn til viktige interesser i valget av arealer, så langt disse interessene har latt seg identifisere. Det er lagt særlig vekt på virkninger for petroleumsinteresser, skipsfart og fiskeri, og miljøinteresser som (foreslåtte) vernede områder, særlig verdifulle områder (SVO), sjøfugl og fisk. Forsvarets interesser og luftfartsinteressene er også tatt med i vurderingene så langt direktoratgruppen har informasjon. Det har gjennom arbeidet med å finne aktuelle utredningsområder vist seg at det finnes viktige areal- og miljøinteresser i de fleste områdene som er foreslått. Direktoratgruppen legger til grunn at det videre arbeidet med å kartlegge og utrede de foreslåtte områdene baseres på naturmangfoldlovens prinsipper om krav til kunnskapsgrunnlag og økosystembelastning, jf. naturmangfoldloven §§ 8-12. På kontinentalsokkelen og i Norges økonomiske sone vil bestemmelsene i §§ 1, 3 til 5, 7-10, 14 til 16, 57 og 58 gjelde så langt de passer.

Som en del av arbeidet har direktoratgruppen fulgt med på prosjekter innen forskning og utvikling samt internasjonale utredninger relatert til havbasert vindkraft. Det er også kartlagt erfaringer fra Tyskland, Nederland, Storbritannia og Danmark.

Størrelsen på de foreslåtte utredningsområdene er avhengig av om det forutsettes bruk av bunnfast eller flytende teknologi. For bunnfaste vindkraftverk legges det til grunn at anleggene skal kunne knyttes til regionalnettet på land. Det er derfor forutsatt at det i disse områdene kan bygges ut i størrelsesorden 100-300 MW i hvert område, med unntak av områdene Sørlige Nordsjø 1 og 2 der det legges til grunn en minimumsutbygging på 1000 MW og en maksimal utbygging på henholdsvis 1500 og 2000 MW. Områdene i sørlige Nordsjø er store fordi kostnadene ved nettilknytning vil være større enn for de andre områdene. For områdene for flytende vindkraft er det av samme grunn lagt til grunn større utbyggingsomfang. For disse er det forutsatt at det kan bygges ut i størrelsesorden 500-1500 MW. Med en utbygging som skissert vil vindkraftverk i de foreslåtte områdene samlet kunne produsere mellom 18 og 44 TWh. Det presiseres at installert effekt og forventet produksjon må anses som en indikasjon. Tallene indikerer imidlertid at det er mulighet for betydelig vindkraftproduksjon innenfor de valgte områdene. Nærmere analyser og utredninger vil bidra til å avgrense områdene ytterligere og gi sikrere informasjon om mulige utbyggingsløsninger. Generelt kan det sies at fleksibiliteten når det gjelder installert effekt i de store områdene er større enn i de mindre områdene. Både antall områder og størrelsen på dem må forventes å bli redusert i den videre prosessen før arealer åpnes for utbygging.

Det er ikke erfaringer med havbasert vindkraft i Norge, bortsett fra et års driftserfaringer med Hywind. Internasjonalt er det også bygget relativt få havbaserte vindkraftverk. Kunnskapen om hvilke virkninger havbasert vindkraft har for naturmiljøet er begrenset da det er gjennomført få undersøkelser, og de etablerte vindkraftverkene er relativt nye (inntil 10 år).

FIGUR 1
Foreslåtte utredningsområder.



Virkninger på fugl, fisk og sjøpattedyr er derfor ikke godt kjent. Overføringsverdien til norske forhold vil også være begrenset da både bunnforhold og artssammensetning er annerledes enn for andre land rundt Nordsjøen. Dette gjelder også tekniske erfaringer da vindforhold og havdybder i Norge ikke er direkte sammenlignbare med andre land rundt Nordsjøen.

Direktoratgruppen legger til grunn at det vil være behov for for- og etterundersøkelser for viktige tema som for eksempel fugl og fisk dersom det skal bygges ut havbasert vindkraft i Norge. Dette vil være nødvendig for å klargjøre reelle virkninger og øke kunnskapsgrunnlaget for senere utbygginger.

STRATEGISK KONSEKVENSUTREDNING

Direktoratgruppen har foreslått et program for strategisk konsekvensutredning som omfatter følgende tema:

- Kraftproduksjon, kraftsystem og marked
- Forholdet til lovverk, planer og verneområder
- Naturmiljø, herunder sjøfugl, fisk, sjøpattedyr og bunnsamfunn
- Nærings- og samfunnsinteresser, herunder fiskeri og havbruk, petroleumsinteresser, skipsfart, kulturmiljø, landskap, friluftsliv, reiseliv, Forsvaret, næringsliv og sysselsetting og annen arealbruk
- Risiko
- Samlede virkninger
- Virkninger for andre land

Konsekvensutredningene bør i den grad det er hensiktsmessig samkjøres med utredningsarbeid for forvaltningsplanene for Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. Utredningene skal gjøres slik at det er mulig å sammenligne og rangere områder. Det skal beskrives mulige tiltak som kan redusere ulemper for berørte interesser, herunder ytterligere avgrensning av arealene.

1 INNLEDNING

I henhold til havenergilova av 1.7.2010 kan etablering av fornybar energiproduksjon til havs i utgangspunktet kun skje etter at staten har åpnet nærmere bestemte geografiske områder for søknader om konsesjon. I medhold av loven skal det gjennomføres en strategisk konsekvensutredning i statlig regi før det tas beslutning om åpning av areal.

I brev av 18.9.2009 fikk Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) i oppdrag av Olje- og energidepartementet (OED) å lede en direktoratgruppe som skal vurdere hvilke havarealer som kan være egnet for etablering av havbasert vindkraft. Arbeidet skal bidra til å avgrense hvilke havområder som bør omfattes av en strategisk konsekvensutredning i henhold til Havenergilova av 1.7.2010, samt skissere omfang og innhold av en slik utredning.

I tillegg til NVE har direktoratgruppen bestått av Direktorat for naturforvaltning, Fiskeridirektoratet, Kystverket og Oljedirektoratet. Direktoratgruppen har rapportert til en styringsgruppe ledet av OED, og som i tillegg har bestått av Miljøverndepartementet og Fiskeri- og kystdepartementet.

I henhold til brev av 18.9.2009 skal arbeidet med arealavgrensning ta utgangspunkt i følgende:

1. Havområder som er ventet å være mest aktuelle for utbygging på grunnlag av faktorer som vindressurser, havdyp, kraftoverføring, forsynings- og markedsmessige forhold.
2. Andre arealbruksinteresser som for eksempel fiskeri, sjø- og luftfart, petroleumsvirksomhet, reiseliv og Forsvaret.
3. Miljø

Denne rapporten er et innledende arbeid i avgrensingen av hvilke områder som skal omfattes av en strategisk konsekvensutredning. Både antall områder og størrelsen på dem må forventes å bli redusert i den videre prosessen før arealer åpnes for utbygging.

Direktoratgruppen har lagt vekt på å ha en åpen prosess med medvirkning fra andre interesser. I den sammenheng har det vært arrangert en workshop og avholdt en rekke bilaterale møter med vindkraftaktører, andre offentlige etater og interesseorganisasjoner. Direktoratgruppen har også vært på studietur til England, og fikk gjennom kontakt med The Department of Energy and Climate Change (DECC), The Crown Estate og befaring til det havbaserte vindkraftverket Gunfleet Sands, ta del i erfaringer med tilsvarende arbeid i britisk sektor.

I tilknytning til direktoratgruppens arbeid er det utarbeidet flere rapporter som er benyttet som bakgrunnsmateriale til denne rapporten. Direktoratgruppen har også fulgt med på FoU-virksomhet som blant annet NOWITECH, NORCOWE og CEDREN.

Denne rapporten oppsummerer direktoratgruppens vurderinger, og presenterer forslag til utredningsområder med tilhørende forslag til program for strategisk konsekvensutredning.

I kapittel to omtales regulatoriske forhold som er av betydning for etablering av vindkraftverk til havs. Forholdene som omtales er blant annet havenergiloven, havrettstraktaten, naturmangfoldloven, OSPAR-konvensjonen og fornybardirektivet.

I kapittel tre redegjøres det for tekniske og økonomiske forhold som er av betydning for planlegging og etablering av vindkraft til havs. Utbygging av vindkraft til havs er krevende og det er derfor lagt vekt på å beskrive viktige forutsetninger som vindressurs, isingsproblematikk, bølgehøyder og havdyp. Disse forutsetningene vil nødvendigvis også påvirke om et areal er mer eller mindre egnet for vindkraftproduksjon. Videre gis det en gjennomgang av teknologi- og kostnadsutvikling for havbasert vindkraft, og mulige nettløsninger i tilknytning til dette. I Ot.prp. nr 107 (2008-2009) er det lagt til grunn at det skal gjøres en vurdering av utbygging av vindkraft til havs i tilknytning til eksisterende og nye petroleumsinnretninger. Dette er beskrevet i tidligere rapporter og også i rapport utarbeidet for direktoratgruppen. Erfaringer fra de ulike arbeidene er oppsummert og beskrevet. Utbygging av havbasert vindkraft vil måtte baseres på en rekke forhold som er av både nasjonal og internasjonal karakter. Dette gjelder blant annet utviklingen i kraftsystemet (både nasjonalt og internasjonalt), og vil derfor ha direkte betydning for hvordan en utvikling av havbasert vindkraft i Norge vil være. For å kunne ha utredningsområder for havbasert vindkraft som er fleksible i forhold til ulike utviklinger i kraftsystemet, har direktoratgruppen valgt å definere tre ulike områdetyper for innpassing i kraftsystemet.

I kapittel fire gjennomgås arealbruks- og miljøinteresser som kan bli berørt av vindkraftverk til havs. Interessene er i hovedsak presentert slik at interessen beskrives først, deretter omtales mulige virkninger.

I kapittel fem redegjøres det for metodikk som er benyttet i utvelgelse av arealene. I påfølgende kapittel er de utvalgte arealene presentert med beskrivelser av kartlagte arealbruks- og miljøinteresser for de ulike områdene.

NVE har de siste seks årene mottatt meldinger, søknader og prosjektskisser for 26 prosjekter innen havbasert vindkraft. I kapittel syv er disse prosjektene omtalt.

I kapittel åtte gis det en oppsummeringe av utredningsområdene direktoratgruppen har foreslått.

I kapittel ni presenteres først kjente kunnskapsbehov innen miljøvirkninger av havbaserte vindkraftverk. Deretter følger en gjennomgang av hvilke teknologiområder det er behov for mer forskning og utvikling for å redusere kostnadene ved vindkraftverk til havs.

Forslag til planprogram for strategisk konsekvensutredning presenteres i kapittel ti.

I kapittel 11-13 omtales FoU-virksomhet, erfaringer fra andre land og pågående internasjonale utredninger.

2 REGULATORISKE FORHOLD

I dette kapittelet gjennomgås regulatoriske forhold som er av betydning for utvikling av vindkraft til havs. Forholdene som omtales er havenergilova, havrettstraktaten, naturmangfoldloven, annet lovverk, OSPAR-konvensjonen og fornybardirektivet.

2.1 HAVENERGILOVA

Ved Stortingets behandling av St.meld. nr. 34 (2006-2007) *Norsk klimapolitikk*, ble det enighet om å legge en nasjonal strategi for marin fornybar elektrisitetsproduksjon, herunder vindkraftverk til havs. I følge klimaforliket skulle en slik strategi blant annet identifisere nødvendige lovendringer for å kunne gi konsesjoner til produksjonsanlegg til havs.

På denne bakgrunn ble det utarbeidet forslag til lov om fornybar energiproduksjon til havs (havenergilova). Loven ble foreslått sammen med Regjeringens strategi for fornybar energiproduksjon til havs i Ot.prp. nr. 107 (2008-2009) *Om lov om fornybar energiproduksjon til havs (havenergilova)*. Loven ble vedtatt i Stortinget 23. mars 2010, og trådte i kraft 1. juli samme år.

Havenergilova gir et rammeverk for regulering av fornybar energiproduksjon til havs. Loven må på en rekke punkter suppleres og utfylles med forskrifter og vedtak.

Havenergilova gjør to hovedgrep for henholdsvis planleggingsfasen og bygge/driftsfasen.

For planleggingsfasen inneholder loven bestemmelser som skal sikre at etablering av fornybar energiproduksjon til havs i utgangspunktet kun kan skje etter at staten har åpnet nærmere bestemte geografiske områder for søknader om konsesjon. Det kan imidlertid gjøres unntak fra reglene om åpning av arealer i særskilte tilfeller. Det skal gjennomføres en strategisk konsekvensutredning i statlig regi før det tas beslutning om åpning av arealer. Loven har også bestemmelser om konsekvensutredninger i forbindelse med konsesjonssøknad og detaljplan. Som del av avveiningen mellom elektrisitetsproduksjon og andre interesser, inneholder loven også bestemmelser om erstatningsordning for norske fiskere etter mal av regelverket som gjelder for petroleumssektoren.

Havenergilova er basert på prinsippet om at retten til å utnytte fornybare energiressurser til havs tilhører staten. Loven gir det rettslige grunnlaget for å gi konsesjoner og regulere planlegging, utbygging, drift og nedlegging av anlegg for produksjon av fornybar energi og anlegg for omforming og overføring av elektrisitet til havs. I konsesjonene kan det settes vilkår av hensyn til blant annet energiforsyning, miljø, sikkerhet, næringsvirksomhet og andre interesser ved utbygging, drift og nedlegging av slike anlegg. Det kan blant annet settes vilkår om tilrettelegging for eller tilkobling til andre anlegg eller systemer. Det kan også bestemmes at konsesjonær skal stille garanti for oppfyllelsen av de plikter konsesjonæren påtar seg.

Det er lagt til grunn at energiloven og havenergilova ikke skal ha overlappende geografisk virkeområde. Havenergilova gjelder derfor i utgangspunktet utenfor grunnlinjene og på kontinentalsokkelen. Det kan bestemmes at havenergilova også skal gjelde for de økonomiske soner. Det fremgår av Ot.prp. nr. 107 (2008-2009) at det er lagt opp til at det skal treffes en slik bestemmelse for fastlands-Norge, men ikke for Svalbard og Jan-Mayen. For disse områdene kan det i tillegg bestemmes at loven skal gjelde for sjøterritoriet og indre farvann. Det kan også bestemmes at havenergilova skal gjelde innenfor grunnlinjene. Det er foreløpig ikke tatt stilling til bruken av denne bestemmelsen.

Havenergilova gjelder med de begrensninger som følger av folkeretten. Den sentrale folkerettslige traktaten i denne sammenheng er FNs havrettstraktat fra 1982.

2.1.1 HELSE, MILJØ OG SIKKERHET

Det fremgår av Ot.prp 107 (2008-2009) *Om lov om fornybar energiproduksjon til havs (havenergilova)* at nærmere arbeid med sikkerhetsbestemmelser mv. vil bli gjennomført etter at havenergilova er lagt frem.

Det ble vinteren 2010 satt ned en interdepartemental arbeidsgruppe som vurderer hvordan tilsynet av helse, miljø og sikkerhet (HMS) skal organiseres og hvem som skal ha tilsynsmyndigheten. Arbeidsgruppen ledes av Olje- og energidepartementet og består i tillegg av Fiskeri- og kystdepartementet, Arbeidsdepartementet, Nærings og Handelsdepartementet og Justis- og politidepartementet.

2.2 HAVRETTSTRAKTATEN

FNs havrettstraktat fra 1982 er en folkerettslig konvensjon, som Norge ratifiserte i 1996. Fra dette tidspunkt var de folkerettslige forpliktelsene havrettstraktaten inneholder bindende for Norge som stat. Norske foretak og norske borgere kan påberope seg rettigheter og plikter etter traktaten først etter at den aktuelle traktatbestemmelse er gjort til norsk rett.

Havrettstraktaten åpner for at Norge kan regulere utnytting av fornybare energiressurser til havs. Reguleringen av

adgangen til å utnytte energiressurser til havs skjer dels gjennom å definere ulike soner og dels gjennom å bestemme hvilke rettigheter stater har i de ulike typer soner.

Havrettstraktaten deler geografiske havområder inn i ulike soner. Utenfor de enkelte staters landterritorium starter de indre farvann som går til grunnlinjen[1]. Fra grunnlinjen går sjøterritoriet 12 nautiske mil ut til økonomisk sone[2]. Den økonomiske sonen strekker seg 200 nautiske mil fra grunnlinjen[3]. Kontinentalsokkelen går i utgangspunktet også 200 nautiske mil fra grunnlinjen[4]. En stat kan få anerkjent at kontinentalsokkelen strekker seg lenger ut. Dette må skje i samsvar med de prosedyrer som følger av havrettstraktaten med fremleggelse av dokumentasjon fra kyststaten og godkjenning fra Kontinentalsokkelkommisjonen. Norge fikk i 2009 anerkjent kontinentalsokkel utenfor 200 nautiske mil i Barentshavet, Norskehavet og Polhavet. Utenfor kontinentalsokkelen er det etter folkeretten fritt hav.

Havenergilova bygger på ovennevnte soneinndeling i sine bestemmelser om det geografiske virkeområdet.

Havrettstraktaten regulerer statenes rettigheter og plikter i de forskjellige sonene. Denne reguleringen gjelder for de ulike havområder, i luftrommet over sjøterritoriet, på havbunnen og dens undergrunn. Se figur 2-1.

I sjøterritoriet har kyststaten full suverenitet. Dette innebærer at kyststaten kan anvende sin lovgivning overfor egne borgere og utlendinger, og har eksklusiv tvangsmakt.

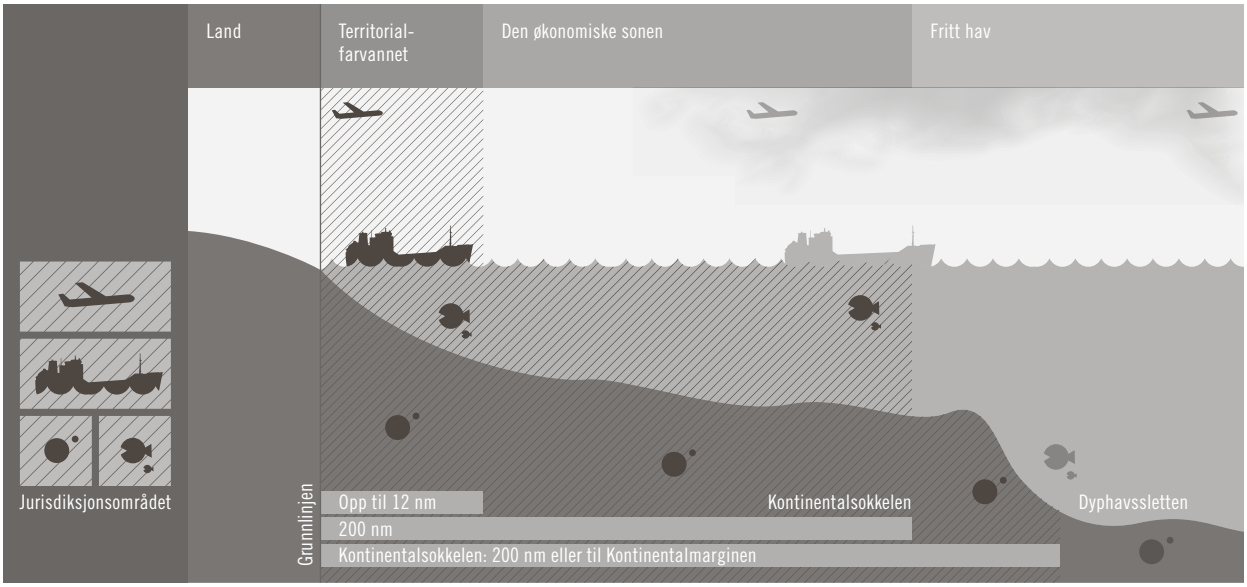
Kyststaten kan også opprette en økonomisk sone. I denne økonomiske sonen har kyststaten ikke suverenitet, men eksklusive rettigheter til å undersøke og utnytte naturforekomster i vannmassene over havbunnen, på havbunnen og i undergrunnen. I tillegg har kyststaten eksklusive rettigheter med hensyn til annen økonomisk virksomhet med sikte på økonomisk utnyttelse og utforskning av sonen. Dette omfatter også blant annet elektrisitetsproduksjon basert på vind. Etter havrettstraktaten har kyststaten også enerett til å tillate og regulere oppføring, drift og bruk av innretninger og anlegg for blant annet elektrisitetsproduksjonsformål. Kyststaten skal ta tilbørlig hensyn til andre staters rettigheter og plikter. Det skal blant annet gis behørig underretning om oppføring av anlegg. En kyststat har rett etter havrettstraktaten til å opprette rimelige sikkerhetssoner rundt anleggene på inntil 500 meter. Kyststaten må varsle andre stater om hvor sonene er. Slike sikkerhetssoner kan ikke opprettes hvis de kan virke forstyrrende på bruk av anerkjente skipsleder av vesentlig betydning for internasjonal skipsfart. Andre stater har rett til blant annet fri skipsfart og overflygning innenfor denne sonen, samt rett til å legge undersjøiske kabler og rørledninger.

Kyststaten har tilsvarende eksklusive rettigheter på kontinentalsokkelen til å undersøke og utnytte sine naturforekomster. De eksklusive rettighetene til kyststaten er også på kontinentalsokkelen begrenset slik at det skal tas tilbørlig hensyn til andre staters rettigheter og plikter. Ettersom vind ikke regnes som en naturforekomst, er det i første rekke bestemmelsene om anlegg og kabler som er av betydning i forbindelse med arealvurderinger etter havenergilova. Etter havrettstraktaten har en kyststat den samme enerett til å tillate og regulere oppføring, drift og bruk av innretninger og anlegg for blant annet elektrisitetsproduksjonsformål på kontinentalsokkelen som en kyststat har i økonomisk sone. Videre har alle stater etter havrettstraktaten rett til å legge undersjøiske kabler og rørledninger på kontinentalsokkelen. For andre stater enn kyststaten er det nødvendig med samtykke fra kyststaten til kabeltraseen og kyststaten kan fastsette vilkår for kabler bygget for drift av innretninger på sitt område. Andre stater kan ikke legge kabler slik at det hindrer kyststaten i å utnytte sine naturforekomster eller hindrer kyststaten i å vedlikeholde sine kabler.

På det frie hav har alle stater i utgangspunktet rett til fri utnyttelse. Denne utnyttelsesretten er begrenset ved at andre stater har rett til fri skipsfart, fri overflygning, frihet til å legge undersjøiske kabler og rørledninger, frihet til å oppføre innretninger, frihet til fiske og frihet til vitenskapelig forskning. Alle stater skal ta tilbørlig hensyn til andre staters interesser.

1. Lov om Norges territorialfarvann og tilstøtende sone (LOV 2003-06-27 nr 57) §§ 1 og § 3, jf også forskrift om grunnlinjene for sjøterritoriet rundt Fastlands-Norge (FOR 2002-06-14 nr. 625), forskrift om grunnlinjene for sjøterritoriet ved Svalbard (FOR 2001-06-01 nr. 556) og forskrift om det norske sjøterritoriet ved Jan-Mayen (FOR 2002 -08-30 nr. 943).
2. Lov om Norges territorialfarvann og tilstøtende sone (LOV 2003-06-27 nr 57) § 2.
3. Norge har i medhold av lov om Norgs økonomiske sone (LOV 17-12 nr 91) fastsatt tre soner: 1) en økonomisk sone i havområdene utenfor Norge, jf. foreskrift om iverksettelse av Norges økonomiske sone (FOR 1976-12-17-15), 2) en fiskerivernsone utenfor Svalbard (FOR 1977-06-03-6, og 3) en fiskerisone utenfor Jan Mayen (FOR-1980-05-23-4).
4. Lov om vitenskapelig utforskning og undersøkelse etter og utnyttelse av andre undersjøiske naturforekomster enn petroleumsforekomster (LOV 1963-06-21 nr 12).

FIGUR 2-1
Oversikt over kyststatens jurisdiksjon. Kilde: Ocean Futures.



2.3 NATURMANGFOLDLOVEN

Naturmangfoldloven trådte i kraft 1. juli 2009 og erstattet naturvernloven. Loven omfatter all natur og alle sektorer som forvalter natur eller som fatter avgjørelser som berører naturen.

Det stedlige virkeområdet til loven er norsk landeterritorium, herunder innsjøer og vassdrag, samt Norges territorialfarvann. På kontinentalsokkelen og i Norges økonomiske sone vil bestemmelsene i §§ 1, 3 til 5, 7-10, 14 til 16, 57 og 58 gjelde så langt de passer.

Naturmangfoldloven har som formål å styrke ivaretakelsen av naturen gjennom bærekraftig bruk og vern, slik at naturen kan gi grunnlag for menneskenes virksomhet, kultur, helse og trivsel, nå og i fremtiden, også som grunnlag for samisk kultur.

Loven har tverrgående regler som gjelder for alle sektorer. Den fastsetter forvaltningsmål for arter, naturtyper og økosystemer, og lovfester en rekke sentrale miljøforvaltningsprinsipper, herunder prinsippet om kunnskapsbasert forvaltning, «førevar» prinsippet, prinsippet om økosystemtilnærming og samlet belastning, prinsippet om at kostnader ved miljøforringelse skal bæres av tiltakshaver, samt prinsippet om anvendelse av miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder. Disse prinsippene skal legges til grunn ved offentlige beslutninger hvor avgjørelsene berører naturmangfoldet.

I tillegg til nye og oppdaterte regler om områdevern, herunder marint vern, har loven nye virkemidler for artsvern (prioriterte arter) og ivaretakelse av naturtyper (utvalgte naturtyper).

2.4 ANNET LOVVERK

Etablering av vindkraftverk til havs vil måtte avklares i henhold til annet relevant lovverk som for eksempel energiloven, havne- og farvannsloven, plan- og bygningsloven, havressursloven, petroleumsloven og kulturminneloven. De ulike lovverkene har ulike virkeområder og forholdet til relevant lovverk må derfor avklares spesifikt for konkrete vindkraftprosjekter.

2.5 KONVENSJON OM BESKYTTELSE AV DET MARINE MILJØ I DET NORDØSTLIGE ATLANTERHAVET (OSPAR)

OSPAR-konvensjonen av 22.9.1992 har som formål å forhindre og eliminere forurensing og å beskytte den nordøstlige delen av Atlanterhavet mot skadevirkninger som skyldes menneskelig aktivitet. I tillegg skal den bevare marine økosystem og gjenopprette marine områder som er blitt skadet der dette

er praktisk mulig. Arbeidet ledes av OSPAR-kommisjonen, som består av representanter for de 15 kontraktslandene og EU-kommisjonen.

OSPAR har vedtatt egne retningslinjer for vurdering av miljøvirkninger av vindkraftverk til havs (OSPAR agreement nr. 3 2008). Det fremgår av Ot.prp. 107 (2008-2009) at disse retningslinjene er førende for arbeidet med blant annet arealvurderinger, konsekvensutredninger, konsesjonsbehandling og nedleggelse av energianlegg som dekkes av havenergilova.

Retningslinjene gir blant annet nærmere veiledning om vurderinger som skal gjøres og hensyn som skal tas i fem hovedfaser i livsløpet til et vindkraftverk til havs: lokalisering, konsesjon, overvåking, utbygging og drift og fjerning/nedlegging. Retningslinjene beskriver hvilke biotiske og abiotiske faktorer som bør vektlegges ved valg av områder for havbasert vindkraft, og hvilke andre samfunnsinteresser som kan bli berørt og må vurderes. Dette er forhold som er nærmere beskrevet i kapittel 4.

2.6 FORNYBARDIREKTIVET

EUs fornybardirektiv (2009/28/EC) er sentralt i EUs klimapolitikk. Målet med direktivet er at 20 prosent av energikonsumet i EU i 2020 skal være fornybar energi. Direktivet omfatter både elektrisitet, oppvarming/avkjøling og transport og er en utvidelse av fornybardirektivet fra 2001, som kun omfattet elektrisitet.

For at EU skal nå sitt mål er innsatsen fordelt på de enkelte medlemsland, blant annet basert på landenes økonomi. Kravene varierer fra 6,2 (Romania) til 13,7 (Storbritannia) prosentpoengs økning i fornybarandelen.

Strategien for å nå målene er nedfelt i handlingsplaner som alle medlemsland skulle levere 30.6.2010. I handlingsplanene spesifiseres det blant annet hvilke teknologier det satses på, og om landene planlegger å ta i bruk direktivets samarbeidsmekanismer. Disse åpner for kjøp og salg av fornybarstatistikk slik at eksempelvis land med lite fornybare energiressurser ikke behøver å gjøre alle investeringer hjemme. To eller flere land kan samarbeide om prosjekter der kostnader, kompensasjon og fordeling av grønn statistikk avtales landene i mellom. Frem mot 2020 skal landene annethvert år rapportere hvordan de ligger an i forhold til sine veiledende baner for måloppnåelse. Hvordan et land ligger an i forhold til denne banen vil vise hvor mye statistikk landet kan ha å selge.

Regjeringen legger til grunn at fornybardirektivet er EØS-relevant, og at det dermed skal gjennomføres også i Norge.

3 TEKNISK-ØKONOMISKE FORHOLD

I dette kapittelet redegjøres det for tekniske og økonomiske forhold som er av betydning for planlegging og etablering av vindkraftverk til havs. Utbygging av vindkraftverk til havs er krevende og det er derfor lagt vekt på å beskrive viktige forutsetninger som vindressurs, isingsproblematikk, bølgehøyder og havdyp. Disse forutsetningene vil nødvendigvis også påvirke om et areal er mer eller mindre egnet for vindkraftproduksjon. Videre gis det en gjennomgang av teknologi- og kostnadsutvikling for havbasert vindkraft. Det gis også en gjennomgang av mulige nettløsninger.

I Ot.prp. nr 107 (2008-2009) er det lagt til grunn at det skal gjøres en vurdering av utbygging av vindkraft til havs i tilknytning til eksisterende og nye petroleumsinnretninger. Dette er beskrevet i tidligere rapporter og i nyere studier utarbeidet for direktoratgruppen. Erfaringer fra de ulike arbeidene er oppsummert og beskrevet i avsnitt 3.6.

Det legges i Ot.prp. nr 107 (2008-2009) opp til at det skal fremlegges en revidert strategi for havenergi for Stortinget i 2012. Utbygging av havbasert vindkraft må baseres på en rekke forhold av både nasjonal og internasjonal karakter. Dette gjelder blant annet utviklingen i kraftsystemet (nasjonalt og internasjonalt). For å kunne ha utredningsområder for havbasert vindkraft som er fleksible for ulike utviklinger i kraftsystemet, har direktoratgruppen valgt å definere tre ulike områdetyper med tanke på innpassing i kraftsystemet. Antallet områder (og størrelsen på disse) gir derfor et totalareal hvor det potensielt kan bygges mer vindkraft enn det direktoratgruppen anser som realistisk å bygge. Direktoratgruppen har sett på to typer områder som kan muliggjøre innfasing av store vindkraftverk til havs. De to typene muliggjør på hver sin måte innfasing i kraftsystemet uten for store investeringer i kraftnettet på land. I tillegg har direktoratgruppen sett på en type område som muliggjør etablering av mindre vindkraftverk nært land, og som kan tilknyttes direkte til regionalnettet. Et utredningsområde for havbasert vindkraft bør oppfylle de kraftsystemmessige hensyn som definerer ett eller flere av de tre områdetypene. De tre typer områder omtales i avsnitt 3.7.

I siste avsnitt oppsummeres de teknisk-økonomiske forholdene som har vært viktigst i direktoratgruppens arbeid med å velge ut utredningsområder for havbasert vindkraft.

3.1 PRODUKSJONSMULIGHETER OG VINDFORHOLD

Høy og jevn vindhastighet er en forutsetning for høy vindkraftproduksjon, men andre forhold påvirker også produksjonsmulighetene. I det følgende omtales middelvind, stormhyppighet og hyppighet av for lite vind til at produksjon forekommer, ising og bølgehøyde. Deretter vises et mulig basert på disse parameterne produksjonskart parameterne. Analysene er gjennomført av Kjeller vindteknikk på oppdrag fra NVE i 2010 [1]. For nærmere informasjon om simuleringene henvises det til underlagsrapporten.

3.1.1 VINDFORHOLD, ISING OG BØLGEHØYDE

Figur 3-1 viser årsmiddelvind i 100 meters høyde for norske og nordeuropeiske havområder. Vindkartet viser generelt gode vindressurser for hele regionen med de høyeste vindhastighetene nord for Skottland og vest for Stadt. For disse områdene er årsmiddelvinden på inntil 10,5-11,0 m/s selv i kystnære områder.

Lengre perioder med for høy eller lav vindhastighet er ikke gunstig for elektrisitetsproduksjon fra vindturbiner. De fleste turbintyper genererer ikke kraft ved vindhastigheter under 4 m/s eller høyere enn 25 m/s. Produksjonen stoppes normalt ved 25 m/s, og starter ikke før vindhastigheten er mindre enn 20 m/s.

Områdene hvor det oftest er lavere enn 4 m/s i vindstyrke finnes langs kysten av Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og sør for Lofoten. Stormhyppigheten er størst i områdene utenfor Stadt. Antall timer per år med vindstyrker over 25 m/s avtar ettersom man beveger seg nord- og sørover fra dette området.

Ising på vindturbiner kan komme fra sjøsprøyt eller underkjølt regn. Ved ising kan produksjonen bli påvirket fordi tilgjengeligheten for vedlikehold reduseres. Ising på rotorbladene kan også medføre redusert produksjon fordi de aerodynamiske egenskapene påvirkes. I norske havområder viser analyser fra Kjeller vindteknikk at ising fra sjøsprøyt vil være et minimalt problem for turbinbladene, og derfor i liten grad medføre tap av produksjon. Dette forutsetter at laveste punkt for turbinbladet er mer enn 35 meter over midlere havnivå. Ising fra sjøsprøyt på tårnets nederste del vil være vanligere, spesielt i Norskehavet og Barentshavet, men dette påvirker ikke produksjonen på samme måte. Ising fra underkjølt regn (skyising) vil være et minimalt problem for vindturbiner til havs i Norge.

Bølgehøyde er relevant for vindkraftproduksjon av særlig to grunner: Hva supplybåter tåler av bølger for å kunne legge til ved en vindturbin, og slitasje på turbintårnene. I denne

sammenheng er supplybåter viktigst. Per i dag finnes det ikke båter som håndterer større bølgehøyder enn 1,5 meter, men en båt som kan operere i 2,5 meter er under utvikling ved Måløy Verft. Den ventes å være ferdig høsten 2010.

Midlere signifikant bølgehøyde[1] er målet som brukes på bølgehøyder. Analyser viser at de høyeste verdiene innenfor norsk økonomisk sone inntreffer i Norskehavet nord for ca 60°N mellom Shetland og Stadt med en verdi på 2,75-3,0 m. Bølgehøydene er generelt høyere i Norskehavet enn Nordsjøen. Høyeste verdi i kystnære områder finner vi utenfor Stadt med over 2,5 m.

Analyser av 50 års ekstremverdi av signifikant bølgehøyde viser betydelig større ekstremverdier for Norskehavet enn for Nordsjøen. I Norskehavet ligger ekstremverdien på 14,5 m langs hele kysten fra Stadt og nord til Porsangerhalvøya. Sørover i Nordsjøen reduseres ekstremverdien betydelig til under 10 m for sørlige deler av Nordsjøen.

3.1.2 Produksjon

Kjeller vindteknikk har beregnet produksjon med en vindturbin fra REpower på 5 MW. Siden ulike vindturbiner har ulike egenskaper vil turbinvalg påvirke resultatet av analysene. Et produksjonskart gir likevel et bilde på produksjonsmuligheter i ulike områder.

I analysene er det antatt et generelt tap for elektrisitetsproduksjonen. Tapet er angitt som totalt 20 prosent og knyttet til tilgjengelighet, tap til nett ved overføring av kraft og et generelt vaketap. Hvordan de ulike parametrene bidrar til tapet er ikke analysert.

Figur 3-2 viser estimert produksjon i 100 m høyde i analyseområdet. Den regionale variasjonen i produksjon er i godt samsvar med vindforholdene beskrevet over. I Sørlige Nordsjøen viser analysene antatte fullproduksjonstimer på 3800-4000 timer, noe som er det høyeste i norske havområder. Nærmere kysten og lenger nord er færre antatte fullproduksjonstimer. Utenfor kysten av Vestlandet beregnes brukstiden til 3600 timer og lavere, mens den fra Lofoten og nordover ligger fra 3400 timer og lavere.

Selv om området utenfor Stadt har høy årsmiddelvind, (Figur 3-1) er dette også stedet hvor en finner størst stormhyppighet. Estimert produksjon blir derfor lavere her enn det årsmiddelvindkartet kan antyde. Produksjonstap knyttet til høy vind avtar både nordover og sørover fra Stadt.

Samvariasjon i produksjonstider kan være en viktig faktor når det gjelder lønnsomheten av et havbasert vindkraftverk. Hvis et vindkraftverk etableres i et område hvor det allerede er bygd ut mye vindkraft kan inntektene bli lavere fordi flere vindkraftverk produserer samtidig.

Kjeller vindteknikk har analysert i hvilken grad produksjonstidene er korrelert med hverandre mellom ulike lokaliteter for vindkraftverk. De finner at lokaliteter i avstander opp til 500 km har en viss grad av samvariasjon[2]. Hvis vindkraftverk er lokalisert 1000 km fra hverandre viser analysene at samvariasjonen er lav[3]. Den avtar dermed med økende avstand mellom vindkraftverkene.

3.2 HAVDYBDER

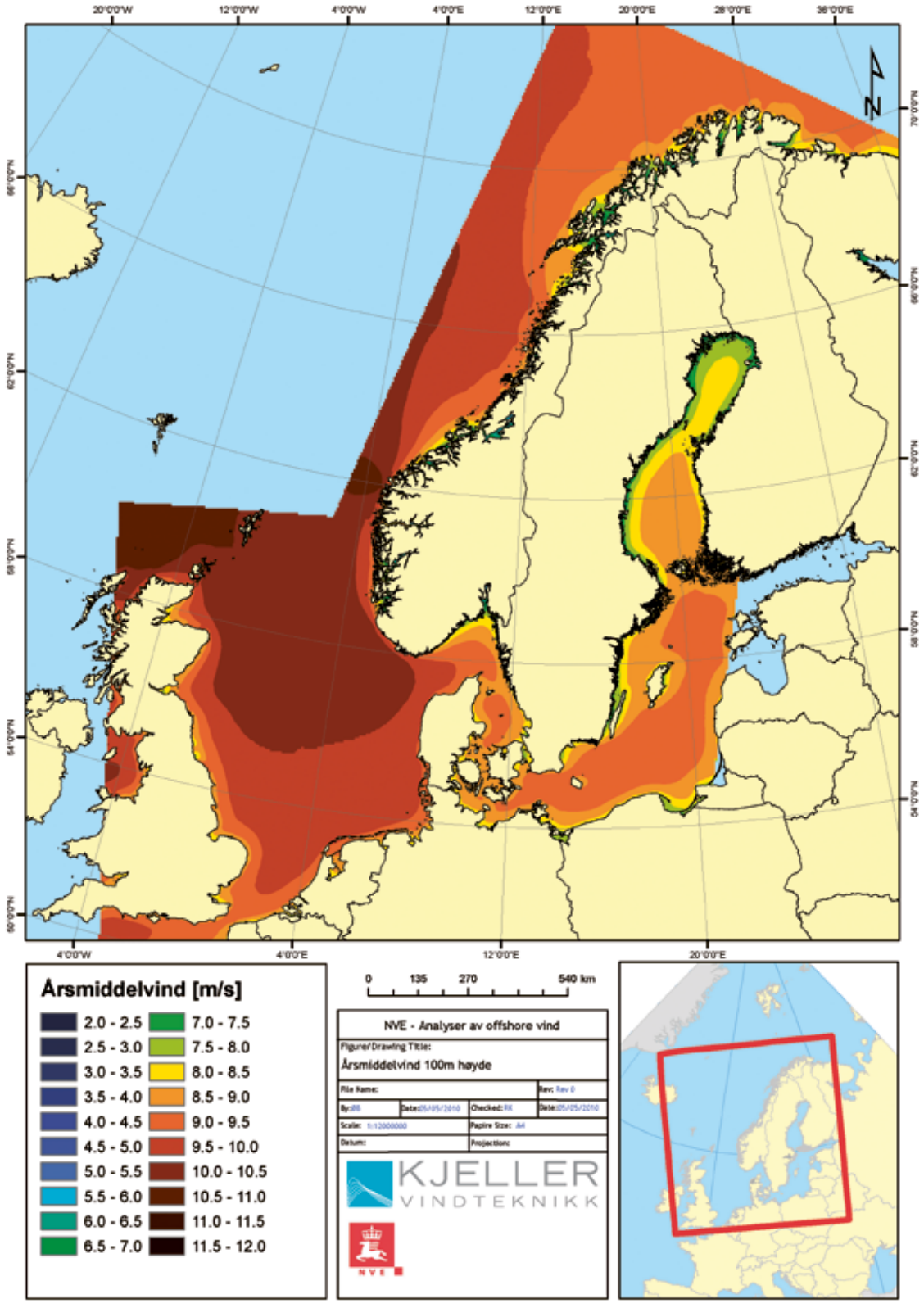
Norske havområder er preget av stor variasjon når det gjelder havdybde. Havdybde er den viktigste teknisk- økonomiske parameteren når det gjelder å velge områder for havbasert vindkraft, og det vil derfor være viktig å kartlegge og få god oversikt over dybder i norske farvann. Samtidig skal man være klar over at alle havdyp i teorien kan utnyttes, det er kun snakk om hvor store kostnader som er akseptable. Hvor langt man har kommet i teknologiutviklingen for ulike fundamentløsninger vil også påvirke hvilke havdyp man ser på som egnede for havbasert vindkraft.

For bunnfaste vindturbiner legger direktoratgruppen i den videre analysen til grunn områder ned mot 70 meter. Det tilsvarer de havdybder som legges til grunn i land rundt Nordsjøen når det planlegges bunnfast havbasert vindkraft. For flytende vindturbiner er det primært sett på områder mellom 120 og 400 meter, selv om det må antas at teknologi for flytende vindturbiner kan utvikles for både grunnere og dypere havområder.

Siden det i Ot.prp. nr. 107 (2008-2009) legges til grunn at arealer for både bunnfaste og flytende installasjoner bør

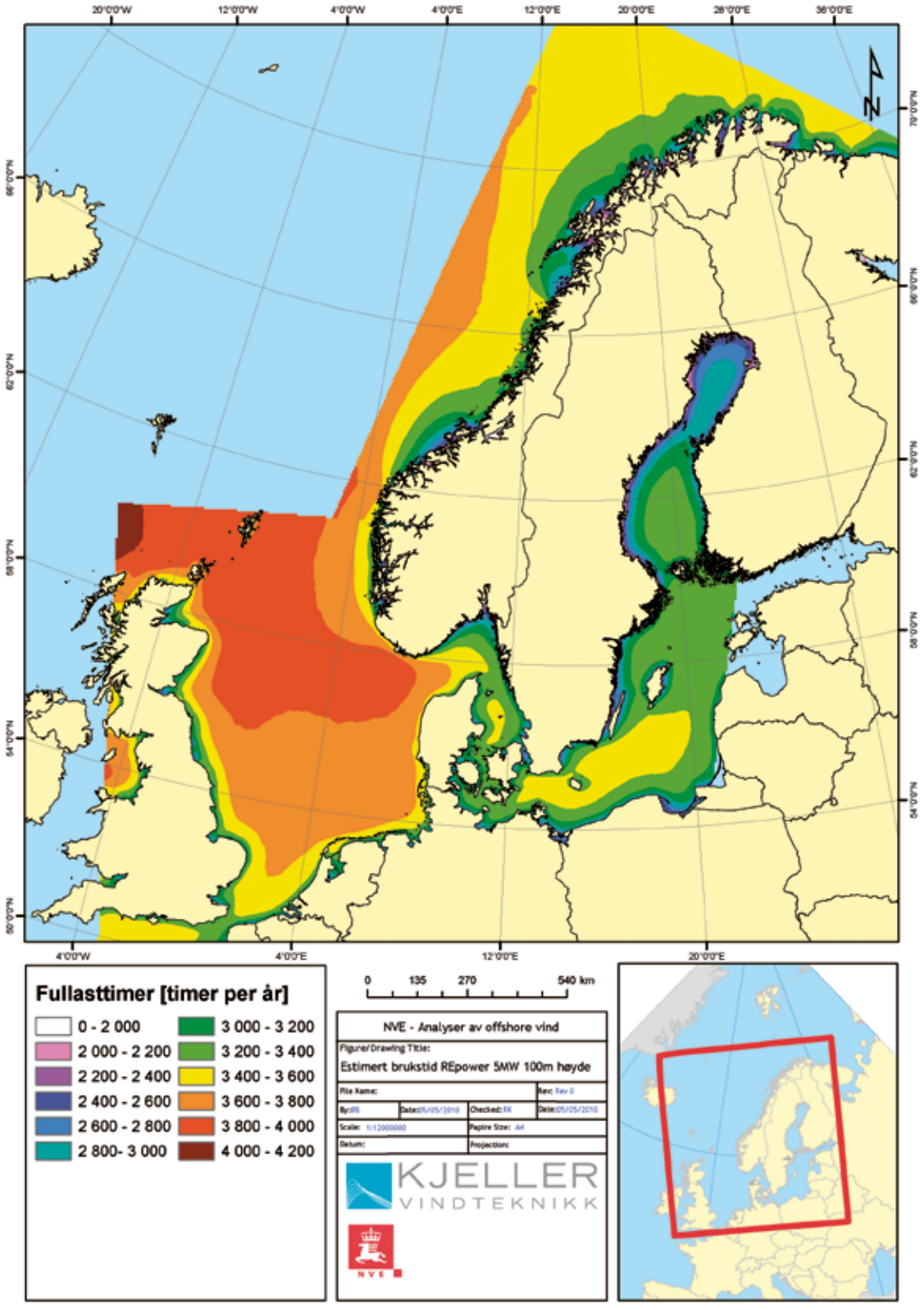
1. Signifikant bølgehøyde (H_S) er definert som middelverdien av de 1/3 høyeste bølgene innenfor et gitt tidsintervall.
2. Korrelasjonskoeffisient på opptil 0,4.
3. Korrelasjonskoeffisient på 0,0-0,2.

FIGUR 3-1
Årsmiddelvind i 100 meters høyde. Kilde: Kjeller Vindteknikk [1].



FIGUR 3-2

Fullasttimer per år for REpower 5 MW, 100 m navhøyde. Med andre forutsetninger om turbinegenskaper vil produksjonskartet kunne endre seg. Kilde: Kjeller Vindteknikk [1].



vurderes, vil det i utgangspunktet være store arealer som er aktuelle. Det meste av norske havarealer har imidlertid en dybde som overstiger det som er relevant for havbasert vindkraft. Dette er arealer langt fra land, som i utgangspunktet ikke anses aktuelle, og norskerenna langs kysten gir raskt en begrensning når det gjelder bunnfaste installasjoner. Figur 3-3 viser en grov oversikt over havdybder i norske havområder.

Variasjonen i havdybde er stor både i indre farvann/norsk sjøterritorium og i den eksklusive økonomiske sonen. Dette er en betydelig forskjell fra andre land rundt Nordsjøen som har jevnere bunntopografi enn den norske. De havdybdene som er lagt til grunn for de utvalgte arealene må anses som gjennomsnittsverdier for områdene, og ytterligere detaljundersøkelser må derfor påregnes i forbindelse med konkret prosjektplanlegging.

Helt kystnært er Norge preget av en veksling mellom grunn skjærgård og dype renner/kløfter. Innenfor kystnære områder som er definert som grunne (ned til 70 meter), kan variasjonen være stor og dybdeforholdene lokalt kan fort variere mellom 0 og 150 meter. Dette viser erfaringer fra blant annet det havbaserte vindkraftverket Havsul I som ble meddelt konsesjon i 2008. Stor dybdevariasjon gir en betydelig utfordring når det gjelder å planlegge turbinplasseringer og kabelforlegning, og stort behov for detaljundersøkelser som ikke inngår i dette arbeidet.

Norskerenna, med dybder ned mot 700 meter gir et klart skille mot grunnere områder. I den økonomiske sonen finnes det flere områder som er så grunne at de kan egne seg for bunnfaste vindturbiner. I sørlige del av norske områder av Nordsjøen er det store områder som har en dybde ned mot 50-60 meter, og er også pekt på i Ot.prp. nr. 107 (2008-2009) som et aktuelt område.

Når det gjelder flytende vindturbiner står man friere med tanke på havdybder enn ved bunnfaste vindturbiner. Havdybde er derfor ikke en så sterk begrensning når det gjelder valg av vindturbiner for flytende installasjoner. Hywind, som p.t. er den eneste fullskala flytende vindturbin, er forankret på ca 200 meters dybde. Havdybde under 400 meter anses i hovedsak å være et kostnadsspørsmål og det vil derfor være relevant å se etter arealer på dybder som er større en det som er benyttet til Hywind. Samtidig vil en ikke kunne utelukke at det kan utvikles løsninger som kan forankres på dybder som er grunnere enn det som ligger til grunn i Hywind-konseptet. Direktoratgruppen legger derfor til grunn at nærhet til marked/nett og avstand til land vil være viktigere kriterier enn havdybde når det gjelder arealer for flytende vindkraft.

3.3 TEKNOLOGILØSNINGER FOR FUNDAMENTER

3.3.1 INNLEDNING

En vindturbin består av fundament, tårn, blader, maskinhus med generator, transformator og kontrollsystem. For havbaserte vindturbiner er det fundamentene som skiller seg mest fra de landbaserte. I tillegg vil forhold som blant annet bunnforhold og havdybder påvirke valg av fundamentløsning. I arbeidet med å finne utredningsområder for havbasert vindkraft har ikke direktoratgruppen hatt tilgang til data over bunnforhold av god nok kvalitet, og parameteren er ikke hensyntatt i vurderingen. Hvilke fundamenter som er egnet for ulike typer bunnforhold er derfor ikke kartlagt og omtalt.

Ulike teknologiløsninger for fundamenter er nærmere beskrevet under. Teksten er i hovedsak basert på rapporten *Offshore Wind Assessment for Norway* utarbeidet av Douglas-Westwood [2].

3.3.2 BUNNFASTE INSTALLASJONER

3.3.2.1 Monopeler

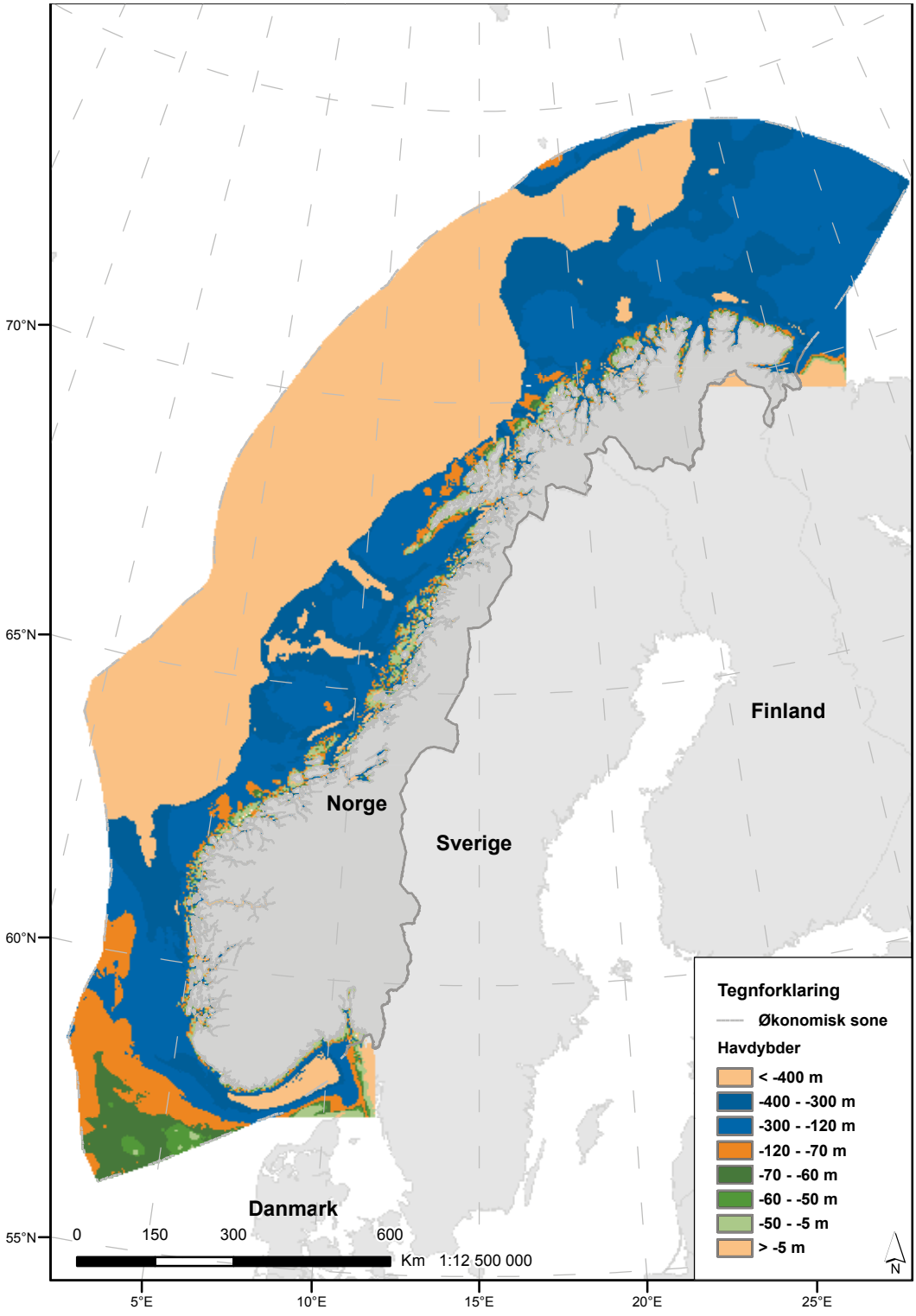
Monopeler er den type fundamentering som er mest brukt til nå. Den består av en pæle av stål som bankes eller bores inntil 35 meter ned i havbunnen. Diameteren er typisk mellom 3,5 og 5 meter. Monopeler er ideelle for vanndybder på mellom 10 og 25 meter, men kan benyttes ned til ca. 35 meter. Størrelsen på fundamentet avgjøres av vekten på vindturbinen, vanndybden, bølgestørrelsen og bunnforholdene.

Fordelen med monopeler er at de har kort installasjonstid, er enkle å produsere, krever lite preparering av havbunnen og tåler erosjon. Det er nødvendig med grundig kartlegging av bunnforhold før å klargjøre om pæling er mulig.

3.3.2.2 Gravitasjonsfundamenter

Gravitasjonsfundamenter var den første type fundament som ble benyttet i havbasert vind industrien. I fundamentene benyttes oftest betong, men de kan også bestå av stål. Dersom tyngden av selve fundamentet ikke er nok til å holde det på plass, kan det fylles med en ballast som for eksempel olivin. Gravitasjonsfundamentene bygges på land, transporteres med skip ut til utbyggingsområdet og plasseres direkte på

FIGUR 3-3
Oversikt over dybder i norske havområder.



havbunnen. Det er derfor ikke nødvendig med boring eller pæling i havbunnen. Installasjon av slike fundamenter krever preparering av havbunnen (graving av overflaten, planering, grusdekking osv), og en spesiell type transportfartøy. Disse fundamentene er egnet for de fleste havbunner, unntatt steder med betydelig erosjon.

Typisk diameter er 12-15 meter, og for betongfundamentene er typisk vekt 500-1000 tonn.

Gravitasjonsfundamenter basert på dagens teknologi er egnet for relativt grunne områder. Det norske selskapet Vici Ventus AS har imidlertid utviklet en fundamenteringsløsning som skal være egnet for vanndybder mellom 30 og 100 meter.

3.3.2.3 Tripoder

Tripoder festes normalt til havbunnen ved at tre stålpæler bores 10-20 meter ned i bunnen. Diameteren på pælene er typisk inntil én meter. De egner seg best for havdybder på 30 meter eller mer. Havbunnen trenger mindre preparering enn ved bruk av monopeler.

Denne type fundamentering vil sannsynligvis bli mer vanlig når vindkraftverk til havs lokaliseres på dypere vann, og/eller når bruk av større vindturbiner blir standarden.

Tripoder er per desember 2009 dyrere enn gravitasjonsfundamenter og monopeler. Tatt i betraktning at de normalt vil benyttes til større vindturbiner, vil den relative kostnaden reduseres i forhold til den totale prosjektkostnaden. Kostnaden vil også påvirkes av stålprisen. Det pågår noe forskning innen bruk av såkalte «suction buckets» i stedet for stålpæler som forankring. Dette innebærer at fundamentene festes til havbunnen ved hjelp av vakuum.

3.3.2.4 Jackets

Jackets har blitt brukt i stor utstrekning i forbindelse med olje- og gassvirksomhet, og består av en stålgitterstruktur som festes til havbunnen ved hjelp av fire pæler. Denne type fundament er best egnet på dypere hav, og ved bruk av større og tyngre vindturbiner. Jackets bygges på land, og transporteres havbasert i én del for installering.

Kostnaden ved å produsere et lite antall jackets er relativt høy, men kan reduseres gjennom skalafordelene som oppnås ved produksjon av flere enheter.

Én av produsentene av jackets, det norske selskapet OWEC Tower AS, utvikler en løsning som har som mål å bli konkurransedyktig med alternative fundamenteringer på havdyp mindre enn 20 meter. I tillegg har Aker Verdal utviklet en jacketløsning som de skal produsere til et havbasert vindkraftverk utenfor kysten av Tyskland.

3.3.3 FLYTENDE INSTALLASJONER

Innen flytende installasjoner er det flere teknologier under utvikling. Fordelen med flytende installasjoner er i hovedsak at antall egnede lokaliteter øker da havdyp og bunnforhold ikke er like viktig som for bunnfaste. Flytende installasjoner er i dag under utvikling, og det er knyttet usikkerhet til når de vil være kommersielt tilgjengelige.

I det påfølgende beskrives syv løsninger for flytende vindkraftverk.

3.3.3.1 Hywind

Hywind er utviklet av Statoil ASA, og en fullskala prototyp er i drift utenfor Karmøy. Teknologien består av en vindturbin som monteres på toppen av en 120 meter lang flytende betong- eller stålsylinder. Sylinderen fylles med ballast, og forankres til havbunnen ved hjelp av tre kraftige ankerliner. Hywind er egnet for havdyp over ca. 120 meter.

3.3.3.2 Sway

Sway er utviklet av Sway AS. Teknologien består av en motvinds vindturbin som monteres på et 190 meter langt tårn hvor 80 meter er over vann, og 105 meter stikker ned i havet. Bunnen av tårnet fylles med ballast, og det flytende tårnet forankres til havbunnen med et ankerstag og et suge- eller gravitasjonsanker. Ankerstaget kobles til tårnet med en dreieskive som medfører at hele vindturbinen inkludert tårn, kan dreie med vindretningen. Et avstivingssystem med utrigginger og strekkstag reduserer utmattelsesbelastningen av tårnet. Montering av tårn og vindturbin kan gjøres på land, og innretningen slepes deretter ut til utbyggingsområdet for installering. Sway er egnet for havdyp over ca 120 meter.

3.3.3.3 Blue-H

Blue-H er basert på teknologien til en strekkforankret plattform brukt i olje- og gassindustrien, og det planlegges å tilpasse konseptet til havdyp mellom 30-300 meter.

Den første fullskala Blue-H vindturbinen er under bygging utenfor sørkysten av Italia.

3.3.3.4 Windflo

Windflo er utviklet av et fransk konsortium og består av en vindturbin montert på toppen av en halvt nedsenkbar plattform som festes til havbunnen med kjettinganker. Det planlegges å benytte en vindturbin med en installert effekt på 2,5 eller 3 MW.

Målet er å utvikle en flytende installasjon som er egnet for havdyp mellom 50-150 meter. Det planlegges å installere en nær fullskala prototyp sannsynligvis utenfor Brittany i Frankrike innen 2011. Kommersiell produksjon planlegges startet opp i 2013.

3.3.3.5 WindFloat

WindFloat er utviklet av det amerikanske selskapet Principle Power AS, og består av en tung, halvt nedsenkbar plattform. Plattformen står på tre sylindere, og på én av sylinderne er det montert en vindturbin. Ballastvann kan pumpes inn og ut av hver av sylindrene, og justeres slik at plattformen står vertikalt.

Målet er å utvikle en flytende installasjon som er egnet på havdyp over 50 meter. Det planlegges å bygge prosjektet i tre faser. Først en testfase med én vindturbin, deretter en før-kommersiell fase med tre-fem vindturbiner fulgt av en kommersiell fase hvor planen er å etablere et havbasert vindkraftverk på 150 MW.

3.3.3.6 WindSea

WindSea er utviklet av Force Technology Norway AS. I juni 2008 ble WindSea AS etablert med det formål å videreføre WindSea. Teknologien består av en stabil, flytende plattform som stikker i overkant av 20 meter ned i vannet. Forankring til havbunnen skjer via ankerliner. Plattformen er formet som en trekant med tre søyler, og det monteres én vindturbin på hver av søylene. Vindturbinene er skråstilte, og to av dem plasseres motvinds og én medvinds. Plattformen vil automatisk dreies etter vindretningen. Per våren 2010 er valideringsfasen gjennomført.

3.4 KOSTNADSUTVIKLING FOR HAVBASERT VINDKRAFT

Investeringskostnaden for havbasert vindkraft avhenger blant annet av havdybde, teknologivalg og avstand fra land. Når kostnad per produserte kWh i levetiden beregnes, må det i tillegg blant annet gjøres forutsetninger om produksjonsforhold, økonomisk levetid og avkastningskrav. Disse forholdene gjør det vanskelig å komme med konkrete størrelser på hvor mye havbasert vindkraft koster.

I dette avsnittet sammenliknes kostnader ved land- og havbasert vindkraft, kostnadsutviklingen havbasert presenteres og investeringskostnadene i prosjekter deles opp.

3.4.1 KOSTNADER VED LANDBASERT OG HAVBASERT VINDKRAFT

Det er billigere å bygge vindkraft på land enn til havs. Tall fra Enova sin første utlysningsrunde for vindkraft i 2009 viser at de ni landbaserte prosjektene som søkte støtte opererte med investeringskostnader som varierte mellom 13 og 16 MNOK/MW [3]. Med søkernes estimater for investerings-, drifts- og vedlikeholdskostnader ga det produksjonskostnader i intervallet 55-73 øre/kWh.

I en studie utført for Department of Trade and Industry (DTI) i Storbritannia er kostnader for bunnfast havbasert vindkraft undersøkt [4]. Her kommer det frem at investeringskostnaden for dybder opp til 30 meter er i størrelsesorden 16-20 MNOK/MW. Produksjonskostnaden er beregnet til 95-120 øre/kWh. Studien indikerer et investeringsnivå i området 20-22 MNOK/MW for havbasert vindkraft på dybder inntil 30 meter i årene som kommer.

Ulike forutsetninger om spesielt dybde og avstand fra land gir ulike resultater i beregninger av kostnader for havbasert vindkraft. I regneeksemplene over er havbasert vindkraft minimum 70-80 prosent dyrere enn landbasert.

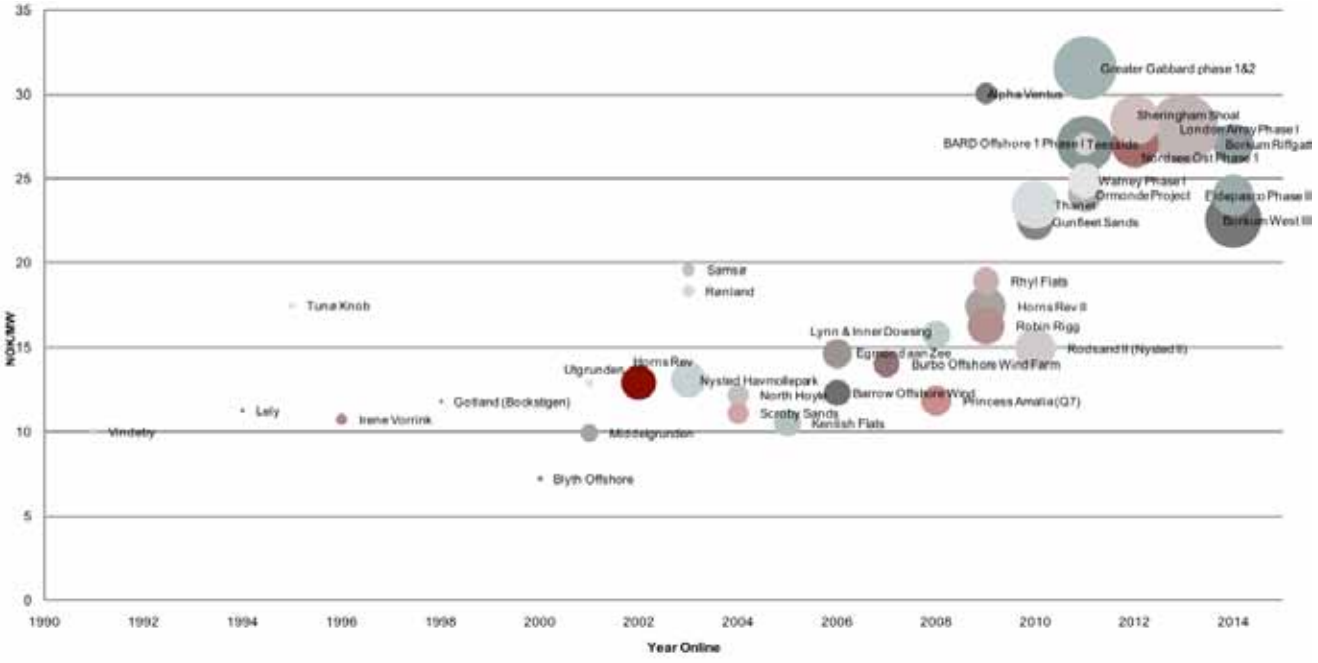
3.4.2 KOSTNADSUTVIKLING

Havbasert vindkraft er foreløpig en umoden teknologi. En kunne derfor vente seg synkende kostnader etter hvert som utbyggere fikk mer erfaring og teknologien utviklet seg. Imidlertid har ikke kostnadene sunket de siste årene, de har heller steget.

Figur 3-4 er hentet fra en rapport av Douglas-Westwood [2] og viser at de fleste prosjektene fra 1990 til 2008 hadde investeringskostnader i spennet 10-15 MNOK/MW. Fra omtrent 2008 og fremover har kostnadene steget, og de antas for nylige og kommende prosjekter å ligge i spennet fra 15-35 MNOK/MW. Økte investeringskostnader forklares i rapporten med høyere priser på innsatsfaktorer som stål og arbeidskraft på slutten av 2000-tallet. Et annet fordyrende element kan være at senere tids prosjekter er mer kompliserte ved at de er større og har mer krevende fysiske forhold (for eksempel større dybder og avstand til land) enn tidligere prosjekter.

I rapporten som figur 3-4 er hentet fra gjennomgås verdikjeden for leveranse av havbasert vindkraft, med tanke

FIGUR 3-4
Kostnadsutvikling for havvindkraft. Kostnadene er i MNOK/MW og størrelsen på boblene representerer installert effekt.
Kilde: Douglas-Westwood [2].



på mulige fremtidige kostnadsreduksjoner. Siden havbasert vindkraft foreløpig kun står for en liten av det totale vindkraftmarkedet, mener forfatterne at leverandørene i liten grad har spisset forskning, utvikling og produksjonskapasitet mot å levere billigst og best mulig tilpassede produkter havbasert. Frem mot 2030 mener rapportforfatterne investeringskostnadene kan være redusert, i beste fall halvert. Dette forutsetter imidlertid at omfattende tiltak settes inn for å effektivisere produksjonssystemer og teknologi, men det presiseres samtidig at en halvering av kostnadene innen 2030 er lite sannsynlig.

3.4.3 FORDELING AV KOSTNADER

Ved investering i et havbasert vindkraftverk kan kostnadsbildet deles i det som har med vindturbinen å gjøre og det som har med infrastruktur å gjøre. Den første kategorien inkluderer da fundament, tårn og turbin. I den andre kategorien ligger kabling internt i vindkraftverket, sjøkabel til land og trafostasjon.

To uavhengige gjennomganger av kostnader ved utbygging av havbasert vindkraft viser at den delen av vindkraftverket som har med produksjonsenheten å gjøre, står for ca. 80 prosent av investeringskostnaden, mens infrastrukturen utgjør ca. 20 prosent [2] [5].

De to gjennomgangene konkluderer med forskjellige totalkostnader for investeringen. Douglas-Westwood mener investeringskostnaden kan ligge på 26 MNOK/MW, mens Lyse operer med priser i spennet 33-66 MNOK/MW, avhengig av forutsetninger om dybde og teknologi.

Forskjellene i prisanslag mellom disse to rapportene og anslagene presentert over, viser hvor avhengig de er av hvilke forutsetninger som gjøres om blant annet dybde og avstand fra land. I Lyses eksempel med høyest kostnader forutsettes det bygging av vindkraftverk på 120 meters dyp, 160 km fra land. I rapporten fra Douglas-Westwood forutsettes det 20 meters dyp og en avstand fra land på 15 km. Kostnad for sjøkabel er inkludert i Douglas-Westwood-rapporten, men i Lyses mulighetsstudier er sjøkabel holdt utenfor regnestykket.

3.5 KRAFTOVERFØRING

I det påfølgende presenteres gjeldende teknologi for kraftoverføring til havs. Hvor mye kraft som kan overføres, og over hvor lange avstander, vil være med å avgjøre hvor store vindkraftverk det bør legges til rette for, og hvilke avstander fra tilknyttingspunkt på land som er mest hensiktsmessig.

Videre omtales tema rundt en mulig utvikling av et havbasert kraftnett mellom landene rundt Nordsjøen. Til slutt presenteres tekniske og økonomiske betraktninger rundt tilknytning av vindkraftverk til utvekslingskabler. De to siste avsnittene er tema som har betydning for havbaserte vindkraftverk i sørlige og midtre deler av (norske) Nordsjøen.

Innholdet i første og andre avsnitt er i hovedsak basert på [6].

3.5.1 GJELDENDE OVERFØRINGSTEKNOLOGI

Det er i dag tre systemalternativer for overføring av elektrisitet til havs, vekselstrøm (HVAC)[4], klassisk likestrøm (Line Commutated Converter HVDC) og likestrøm med spenningskildeomformer (HVDC VSC). Valg av løsning avhenger

FIGUR 3-5
Feda omformerstasjon for NorNed forbindelsen. Klassisk likestrøm, effekt 700 MW. (Foto: Statnett)

i hovedsak av bruksområde, ønsket overføringskapasitet og overføringsavstand.

Vekselstrømskabler er gunstigst for nærliggende områder, men er avhengig av at områdene som knyttes sammen har synkron frekvens. Dagens vekselstrømsløsninger muliggjør store effektoverføringer, selv over relativt store avstander. Imidlertid gjør tapskostnadene det mindre aktuelt å utnytte teknologien fullt ut.

Investeringskostnaden og de elektriske tapene for selve kabelen er lavere for likestrømsløsninger enn for vekselstrømsløsninger. Imidlertid er investeringskostnadene og de elektriske tapene for omformerstasjonene i begge endene av en likestrømsforbindelse høye. Tapene for klassisk HVDC ligger i dag på ca 0,75 prosent per stasjon, mens det for HVDC VSC ligger på ca 1,0-1,2 prosent per stasjon. Dette gjør likstrømsløsninger til en dyrere løsning inntil en viss distanse, den såkalte «break-even» distansen. For sjøkabler ligger denne distansen mellom 50 og 100 km avhengig av spenningsnivå og overføringskapasitet.

Klassisk likestrøm er en moden teknologi, og er per i dag billigere enn HVDC VSC. Den klassiske teknologien stiller derimot krav til kortslutningsytelse i vekselstrømssystemene en knytter seg til, samt at det kompenseres for reaktiv effekt i begge ender. Med HVDC VSC kan reaktiv effekt styres/kompenseres i omformeren. Videre er omformerstasjonene for HVDC VSC mindre plasskrevende enn ved klassisk likestrøm. I sum gjør dette HVDC VSC mer egnet for tilknytning av havbasert vindkraft til land enn klassisk likestrømsteknologi.

Figur 3-5 viser et typisk omformeranlegg for klassisk likestrøm. I mange tilfeller vil arealet som omformeranlegget beslaglegger halveres ved bruk av HVDC VSC [6].

Frem til nå har alle vindkraftverk til havs blitt knyttet til land ved hjelp av vekselstrømsteknologi. Disse kraftverkene er imidlertid lokalisert relativt nært land og/eller har forholdsvis lite installert effekt. For vekselstrømskabler med 132 kV spenning, som er det mest aktuelle spenningsnivået for å knytte havbasert vindkraftverk til land med vekselstrøm, kan det maksimalt overføres i overkant av 200 MW per kabelsett over en distanse på ca 100 km. Dette er hovedårsaken til at en i Danmark bestemte seg for å legge til rette for vindkraftverkenheter på 200 MW når det ble gjort en arealutvelgelse i myndighetsregi i 2007 [7]. Samme prinsipp legges delvis til grunn i direktoratgruppens arbeid i utvelgelse av arealer. For bunnfaste vindkraftverk nært land legger direktoratgruppen til grunn at arealene bør tilrettelegges for i størrelsesorden 200 MW installasjon.

For vindkraftverk som ligger lenger fra land vil HVDC VSC -teknologi trolig være den beste overføringsløsningen. For å redusere enhetskostnadene bør det for slike anlegg legges til rette for større vindkraftverk. Direktoratgruppen har derfor lagt til grunn at arealer som befinner seg i en avstand fra tilknyttingspunkt på land som overstiger ~50 km bør være så store at de kan være egnet for vindkraftverk i størrelsesorden 1000 MW.

HVDC VSC er en relativt ny teknologi, men er utprøvd blant annet for å knytte Troll A plattformen til land. I løpet av 2010 vil verdens første HVDC VSC kabel tilknyttet en vindkraftverk være i drift [8]. Kabelen, kalt BorWin 1, vil knytte vindkraftverket Bard offshore1 i Nordsjøen til land. Forbindelsen har en kapasitet på 400 MW og består av 125 km sjøkabel og 75 km landkabel med spennig ±150 kV DC. Investeringskostnaden for forbindelsen, inkludert prosjektering, er totalt 400 millioner euro.

Dagens HVDC VSC kabler bygges med en kapasitet på inntil 400-500 MW og med spenning opp til 500 kV med masseimpregnert kabel og 200 kV med ekstrudert kabel. Kabelleverandører har imidlertid utviklet og testet ekstrudert kabler for 300 kV, men det er ingen operasjonell erfaring for dette spenningsområdet så langt [6]. Med et slikt spenningsnivå vil det i følge ABB være mulig å overføre inntil 1100 MW

HVDC VSC omformeren holder DC-spenningen konstant uavhengig av effektretningen. Denne egenskapen forenkler og muliggjør systemer med flere stasjoner og tilkoblinger underveis på en forbindelse, såkalte multiterminalsystemer.

4. HVAC er en forkortelse for høyspent vekselstrøm (high voltage alternating current) og HVDC for høyspent likestrøm (high voltage direct current).

Et multiterminalsystem vil fungere slik at en terminal kontrollerer DC spenningen, mens de andre vil styre strømmen/effekten. Et slik system vil på sikt muliggjøre utviklingen av et masket havbasert nett. Imidlertid er det flere tekniske og regulatoriske utfordringer som må løses før en omfattende utbygging av slike terminaler kan starte. Eksempler på dette er:

> Standardisering av spenningsnivåer
> Selektiv feildetektering
> Hurtig bortkobling av feil (likestrømsbrytere)

En arbeidsgruppe i CIGRÉ[5] studerer «HVDC Grid Feasibility», og vil belyse de tekniske utfordringene som multiterminalsystemer står overfor. Den tekniske utviklingen innen likestrømbrytere og feildetekteringssystemer er imidlertid vanskelig å forutse ettersom den blant annet vil være avhengig av etterspørselen i markedet.

Med dagens teknologi vil én feil i et multiterminalsystem påvirke alle tilkoblede terminaler. Avhengig av krav til leveringskvalitet anslår Statnett at 3-4 terminaler med mulighet for tosidig innmating kan være et akseptabelt startpunkt for et multiterminalsystem [6].

3.5.2 UTVIKLING AV HAVBASERT «SUPER GRID»

Flere bransjeaktører ønsker et havbasert kraftnett mellom landene i Nordsjøen. Tanken bak et slikt nett er at det legger til rette for etablering av store vindkraftverk til havs, reduserer kostnadene ved elektrifisering av olje- og gassinnretninger, samt ivaretar et økende behov for kraftutveksling mellom landene. Nasjonale og europeiske mål om økt fornybarproduksjon ligger bak disse behovene ettersom vindkraft er et viktig ledd i flere lands strategi for å oppfylle EUs 2020 mål. Økt vindkraftproduksjon øker også behovet for sammenkobling av flere markeder slik at balansemulighetene i nettet også øker.

I kjølvannet av dette er det etablert en rekke initiativer til utredninger av muligheter og strategier for hvordan et slikt nett kan etableres (se kapittel 11 og 13).

Grunnlaget for utviklingen av et havbasert kraftnett forutsetter et økonomisk rasjonale i å gjøre denne type utbygging som et masket nett, i motsetning til radielle nasjonale tilknytninger. Lønnsomheten av et havbasert nett bestemmes i hovedsak av følgende nytte- og kostnadselementer:

> Betalingsvilje (nytte) for havbasert kraftproduksjon (+)
> Betalingsvilje (nytte) for havbasert elektrisitetsforbruk (+)
> Inntekt generert ved kraftutveksling, handel (+)
> Bedre forsyningssikkerhet (+)
> Kostnader havbasert nett (-)
> Kostnader i landnettet som følge av havbasert nett (-)

Ved utvikling av et havbasert kraftnett forutsettes det at kraften skal transporteres over så lange avstander at kun likestrøm (HVDC) er den aktuelle teknologien. Eksisterende utvekslingskabler med klassisk likestrømsteknologi (tre kabler til Danmark og én til Nederland) kan ikke innlemmes som del av et framtidig havbasert nett. Den nyere HVDC VSC teknologien er per i dag den eneste løsningen som vil kunne nyttes i et HVDC nett med flere tilknytningspunkter (multiterminalsystem).

I forbindelse med forskningsprosjektet OffshoreGrid er en rekke interessenter fra ulike europeiske land intervjuet om barrierer og drivere for havbasert nett [9]. Av disse intervjuene går det blant annet fram at det er få som tror på en storstilt utbygging av et havbasert nett i forkant av at produksjon og forbruk etableres. En mer sannsynlig utvikling er en trinnvis utbygging av punkt til punkt tilknytninger.

Skal en trinnvis utbygging bli vellykket bør de første trinnene designes og standardiseres, slik at det senere er mulig å knytte dem sammen. Samtidig bør en allerede nå prøve å finne kostnadseffektive, koordinerte løsninger for tilknytning av havbasert vindkraft og petroleumsinnretninger som alternativ til flere radialer.

Et mulig fremtidig kraftnett vil gradvis kunne utvikle seg fra ett av følgende alternativer:

1. Tilknytning av produksjon og eller forbruk til utvekslingskabler
2. Tilknytning mellom vindkraftverk i nasjonale sektorer og videre kobling mellom sektorer, spesielt i den sørligste delen av Nordsjøen

Statnett fremhever punkt 2 som den sannsynlige utvikling [6]. Dette betinger innledningsvis ikke store felles forpliktelser og investeringer, men kan ved tidlig koordinering mellom systemoperatørene tilrettelegge for fremtidige regionale nettstrukturer som på sikt kan være grunnlaget for større flernasjonale sammenkoblinger.

5. International Council on Large Electric Systems, en internasjonal ikke-statlig organisasjon som jobber med saker relatert til planlegging og drift av kraftsystemer, samt saker relatert til design, konstruksjon, vedlikehold og avhending av høyspenningskomponenter og anlegg.

Standardisering og koordinering må spesielt ivaretas på det tekniske området for å få dette til å fungere. Ved en utbygging med HVDC teknologi kreves det at spenningsnivået standardiseres. Her er det flere valg; 150 kV, ca 300 kV eller ca 500 kV. Dagens planer hos landene i sørligste del av Nordsjøen har 150 kV som standard, men noe lenger frem i tid vil sannsynligvis 320 kV være dominerende. Dette er foreslått for Doggerbank i engelsk sektor. De store utvekslingskablene fra Norge til UK og kontinentet planlegges med spenningsnivå på ca 500 kV. Dette for å redusere tap og øke kapasiteten.

For vindkraftverk mellom 200-1000 MW vil det å bygge ut med høyere spenning enn nødvendig øke utbyggingskostnadene vesentlig.

Dette vil trolig føre til at man får flere spenningsnivåer for havbasert HVDC nett, 150 kV i fase 1, 320 kV i fase 2 og mer enn 500 kV for det som eventuelt knyttes til de store og lange utvekslingskablene (1400 MW og 600 – 800 km i lengde). Disse ulike spenningsnivåene lar seg ikke koble sammen som et stort integrert HVDC-system.

Basert på normale konsesjonsprosesser, krevende tekniske og regulatoriske utfordringer vil det kanskje være mulig å utvikle et enklere masket nett i sørligste del av Nordsjøen innen 2020. Mest sannsynlig vil en først se en utvikling av et mulig større masket nett etter 2020.

3.5.3 TILKNYTNING AV VINDKRAFT TIL UTVEKSLINGSKABLER

I en innledende analyse utført av SINTEF Energi [10] er det sett på samfunnsøkonomien ved å knytte et vindkraftverk i sørlige Nordsjøen til en utvekslingskabel mellom Norge og Tyskland, kontra å ha en dedikert radiell forbindelse fra kraftverket til land i Norge. Ved å koble vindkraftverket til utenlandskabelen vil man kunne spare en del i nettinvesteringer. Samtidig kan en slik løsning medføre tap i handelsinntekter fordi vindkraftverk i sørlige Nordsjøen vil redusere muligheten til å importere fra Tyskland i perioder med lavere priser i Tyskland enn i Norge.

Den økonomiske vurderingen om man skal bygge det ene eller det andre alternativet beror i hovedsak på om den reduserte importkapasiteten man får ved å knytte vindkraftverket til utvekslingskabelen, oppveies av reduserte nettinvesteringer og lavere nettap. Tilknytning til utenlandskabelen forutsetter også et effektivt marked med kort tid til klarering i markedet slik at ledig kapasitet som ikke utnyttes av vindkraftverket blir tilgjengelig for handel.

Til analysene har SINTEF benyttet en egenutviklet kraftmarkedsmodell. Resultater av modellsimuleringene kan tyde på at løsningen med tilknytning til utenlandskabelen er å foretrekke, mens en vurdering av observerte prisforskjeller mellom Norge og Tyskland tyder på at løsningene kommer ut svært likt. Det er imidlertid flere faktorer som vil virke inn på konklusjonen. Å knytte vindkraftverket til en utenlandskabel er en utfordrende teknisk løsning, som enda ikke er realisert. Det er derfor knyttet stor usikkerhet til kostnadene ved en slik løsning. En annen faktor som vil ha stor innvirkning på konklusjonen er lokaliseringen av vindkraftverket. En lokalisering nærmere land vil favorisere alternativet med radiell tilknytning til land. Videre analyser for ulike tilknytningsløsninger for havbasert vindkraft vil blant annet bli gjort i forskningsprosjektene *Role of the North sea power transmission in realizing the 2020 renewable energy targets* og *OffshoreGrid*, se kapittel 11.2 og kapittel 11.3.3.

3.6 VINDKRAFT OG PETROLEUMSINNRETNINGENE

I Ot.prp. nr. 107 (2008-2009) er det lagt til grunn at det skal gjøres en vurdering av utbygging av vindkraft til havs i tilknytning til eksisterende og nye petroleumsinnretninger. I det påfølgende omtales først forhold som er av betydning for samhandling mellom vindkraft til havs og petroleumsinnretninger. Videre omtales et demonstrasjonsprosjekt hvor to vindturbiner er knyttet til petroleumsinnretningen Beatrice A på Beatrice-feltet utenfor østkysten av Skottland. Til slutt omtales to mulighetsstudier som beskriver elektrifisering av petroleumsinnretninger, og muligheter og begrensninger ved bruk av vindkraft som energikilde.

Gjennom eksport av olje og gass er Norge en stor energieksportør. Produksjon og transport av olje og gass krever i seg selv energi, tilsvarende om lag 1 prosent av den totale energimengden som hentes opp fra reservoarene.

Petroleumsvirksomhetens energibehov kan grovt sett deles i tre: behov for varme, behov for elektrisk kraft og behov for mekanisk kraft. Som regel dekkes varmebehovet av overskuddsvarme fra gassturbiner som lager elektrisk kraft eller som driver mekanisk utstyr. Elektrisk kraft hentes gjennom kabler fra land eller produseres med gassturbiner og generatorer.

Det totale forbruket av elektrisk og mekanisk energi produsert i gassturbiner på sokkelen er i dag rundt 15 TWh. Behovet forventes å være forholdsvis stabilt de neste årene. Det

er ca 170 gassturbiner på norsk sokkel med samlet installert effekt på ca 3000 MW. Dette innebærer at forbruket tilsvarer 60 prosent av installert effekt. Turbinene varierer i størrelse, de fleste er i størrelsesorden 20-30 MW. I tillegg blir det produsert om lag 5 TWh varmeenergi. Ved siden av turbinkraft hentes en økende kraftmengde fra nettet. Behovet for nettkraft forventes å øke fra eksisterende og vedtatte utbygginger med kraft fra land.

På grunn av varierende vindstyrke, gir ikke vindturbiner stabil nok kraftproduksjon, og kan derfor ikke direkte erstatte gassturbiner på petroleumsinnretningene. Petroleumsinnretningene har svært høye krav til driftsikkerhet, og er avhengig av stabil kraft. Skal vindkraft brukes til å drive en petroleumsinnretning, må det i tillegg være gassturbiner i drift på tilstrekkelig belastning for kontinuerlig å justere for variasjoner i vindkraftproduksjonen. Dette er en kostbar løsning siden det krever investeringer både i det opprinnelige kraftsystemet og i nye vindturbiner. Tiltakskostnaden blir høy på grunn av betydelige investeringer samt relativt liten reduksjon i CO2-utslipp som følge av at gassturbinene fremdeles må være i drift. Klimakur 2020 beregnet tiltakskostnaden for havbasert vindkraft til å ligge i størrelsesorden 3000 kroner pr. tonn redusert CO2-utslipp [11]. Det er om lag det dobbelte av det som i Klimakur 2020 ble beregnet å være nødvendig tiltakskostnad for å innfri Klimaforliket ved nasjonale utslippsreduserende tiltak.

Ved elektrifisering av petroleumsinnretninger legges det en kraftkabel fra land, og kraftkabelen øker rasjonaliteten for også å bygge ut vindkraft. Kraft fra land reduserer utslippene fra petroleumsvirksomheten havbasert, fordi kraft fra nettet erstatter gasskraft produsert havbasert. Dersom det bygges vindturbiner i nærheten av et elektrifisert felt, vil utslippene fra petroleumsvirksomheten forbli uendret. For elektrifiserte petroleumsinnretninger er derfor ikke vindkraft i tilknytning til innretningene et utslippsreduserende tiltak, men det kan gi økonomiske fordeler å dele på infrastrukturen. Kostnadsstrukturen for kabler er slik at det er økonomisk fordelaktig å legge én stor kabel som kan dekke flere behov framfor flere små. Dersom flere aktører skal dele på en kabel, vil det imidlertid oppstå en rekke kompliserende faktorer som må avklares, for eksempel ansvarsforhold, eierskapsforhold, kostnadsdeling og kostnader knyttet til risikominimering og konsekvenser av feil og avvik.

Havvind er en virksomhet som på kort sikt ikke er samfunnsøkonomisk lønnsom. I et lengre perspektiv kan virksomheten bli lønnsom, men kostnadene ved havvind vil ligge over kostnadene for vannkraft og vindkraft på land. Petroleumsvirksomheten har på den andre siden svært god inntjening. Konsekvensene for de to ulike næringene av en midlertidig nedstengning vil derfor være helt forskjellige, og behovet, betalingsvilligheten og betalingsdyktigheten for ulike investeringer vil være svært ulik.

I tråd med Stortingets vedtak stilles det i dag krav om at det for alle nye utbygginger skal det gjøres analyser for å vurdere kraft fra land. For eksempel har ombygging av innretningene på Valhall-feltet ført til at gassturbinene blir byttet ut med kraft fra nettet på land. Et eksempel på en ny utbygging er Goliat-feltet i Barentshavet, hvor en stor del av kraftbehovet skal dekkes med kraft fra land.

Det er om lag 80 funn på norsk sokkel som av ulike grunner ennå ikke er bygd ut, for eksempel størrelse og usikkerhet i ressursgrunnlag, avstand til infrastruktur og usikkerhet i gassavsetningsmulighet. Ulike utbyggingsløsninger velges, i Nordsjøen blir ofte små funn bygd ut med havbunnsbrønner knyttet til eksisterende infrastruktur. Det gjøres fremdeles mange funn, men de er jevnt over små. I mindre utforskede områder kan det imidlertid være mulig å gjøre store funn. Dette gjelder for eksempel på dypt vann i Norskehavet, i Barentshavet og i arealer som ikke er åpnet [12].

Vindkraft til havs kan produseres både fra bunnfaste- og flytende vindturbiner. Havdybde er en sentral faktor for hvilken type innretning som er relevant. Tabell 3-1 viser havdypet på sokkelen i nærheten av sentrale petroleumsområder.

TABELL 3-1

Havdybder i ulike områder på norsk sokkel hvor det er petroleumsinnretninger.

OMRÅDE MED EKSISTERENDE PETROLEUMSINNRETNINGER	HAVDYP (METER)
Sørlige Nordsjøen	70-80
Sleipnerområdet	80-110
Balderområdet	120-140
Tampen	130-340
Trollområdet	300-340
Osebergområdet	100-180
Haltenbanken	250-380
Barentshavet	360-420

Dagens teknologi gjør bunnfaste vindturbiner best egnet for havdyp under 50-100 meter, mens flytende innretninger er best dersom havdypet er større enn 100 meter. Tabell 3-1 viser at for bygging av vindturbiner i nærheten av eksisterende petroleumsinnretninger er flytende innretninger best egnet, med unntak av i de sørligste områder av Nordsjøen.

3.6.2 DEMONSTRASJONSPROSJEKTET BEATRICE

To 5 MW vindturbiner ble i 2006 og 2007 knyttet til petroleumsinnretningen Beatrice A på Beatrice- feltet utenfor østkysten av Skottland. Dette er per 2010 de eneste vindturbinene som har vært knyttet til petroleumsinnretninger. Petroleumsinnretningene på Beatrice-feltet har vært forsynt med strøm fra land siden 1986 og derfor gir ikke prosjektet på Beatrice erfaring med samspillet mellom vindturbiner og gassturbiner. Prosjektet har imidlertid gitt erfaringer med installasjon og drift av vindturbiner offshore [13].

Installeringen av vindturbinene var et demonstrasjonsprosjekt, finansiert blant annet fra EUs 6. rammeprogram, UK DTI og Scottish Executive, Talisman Energy (UK) og Scottish & Southern Energy (SSE). Dette demonstrasjonsprosjektet var en del av et større forsknings- og teknologiutviklingsprosjekt kalt DOWNVInD (Distant Offshore Windfarms with No Visual Impact in Deepwater). Målet for prosjektet var å utvikle teknologier, teknikker og prosesser for kostnadseffektiv installasjon og drift av vindturbiner med stor kapasitet havbasert på dypt vann. Havdybden i området er 40-50 meter. Hensikten var at vindturbinene skulle opereres i fem år og være integrert i plattformens energitilførsel. Prosjektet ble avsluttet i 2009.

Prosjektet satte i sin tid tre verdensrekorder; turbinene var på den tiden verdens største installerte vindturbiner, de utførte verdens første løft og installasjon av en komplett vindturbin havbasert, og 42 meter var det største havdypet det noensinne var installert en vindturbin på.

3.6.3 MULIGHETSSTUDIER

Det er utgitt flere rapporter de senere årene som beskriver elektrifisering av petroleumsinnretninger og muligheter, og begrensninger ved bruk av vindkraft som energikilde. Blant annet utarbeidet Lyse Produksjon AS i 2009 en mulighetsstudie [14] med utgangspunkt i olje- og gassfelt i sørlige Nordsjøen og SINTEF Energi AS beskrev i august 2010 muligheter for havbasert vindkraft og elektrifisering i nordlige Nordsjøen [15]. I det følgende beskrives hovedkonklusjonene fra de to studiene.

3.6.3.1 Konklusjoner fra Lyse Produksjon AS ([14], [5])

I Lyses studie ble det gjort tekniske og økonomiske vurderinger av forskjellige topologier, blant annet en topologi hvor vindturbinene lokalt ble tilknyttet hver enkelt petroleumsinnretning uten overføring til landnettet. En forutsetning for denne topologien var at gassturbinene alltid kjørte med en belastning større enn 40 prosent for å kunne dekke kraftbehovet i periodene med utilstrekkelig vind. Andre topologier som ble vurdert var å ha et sentralt vindkraftverk og kabel mellom innretningene og samme løsning med kabel til land. I tillegg til vurdering av tekniske og økonomiske parametre, ble det vurdert om og hvor stor utslippsreduserende effekt topologiene hadde. Rapporten er underlagsmateriale for Klimakur2020. Hovedkonklusjonen fra studien er at vindkraft knyttet til petroleumsinnretninger er teknisk gjennomførbart og interessant fra et teknologiutviklingsperspektiv, men at utbygging av vindkraftverk til havs er kostbart og trenger støtte i form av subsidier etc. I rapporten legges det vekt på at nærheten til kompetent personell som kan drive med daglig vedlikehold og tilsyn av vindturbinene kan være en fordel med å knytte vindturbiner opp mot petroleumsinnretninger.

Det er våren 2010 gjort en oppdatering av mulighetsstudien for å vurdere om det er vesentlige endringer i kostnader, teknologi eller rammebetingelser siden forrige rapport [5]. Oppdaterte kostnader avviker ikke vesentlig fra opprinnelig studie. Det som er nytt knytter seg hovedsakelig til virkninger for teknologi- og kostnadsutvikling av de omfattende utbyggingsplanene utenfor Storbritannia, se også kapittel 12. Det er også gjort en oppdatering av kostnader for vindturbiner på ulike havdyp og laget en områdeoversikt som viser samvariasjon i vindstyrke i ulike deler av Nordsjøen.

3.6.3.2 Konklusjoner fra SINTEF AS [15]

I rapporten fra SINTEF vurderes også ulike løsninger, og det konkluderes med at for utbygging av mindre havbaserte vindkraftverk kan det være aktuelt med oppkopling mot petroleumsinnretningens lokale kraftgenerering hvor gassturbiner tar grunnlasten. Rapporten omhandler mulige prosjekter med utgangspunkt i Sogn og Fjordane.

Både Lyses og SINTEFs mulighetsstudier viser at vindturbiner knyttet inn mot petroleumsinnretninger og kraftkabler til/fra land kan være en bedre løsning enn selvstendige kraftsystemer offshore. Gjennom en kraftkabel vil nettet på land og

ikke gassturbiner benyttes til å justere kraftmengden. Dersom kraftkabler legges for å levere kraft til petroleumsinnretninger, kan det med en koblingsstasjon kunne legges til rette for innfasing av vindkraft. Petroleumsvirksomheten og vindkraftproduksjon til havs kan tenkes å bruke felles infrastruktur. Det vil være kraftkabelen til land og ikke vindturbinene havbasert som vil bidra til å redusere utslippene fra petroleumsvirksomheten.

3.7 KRAFTSYSTEMMESSIGE VURDERINGER

Dersom det skal etableres vindkraft til havs i Norge, må det finnes et marked/betalingsvilje for denne kraften. En kan se for seg ulike måter å innpasse havbasert vindkraft i kraftsystemet, og de forskjellige løsningene vil ut fra en teknisk- og kraftsystemmessig vurdering kunne gi forskjellige arealer som bør vurderes for utbygging.

Uansett hva som utløser utbygging av vindkraft til havs, vil mengden som knyttes til det norske kraftsystemet begrenses av hva systemet i Norge kan tåle av uregulert kraft. Hvor mye som kan knyttes til vil blant annet være avhengig av utvekslingsmulighetene med utlandet, forbruksutviklingen av elektrisitet, nettutvikling og utvikling i produksjonssystemet, herunder magasinkapasitet, effektutvidelser i vannkraftsystemet, pumpekapasitet og utbygging av ny produksjon forøvrig. Utviklingen i disse faktorene er usikker. Et anslag på hvor mye ny uregulert havbasert vindkraftproduksjon en vil kunne knytte til det norske kraftsystemet innen de nærmeste 10-20 år er derfor også usikkert.

Direktoratgruppen har derfor valgt å utpeke ulike typer områder i forhold til innpassing i kraftsystemet. Dette for å kunne ha arealer som er fleksible i forhold til ulike utviklinger av kraftsystemet. Antallet områder (og størrelsen på disse) gir derfor et totalareal hvor det potensielt kan bygges mer vindkraft enn det direktoratgruppen anser som realistisk å bygge.

For å redusere enhetskostnaden for havbasert vindkraft, bør det legges til rette for store kraftverk. Direktoratgruppen har derfor lagt til grunn at arealer som befinner seg i en avstand fra tilknyttingspunkt på land som overstiger ~50 km bør være så store at de kan være egnet for vindkraftverk i størrelsesorden 1000 MW. Direktoratgruppen har i den sammenheng sett på to ulike typer områder som kan muliggjøre innfasing av store vindkraftverk til havs. De to ulike typene oppfyller på hver sin måte innfasing i kraftsystemet uten for store investeringer i kraftnettet på land. I tillegg har direktoratgruppen sett på en type områder som muliggjør etablering av mindre vindkraftverk nært land, og som kan tilknyttes direkte til regionalnettet. De tre typer områder omtales under. Et utredningsområde for havbasert vindkraft bør oppfylle de kraftsystemmessige hensyn som definerer ett eller flere av de tre områdetypene.

1. Vindkraftområder i tilknytning til store magasinkraftverk

Lokalisering av vindkraftverk i nærheten av eksisterende regulerbar vannkraft kan åpne for å knytte større havbaserte vindkraftverk (~1000 MW) til det norske kraftsystemet. Dette kan åpne for samspill mellom vind- og vannkraftproduksjon der vannkraftverket reduserer produksjonen i perioder med mye vind, og i stedet produserer mer i perioder med lite vind. Et slikt samspill vil kunne føre til en høyere utnyttelse av det eksisterende overføringsnettet, og redusere behovet for nettforsterkninger ved integrasjon av vindkraften.

For å unngå at man kommer i situasjoner der produksjonen fra vann- og vindkraftverket til sammen overstiger overføringskapasiteten i nettet, bør man forsikre seg om at vannkraftprodusenten har tilstrekkelige insentiver til å magasinere vannet i perioder med mye vind, og heller produserer i perioder når det blåser mindre.

De fleste landene rundt Nordsjøen har allerede i dag bygd ut mye vindkraft, og det planlegges videre utbygging (se kapittel 12.3). Store deler av denne vindkraften ligger i områder med høyt korrelerte vindregimer. Det innebærer høy sannsynlighet for samvariasjon i produksjonen mellom de ulike vindkraftverkene i områdene rundt tilknytningspunktene for utvekslingskabler fra Norge. I perioder med mye vind kan en derfor oppleve et overskudd av kraft og svært lave priser i disse landene. I slike perioder vil det normalt være gunstig for Norge å importere kraft samtidig som vannkraftproduksjonen reduseres. Likeledes vil en i perioder med lite vind i disse områdene kunne få et underskudd på kraft og tilhørende høye priser. I disse periodene vil det være lønnsomt å eksportere norsk kraft. Økt utvekslingskapasitet vil i denne sammenheng kunne være gunstig for å utnytte strukturelle forskjeller mellom norsk regulerbar kraftproduksjon og den økende andel ikke-regulerbar produksjon i «vindkraftbeltet» i Nord-Europa.

I sørlige deler av norske havområder finnes det vindforhold som er korrelert med områder rundt Nordsjøen hvor det allerede er bygd eller vil bli bygd ut mye vindkraft. Norsk vindkraftutbygging i disse områdene kan derfor få

produksjonsprofiler som likner «vindkraftbeltets» profil. Dette kan tale for at det, ut i fra markedsmessige forhold, er mer gunstig å lokalisere norsk vindkraft lenger nord hvor korrelasjonen med «vindkraftbeltet» rundt Nordsjøen er lavere. Studier fra Kjeller vindteknikk viser at en må nord for Stadt for å finne et vindregime som er lavt korrelert med vindregimet i nordsjøområdet (se kapittel 3.1).

Ved å lokalisere vindkraftverket i områder hvor produksjonen vil være lavt korrelert med andre vindkraftverk i og rundt Nordsjøen, vil tilknytningen få lavere innvirkning på Norges mulighet til å selge balansetjenester til «vindkraftbeltet» rundt Nordsjøen.

Med bakgrunn i dette bør større vindkraftverk lokaliseres nær regulerbar vannkraft og gjerne nord for Stadt.

2. Vindkraftområder som muliggjør direkte eksport til Nord-Europa

Selv om hydrologiske tørrår kan gi underskudd i kraftbalansen, er Norge er i dag i energimessig balanse i normalår. Prognoser tyder på at dette vil være situasjonen i Norge i årene fremover. Det betyr at ny produksjon i Norge som overstiger innenlands forbruksvekst vil føre til netto eksport til utlandet i hydrologiske normalår. Markedet for ny kraft i Norge vil derfor være øvrige deler av Nord-Europa. Prinsipielt vil det være en fordel å lokalisere nytt forbruk nærmest mulig markedet for å spare investeringer i nett og redusere overføringstapene. I et scenario hvor resten av Europa ønsker å importere energi fra Norge (ikke bare balansetjenester), vil det derfor kunne være en fordel å lokalisere vindkraftverk i havområder nærmest mulig kontinentet og Storbritannia, dvs. sørlige og midtre deler av (norske) Nordsjøen. Det er i hovedsak tre måter å knytte et slikt vindkraftverk til kraftsystemet. Det ene er å levere kraften til land med en radiell tilknytting enten til Norge eller direkte til et av de andre landene rundt Nordsjøen, for eksempel Tyskland. Slik det går fram av kapittel 12.2 har Tyskland et relativt høyt støttenivå til havbasert vindkraft. Det er imidlertid uklart om et vindkraftverk som er bygd i norske havområder, og knyttet direkte til Tyskland, vil kunne motta tysk støtte. Juridiske avklaringer rundt dagens lovverk vil derfor kunne være nødvendig før en slik løsning blir aktuell. En tredje løsning for nettilknytning av vindkraftverk i denne regionen kan være å knytte det til en utvekslingsforbindelse mellom Norge og resten av Nord-Europa. Tekniske og økonomiske betraktninger rundt dette er presentert i kapittel 3.5.

3. Vindkraftområder som muliggjør sikring av regional (nasjonal) energibalanse

Selv om man ser det som sannsynlig at Norge vil være i energimessig balanse i et normalår også i framtiden, kan det være områder i Norge hvor det med fordel kan bygges ny kraft for å sørge for at en også unngår regionale underskudd på energi. I dag er Midt-Norge et eksempel på et slikt område ved at det er underskudd på kraft. Hvor underskuddsområder oppstår i framtiden avhenger av utviklingen i forbruk og øvrig produksjon, men mulige områder er Stavangerområdet, Bergensområdet, Midt-Norge (Møre og Sør-Trøndelag), samt aktuelle petroleumsområder i Nord-Norge. Underskuddene vil sannsynligvis ikke bli så store at det kan forsvares utbygging av store havbaserte vindkrafverk (~1000 MW), men det vil åpne for tilknytning av mindre og mellomstore vindkraftverk (<200 MW). Denne nye produksjonen vil også styrke den nasjonale energibalansen i tørrår.

3.8 FORHOLD SOM PÅVIRKER AREALVALG

I dette kapittelet er ulike teknisk- økonomiske forhold som er av betydning for planlegging og etablering av vindkraftverk til havs presentert. Alle forholdene som er omtalt er i prinsippet viktig for lokalisering av egnede arealer for havbasert vindkraft. Enkelte forhold har vist seg å være viktigere enn andre når man skal finne utredningsområder for havbasert vindkraft i norske farvann.

I denne sammenhengen er havdyp en av de viktigste parameterne. Dybde er en vesentlig kostnadsdriver i fundamentering av bunnfast vindkraft. Utenfor kysten av Norge blir det de fleste steder raskt dypt, derfor er det begrenset med arealer som er tilgjengelig. Når miljø- og arealbruksinteresser i tillegg skal tas hensyn til er det kun en liten del av de totale områdene som kan være egnet. Direktoratgruppen har i sitt arbeid vurdert dybder ned til 70 meter som aktuelle for bunnfast vindkraft.

Når det gjelder flytende turbiner står man friere med tanke på havdybder enn ved bunnfaste turbiner. Havdybde anses i hovedsak å være et kostnadsspørsmål. For utredningsområder som er egnet for flytende vindturbiner er avstand til land og tilknytningspunkt i kraftnettet på land viktige parametere.

Kraftsystemmessige forhold har også spilt en viktig rolle for utvelgelsen av arealer. Det er identifisert tre typer områder som tar hensyn til ulike utviklinger av kraftsystemet.

1. Vindkraftområder i tilknytning til store magasinkraftverk
2. Vindkraftområder som muliggjør direkte eksport til Nord-Europa
3. Vindkraftområder som muliggjør sikring av regional (nasjonal) energibalanse

Et utredningsområde for havbasert vindkraft bør oppfylle de kraftsystemmessige hensyn som definerer ett eller flere av de tre områdetypene.

Vindressursen og beregnet antall fullproduksjonstimer er viktige parametere i planleggingen av et vindkraftverk, men likevel i liten grad hensyntatt i gruppens vurderinger. Årsaken til dette er at det i alle aktuelle områder er det relativt gunstige vindforhold, og et vindkraftverk kan forventes å oppnå høy brukstid. I sørlige deler av havområdene er beregnet brukstid høyere enn nord for Stadt, men i disse områdene vil et vindkraftverk også produsere mer i takt med britiske, danske og tyske vindkraftverk. Nord for Stadt kan dette unngås, men brukstiden her er lavere flere steder. Dermed er det både fordeler og ulemper ved å velge ut områder sør og nord for Stadt.

Ising og bølgehøyde er i liten grad vektlagt i arbeidet som har bunnet ut i utredningsområdene. Ising anses å være et marginalt problem i norske havområder. Bølgehøyde vil være en utfordring alle steder hvor det også er gunstige vindforhold. Utvikling av teknologi som øker tilgjengeligheten for vedlikehold på vindkraftverk i områder hvor bølgene er høyere enn dagens grense på 1,5 meter forbedres stadig, og teknologien antas å være tilgjengelig innen havbasert vindkraft realiseres i større skala i Norge.

Samhandling mellom petroleumsinnretninger og vindkraft kan være mulig med tanke på deling av infrastruktur, i hovedsak tilknytting til kraftnettet på land. Det er usikkerhet knyttet til dette og forholdet er derfor ikke vektlagt i utvelgelsen av utredningsområder for havbasert vindkraft. Videre utredninger kan klargjøre om noen av utredningsområdene er egnet for samhandling mellom petroleumsinnretninger og vindkraft.

4 AREALBRUKS- OG MILJØINTERESSER

I dette kapitlet gjennomgås arealbruks- og miljøinteresser som kan tenkes å bli berørt av utbygginger av vindkraftverk. Interessene er i hovedsak presentert slik at ressursen først beskrives, så omtales mulige virkninger på ressursen av vindkraft. Først omtales miljøinteressene, det vil si særlig verdifulle områder (SVO), marine verneområder, fugl, fisk og sjøpattedyr. Deretter omtales andre arealbruks-, samfunns- og næringsinteresser.

4.1 NATURMANGFOLD OG VERNEDE OMRÅDER

I dette avsnittet omtales særlige verdifulle områder (SVO), marin verneplan, sjøfugl, havørn, hubro og vadere, fisk, sjøpattedyr og bunnsamfunn. Mulige virkninger av vindkraft for fugl og fisk omtales også.

4.1.1 SÆRLIG VERDIFULLE OMRÅDER (SVO)

I forvaltningsplanene for havområdene Barentshavet (St.meld. nr. 8 (2005 – 2006)) og Norskehavet (St.meld. nr.37 (2008 – 2009)) er det definert særlig verdifulle områder. Disse områdene er inngått som en del av datagrunnlaget i utvelgelsen av utredningsområder for havbasert vindkraft. Direktoratgruppen har også innlemmet særlige verdifulle områder fra det pågående arbeidet med forvaltningsplan for Nordsjøen. Et særlig verdifullt område er et geografisk avgrenset område som inneholder en eller flere særlig betydelige forekomster av naturressurser, verdisatt etter andel av internasjonal, nasjonal og regional bestand, bestandsstatus og rødlistestatus. Særlig verdifulle områder kjennetegnes av en rekke faktorer som definerer områdets verdi ut fra biologiske kriterier. I forvaltningsplanene er det valgt å benytte to utvalgskriterier; viktighet for biologisk mangfold og viktighet for biologisk produksjon. I det marine miljø finnes slike områder ofte der det er spesielle oseanografiske eller topografiske forhold. Ved å identifisere disse spesielle områdene kan områder med et spesielt rikt/unikt dyre- og planteliv beskrives. I tillegg tar marine organismer i bruk forskjellige habitater i ulike deler av sine livsforløp. Slike områder omfatter for eksempel gyte- og oppvekstområder, og er ikke alltid knyttet til en spesiell oseanografi eller topografi. Derfor blir områder som er viktige på ulike stadier i livshistorien for marine organismer identifisert separat. Noen ganger behandles enkelte av disse livshistorisk viktige områdene samlet, andre ganger hver for seg. Følgende inndeling er fulgt:

1. Oseanografiske/topografiske spesielle områder
2. Livshistorisk viktige områder

4.1.1.1 Oseanografiske/topografiske spesielle områder

Frontsystemer (iskant, polarfront, kant av kontinentalskråning)

I disse områdene frigjøres eller bringes næringsstoffer opp til den produktive, øvre delen av vannsøylen og danner grunnlaget for høy primærproduksjon, som igjen danner føde for beitere og predatorer høyere opp i næringskjeden slik som dyreplankton, pelagisk fisk, sjøfugl og sjøpattedyr.

Strømsterke områder (topografiske forhold slik som dyphavsrenner, skråninger med mer)

Biomassen av bunnfaunaen i slike områder kan være høy da strømmen bringer med seg næring og bytte. Spesielt filterfødende organismer som koraller, svamper og skjell har nytte av dette. De store undervannskorallrevene som er identifisert i de seneste ti årene har alle vært lokalisert i områder med god gjennomstrømming, og det kan forventes at flere blir funnet i slike områder når større deler av havbunnen blir kartlagt.

Retensjonsområder

Strømvirvler over banker skaper områder der vannmassene oppholder seg over lenger tid. Slike områder fungerer som samlingsplasser for drivende egg, larver og yngel.

Fjæresonen

Området nær kysten preges av stor tang- og tarerikdom, et habitat som er viktig for mange arter og som er et skjul for yngel, larver og ungfisk.

4.1.1.2 Livshistorisk viktige områder

Gyte-/føde-/hekkeområder

De fleste artene av større organismer vandrer over store områder, men samles årlig i spesielle områder for å reprodusere. Under reproduksjon er store deler av bestanden samlet på et lite geografisk område, noe som øker sårbarheten for påvirkning i denne perioden.

Oppvekstområder og driftsbaner

Egg, yngel og larver av mange marine arter er pelagiske og driver med strømmene til de bunnslår seg eller får mulighet for egen bevegelse. Siden reproduksjonsområdene ofte er begrensede lokaliteter vil oppvekstområdene og driftsbanene følge samme årvisse mønster. Andre arter svømmer og driver i ungeperioden til mer eller mindre vel definerte oppvekstområder.

Beiteområder
Hoveddelen av livet til en organisme går med til vekst, og de trekker da til beiteområder. De fleste artene beiter spredt utover store områder, men noen holder seg til begrensede beiteområder.

Overvintringsområder
Sesongstyrte vandringer er typisk for mange arter. Flere arter tar til seg lite føde om vinteren og vandrer ut av området, eller samler seg i begrensede overvintringsområder. I overvintringsområdene vil store deler av bestanden være samlet, og dermed spesielt sårbare for påvirkning. Andre arter bruker store deler av havet, og streifer vidt.

Myteområder/hårfellingsområder
De fleste sjøfuglarter skifter fjærdrakt en gang i året, og dette skjer gjerne i bestemte områder. I denne perioden mister sjøfuglene ofte flygeevnen. Dette, i tillegg til at de er konsentrert i et lite område, øker sårbarheten betraktelig. Tilsvarende har sel en hårfellingsperiode som varierer mellom artene, hvor det kreves spesielle hensyn.

4.1.2 MARIN VERNEPLAN

Formålet med nasjonal marin verneplan er å beskytte et representativt utvalg av havområdene ved kysten, og sikre mangfoldet av arter og naturtyper.

Arbeidet med marin verneplan er en oppfølging av St.meld. nr. 43 (1998-99) Vern og bruk i kystsona (kystmeldingen). Direktoratet for naturforvaltning (DN) har ansvaret for planen sentralt, i samarbeid med en direktoratgruppe bestående av representanter fra Fiskeridirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat, Kystverket, Oljedirektoratet, Riksantikvaren og Forsvarsbygg samt fylkeskommunene v/ Hordaland fylkeskommune. Fylkesmennene og regionkontorene til Fiskeridirektoratet har ansvaret lokalt og regionalt.

I mai 2001 ble det opprettet et rådgivende utvalg ledet av Havforskningsinstituttet med representanter fra statlige myndigheter og interesseorganisasjoner. Utvalget har kommet med forslag til hvilke områder som bør inngå i verneplanen. Arbeidet har vært basert på eksisterende kunnskap, og føringer i kystmeldingen. Utvalget har i alt vurdert 49 områder og anbefalt 36 av disse tatt med i fase 1 av marin verneplan. De 36 områdene står oppført på Liste A. I tillegg har utvalget anbefalt to områder som mulige alternativer til to av områdene på Liste A. Disse står oppført på Liste B. Utvalgets Liste C er todelt. Den ene delen består av områder som blir anbefalt vurdert for en fremtidig fase 2 av marin verneplan, og den andre delen består av områder som blir anbefalt å ikke inngå i det videre arbeidet med planen.

De foreslåtte verneområdene i planen skal fange opp variasjonsbredden i norsk natur. De er delt inn i kategoriene poller, strømrike lokaliteter, spesielle gruntvannsområder, fjorder, åpne kystområder og områder som strekker seg fra kysten og utover i havet (transekter) og sokkelområder.

Det ble i september 2009 meldt oppstart for 17 av de 36 områdene i fase 1 av marin verneplan. Planforslag med konsekvensutredninger for aktuelle områder planlegges sendt ut på en bred offentlig høring lokalt, regionalt og sentralt i løpet av 2010. Oppstartsmelding for resterende områder i fase 1 planlegges utsendt i løpet av 2010. Direktoratet for naturforvaltning, i samarbeid med direktoratgruppen, vil sende en anbefaling til Miljøverndepartementet. Endelig vedtak om marin verneplan blir tatt av Kongen i statsråd.

4.1.3 SJØFUGL, HAVØRN, HUBRO OG VADERE

Teksten i dette avsnittet er basert på NINA Rapport 616 *«Offshore vindenergianlegg og sjøfugl – En oppdatering av screening av potensielle konfliktområder på nasjonal skala»* [16]. I rapporten er eksisterende data på sjøfugl, havørn og hubro analysert. Det er i tillegg gjort en vurdering av ulike sjøfuglområder sin sårbarhet for etablering av havbasert vindkraft.

4.1.3.1 Forekomst og utbredelse

Området for NINAs vurderinger er hele den norske fastlandskyst og inkluderer viktige områder for noen av de største sjøfuglforekomstene i nordøst-Atlanteren. Utredningsområdet for myte- og rasteområder samt utbredelse av hubro og havørn er begrenset til å omfatte Nordsjøen og Norskehavet. Sjøfugler er arter som helt eller delvis er avhengige av havet for å skaffe seg næring. De mest typiske sjøfuglene (havhest, havsule, skarver, flere måkefugler, enkelte andefugler og alle alkefugler) tilbringer mesteparten av sin tid på havet, og henter i tillegg all sin næring der. Disse artene kommer bare til land for å hekke, og de finnes ofte i store kolonier bestående av flere sjøfuglarter. Andre fuglearter er kun avhengige av havet i kortere eller lengre perioder under myting (fjærfelling) og/eller overvintring.

Dette gjelder for eksempel lommer, lappedykkere, mange andefugler og enkelte måkefugler.

Sjøfuglene lever i et ustabilt miljø, der næringen ofte er en begrensende faktor for et vellykket hekkeresultat. Dette reflekteres i deres reproduktive (hekke-) strategi. Gjennomgående karakteriseres de typiske sjøfuglartene ved sen kjønnsmodning, høy levealder og lav reproduktiv kapasitet. Flere sjøfugler blir først kjønnsmodne i 5-10-årsalderen, og legger kun ett egg i året. Dette er en god tilpasning i et miljø som er så variabelt at vellykket reproduksjonen ikke kan forventes hvert år. Det forutsetter imidlertid at de voksne har vilkår for å overleve tilstrekkelig lenge. En eller flere sesonger med mislykket reproduksjon har isolert sett ikke nødvendigvis vesentlig bestandsmessig betydning. Faktorer som påvirker dødelighet eller infertilitet hos voksne individer kan gi store utslag, og økt dødelighet blant voksne individer kan derfor medføre vesentlige virkninger for en bestand. En slik reproduktiv strategi gjør også at flere sjøfuglarter (for eksempel alle alkefugler med unntak av teist) ikke kan tilpasse kullstørrelsen i forhold til fødetilgang, hvilket medfører at det vil ta lenger tid for en populasjon å ta seg opp igjen etter en kraftig reduksjon.

Sjøfuglenes utbredelse er i hovedsak styrt av klimatiske, oseanografiske og biologiske forhold. Der strømmer med forskjellig saltholdighet møtes, dannes frontsystemer som er viktige beiteområder for sjøfugl, og fordelingen av vannmasser og frontenes beliggenhet gjenspeiles også i utbredelsesmønstrene til de ulike sjøfuglartene. For eksempel ligger flere av de største hekkekoloniene for sjøfugl i nærheten av områder der de forskjellige strømmene danner virvler eller retensjonsområder (for eksempel utenfor midt-Norge, Lofoten og Vesterålen), eller der det er kort avstand til sokkelområdene der frontsystemene er særlig aktive.

Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet har flere funksjoner for sjøfugl i Nordatlanteren. I hekkesesongen beiter sjøfuglene i produktive områder langs kysten, det er flere bestander som overvintrer her og det er sjøfugler som trekker i og gjennom på vei til og fra hekkeområder og pelagiske[1] arter som oppholder seg der store deler av året. I hekketiden er omkring 2,9 millioner par sjøfugl knyttet til havområdene.

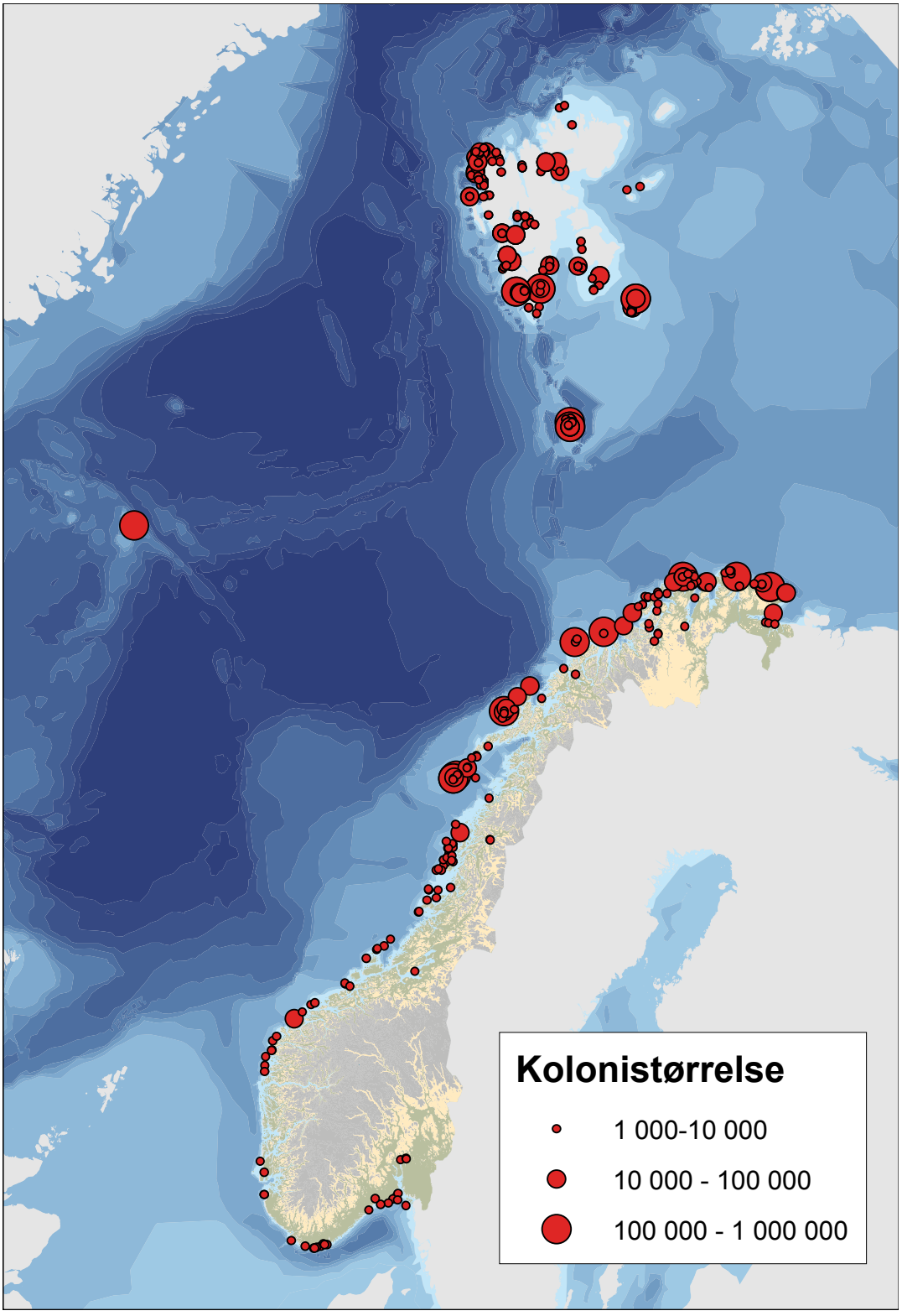
Flere sjøfuglarter hekker i kolonier. De fleste pelagisk beitende artene opptrer i store kolonier, mens de mer kystbundne artene gjerne opptrer i mindre kolonier. De største koloniene i Norge finnes fra Lofoten og nordover samt på Svalbard, og inkluderer koloniene ved Bleiksøy, Sør- og Nord-Fugløy, Hjelmsøy, Gjesværstappen, Syltefjord og Hornøya/Reinøya (Figur 4-1). De viktigste sjøfuglkoloniene i Nordsjøen og Norskehavet er Runde og Røst. I tillegg finnes en rekke mindre kolonier, f.eks. i Raune (Vest-Agder), i Rogaland, i Sogn og Fjordane, i Froan (Frøya), Sklinna, Lovund, flere øyvær på Helgelandskysten, Sør-Fugløy og i Vesterålen.

Det er store sesongmessige forskjeller i utbredelsen av sjøfugl langs norskekysten. Vinterstid er de viktigste artene og artsgruppene som overvintrer relativt stasjonært langs fastlandskysten dominert av lommer, dykkere, skarver, marine dykkender (ærfugl, praktærfugl, havelle, sjøorre og siland) og måker. For de pelagiske artene antas utbredelsen vinterstid å være svært dynamisk, og avhenger av byttedyrenes utbredelse. Vår- og høstbestandene utgjøres i hovedsak av fugl på trekk tilbake til hekkeområdene, eller av bestander som overvintrer i området. Dette gjelder blant annet store konsentrasjoner av arktiske gjess (kortnebbgås, hvitkinngås). Sommerbestandene utgjøres i hovedsak av de hekkende bestandene som nevnt over, i tillegg til ikke-kjønnsmodne fugler og individer som av ulike grunner ikke har gått til hekking. I hekketiden beiter fuglene ved kysten og i havområdene som grenser opp til koloniene. Utover høsten skjer det både nordlige og sørvestlige forflytninger av sjøfuglbestandene. Lomvi, polarlomvi og alke gjennomfører svømmetrekk etter endt hekking, hvor en av foreldrene (oftest hannen) svømmer vekk fra kolonien med den ennå ikke flygedyktige ungen.

Sjøfuglbestandene i utredningsområdet er i stor grad et resultat av høy primær- og sekundærproduksjon av plante- og dyreplankton, bunndyr og store bestander av små, pelagiske fiskearter. Sjøfuglenes næringsvalg omfatter et vidt spekter av arter, og variasjonen kan være stor både gjennom året, mellom år og mellom regioner. Krepsdyr, lodde, sild, brisling, tobis og unge årsklasser av torskefisk (sei, torsk og hyse) og makrell er gjennomgående svært viktige nærings¬emner for flere arter.

1. Pelagiske fuglearter lever i de frie vannmasser i havet eller innsjøer.

FIGUR 4-1
Kart som viser sjøfuglkolonier langs kysten av Skagerrak, Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet med mer enn 1000 hekkende par (data fra NP/NINA) [16].



TABELL 4-1
Oppdeling av utvalgte sjøfuglarter i økologiske grupper.

PELAGISK DYKKENDESJØFUGL	PELAGISK OVERFLATE-BEITENDE SJØFUGL	KYSTBUNDNE DYKKENDE SJØFUGL		KYSTBUNDNEOVER-FLATEBEITENDE SJØFUGL	FJÆRE-TILKNYTTEDE ARTER	VÅTMARKS-TILKNYTTEDE ARTER
		FISKESPISENDE	BENTISK BEITENDE			
Lomvi	Havhest	Smålom	Havelle	Fiskemåke	Tjeld	Grågås
Alke	Havsule	Islom	Svartand	Gråmåke	Storspove	Kortnebbgås
Lunde	Storjo	Gulnebblom	Sjøorre	Svartbak	Steinvender	Hvitkinngås
Alkekonge	Tyvjo	Gråstrupedykker	Ærfugl	Makrellterne	Sandlo	Gravand
	Sildemåke	Storskarv	Praktærfugl	Rødnebbterne	Rødstilk	Stokkand
	Krykkje	Toppskarv	Toppand			
		Siland	Teist			
		Laksand				

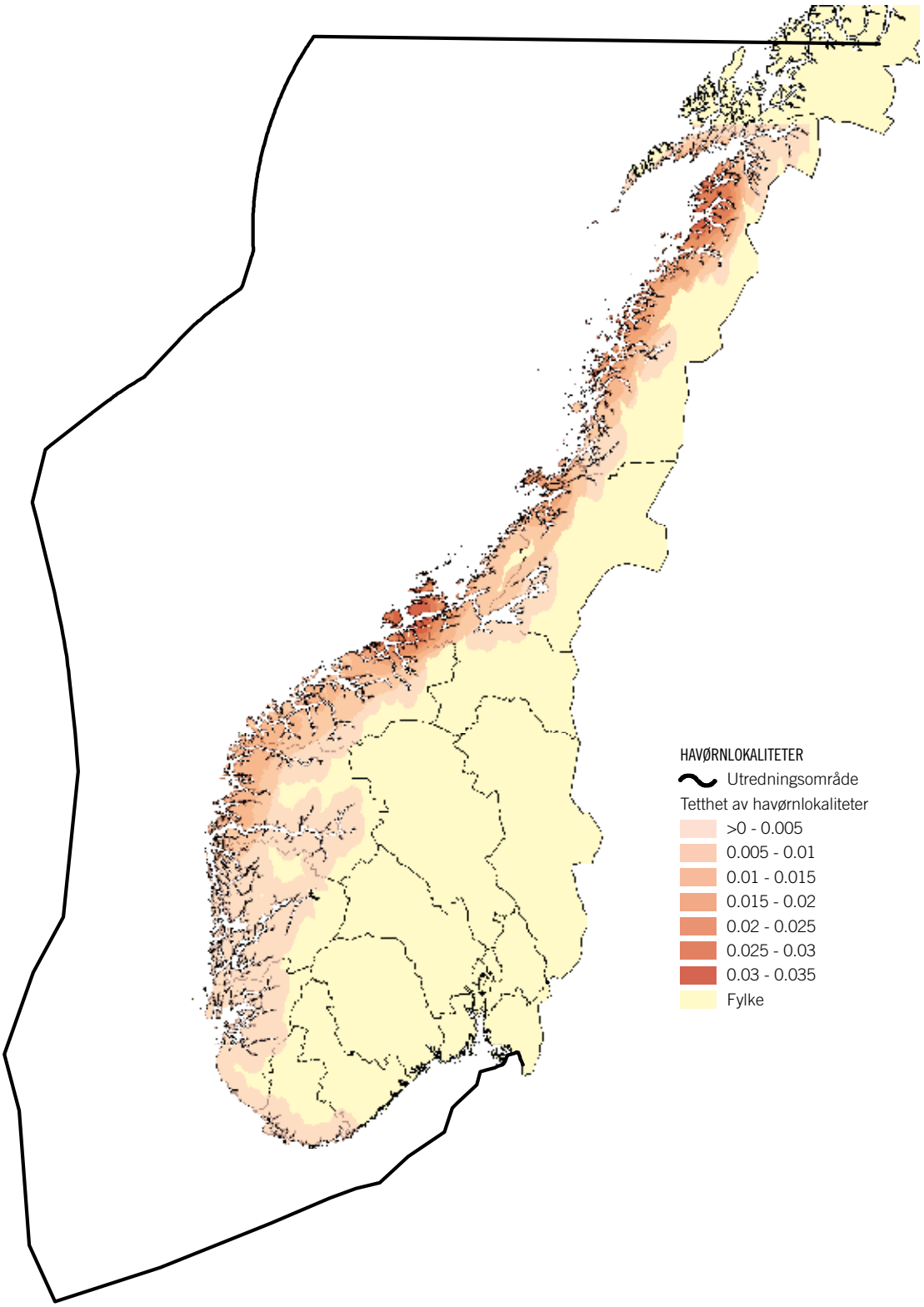
Det er særlig de yngre årsklassene av sild som er viktig næring for sjøfuglene. Tobis og brisling er attraktive næringsemner gjennom hele sin livssyklus på grunn av sin begrensede størrelse. Sildeyngel, ungsild og lodde er spesielt viktig for en rekke sjøfuglbestander langs kysten av Nord-Norge. Brisling og tobis innehar samme funksjon i Sør-Norge, men spesielt tobis finnes langt oppover norskekysten og er lokalt svært viktig for enkelte sjøfuglbestander.

De forskjellige sjøfuglartene er tilpasset livet i de marine økosystemene på ulike måter. Disse økologiske tilpasningene avspeiles både i fuglenes fysiologi (f.eks. nebbform og kroppsstørrelse), fødevalg og utbredelse. Dette medfører at de forskjellige artene er knyttet til ulike habitater for å søke føde, hvile eller hekke. Med bakgrunn i blant annet hvordan sjøfuglene skaffer seg næring og bruker marine habitater, kan de ulike sjøfuglartene plasseres i økologiske grupper (tabell 4-1). Sjøfuglene i området kan deles i to hovedgrupper: pelagiske og kyst¬bundne arter. Disse kan igjen deles i overflatebeitende og dykkende sjøfugler. Artene som er nevnt under disse gruppene er eksempler på hvilke arter som inngår.

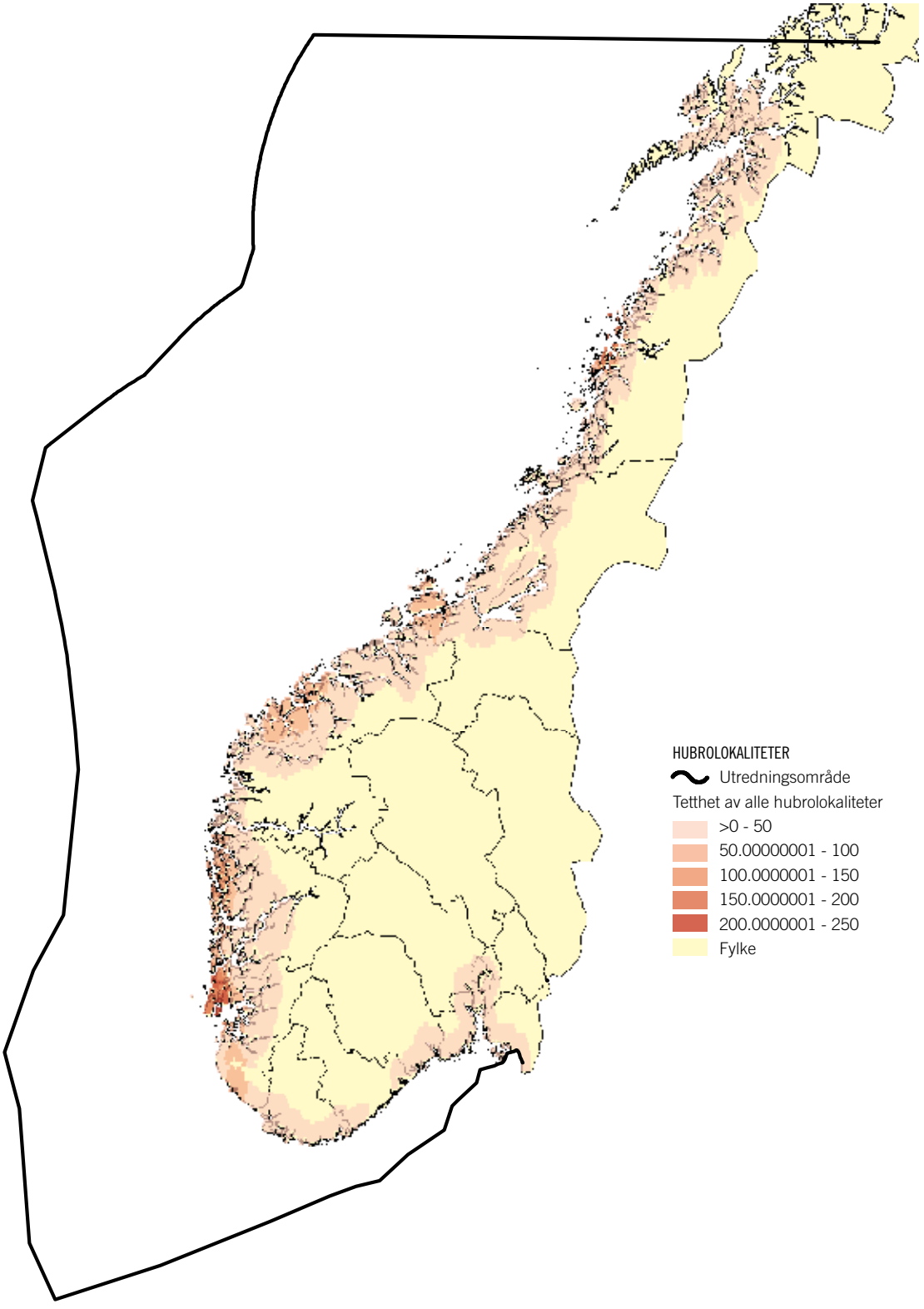
Havørnen er en rovfugl som er sterkt bundet til kysten. Norge har en stor andel av den totale europeiske bestanden av havørn. Arten lever i stor grad av fisk som den enten fanger selv, eller stjeler fra for eksempel oter eller måker. Dens biologi og plassering på toppen av næringskjeden gjør den velegnet som indikator på økosystemenes tilstand langs kysten. Arten er territoriell og monogam. Par og territorier etableres når de er ca. 5 år gamle. Voksne par holder seg i sitt eget territorium gjennom hele året. Yngre fugler (opp til ca. 5 år) er ikke bundet til territorier, og satellittelemetristudier har vist at unge havørner benytter store deler av norskekysten. Vandringsmønsteret fra over 40 unge havørn utstyrt med satellittsender på Smøla viste at disse forlot fødeområdet på våren, la ut på vandring langs kysten, opp til 900 kilometer fra fødested, for så å returnere igjen til vinteren. Dette var bevegelser som gjentok seg hvert år. Havørnens livshistoriestrategi er på flere måter lik sjøfuglenes, de har sen kjønnsmodning, høy levealder og legger få egg. Dette er demografiske karaktertrekk som gjør arten sensitiv for endringer i dødelighet blant voksne individer, og økt voksendødelighet kan dermed få vesentlige virkninger for populasjonen. Figur 4-2 viser den relativ tettheten av hekkeplasser for havørn.

Hubroen finnes i en rekke habitattyper, men er i Norge mest utbredt i lite bevokste kystlandskap fra Vest-Agder til Helgeland. Den hekker vanligvis første gang når den er 2-3 år, men kan hekke allerede som ettåring. Tettheten av territorier ser ut til å være bestemt av tilgang på byttedyr. Hubroen spiser alt fra pattedyr til fugler og fisk. Studier ved hjelp av satellittelemetri tyder på at voksne hubroer sjelden beveger seg mer enn 20 kilometer fra hekkeplassene. Arten er klassifisert som «sterkt truet» i Norsk Rødliste 2006. Det er bred enighet om at den store tilbakegangen ser ut til å være knyttet til næringsmangel, sammenstøt med kraftlinjer og habitatødeleggelse. Figur 4-3 viser relativ tetthet av hekkeplasser for hubro innenfor utredningsområdet.

FIGUR 4-2
Relativ tetthet av hekkeplasser for havørn langs kysten av Nordsjøen og Norskehavet. Det kartlagte området går bare opp til Vestfjorden.



FIGUR 4-3
Relativ tetthet av hekkeplasser for hubro langs kysten av Nordsjøen og Norskehavet. Kartet viser alle kjente hekkeplasser uavhengig av når de har vært i bruk [16].



4.1.3.2 Funksjonsområder

Sjøfuglers utbredelse er dynamisk og varierer gjennom året. Et funksjonsområde kan derfor ha flere funksjoner gjennom året og dermed varierende sårbarhet.

Hekkeområder: I hekkesesongen er sjøfugler knyttet til hekkeområdene, gjerne større kolonier, og beiter ved kysten og i havområdene i tilknytning til koloniene.

Myteområder og svømmetrekk: Myteområder er områder fugler benytter under perioden hvor de skifter fjær. En del arter, særlig vannfugler, har som strategi å gjøre dette i egne områder. Alle fugler skifter fjærene regelmessig, men mytemønsteret varierer sterkt. Gjess, andefugler og alkefugler skifter vingefjærene årlig ved at alle fjærene felles nesten samtidig, og medfører at fuglene i en periode på 3-4 uker ikke er flyvedyktige. Rovfugl, som er helt avhengig av å beholde flygeevnen, skifter fjær gradvis slik at det aldri mangler mer enn en eller to fjær i hver vinge. Mytetidspunktet varierer noe mellom Sør- og Nord-Norge og mellom arter og kjønn. I denne perioden er de helt avhengige av å maksimere sitt energiopptak for å benytte det til å utvikle nye fjær. Områdene hvor denne fjærfellingen foregår er karakterisert av rikelig tilgang til næring og skjul. Fuglearter som skifter fjær gradvis og som er i dårlig stand til å fly, er også sårbare for kollisjoner. I myteperioden er fuglene ekstra sårbare for forstyrrelse forringelse av habitat og habitatbeslag.

Trekkruter og rasteplasser: Det er en rekke arter som trekker gjennom de norske havområdene, i hovedsak fra overvintringsområder i Storbritannia, Sentraleuropa eller Afrika til hekkeområder i Skandinavia, Svalbard og andre områder i Arktis. Trekkrutene er i grove trekk kjent for flere arter, men selv for de best studerte artene er det en rekke sider ved trekket som er dårlig kjent. Hvitkinngjessene trekker for eksempel i april/mai fra overvintringsområdene i Skottland til hekkeplassene på Svalbard. Underveis kan de stoppe i flere uker på rasteplasser fra Helgelandskysten til Vesterålen. Bruk av satelittsendere har nylig gitt ny kunnskap om hvordan de krysser åpent hav. Trekket går i en vel 500 km bred front over Nordsjøen, før det følger norskekysten i en vel 30 km bred korridor og så krysser Norskehavet/Barentshavet i en front som er vel 300 km på det bredeste.

Trekkende arter som har separate vinter- og sommerområder er avhengige av rasteområder under trekket. Ettersom trekket er energikrevende, karakteriseres rasteplasser av å være områder med høy næringstilgang.

Utbredelse utenom hekkesesongen: I hekkesesongen er de reproduserende individene knyttet til områdene rundt koloniene, og vil generelt ha en begrenset aksjonsradius. Resten av året er utbredelsen derimot mer styrt av tilgangen på egnede beiteområder. De kystbundne artene overvintrer forholdsvis stasjonært i næringsrike områder langs fastlandskysten. Et vindkraftverk som etableres nært viktige overvintringsområder kan påvirke fuglene i disse områdene. Dette gjelder spesielt dersom anlegget hindrer fuglenes tilgang til tradisjonelle beiteområder. For de pelagiske artene er utbredelsen vinterstid trolig svært dynamisk. Fuglene er i denne perioden uavhengige av hekkeplassene, og kan derfor følge byttedyrenes vandringer. Generelt er næringsrike beiteområder i vinterhalvåret gjerne knyttet til oppstrømsområder. Dette er områder med virvler og andre områder som har en naturlig høy produksjon av planktoniske organismer som er viktige for de fiskeslagene sjøfuglene beiter på.

4.1.3.3 Sårbarhet

Sårbarhet kan defineres som en arts eller et leveområdes evne til å opprettholde sin naturtilstand i forhold til ytre, ofte menneskeskapt påvirkning. For sårbarheten til en enkelt art har årstidsvariasjon, utbredelsesmønster, alder/livsstadium, atferd og organismenes biologiske egenskaper betydning. Sårbarheten vurderes ut fra hvilke virkninger ulike påvirkninger kan ha på artens og bestandens utvikling og overlevelse. Enkelte arter kan være spesielt sårbare i perioder av året der arten lever konsentrert innen et begrenset område (for eksempel hekkesesongen for sjøfugl).

Forskjellen i sjøfuglenes bruk av habitat, i tillegg til hvor og på hvilken måte de skaffer seg næring, gjør at de ulike artene har ulik sårbarhet i forhold til trusselfaktorer som oljesøl, overfiske, klimaendringer eller vindkraftverk.

4.1.3.4 Virkninger av vindkraftverk for sjøfugl

De mest typiske sjøfuglene tilbringer mesteparten av sin tid på og henter all sin næring fra havet. Andre fuglearter er kun avhengige av havet i kortere eller lengre perioder under myting og/eller overvintring. Denne tilknytningen til marine områder medfører at etablering av havbasert vindkraft kan påvirke sjøfuglene som bruker områdene. I hvilken grad sjøfugler vil bli påvirket av en slik utbygging vil avhenge av flere faktorer som for eksempel fordelingen av fugl i områdene, forekomst av byttedyr, fuglens adferd ved næringssøk og reaksjon på menneskelig aktivitet.

I NINA rapport 616 [16] er det trukket frem fire forhold knyttet til vindturbiners virkninger for fugl:

1. Dødelighet som følger av kollisjoner med vindturbiner (tårn og vinger)
2. Unnvikelse pga forstyrrelser, fra installasjoner i drift og fra aktivitet tilknyttet aktivitet
3. Habitattap, gjennom habitatforringelse og fragmentering
4. Barriereeffekter, som kan øke fluktdistansen og øke fuglenes energibehov

Hvor store virkningene er kommer an på lokalitet og vindkraftverkets størrelse. I tillegg vil virkningene påvirkes av graden av utbygging. Dersom store områder på kysten bygges ut, eller flere vindkraftverk etableres i forlengelse av hverandre, kan dette medføre kumulative virkninger.

Et område kan ha flere funksjoner gjennom året, og dermed variabel sårbarhet. I første rekke vil dette gjelde viktige, sesongavgrensede, funksjonsområder for sjøfugl. I kystnære farvann vil slike områder være de mest benyttede områdene for overvintring og fjærfelling. I tillegg vil det gjelde områder for næringssøk i hekketiden, og for trekkende fugler vår og høst.

Siden vindkraftverk er et relativt nytt element i europeiske havområder, er det foreløpig få etterundersøkelser som er gjennomført for å studere kortsiktige og langsiktige miljøvirkninger av offshore vindkraftverk.

4.1.3.5 Sårbarhetsindeks

NINA har vurdert ulike sjøfuglområder sin sårbarhet for etablering av havbasert vindkraft [16].

På grunn av forskjeller i datagrunnlaget og artenes og funksjonsområdenes ulike sårbarhet i forhold til vindkraft, er analysen gjort i tre separate deler:

1. En sensitivitetsvurdering for sjøfugl
2. En vurdering av viktige lokaliteter for havørn og hubro
3. En vurdering av viktige områder for trekkende arter (raste- områder og trekkruter) og mytende fugler

Sensitivitetsvurderingen for sjøfugl er basert på en sensitivitetsindeks (SSI) for sjøfugl i forhold til vindkraft utviklet av Garthe & Hüppop [17]. Sensitivitetsindeksen er tilpasset norske data og vurderinger, og følgende faktorer er lagt til grunn:

a. Fuglenes manøvreringsdyktighet
b. Flygehøyde
c. Nattlig flygeaktivitet
d. Andel av tid flygende
e. Fuglenes antatte sårbarhet for forstyrrelser fra fly- og helikoptertrafikk (ifm anleggsvirksomhet)
f. Fleksibilitet i habitatbruk
g. Biogeografisk bestandsstørrelse
h. Voksenoverlevelse
i. Rødlistestatus
j. Den regionale andel av nasjonal bestand

Hver av faktorene er vurdert på en skala fra 1-5 der 1 er lav sårbarhet og 5 er høy sårbarhet. I hekketiden antas sjøfuglene å være spesielt sårbare innenfor artenes aksjonsradius[2]. Dette er det tatt hensyn til i analysen.

Basert på den enkelte arts SSI-verdi, artens relative andel av regional bestand, er det beregnet en samlet sårbarhetsindeks (WSI). Sårbarhetsindeksen fra [17] har noen begrensninger både når det gjelder kunnskapsgrunnlaget og metodikk. NINA har likevel vurdert den som et hensiktsmessig redskap for å indikere hvor sjøfugl kan være spesielt sårbar ved etablering av havbaserte vindkraftverk.

Oversikten over viktige lokaliteter for havørn og hubro er ikke fullstendig, men det vurderes at de benyttede analysene gir en god oversikt over den faktiske tettheten til artene. Det kan imidlertid ikke utelukkes at områder langs kysten som ikke har hatt god dekning, vil fremstå som å ha lavere tetthet enn det som faktisk er tilfelle. Uavhengig av svakheter i datagrunnlag og analyser, vil områder som fremstår med høy tetthet av hekkelokaliteter være viktige områder for artene.

Viktige områder for trekkende arter og mytende fugler er rasteplasser og/eller myteområder for grågås, hvitkinngås, kortnebbgås og ærfugl er tegnet inn på egne kart. Slike områder har ofte store ansamlinger av fugl, og vurderes derfor å være særlig sårbare i forhold til vindkraftverk. Dette gjelder spesielt i mytetiden hvor gjess og ærfugl ikke er flygedyktige.

Dataene som er brukt til å fremstille viktige områder under trekket og samlingsplasser for mytende andefugler, er hentet inn fra blant annet det nasjonale sjøfuglkartverket ved NINA.

2. Aksjonsradius: maksimum energetisk forsvarbar flygeavstand for å hente mat til ungene, dvs. at fuglene kan fly denne avstanden for å hente mat uten at det går ut over kullets eller voksenfuglenes overlevelse.

Det foreligger ingen fullstendig oversikt over områder av denne typen, og de utvalgte områdene må sees på som et minimum av de viktigste områdene basert på eksisterende kunnskap.

Viktige rasteplasser for vadefugl under vår- og høsttrekket er også tegnet inn på kart. Dataene er her hentet fra www.artsobservasjoner.no.

For analysene der datagrunnlaget er basert på kysttellinger, er sluttproduktet et kart hvor sårbarheten er illustrert ved en tredelt sårbarhetsskala.

For analysene basert på tellinger på åpent hav, er det med bakgrunn i sårbarhetsanalysen gjort en kvalitativ vurdering av sårbare områder.

For havørn og hubro er det gjort en relativ vurdering av viktige områder, og for raste- og myteområder er det vurdert hvilke avgrensede områder som er viktigst.

NINA understreker at deres analyser er av generell karakter, og kun egnet til en storskala vurdering av områder. Dersom materialet skal brukes til en mer detaljert planlegging av havbasert vindkraft, anbefales det at det gjennomføres mer detaljerte analyser for de ulike utredningsområdene. I denne vurderingen er det i tillegg nødvendig med lokale undersøkelser for å fastslå om det finnes lokale forekomster av fugl og viktige funksjonsområder. Videre bør grunnlaget for sårbarhetsindeksen vurderes og revideres kontinuerlig, slik at den nyeste kunnskapen om virkninger av vindkraft kan innlemmes i senere analyser.

4.1.4 FISK OG SJØPATTEDYR

Havforskningsinstituttet (HI) har gjennomført en utredning som beskriver ressursgrunnlag og virkninger når det gjelder fisk og sjøpattedyr ved utbygging av vindkraft i norske havområder. Den fullstendige rapporten [18] er underlagsmateriale for direktoratgruppens sluttrapport.

4.1.4.1 Utbredelse og gyteområder

Beskrivelsen av utbredelse og gyteområder, samt leve- og oppvekstområder for sjøpattedyr er delt i Nordsjøen og resten av norsk eksklusiv økonomisk sone, basert på inndeling i Havforskningsinstituttets rapport.

Kysten har variert topografi og et stort mangfold av undersjøiske naturtyper. Her er beskyttede fjorder, skjærgård og åpen kyst, dype og grunne områder og områder med sterk og svak strøm. Bunntypene kan grovt deles i hardbunn, som fjell og stein, og bløtbunn, som sand og mudder. Kysten har et rikt plante- og dyreliv som består av både fastsittende og bevegelige organismer. De er fra mikroskopisk små til veldig store, som sel og hval. Mange organismer lever hele livet på kysten, mens andre, blant annet flere viktige fiskeslag, bruker kysten til gyte-, oppvekst- og beiteområde, og oppholder seg ellers langt til havs. Makroalgene deles inn i tre grupper, grønnalger, rødalger og brunalger. De produserer mat og danner gode skjulesteder for små organismer. Mikroalgene, planteplankton, svever fritt i vannet. De er viktige matprodusenter, særlig for alt det nye dyrelivet som fødes og vokser opp hver vår og sommer.

Fisk og sjøpattedyr i Nordsjøen

I Nordsjøen er det svært viktige gytefelt for blant annet tobis. Bunnforholdene er ideelle for slik gyting/oppvekst. Tobis fremheves i denne rapporten fordi den er et viktig bindeledd i økosystemet i Nordsjøen ved at den spiser små dyreplankton og deretter selv blir mat for en lang rekke arter av fugl, sjøpattedyr og fisk. I tillegg finnes tobis tradisjonelt i store mengder og har et høyt energiinnhold (mye fett). Tobis er meget stedbunden på grunn av sine strenge krav til bunnsubstrat, og den har begrenset mulighet til å forflytte seg (især når den ligger nedgravd i sanden). Dermed er dette en type fisk som er spesielt sårbar for kjemisk forurensing og andre forstyrrelser av habitatet. Tobis kan på mange måter sammenlignes med fastsittende og lite bevegelige bunnlevende organismer med hensyn på sårbarhet. Dersom nedgravd tobis forstyrres på en eller annen måte slik at den svømmer opp av sanden vil dødeligheten i tillegg øke som følge av økt predasjon.

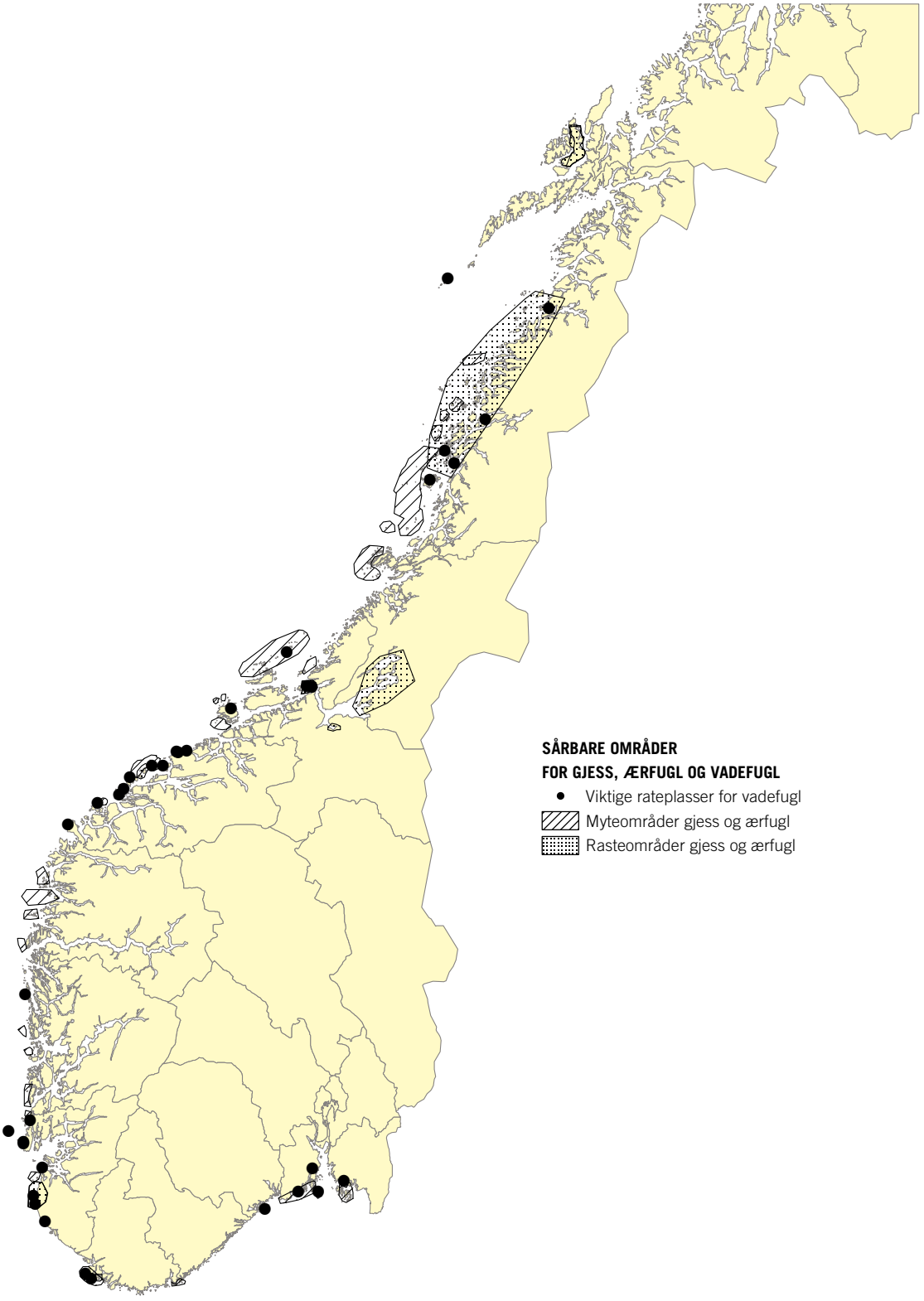
Oversikten over viktige fiskearter er delt inn i pelagiske arter (fisk som lever i frie vannmasser) og bunnfiskarter:

Pelagiske arter

- Nordsjøsild: Gyter på bunn i juli/august til oktober. Den er avhengig av bestemt bunnsubstrat for å gyte.
- Norsk vårgytende sild (NVG-sild): Gyter på bunn i februar til april på feltene sør om Lofoten og februar til medio mai i Lofoten-Vesterålen. Gytefeltene kan variere betydelig geografisk over tidsperioder. Den er avhengig av bestemt bunnsubstrat for å gyte.
- Brisling: Finnes sjelden dypere enn 150 m. Ingen spesifikke gyteplasser i Nordsjøen: Den gyter nær overflaten både i

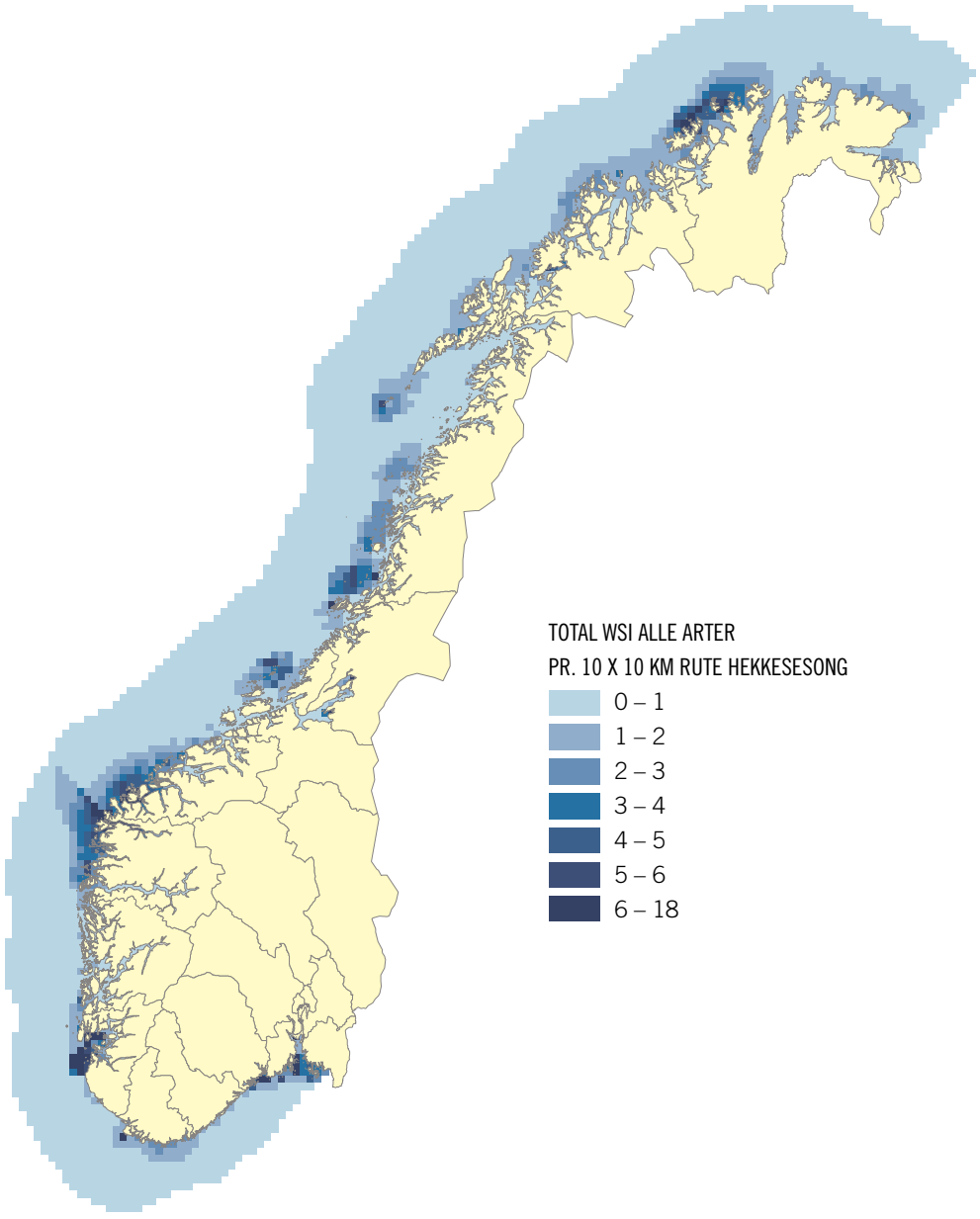
FIGUR 4-4

Kart over viktige områder for raste- og myteområder for gjess, vadere og ærfugl. Bemerk at det kun er gjort vurderinger for kysten av Nordsjøen og Norskehavet.



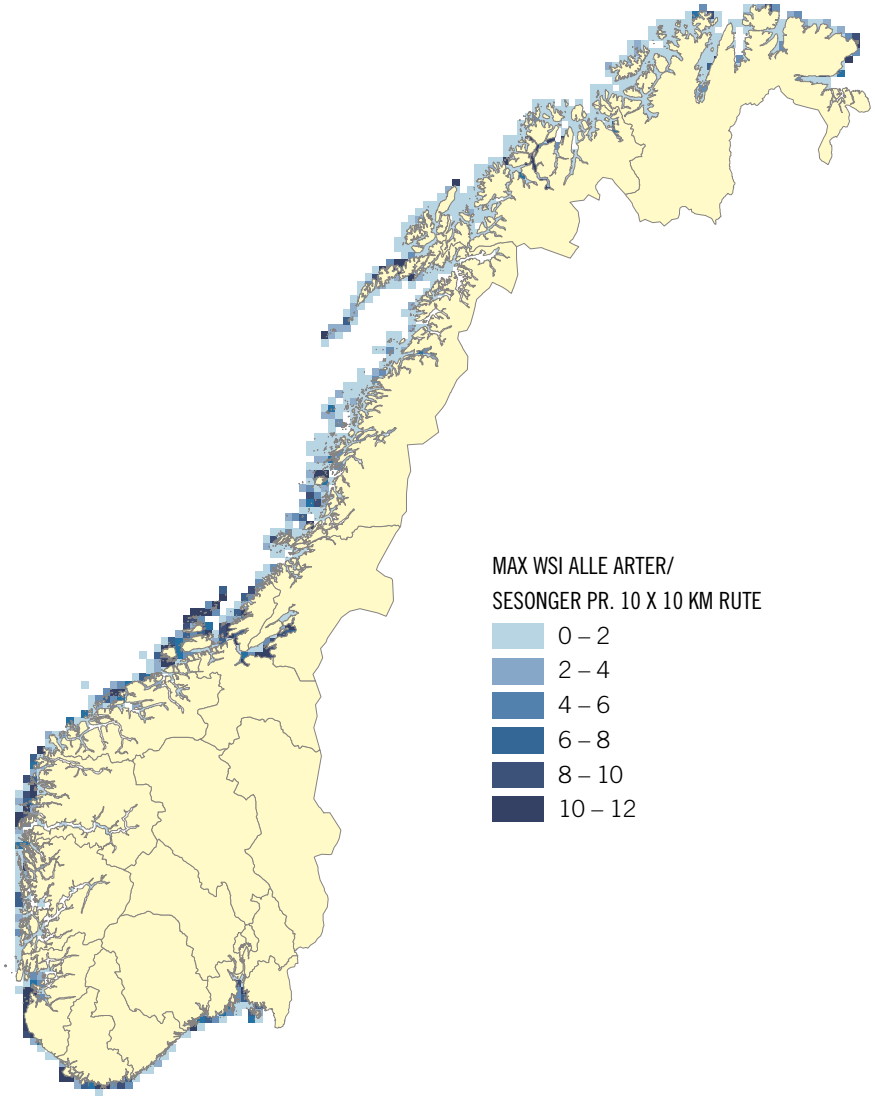
FIGUR 4-5

Samlekart for WSI for alle arter i hekkesesongen basert på kystdata. For hver 10x10 km rute er den summerte verdien for alle inkluderte arter vist. Mørke farger indikerer høyest sårbarhet. Kartet er satt sammen av separate sårbarhetsanalyser for hhv. Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. Det er derfor et markant skille mellom Nordsjøen og Norskehavet fordi den store fuglekolonien ved Runde gir forskjellig utslag i forhold til de regionale bestandstall i Nordsjøen og Norskehavet. Bemerk at WSI-verdiene for åpent hav, hekkesesong og vintersesong har ulikt datagrunnlag og derfor ikke kan sammenlignes direkte.



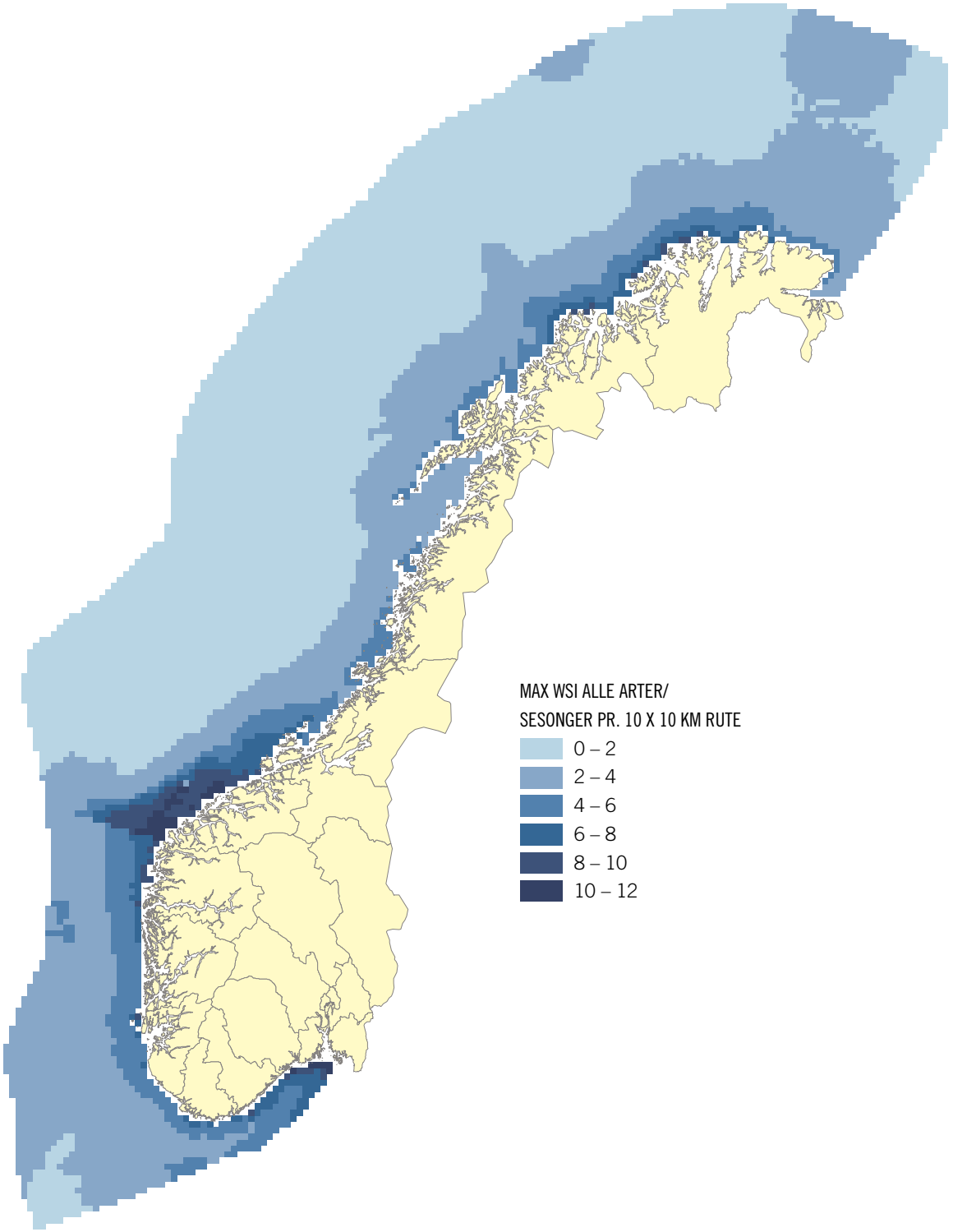
FIGUR 4-6

Samlekart for WSI for alle arter i vintersesongen basert på kystdata.
Mørke farger indikerer høyest sårbarhet.

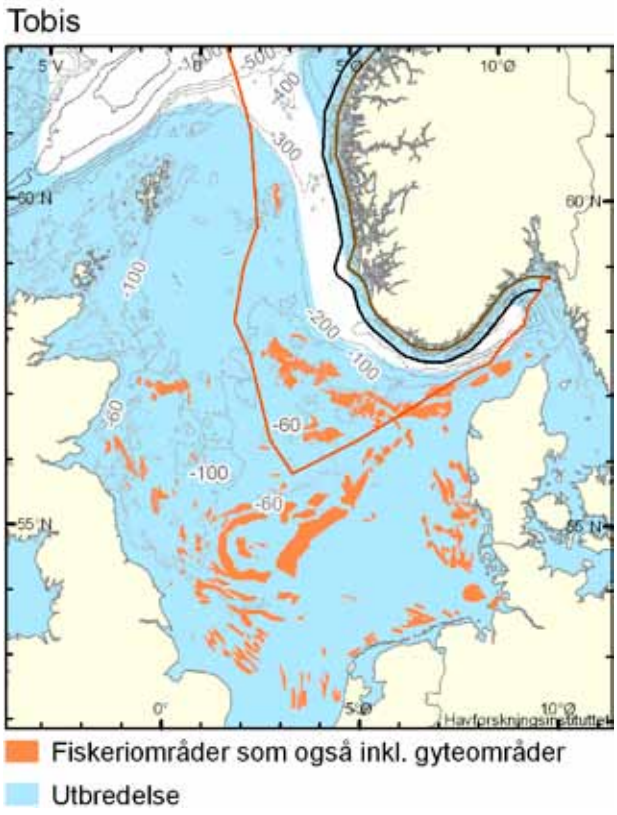


FIGUR 4-7

Samlekart for WSI for alle arter og sesonger i åpent hav. For hver 10x10 km rute er maksimumsverdien fra vinter, sommer og høst blitt brukt. Mørke farger indikerer høyest sårbarhet.



FIGUR 4-8
Utbredelse og gytefelt for tobis langs norskekysten, i Nordsjøen og Skagerrak. For utbredelse og gytefelt for de andre fiskeslagene vises det til [18].



norske fjorder fra februar til juli med topp i april-juni, og kystnært i Nordsjøen fra januar-februar til utpå høsten med topp i april-juni. Brislingen gyter over en periode på 1,5-2 måneder.

- Makrell: Gyter sentralt i Nordsjøen og Skagerrak fra medio mai til juli, vest av Irland og de britiske øyer i mars til juli, i Norskehavet i mai til juni, og i spanske og portugisiske farvann i februar til mai.
- Taggmakrell: Gyter sentralt og i sørlige deler av Nordsjøen i mai til juli. Gyting kan også forekomme i Skagerrak i samme periode.
- Kolmule: Mest vanlig på 100–600 m dyp. Gyter vest for de britiske øyer i februar til april.

Bunnfiskarter

- Tobis: Gyteområdene er fordelt over store deler av Nordsjøen fra Vikingbanken i nord til den engelske kanelen i sør og i Skagerak. Gyteperioden strekker seg fra november i sør til februar i nord, med topp i desember i sentrale deler av Nordsjøen. Tobis holder til på sandbunn, der den tilbringer store deler av tiden nedgravd. Tobis er utbredt i klart avgrensete felt, der bunnforholdene tillater den å grave seg ned. De viktigste områdene for tobis er illustrert i Figur 4-8.
- Torsk: Gyter fritt i vannmassene på flere områder i Nordsjøen, i den engelske kanalen og langs kysten av Skottland fra januar til mars, tidligst i sør.
- Hyse: Gyter i nordvestlige deler av Nordsjøen i mars til medio mai.
- Sei: Gyter på 150-200 m dyp fra vest av Shetland, og i nordlige deler av Nordsjøen fra januar til mars.
- Øyepål: Lever i dyp fra 50 til 250 m. Gyter mellom Shetland, Skottland og Norge i januar til mai.
- Hvitting: Gyter i nordlige og sørlige deler av Nordsjøen i januar til juli). Finnes vanligvis ved bunnen på 10–200 meters dyp, men beveger seg også opp i vannmassene.
- Brosme: Foretrekker steinbunn på kontinentalsokkelen og -skråningen fra 100 til 1000 m. Gyter fra april til juni. Kjente gyteområder utenfor kysten av Sør- og Midt-Norge, og sør og sørvest av Færøyene og Island, men det finnes trolig også andre.
- Lange: Vanligst på 300–400 m dyp, men kan påtreffes mellom 60 og 1000 m. Hovedgyteområde i Nordsjøen, på Storegga, ved Færøyene, bankene vest av de britiske øyer og sørvest av Island.
- Blålange: Vanligst på 350–500 m dyp, men kan finnes mellom 200–1500 m. Hovedgyteområde: Reykjanesryggen sør av Island, ved Færøyene, vest av Hebridene og langs Storegga. Til forskjell fra lange og brosme opptrer blålange spesielt konsentrert i gyteperioden.
- Breiflabb: Gyter i kontinentalskråningen (1000–1800 m) vest for Storbritannia, men også i norske fjorder og dypere deler av sokkelen.

Hval

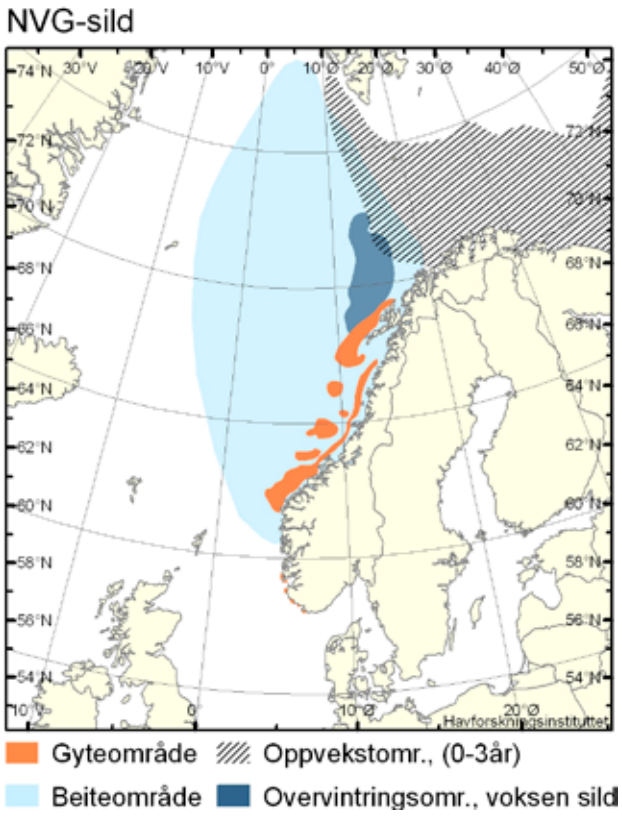
- Vågehval, niser og springere finnes overalt i norske farvann. Den høyeste utbredelsen av nise finnes rundt de britiske øyer og ved Danmark og sørvest-kysten av Sverige.

Sel

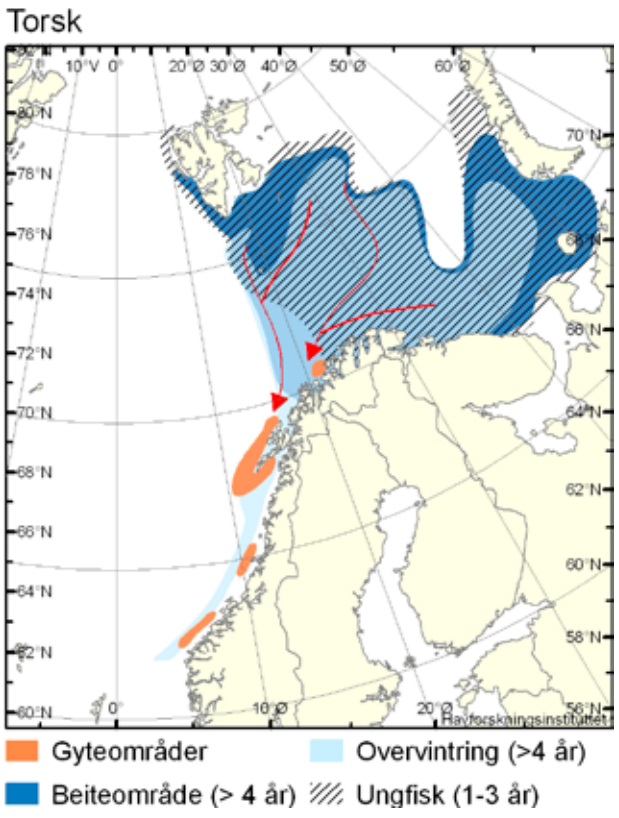
Steinkobbe og havert er de viktigste selartene i Nordsjøen.

- Steinkobbe: Parringstid og ungekasting (fødsel) er i juni til juli. De oppholder seg helst på litt beskyttede lokaliteter i skjærgården - skjær og sandbanker som tørrlegges ved fjære sjø. De er utpregete flokkdyr. Hårfelling skjer i august til september.
- Havert: Parringstid og ungekasting er i september til desember. Hårfelling skjer i februar til april.

FIGUR 4-9
Utbredelse og gytefelt for NVG-sild i Norskehavet og Barentshavet. For utbredelse og gytefelt for de andre fiskeslagene vises det til rapport [18].



FIGUR 4-10
Utbredelse og gytefelt for torsk langs norskekysten og Barentshavet. For utbredelse og gytefelt for de andre fiskeslagene vises det til [18].



Fisk og sjøpattedyr i resten av norsk eksklusiv økonomisk sone

Pelagiske arter

- NVG-sild: Har store deler av Norskehavet som beiteområde, oppvekstområder i Barentshavet og dels langs norskekysten, og gyteområder fra Lista til Lofoten-Vesterålen.
- Makrell: Er utbredt over betydelige deler av Nordøst-Atlanteren, Norskehavet, Nordsjøen, Skagerak, Kattegat og Østersjøen. For gyteperioder - se under Nordsjøen.
- Lodde: Gyter kystnært ved bunnen langs Troms, Finnmark og Kolahalvøya i mars–april. De fleste individene dør etter å ha gytt første gang. Gytingen foregår for det meste på 20-60 m dyp, der det finnes sand, grus og singel. Eggene klistrer seg til bunn og blir liggende til de klekkes etter en måneds tid.
- Kolmule: Forekommer i Nord-Atlanteren, Norskerenna, Norskehavet og Barentshavet. For gyteperioder - se under Nordsjøen.

Bunnfiskarter

- Kysttorsk: Gyte-, oppvekst- og beiteområde finnes i fjorder og kystnære områder. Gyter langt inne i de fleste fjordene, men også i samme områder som nordøstarktisk (NØA) torsk i februar til mars.
- Torsk – norskarktisk (NA): Hovedgyteområde er i Lofoten-Vesterålen og med mindre gytefelt sør til Hordaland. Gyteperioden er fra medio mars til medio mai.
- Hyse (NA): Hovedgyteområdet er i vestkanten av Tromsøflaket og med gytefelt sør til Møre. Gyteperioden er fra mars til juni.
- Sei (NØA): Hovedgyteområdene finnes på kystbankene fra Lofoten til Nordsjøen. Gyteperioden for Midt-Norge og Nord-Norge er fra medio februar til medio april.
- Tobis: Forekommer på sokkelområder i Nord-Atlanteren, i Nordsjøen, Skagerak, Kattegat, deler av Østersjøen, langs norskekysten og i Barentshavet.
- Vanlig uer: Hovedyngleområdene[3] finnes i Vesterålen-Lofoten, ved Haltenbanken og Storegga. Yngletidspunkt er fra april til mai. Leveområde finnes på 100–500 m dyp i Nordsjøen og Barentshavet og i norske fjorder.
- Snabeluer: Hovudyngleområdet[3] er langs hele Eggakanten fra britisk sone til Bjørnøya. Yngletidspunkt er i mars til april. Leveområdene finnes i Irmingerhavet, Barentshavet,

3. Ueren yngler, dvs. den «gyter» levende larver.

Svalbard og kontinentalskråningen (400–600 m) mot Norskehavet sør til britisk sone. Foretar også beitevandringer ut i det pelagiske Norskehavet (300–450 m).

- Blåkveite: Hovedgyteområdet er langs eggakanten mellom Vesterålen og Spitsbergen. Gytetidspunkt er om vinteren. Leveområde finnes langs eggakanten fra engelsk sektor til nord om Spitsbergen og Frans Josefs land og i dypere områder av Barentshavet.
- Øyepål: Forekommer i Nord-Atlanteren, Nordsjøen, Skagerak, Kattegat, vestlige deler av Norskehavet og Barentshavet.

4.1.4.2 Koraller

- Korallrev bestående av dypvannskoraller finnes langs hele kysten fra Østfold til Finnmark, med unntak av langs sørlandskysten og helt øst i Finnmark. Korallrevene er dannet av steinkorallen *Lophelia pertusa* som har bygget dem opp over en periode på opp til 9000 år. De siste årene er det oppdaget en rekke nye rev. Områder med korallrev har et rikt dyreliv, for eksempel er det velkjent at fisk ofte står i stort antall ved korallrevene.

4.1.4.3 Virkninger for fisk

Med bakgrunn i dagens avgrensede kunnskaper som er framkommet fra etablerte vindkraftverk til havs, kan man bare i begrenset omfang beskrive med tilstrekkelig sikkerhet hvilke virkninger etablering av vindkraftverk til havs kan ha på det marinøkologiske miljøet. Det er imidlertid mulig å si noe om mulige påvirkninger basert på virkninger fra annen type sammenlignbar menneskeskapt påvirkning på det marine miljøet.

Mulige virkninger på fisk og sjøpattedyr av vindkraftverk til havs har blitt grundig behandlet i rapporten «Marinøkologiske ringvirkninger av vindmølleparker til havs» [19].

Virkninger for fisk av vindturbiner som fysiske konstruksjoner kan være både positive og negative. Negative virkninger kan være at vindturbinene i seg selv eller den energi de medvirker til å sende ut i sjøen virker avskrekkende på fisk, i den forstand at de kan skremmes bort fra tradisjonelle vandringsruter og gytefelt. Positive virkninger vil henge sammen med såkalte FAD-effekter («fish aggregating device»-fiskeansamlingsinnretning), der turbinstrukturene fungerer som en type kunstige rev.

I dette avsnittet omtales ulike påvirkningsfaktorer som strøm, habitatendring, kunstige rev, lys, lyd og elektromagnetiske felt.

Påvirkning av strømforhold

Med dagens teknologi kan vindturbiner til havs både monteres på hard bunn der fundamentene blir festet til fjellet, og på bløt bunn der pilarene bankes flere meter ned i sedimentene. Avhengig av fundamentets størrelse vil vannstrømmen påvirkes i ulik grad. Dersom fundamentet er relativt beskjedent, noen meter i diameter, og vindturbinene står langt fra hverandre (over 100 m), får det sannsynligvis ingen direkte virkning på strømmen. Hvis fundamentene er massive konstruksjoner, kan dette lokalt hindre vannstrømmen fullstendig, og det kan oppstå en bakevje nedstrøms. Forøvrig viser undersøkelser gjort ved Nysted vindkraftverk i Danmark at strømforholdene endres lite (<10-15 %) for et gitter med 72 vindturbiner med ca. 5 meter i diameter og 480 meter mellom hver vindturbin.

Det er også gjort undersøkelser av påvirkningen på biomassefordeling forårsaket av endringer i strømforhold på grunn av økt turbulens bak vindturbiner. Undersøkelsene er modellberegninger og det gjenstår å se om dette har virkning på biomassefordelingen ved konkrete vindkraftverk.

Endringer i habitat

Under selve anleggsfasen vil de direkte fysiske påvirkningene på bunnen ta livet av en del organismer, men det påvirkede arealet vil være svært lite sammenlignet med ikke-påvirket areal i området. Mobile organismer vil kunne rømme bort fra området under selve anleggsfasen, og reetablere seg når denne perioden er over. Installasjoner på bunnen vil over tid bli tilgrodd med marine organismer. Hastigheten for tilgroing er avhengig av hvilket materiale strukturene er laget av, og om de er behandlet med eventuelle antigroemiddel. Ved montering på bløt bunn vil konstruksjonen bli kolonisert med typiske enkeltlevende hardbunnsorganismer som normalt trives i de aktuelle dypene. På denne måten vil det bli tilført dyregrupper som ikke naturlig finnes i nærområdet. Undersøkelser gjort utenfor vestkysten av Danmark har vist at vindturbinfundamentene vil kunne virke som kunstige rev, og øke artsmangfoldet og produktiviteten i et område.

Kunstige reveffekter

Kunstige rev har vært utplassert i varierende grad og ustrekning de siste 30 år langs kysten av Vest-Europa, fra Israel til Norge. I Norge har utplasseringen av kunstige rev i Risør og

Lofoten vist resultater på artsmangfold og tiltrekning av fisk. Den generelle erfaringen er at begroing vil skje relativt raskt, men det vil også stadig skje endringer i hvilke arter som dominerer til enhver tid.

Kunstige rev kan tiltrekke fisk og endre artsmangfold lokalt. Det er ikke dokumentert at fiskemengden øker, det kan være en ren tiltrekkingseffekt på fisk i områdene rundt. Endringen er ikke nødvendigvis positiv. I områder der hardbunnssamfunn er ødelagt, kan kunstige rev bøte noe på virkningene av skadene i et lokalt avgrenset område. Det beste vil imidlertid være å bevare den opprinnelige naturen og hardbunnstrukturen mest mulig intakt. I områder uten naturlig hardbunn, vil kunstige rev endre både naturtype og artssammensetning og være negativ påvirkning av det naturlige naturmangfoldet.

Når det gjelder økologiske påvirkninger som følge av introduksjon av et vindkraftverk til havs, er det gjort undersøkelser i tilknytning til etableringen av Horns Rev vindkraftverk i Vest-Danmark. Undersøkelsene ble gjort omtrent ett år etter den siste vindturbinen ble utplassert. Det viste seg at i dette området utgjorde biomassen fra vindkraftverkområdet en økning på åtte ganger i tilgjengelig fødemengde sammenlignet med omkringliggende sand- og bløtbunnsområder. En del skalldyrarter som taskekrabbe og fisk ble også tiltrukket revet. Økte forekomster av fisk i tilknytning til vindturbinfundamenter er også observert i Kalmarsundet på den svenske Østersjøkysten. Kunstige revkonstruksjoner vil kunne endre strømforhold og bunntype, noe som kan gi endret artssammensetning.

Lys

Vindturbiner vil påvirke lyset gjennom skyggekast og refleksblink fra turbintårn og rotorbladene. Refleksblinkenes styrke ved havoverflaten vil avhenge av navhøyde, rotorbladdiameter og rotorbladenes refleksjonsegenskaper, samt intensitet og vinkel av det innstrålende lys. Mye av lyset som reflekteres fra vindturbinene, vil igjen reflekteres fra havoverflaten, mens den resterende del av lyset (som trenger ned i vannmassene) raskt avtar med avstand og dyp. Eventuelle virkninger av lys som reflekteres fra vindturbiner på marine organismer, vil derfor i overveiende grad være lokale. Flere fiskeslag reagerer kraftig på visuelle stimuli, bl.a. med fluktreaksjoner, og det er derfor ikke usannsynlig at refleksblink fra vindturbiner vil kunne ha skremmeeffekt på fisk. Refleksene fra vindturbiner vil imidlertid avta sterkt det første året etter at turbinene settes opp, fordi vær og vind vil slite på overflaten og gjøre tårn og vinger mattere og dermed gi mindre reflekser. Hvordan fisk påvirkes av refleksblinkene, vil også avhenge av fiskens tilvenningsevne til slike stimuli. Virkninger av lyspåvirkning fra vindturbiner på fisk er i liten grad undersøkt.

Lyd

Lyd er sannsynligvis det som i størst grad vil påvirke fisken. Vindturbinenes rotorer og generatorer vil produsere mekanisk energi i form av vibrasjoner som ledes ned gjennom vindturbintårnet til fundamentet, og forplanter seg i grunnen og til vannmassene.

Lyd fra en vindturbin vil avhenge av vindstyrke og rotorens hastighet, mens den relative økningen i forhold til bakgrunnsstøyen i vannmassene er forholdsvis liten. Utredninger gjort i tilknytning til havbaserte vindkraftverk har i liten grad fokusert på lyd, og betydningen den kan ha for viktige prosesser i fiskens livssyklus. Enhver økning i bakgrunnsstøyen kan påvirke evnen til kommunikasjon. Slik kommunikasjon er ikke minst viktig i forbindelse med individinteraksjoner under gyting.

De fleste fiskearter reagerer sterkest på lavfrekvent lyd under 50 Hz. Lavfrekvent lyd fra vindturbiner kan utløse fluktreaksjoner, og vanskeliggjøre fiskens bruk av lyd og hørsel ved kommunikasjon, beiting, predatorunnvikelse og navigasjon nær vindturbinene. Kunnskapen om virkninger av lyd på fisk dvs. atferdspåvirkninger, er imidlertid avgrenset til få arter og utviklingsstadier. Skadelige virkninger av denne type lyd på for eksempel egg-, larve- og yngelstadier av fisk har i liten grad vært undersøkt. Tilvenningsevne hos fisk ved langtidseksponering av lavfrekvent støy, som vil være en aktuell problemstilling i forbindelse med lyd fra vindturbiner, spesielt for stasjonær fisk, dekkes i liten grad av eksisterende data.

Forhøyet bakgrunnsstøynivå på grunn av tilført lydenergi vil føre til det samme, men kunnskapen om dette er mangelfull. Slike virkninger kan spesielt ha negativ betydning for vandrende fiskearter til og gjennom områder hvor det er etablert vindkraftverk. I denne sammenheng kan det spesielt nevnes sild, hyse, sei og torsk på vandring mot kjente gytefelt i norsk eksklusiv økonomisk sone. Disse artene er ikke bare viktige for kystøkosystemet, men er også nøkkelarter i de store oseaniske økosystemer. Virkningene av å påvirke deres gytesuksess kan derfor bli store.

Elektromagnetisk felt

Magnetfelt indirekte produsert av vindturbiner til havs - fra kabler og transformator, vil være svakere enn den geomagnetiske feltstyrken i avstander på mer enn 1 m fra disse kildene. Målinger av elektromagnetiske felt ved nedgravde høyspentkabler har vist relativt svake felt. Det er tidligere forsket lite på hvordan fisk påvirkes av rene magnetfelt i sjøen, men nå er forskning satt i gang i Storbritannia med utgangspunkt i reelle forsøksoppsett for elektrisk energioverføring i kabler fra vind- og bølgekraftverk. I Danmark er det gjort undersøkelser på Nysted havmøllepark. Her ble det funnet at fisk i noen tilfeller endret atferd nær kabler, men undersøkelsene kunne ikke konkludere med en klar årsak-virkning sammenheng. Teorier går ut på at fisk, spesielt bruskfisk som har elektroreseptive sanseorganer, er i stand til å navigere og lokalisere byttefisk ved hjelp av endringer i det geomagnetiske felt. Slik navigasjonsevne kan muligens forstyrres av magnetfeltet i nærheten av vindturbiner.

4.1.4.4 Virkninger for sjøpattedyr

I Norge inneholder gruntvannsområder ofte holmer og skjær som kan være habitat for kystselartene steinkobbe og havert. I tillegg er nise en vanlig art i slike kystnære farvann. Delfiner og større hvalarter kan forekomme i grunne områder, men kan ikke regnes som vanlige i slike områder og vil dermed sannsynligvis i liten grad påvirkes av vindkraftverk. Etablering av vindkraftverk i grunne områder nært kysten kan påvirke habitater for kystsel og nise.

Det finnes ingen kunnskap om eventuelle virkninger av elektromagnetiske felt for sjøpattedyr.

Habitat

Ved utbygging av vindkraftverk innenfor kystselhabitater vil den mest sårbare tida for selene være kaste- (fødsel) og dieperioder, som for steinkobbe er i juni til juli og for haverten i september til oktober i området Sør-Trøndelag til Nordland og i november-desember i Rogaland og nord for Lofoten. Forstyrrelser som følge av anleggsarbeid og økt trafikk kan være sårbart for kystselenes reproduksjon.

I hårfellingsperiodene – august for steinkobbe og februar til mars for havert, ligger begge artene mye på land, men er ikke like sårbare for forstyrrelser som i kastetiden fordi de er mer fleksible med hensyn til valg av liggeplasser. Utenom de nevnte periodene benytter begge arter seg av hvileplasser, som kan være mer eller mindre faste i noen områder. Kystselene kan bruke de samme områdene til kasting, hårfelling og hvileplasser, men begge artene sprer seg gjerne utover større områder utenom kaste- og hårfellingsperiodene. Kystsel bruker også områdene nært kasteplassene til beiting, og disse områdene er sannsynligvis svært viktige for ungene når de skal lære seg å fange byttedyr.

Virkninger av lyd

Kunnskap om hørsel under vann hos sjøpattedyr er begrenset, særlig kunnskap om hva som er kritiske lydnivåer når det gjelder hørselsskader. Hørselsskader kan inntreffe når sjøpattedyr utsettes for kortvarig sterk lydpåvirkning, eller ved lavere lydtrykknivå som varer over en viss tid. Oppfattelse av lyd under vann hos sjøpattedyr er avhengig av frekvensområde og lydstyrke.

Det er anleggsfasen som vil gi høyest grad av forstyrrelser for sjøpattedyr, både i form av økt trafikk og lyd både over og under vann. Valg av teknisk metode for fundamentering av vindturbinene vil avgjøre lydnivået i denne fasen. Bruk av eksplosiver under vann i en anleggsfase vil kunne skade sjøpattedyr. Pæling på sedimentbunn gir høy undervannsstøy som trolig kan gi hørselskader på sel og nise dersom disse befinner seg nært anleggsområdet. Erfaringer fra danske undersøkelser i forbindelse med bygging av vindkraftverk til havs viste virkninger for niser så langt som 10-15 km fra anleggsområdet, ved at dyrene trakk bort fra området under anleggsfasen. I flere prosjekter er det gjort tiltak for å skremme vekk sjøpattedyr midlertidig før støyende anleggsarbeid igangsettes.

4.2 FRILUFTSLIV OG REISELIV

Områder som er viktige for friluftsliv er ofte også viktige for reiseliv da vindkraft i hovedsak påvirker disse arealbruksinteressene gjennom visuelle virkninger. Det er derfor naturlig å se temaene friluftsliv og reiseliv i sammenheng, med utgangspunkt i visuelle virkninger.

I DN-håndbok nr. 25-2004 [20] fremheves blant annet kystleder, primære farleder for fritidsbåter, områder som er mye brukt til fritidsfiske, populære båtutfartsområder, uthavner og overnattingshavner som viktige områder for friluftsliv på sjøen.

Landskap, natur- eller kulturmiljø som har helt spesielle opplevelseskvaliteter eller som har spesielt stor symbolverdi

vurderes som særlige kvalitetsområder. Dette kan gjelde nasjonalt verdifulle kulturlandskap, øyer og øygrupper, fjorder, daler og mindre områder med en helt spesiell symbolverdi. Slike områder kan ha stor verdi som bruks- og opplevelsesområder for friluftsliv, men også for reiseliv.

Staten har i samarbeid med kommuner og interkommunale friluftsråd i over 50 år sikret områder for allmenne friluftslivsformål. I denne sammenheng er flere områder i skjærgården angitt som statlig sikrede friluftslivområder.

Etablering av vindkraftverk til havs kan påvirke friluftsliv og reiseliv gjennom direkte arealbeslag, visuelle virkninger, støy og skyggekast. Virkningene vil avhenge av blant annet antall vindturbiner, avstand mellom vindkraftverket og friluftsområdet og verdien til friluftsområdet.

I arbeidet med å finne egnede utredningsområder for havbasert vindkraft er friluftslivs- og reiselivsinteressene ikke kartlagt. Direktoratgruppen legger til grunn at kartlegging og vurdering av virkninger for friluftsliv og reiseliv kan gjøres i forbindelse med strategisk konsekvensutredning.

4.3 VISUELLE VIRKNINGER

I tilknytning til direktoratgruppens arbeid med å finne utredningsområder for havbasert vindkraft er rapporten *Visuelle virkninger av vindkraftverk til havs* utarbeidet [21]. Formålet med rapporten er å gi faglige vurderinger av faktorer som er relevante å hensynta dersom offshore vindkraftverk skal plasseres nær land.

Vindkraftverk til havs kan teoretisk være synlig i en avstand på 30-40 kilometer fra land. Fra 16-18 kilometer vil jordens krumning få betydning for synlighet. Det er imidlertid flere faktorer som påvirker de visuelle virkningene av et vindkraftverk, herunder utseende og dimensjon, antall vindturbiner, avstand fra land, plasseringsmønster, landskapets karakter og bosetnings/bruksmønster.

Landskapets karakter, verdi og evne til å tåle et vindkraftverk til havs er viktige faktorer i vurderingen av de visuelle virkningene på samme måte som for vindkraftverk på land. Videre er bruken av landskapet, enten i form av bosetning eller fritidsbruk, av betydning.

Avstand fra land, plasseringsmønster, antall vindturbiner og betrakters lokalisering er faktorer som avgjør hvor stor del av synsranden (sektor) som vil dekkes av vindturbiner fra et gitt sted. Hvor stor sektor som dekkes i gitte situasjoner, kan være viktigere enn selve avstanden fra land.

I Danmark er det anbefalt konsekvenssoner til bruk i planleggingen av nye bunnfaste vindkraftkraftverk til havs. Grensene for konsekvenssonene øker med vindturbinenes dimensjoner, og i vurderingen er det lagt til grunn tre turbiner på 3, 7,5 og 15 MW. Vurderinger av turbiner på 7,5 og 15 MW er basert på en tenkt utvikling, da slike turbiner ikke finnes per i dag. Grensen mellom nær- og mellomsone er henholdsvis 9, 13 og 18 km for de tre turbintypene. For mellom- og fjernsone er grensen vurdert til henholdsvis 20, 28 og 34 km. Også i Storbritannia er det gjort vurderinger av minimumsavstander fra land. Her har en anbefalt ulike avstander basert på områders sårbarhet.

I Storbritannia, Tyskland og Nederland ønskes nye bunnfaste vindkraftverk til havs i hovedsak plassert 12 nautiske mil fra land. Dette er i hovedsak begrunnet med synlighet, men også utnyttelse av naturressurser nær land (Nederland).

Danmark, Sverige, Storbritannia, Tyskland og Nederland har i dag etablert bunnfaste vindkraftverk nær land. I planleggingen av nye bunnfaste vindkraftverk til havs, legges grunne havområdene i hovedsak nær land. Dybdene utenfor norskekysten gjør at det er vanskelig å finne egnede områder for bunnfaste turbiner lenger enn 12 nautiske mil fra land. Dersom det skal etableres bunnfaste vindkraftverk til havs i Norge, vil de i hovedsak komme nærmere enn de 12 nautiske mil fra land som flere land rundt Nordsjøen opererer med.

Norge har en lang kyst med variert topografi. Bruken av kystlandskapet varierer fra fast bosetting og omfattende fritidsbruk til lite brukte områder. Det fremgår av rapporten [21] at det kan være hensiktmessig å gjøre landskapsanalyser og vurderinger av visuelle virkninger i forbindelse med strategisk konsekvensutredning. Dette kan gjøres ved at alle de foreslåtte områdene blir gjenstand for en landskapsanalyse. Alternativt kan det velges 1-4 pilotområder som representerer ulike typer kystlandskap og bruks- og bosettingsmønster. Basert på erfaringer fra vindkraftverk på land og andre lands studier anbefales det i rapporten at en ikke bør plassere vindturbiner nærmere land enn 2-3 kilometer. Direktoratgruppen mener det er hensiktsmessig at visuelle virkninger og eventuelle prinsipper for avstand fra land, avklares nærmere gjennom strategisk konsekvensutredning.

4.4 KULTURMINNER

Det er to kategorier kulturminner som kan påvirkes av vindkraftverk til havs. Den første er skipsfunn, dvs. mer enn

hundre år gamle båter, skipsskrog, tilbehør, last og annet som har vært om bord, eller deler av slike, som er gitt et automatisk vern etter kulturminneloven § 14. Den andre kategorien er oversvømte steinalderlokaliteter, som er automatisk fredet etter kulturminneloven § 3, jf. § 4.

4.4.1 SKIPSFUNN

Det finnes flere kilder som omtaler forlis og annen aktivitet, som tilsier at det kan forventes at det er mange ukjente kulturminner på eller i sjøbunnen. Kildegranskning ved Norsk Sjøfartsmuseum (nå Norsk Maritimt museum) viser at det er grunn til å tro at et stort antall fartøyer som har forlist underveis til bestemmelsessted, har forsvunnet på åpent hav.

4.4.2 STEINALDERLOKALITETER

Store deler av det som nå er Nordsjøen var tørt land frem til siste istids slutt. Når iskappen over Skandinavia, og noe senere Nord-Amerika, smeltet, rant store mengder vann ut i havet, og området ble oversvømt. Det er svært begrenset med informasjon om dette paleolandskapet, men det har vært et steppelandskap som flere av de store europeiske elvene har rent igjennom. Flokker med store pattedyr, som ullhåret neshorn, mammut, villhest, urokse, rein, villsvin og lignende levde her. Det samme gjorde antagelig et ukjent antall mennesker. Dette landområdet, som vanligvis kalles Nordsjøkontinentet eller Doggerland, står antagelig helt sentralt for forståelsen av pionerbosetningen av Skandinavia.

Alle funn etter steinaldermenneskene som bodde her, og som nå befinner seg på eller i havbunnen, er automatisk fredet etter kulturminneloven § 3, jf. § 4. Det er imidlertid vanskelig å si noe konkret om potensialet for å gjøre funn etter mennesker i disse oversvømte områdene, fordi det er lite empiriske data tilgjengelig per i dag. Omtrent 250 000 kvadratkilometer av Nordsjøen er grunnere enn 70 meter. Omtrent 10 prosent av dette området ligger på norsk sokkel. Det leveres jevnlig inn funn av dyreknokler og arkeologisk materiale til myndighetene rundt Nordsjøen og svært ofte er dette funn av materiale med svært høy alder.

Ved planlegging av tiltak, som for eksempel vindkraftverk til havs er det viktig at de regionale forvaltningsmuseene trekkes inn tidlig i prosessen. På den måten kan eventuelle forundersøkelser planlegges slik at resultatene også kan brukes av kulturminneforvaltningen, noe som både vil være effektivt og kostnadsbesparende.

Identifisering og kartfesting av særlig verdifulle områder med hensyn til kulturminner er per i dag ikke mulig. Kildene gir ikke grunnlag for å trekke klare avgrensninger for enkeltområder, men det antas at det er et større potensial for kulturminner under vann jo nærmere man kommer grunnlinjen.

4.5 FISKERI

I denne delen beskrives fiskeriinteressen. Beskrivelsene er basert på aktivitetsrapportene skrevet i forbindelse med forvaltningsplanene for Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet [22] [23] [24]. For detaljert informasjon om de enkelte områdene henvises leseren til aktivitetsrapportene.

Innledningsvis beskrives fiskeri i Norge generelt, deretter beskrives det mer spesifikt for forvaltningsområdene. Til sist omtales mulige virkninger av vindkraft for fiskeri.

Havbruksnæringen er ikke beskrevet i denne rapporten, fordi foreslåtte areal for vindkraft ikke berører næringen direkte. Norsk havbruk vil likevel bli en viktig del i en strategisk konsekvensutredning, og bli utredet på lik linje med de andre arealinteressene.

4.5.1 FISKERI I NORGE

Norsk fiskerinæring er sammensatt, og består av fartøy fra 3 til 100 meter. Fiskefartøyene er delt inn i mange fartøygrupper som har ulike fiskerettigheter. Området fartøyene fisker på er fra Ekofisk i sør til nord for Svalbard. Fiskefartøy som i en periode av året fisker i Nordsjøen, fisker i andre perioder kystnært i Finmark. Havfiskeflåten fisker store deler av året langt fra land, men fisker også kystnært. Samtidig har vi et kystnært fiske som består av de mellomstore og de minste fartøyene. Disse fartøyene fisker i mange tilfeller innenfor grunnlinja, men driver også fiske kystnært utenfor denne. Det enkelte fiskeri kan i mange tilfeller være stedbundet, men det viser seg over tid at dette også varierer.

4.5.1.1 Aktivitet

I år 2000 var det registrert 13 017 fiskefartøyer i Norge, men som følge av blant annet strukturendringer i fiskeflåten er det totale antallet fiskefartøyer blitt halvert. Ved utgangen av 2009 var det registrert 6510 fiskefartøyer. Av disse er 1716 fiskefartøy definert som helårsdrevne. I samme periode har det totale antall fiskere gått ned fra ca. 20 000 til ca. 13 000. Fangsstatistikk for norsk økonomisk sone er vist i Tabell 4-2 og 4-3.

TABELL 4-2
Fangst i tonn i norsk økonomisk sone.

SUM AV KVANTUM RUNDVEKT (TONN)		FANGSTÅR								
FANGSTSONE	REDSKAP	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	TOTALT
NOR	Annet	13 252	11 845	14 100	18 208	19 548	23 581	22 477	22 756	145 766
	Garn	17 879	21 662	24 882	107 336	113 979	126 516	135 582	124 490	672 326
	Juksa	1 479	1 160	1 987	24 963	21 334	20 239	19 799	17 083	108 043
	Line	30 825	28 763	29 773	84 163	94 686	91 889	88 106	91 162	539 368
	Not	984 495	796 579	702 364	803 025	827 630	939 934	1 038 287	1 214 842	7 307 154
	Snurrevad	1 872	1 815	2 366	56 556	55 734	60 847	55 985	57 325	292 500
	Trål	530 738	470 188	549 184	452 484	478 011	500 715	510 872	514 135	4 006 326
Totalt		**1 580 539**	**1 332 011**	**1 324 655**	**1 546 735**	**1 610 921**	**1 763 721**	**1 871 107**	**2 041 793**	**13 071 483**

TABELL 4-3
Sum av fangstverdi i norsk økonomisk sone.

SUM AV FANGSTVERDI (1000 KR)		FANGSTÅR								
FANGSTSONE	REDSKAP	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	TOTALT
NOR	Annet	83 535	74 674	162 098	240 743	225 587	243 677	296 974	291 046	1 618 334
	Garn	176 523	182 444	213 847	1 145 271	1 368 943	1 658 807	1 697 443	1 270 153	7 713 430
	Juksa	9 592	7 074	12 483	225 419	208 928	231 536	250 015	166 866	1 111 912
	Line	347 245	320 539	347 506	975 009	1 253 425	1 277 977	1 097 714	959 481	6 578 896
	Not	3 676 918	2 468 302	3 215 091	4 138 317	3 248 854	3 102 303	3 682 587	3 297 149	26 829 522
	Snurrevad	17 737	16 718	22 249	593 697	653 712	798 246	754 416	554 574	3 411 348
	Trål	1 370 746	1 312 641	1 443 597	2 676 211	3 021 058	2 978 545	3 144 667	2 925 359	18 872 825
Totalt		**5 682 297**	**4 382 391**	**5 416 871**	**9 994 668**	**9 980 507**	**10 291 091**	**10 923 816**	**9 464 626**	**66 136 268**

Fiskeriene innenfor grunnlinjen og de kystnære, er ikke presentert i forvaltningsplanarbeidet. Disse fiskeriene er heller ikke presentert på sporingskart, da fiskefartøyene i disse fiskeriene er av en slik størrelse at de ikke er pålagt sporing. En kan likevel si at det langs hele Norskekysten drives et aktivt kystfiske. Det blir derfor et omfattende arbeid å gi en korrekt beskrivelse av dette. Mulige interessemotsetninger mellom vindkraftutbygging og fiskerinæringen vil sannsynligvis være mye større kystnært og innenfor grunnlinjen enn utenfor.

I Tabell 4-4 vises antall fartøy basert på lengde. Storparten av fiskeflåten er under 10 meter. Dette vil igjen påvirke muligheten til å synliggjøre fiskemønsteret gjennom sporing, da

TABELL 4-4
Norske fiskefartøy, etter lengde og år.

FISKEFARTØY	2009
1. Under 10 meter største lengde	3689
2. 10-10,99 meter største lengde	1432
3. 11-14,99 meter største lengde	760
4. 15-20,99 meter største lengde	218
5. 21-27,99 meter største lengde	191
6. 28 meter største lengde og over	236

Tall hentet fra Fiskeridirektoratets Merkeregister

disse fartøyene ikke sporer. Sporing av norske fiskefartøy gjaldt i 2009 fartøy med lengde over 21 meter. Tallene viser at 6099 fiskefartøy ikke kan spores, og at sporingskart vil gjenspeile aktiviteten til 427 norske fiskefartøy.

4.5.1.2 Fiskerredskaper

Utforming av fiskeredskap er mangfoldig. Det finnes løsninger rettet mot de enkelte arter ut fra artenes særpreg når det gjelder blant annet adferd, næringsvandring og gytevandring. Endringene i fiskeriaktiviteten gjennom året har sammenheng med blant annet biologiske og klimatiske forhold. Redskapene i norsk farvann kan deles opp i følgende hovedgrupper:

- Garn (Bunn-, fløyt- og drivgarn)
- Krokredskaper (Line, jukse og dorg)
- Trål (Bunn-, pelagisk- og semipelagisk trål)
- Snurrevad (Dansk-/ skotsk snurrevad)
- Not (Snurpenot og landnot)
- Andre redskaper (For eksempel teiner, ruser og skjellskrape)

Det vært en generell nedgang i de fleste fartøygrupper slik at intensiteten i bruk av blant annet trål er kraftig redusert. I tillegg til generelt færre fiskefartøyer har de gjenværende fartøy blitt større og mer effektive med bruk av større fiskeredskaper.

4.5.2 NORDSJØEN

Nordsjøen er et viktig område for norske fiskeriinteresser, og det fiskes årlig store kvanta av norske fiskere. Basert på satellittsporing av fiskefartøy vises også en geografisk fordeling av aktiviteten i Nordsjøen/Skagerrak fordelt på kvartal i årene 2007-2009.

For norsk fiske i Nordsjøen er det noen fiskerier som kan beskrives som typiske. Disse er:

- Makrellfisket med ringnot, trål og dorg i tiden august – oktober.
- Sildefisket (Nordsjøsild) med ringnot fortrinnsvis i tiden mai – juli og med trål senhøstes.
- Fiske med småmasket trål etter øyepål, tobis og kolmule.
- Seitrålfiske som foregår med varierende intensitet over hele året.
- Garnfiske etter sei i første kvartal.
- Blandingsfiske med garn etter forskjellige bunnfiskarter. Dette fisket foregår med varierende intensitet over hele året.
- Reketrålfisket foregår gjennom store deler av året i Norskerenna og på rekefelter nær land.
- Blandingsfiske med konsumtrål etter forskjellige bunnfiskarter gjennom store deler av året.

De særlig viktige områdene for fisket i Nordsjøen går frem av Figur 4-11, som viser aktiviteten til de sporingspliktige fiskefartøyene som fisket i Nordsjøen i 2009. Som følge av bestandssituasjonen for tobis, med påfølgende strenge reguleringer, kom ikke fisket etter denne arten godt frem gjennom satelittsporingen. Derfor er tobisfeltene i Nordsjøen vist med egen farge (lys lilla). Det som ikke går klart frem her er områdene hvor ikke sporingspliktige fiskefartøy opererer. I Skagerrak-området mottar Norge sporingsinformasjon fra svenske og danske fartøy i hele Skagerrak, også utenfor norsk område.

Fisket i Nordsjøen utøves av norske og utenlandske fiskefartøy. Fisket på de største bestandene i Nordsjøen utøves også av norske fiskefartøyer som ikke er hjemmehørende i fylkene som grenser til området. Dette gjelder spesielt i fiske etter sei, makrell og sild. Videre er det stor aktivitet i norsk sone av EU-fartøy som fisker på tildelte kvoter som forhandles frem gjennom de bilaterale avtalene.

Fisket i Skagerrak utøves i hovedsak av norske, danske og svenske fiskefartøyer. De norske fartøyene som deltar i fisket her er i hovedsak tilhørende i de fylkene som grenser til området.

4.5.3 NORSKEHAVET

Fiskeriene i Norskehavet har vært og er i stadig utvikling. Bedre utstyr gjør at det er mulig å fiske på nye områder med ulike redskaper.

Fordi fangstinnsats og driftsform er avhengig av fiskens vandringsmønster, tilgjengelighet, økonomiske driftsbetingelser, reguleringer, markedsmuligheter osv. vil forholdene i fiskeriene endres fra år til år. Likevel finnes det en del typiske sesongfiskerier. Eksempler her er:

- Storseifiske på Mørebankene i februar/mars
- Sildefiske fra Lofoten, Vestfjorden til Mørebankene fra desember til medio mars.
- Seigarnfiske på Haltenbanken og Mørebankene.
- Seinotfiske på kysten av Trøndelag og Møre og Romsdal.
- Skreifisket i Lofoten og tilstøtende områder i tiden januar – april.
- Skrei-/torskefiske utenfor Vikna og i Borgundfjorden – mars/april
- Fisket etter rognkjeks vår – sommer.

Fiskeri på sei, makrell, NVG-sild og kolmule er de viktigste i Norskehavet. I tillegg fiskes det også på torsk, blåkveite, lange, blålange, uer, breiflabb, kveite, og vassild.

Det foregår fiske med ulike redskapstyper i Norskehavet.

På fjordene fiskes det i hovedsak med garn, line, not, snurrevad, jukse og reketrål. I de kystnære havområdene finnes de samme redskapene, men i tillegg foregår det fiske med bunntrål og autoline/havgående linefartøy. Fiske i de øvrige havområdene foregår i hovedsak med bunntrål (torsketrål), og periodevis fiske med pelagisk trål og ringnot, samt garn og line. Fiske med de ulike redskapstypene foregår ofte i de samme områdene, om ikke samtidig. Det er derfor utfordrende og tidkrevende å kartlegge utbredelsen av de ulike redskapstypene hver for seg.

Utenlandsk fiske foregår i hovedsak med bunntrål, men i perioder av året er det også betydelig aktivitet med pelagisk trål etter sild. I tillegg er det noe fiske med ringnot etter sild. Utenlandske fiskefartøyer kan fiske i hele Norges økonomiske sone.

4.5.4 BARENTSHAVET

Fiskeriene langs kysten av Finnmark, Troms og Nordland har vært og er i stadig utvikling. Bedre utstyr gjør det mulig å fiske på nye områder med ulike redskaper. Fangstinnsats og driftsform avhenger av fiskens vandringsmønster, tilgjengelighet, økonomiske driftsbetingelser, reguleringer og markedsmuligheter. Forholdene i fiskeriene endres derfor fra år til år. Likevel finnes det en del typiske sesongfiskerier. Eksempler her kan være:

- Skreifisket i Lofoten og tilstøtende områder i tiden januar – april.
- Skrei-/torskefiske utenfor Vest - Finnmark / Troms / Vesterålen i tiden nov. – mars/april
- Vårtorskefisket på Finnmarkskysten i tiden mars – juni.
- Hyselinefisket på Finnmarkskysten sommer og høst.
- Seigarnfiske Vest-Finnmark – Lofoten i tiden september – januar.
- Seinotfiske for Vest-Finnmark og Troms vår, sommer og høst.
- Vinterloddefiske i Barentshavet og på kysten av Finnmark og Troms i tiden januar – april.
- Fisket etter rognkjeks vår – sommer.
- Sildefiske etter NVG-sild i Lofoten – Vestfjorden – Ofotfjorden september – februar.
- Fiske etter kongekrabbe på kysten av Øst-Finnmark i tiden oktober – desember.

Da en stor andel av den samiske befolkningen bor i Finnmark, har situasjonen i Barentshavet stor betydning for næring og kultur i den samiske delen av befolkningen. Det sjøsamiske fisket skiller seg i liten grad fra det norske kyst- og fjordfisket i måten dette drives på.

Det foregår et utstrakt fiske både av norske og utenlandske fartøyer i store deler av Barentshavet. Det foregår fiske etter blant annet torsk, hyse, sei, blåkveite, uer, lange, brosme, reke, lodde og sild.

Fiske etter torsk, sei og hyse er de viktigste fiskeriene for den norske kystflåten og for en stor del av havfiskeflåten som har tillatelse til å fiske i Barentshavet. Fisket etter disse artene foregår med varierende intensitet med basis i områder og årstidsvariasjoner, og har svært stor betydning for kystsamfunnene både i Finnmark, Troms og Vesterålen/Lofoten- området. I Figur 4-3 vises aktiviteten til norske og utenlandske fiskefartøyer i 2009.

Typiske fangstredskaper i området er i stor grad de samme som er omtalt i avsnitt 4.5.3.

4.5.5 VIRKNINGER FOR FISKERI

Virkninger av vindkraft for fiskeri vil være avhengig av omfang av utbygging i norske områder, og i hvilken grad det gis tilgang til fiske i områdene som bygges ut.

Områder egnet for vindkraftverk er ofte sammenfallende med områder som er viktige fiskefelt. Virkningen for fiskeriene kan derfor bli stor dersom det viser seg at vindkraftverk til havs påvirker fiskens normale adferd, og at det ikke kan utøves fiske innenfor vindkraftverkene. Dersom det gis anledning til fiske inne i selve vindkraftverket vil virkninger på fiskeri være avhengig av type redskap som brukes i de aktuelle områdene.

De negative virkningene for fiskeri er knyttet til arealbruken til havbaserte vindkraftverk, usikkerheten knyttet til om det er mulig å fiske inne i området, og ikke minst virkninger for fiskens adferd, gyte- og vandringsmønster.

4.6 SKIPSFART

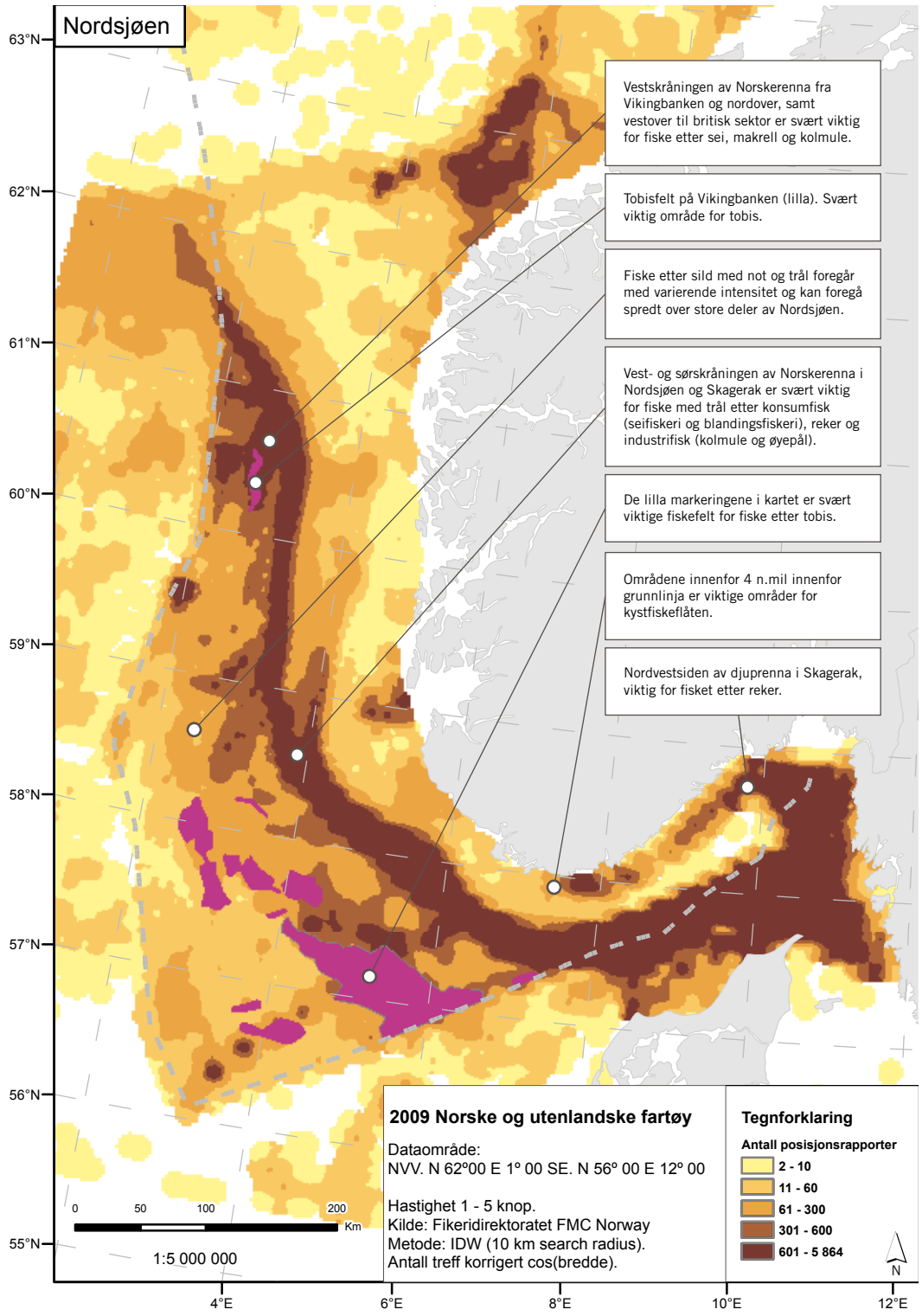
4.6.1 INNLEDNING

Tradisjonelt har sjøen vært Norges viktigste transportvei, både av personer og gods, langs kysten eller til andre land. Sjøtransport har i dag mindre betydning for persontransport enn før, men lokalt har persontransport på sjø fortsatt stor betydning ved fergetransport og hurtigbåttrafikk.

De seneste årene har det vært en stabil økning i den innenlandske godstransporten med skip, og godstransporten på veg og sjø er nå noenlunde jevnstore målt i utført transportarbeid. Markedsandelene i godstransportarbeidet fordeler seg nå med 44,6 prosent på sjø, 48,0 prosent på veg og sju prosent på bane [25].

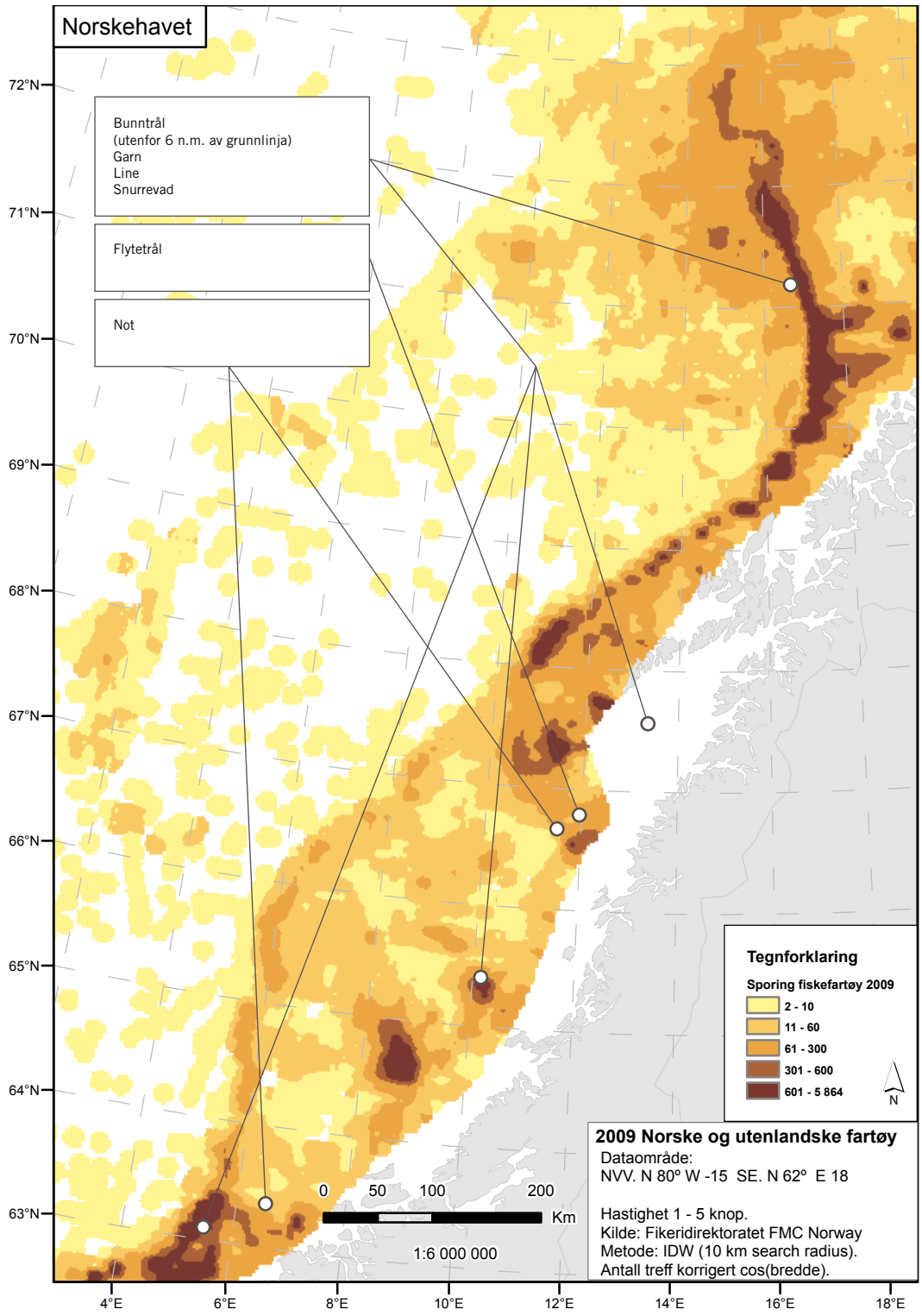
FIGUR 4-11

Sporingsdata viser viktige områder for fiskeri i Nordsjøen. Dataene er hentet fra fartøy større enn 21 meter. Mindre fartøy opererer i tillegg langs hele kystlinjen i området.



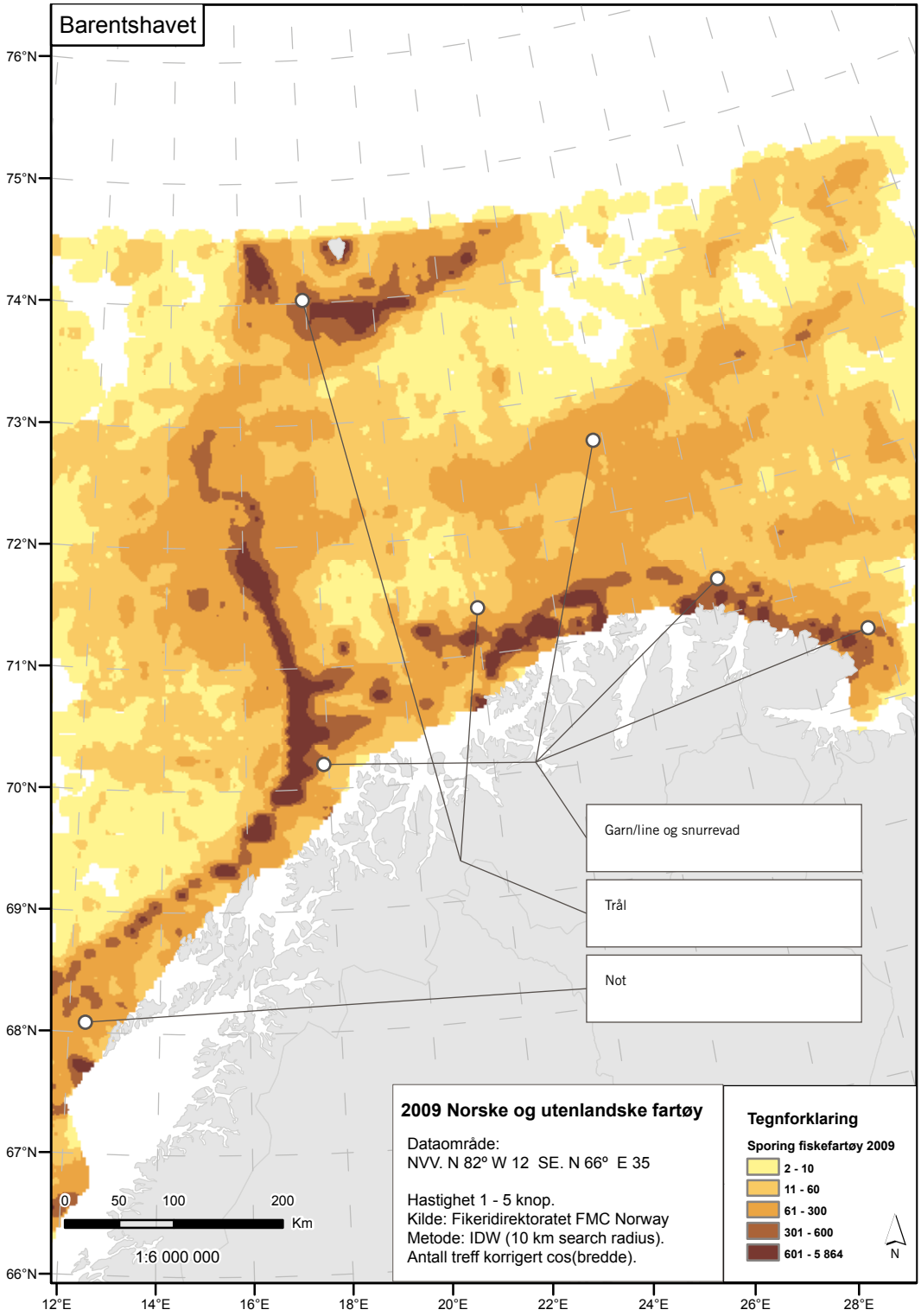
FIGUR 4-12

Sporingsdata viser viktige områder for fiskeri i Norskehavet. Dataene er hentet fra fartøy større enn 21 meter. Mindre fartøy opererer i tillegg langs hele kystlinjen i området.

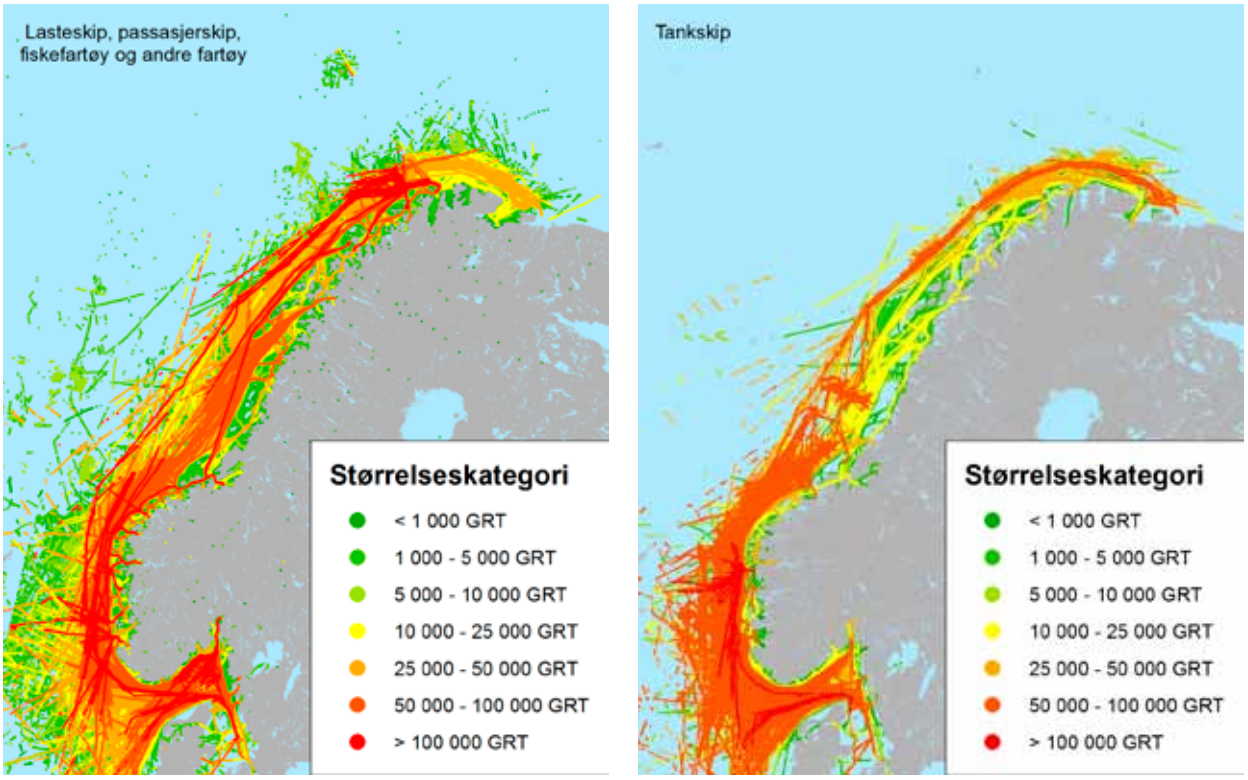


FIGUR 4-13

Sporingsdata viser viktige områder for fiskeri i Barentshavet. Dataene er hentet fra fartøy større enn 21 meter, mindre fartøy opererer i tillegg langs hele kystlinjen i området.



FIGUR 4-14
Tankskip, lasteskip, passasjerskip og andre skip langs norskekysten fordelt etter størrelse. Kilde: Kystverket.



Globaliseringen har medvirket til en sterk økning i internasjonal skipsfart. Siden 1970 er mengden varer transportert til havs mer enn tredoblet. Om lag 90 prosent av all varetransport i verden foregår med skip. Skip er fortsatt den dominerende transportformen i norsk utenrikshandel, da 89 prosent av godsmengden går med skip. 10 prosent går med godsbiler og resten med tog og fly [25].

Skipsfarten er en global næring med fri konkurranse. Reguleringer og regelverksarbeid skjer i stor grad gjennom internasjonale organisasjoner, først og fremst IMO (International Maritime Organization), som er FNs sjøfartsorganisasjon. Organisasjonen er etablert for å utvikle et internasjonalt regelverk for sikkerhets- og miljøhensyn i skipsfart.

4.6.2 HOVEDTRAFIKKSTRØMMENE LANGS FASTLANDSKYSTEN

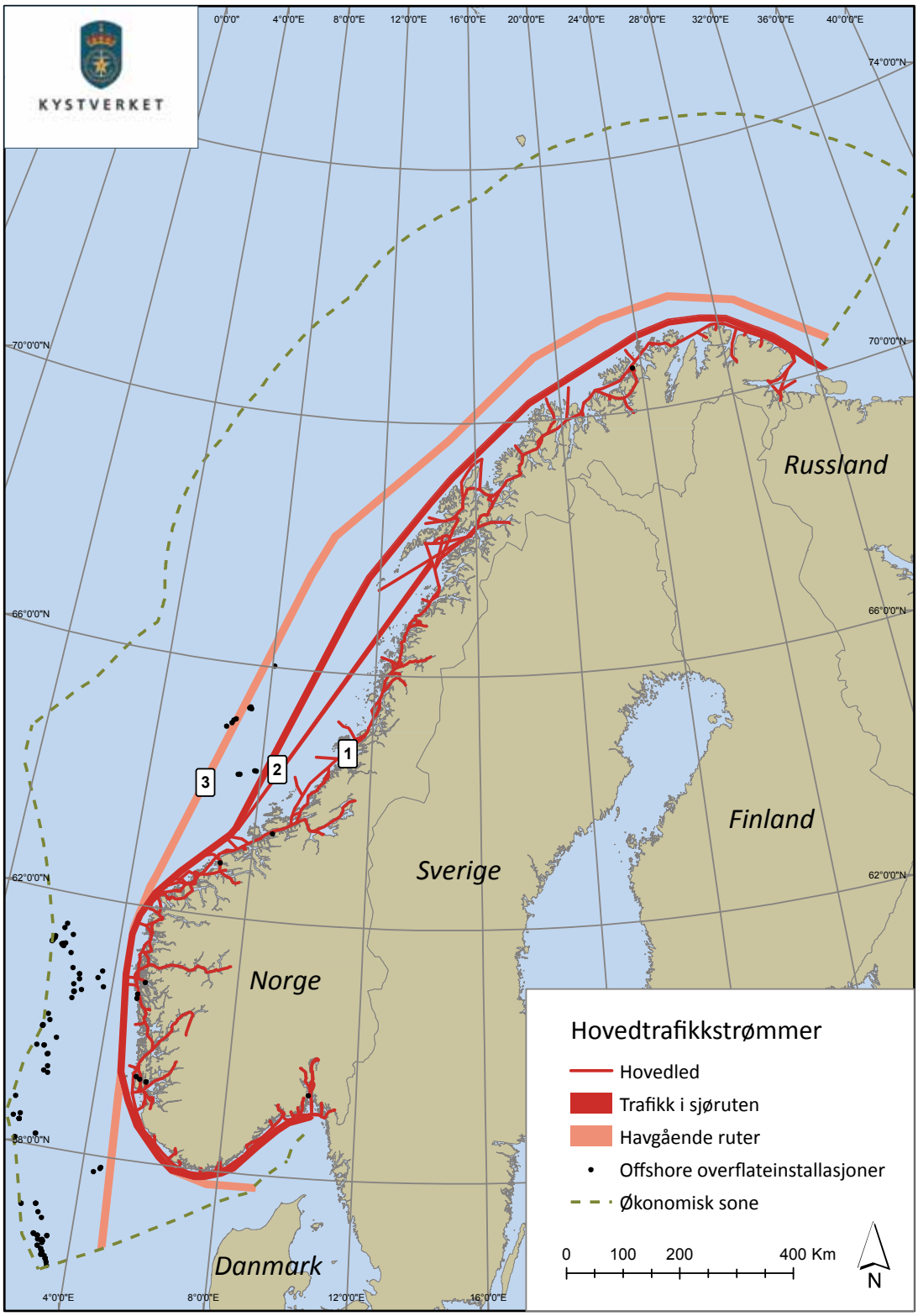
Skipstrafikken langs kysten av fastlands-Norge deles ofte inn i fire trafikkstrømmer. Hensikten er å beskrive grove hovedtrekk ved seilingsmønsteret.

1. **Trafikk i hovedleden langs kysten.** Langs norskekysten veksler hovedleden med å gå i skjermet og uskjermet farvann. En farled (led) er en kategorisert sjøgående trafikkrute som er merket med innretninger for navigasjonsjonsveiledning eller er avgrenset av topografi. I tilknytning til hovedleden er det bi-leder som for eksempel fergeruter og mindre havner.
2. **Trafikk i sjøruten.** Dette er benevnelsen på trafikk i åpent hav langs fastlandskysten, som ikke går i led. Denne trafikkstrømmen blir ofte benevnt som trafikk i sjøruten. Begrepet sjøruten blir brukt utelukkende for å beskrive og visualisere trafikkstrømmer i åpent hav langs kysten. Begrepene har ingen juridisk eller formell status.
3. **Havgående ruter.** Dette er gjerne en benevnelse brukt for oversjøisk trafikk eller såkalt transittrafikk langs kysten. Begrepet havgående ruter har heller ingen juridisk eller formell status slik det er brukt her.
4. **Trafikk til og fra Oljeinstallasjonene/Offshoretrafikk.** Denne trafikken krysser som regel hovedleden og trafikken i sjøruten. Trafikken går til og fra forsyningsbaser på land, og ut og inn til petroleumsinstallasjonene indikert i kartet, men selve trafikkstrømmene er ikke indikert i Figur 4-15.

Det er en klar dynamikk mellom trafikk i hovedleden og i sjøruten. Et godt eksempel er trafikk med stykkgodsskip.

Små stykkgodsskip under 1000 GT seiler stort sett alltid i hovedleden innaskjærs. Relativt små stykkgodsskip i kategorien 1000 – 5000 GT seiler også i hovedleden i et stort omfang, men de er i tillegg fremtredende i sjøruten. Godt eller dårlig vær må antas å ha stor betydning for valg av seilingsrute for denne fartøysstørrelsen. For å få en trygg og komfortabel seilas, og for å unngå skade på last velger de å seile innaskjærs i hovedleden i dårlig vær og i sjøruten i godt vær. Ettersom det

FIGUR 4-15
Hovedtrafikkstrømmer langs fastlandskysten. Kilde: Kystverket



FIGUR 4-16
Multifunksjonelt stykkgodsskip typisk for Norskekysten (RO/RO, Conteiner og paller). Størrelse 4234 GT. Kilde: Sea-Cargo

er sesongvariasjoner for hvilken tid på året det er mye godt vær kan det registreres tydelige sesongvariasjoner i seilingsmønsteret. Sen vår, sommer og tidlig høst er dermed seilingsaktivitet utaskjærs mer fremtredende enn resten av året. Små multifunksjonelle stykkgodskip utgjør en bærebjelke i å forsyne kysten med gods.

Farleder

Med farled menes «trafikkveier» på sjøen. Hovedleden er den viktigste trafikkåren i farledssystemet. I tilknytning til hovedled finnes bileder. I forbindelse med arbeidet med å finne utredningsområder for havbasert vindkraft, er det ikke foretatt en detaljert analyse av interessemotsetninger mellom vindkraftområder og farleder, samt strategiske seilingskorridorer i forbindelse med innseilingen til hovedled. Kystverket tar derfor forbehold om at det i en mer detaljert analyse senere i prosessen, eller i forbindelse med høringsprosessen, kan bli avdekket arealbruksinteresser en tidligere ikke har hatt kunnskap om. Planlagt risikoanalyse (kollisjon og grunnstøting) blir viktig for å avdekke dette. Det forutsettes derfor at det i den videre prosessen vil være en god dialog med Kystverket for å løse eller redusere interessemotsetninger som ikke er blitt avdekket tidligere.

4.6.3 BESKRIVELSE AV SKIPSTRAFIKK I NORSKE HAVOMRÅDER

Mengden skipstrafikk innenfor norsk økonomisk sone varierer betydelig mellom de tre store havområdene langs fastlandskysten; Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. I Figur 4-17 illustreres trafikkmengden målt i utseilt distanse. Havområdene er her inndelt i samsvar med grensene for de norske forvaltningsplanområdene. Ikke uventet er Nordsjøen det mest trafikkerte havområdet. Dersom det sees bort fra fiskebåter er aktiviteten i Norskehavet større enn i Barentshavet. I Barentshavet er for øvrig fiskeriaktiviteten dominerende per i dag. I fremtiden forventes det at Barentshavet vil få økt betydning innen olje og gass, mens aktiviteten i Nordsjøen avtar gradvis. Ettersom tankskipene fra Nordområdene i stor grad vil seile til europeiske destinasjoner, medfører økt petroleumsaktivitet i nord at tankskipsaktiviteten i Nordsjøen ikke bli redusert nevneverdig de neste tiårene. Seilingsmønsteret for tankskip vil dermed endre seg gradvis fra trafikk som omfatter oljelasting til ren transittrafikk.

Nordsjøen

Skipstrafikken i den norske delen av Nordsjøen utgjør bare en relativt liten del av trafikken sammenlignet med sydlige deler av Nordsjøen, se Figur 4-18. De sydlige deler av Nordsjøen inneholder noen av verdens travleste skipsruter i tillegg til noen av verdens største trafikkhavner. Alle skipstyper og lastetyper finnes i Nordsjøen. Skipstrafikken i Nordsjøen er av denne grunn langt mer kompleks som skipsfartsområde enn Norskehavet og Lofoten-Barentshavet. Dette skyldes både skipsfartens mengde, og sammensetning samt kompleksiteten i havnemønster og geografi.

Hver skipskategori (oljetankskip, bulkskip, containerskip osv.), og hver størrelseskategori innenfor samme skipskategori, har sitt eget distinkte seilingsmønster som utgjør en del av et helhetlig transportsystem for Nordsjøregionen. Figur 4-14 illustrerer seilingsmønsteret til utvalgte størrelseskategorier bulkfartøyer i Nordsjøen som et eksempel på dette.

Skipstrafikken i Skagerrak og den norske delen av Nordsjøen er volummessig preget av trafikken fra Østersjøen ut i Nord-Atlanteren og av den norske kysttrafikken.

Dersom Nordsjøen betraktes som helhet, befinner hovedtyngden av skipstrafikk seg i den sydlige delen, med størst konsentrasjon knyttet til de store havnebyene i Nederland, Frankrike, Storbritannia, Belgia og Tyskland jfr. Figur 4-18. Dessuten er det en betydelig trafikk i transitt til Østersjøen.

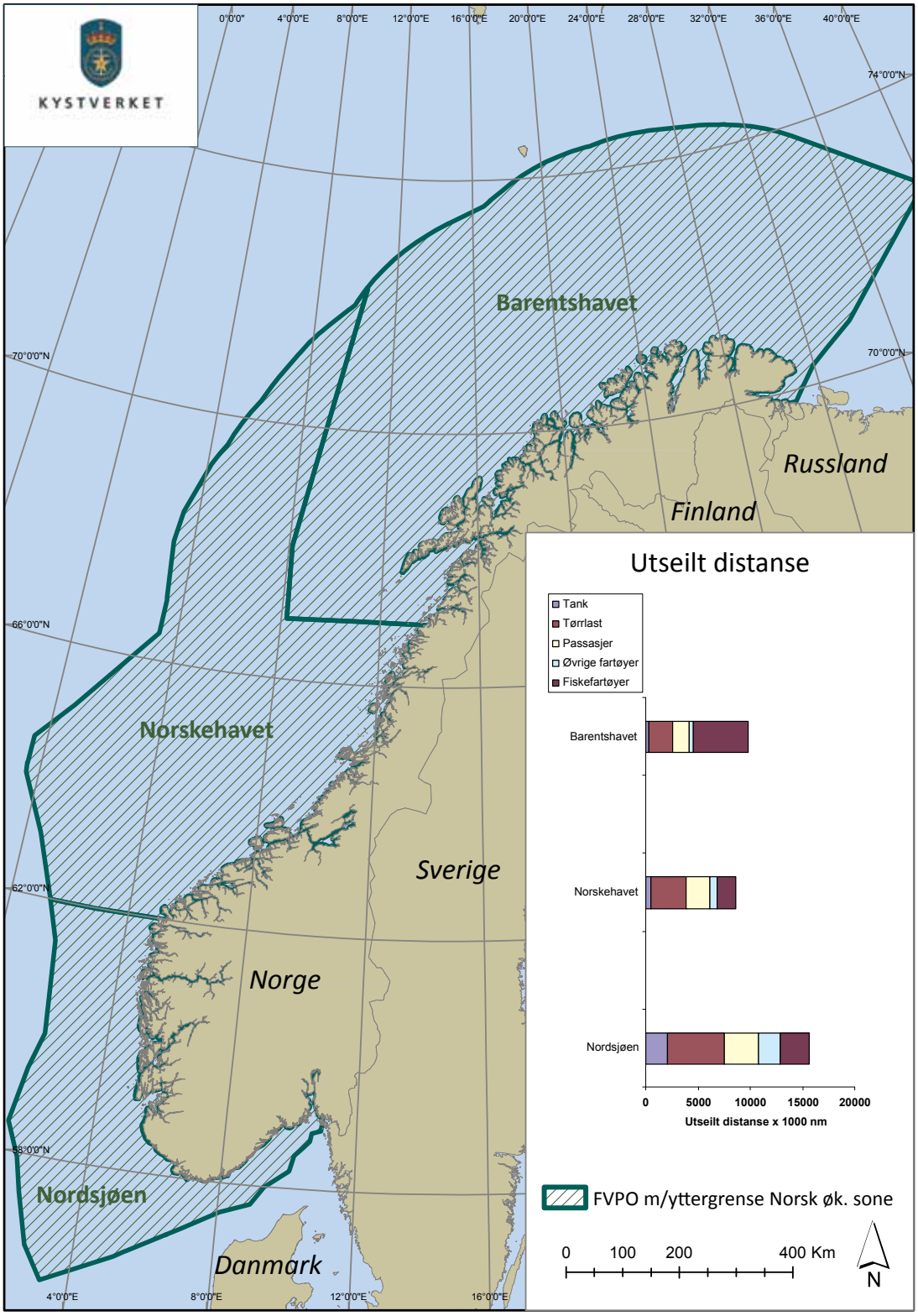
Det viktige i denne sammenheng er at det meste av arealet i Nordsjøen og Skagerrak, som ikke er særskilt regulert av hensyn til for eksempel petroleumsinstallasjoner, benyttes av skip i større eller mindre grad. Etablering av havbasert vindkraft i disse områdene vil derfor påvirke skipstrafikken, men en god arealanalyse kan redusere virkningene til et minimum.

Norskehavet

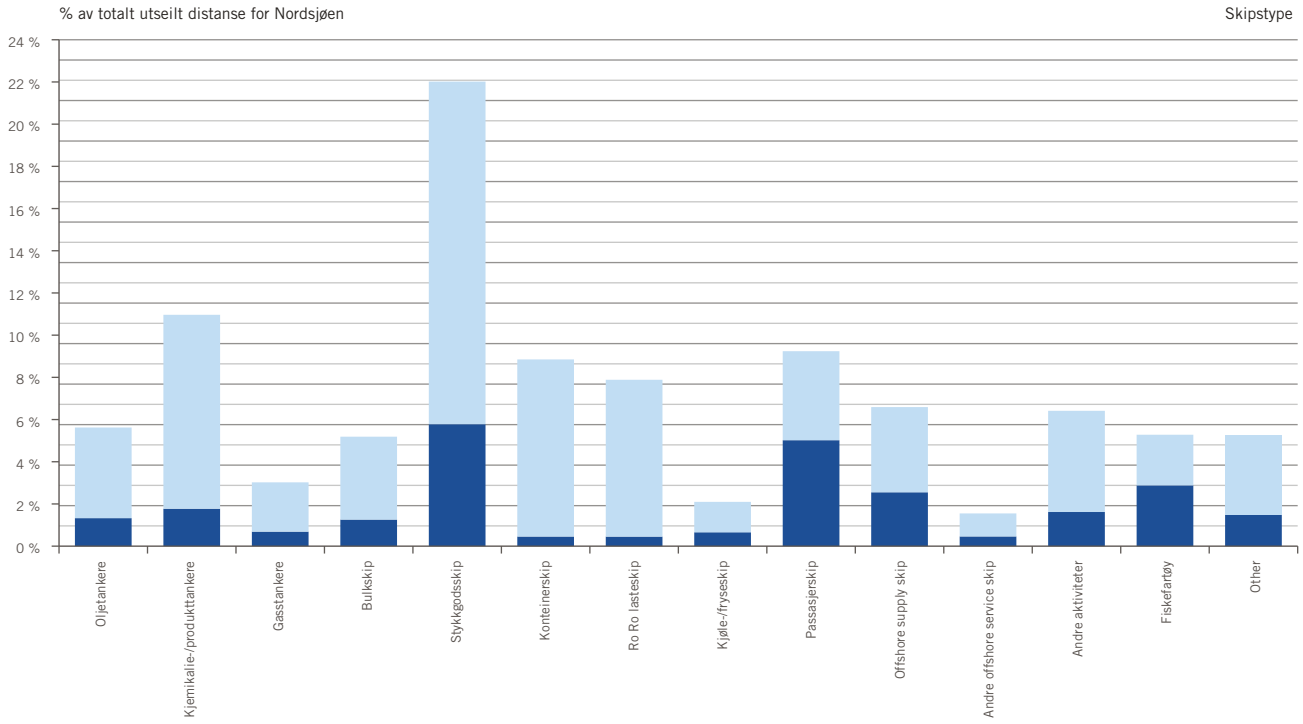
I Norskehavet er det store variasjoner i trafikkmengden. Særlig områdene langs Norskekysten mellom Røst og Stadt skiller seg ut med relativt høy trafikktetthet. I tillegg er Vestfjorden relativt trafikkert, spesielt i fiskerisesongen.

I 2006 passerte om lag 18 300 fartøy ved Stadt, inklusive fiskefartøy. Lasteskip utgjør 59 prosent av trafikken og tankskip utgjør 17 prosent. 20 prosent av tankskipene er store tankskip over 50 000 bruttotonn (BT).

FIGUR 4-17
Sjøtransporten i Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen målt i utseilt distanse og fordelt på ulike skipskategorier



FIGUR 4-18
Andel av skipstrafikken i Norsk Økonomisk Sone (NØS) versus resten av Nordsjøen.



Barentshavet

Skipstrafikken i Lofoten og Barentshavet domineres av fiskeriaktivitet, målt i utseilt distanse. I forvaltningsplanområdet har norske fiskefartøy nesten tre ganger så mye utseilt distanse som øvrig skipstrafikk, jfr. Figur 4-17. For den trafikken som ikke omhandler fiske er aktiviteten i form av utseilt distanse størst i hovedleden. Trafikken i hovedleden (utseilt distanse) er om lag 30 prosent høyere enn trafikken i sjøruten og havgående ruter.

Skipstrafikk i transitt utgjør noe over halvparten av all trafikk i Barentshavet. Transittrafikken består av de store tank- og bulkskipene til/fra russiske havner. Denne trafikken seiler nesten uten unntak i Trafikkseparasjonssystem (TSS) Vardø – Røst (Se avsnitt 4.6.4). Også betydelig mengder stykkgodstrafikk og en del kjøle-/fryseskip går i transitt til/fra Russland, men disse skipene er mindre (1000-5000 GT) og trafikken går nærmere kysten. Større stykkgodsskip seiler i TSS Vardø - Røst. Det fåtall konteinerskip som er registrert i området går også i transitt til Russland, i TSS Vardø - Røst.

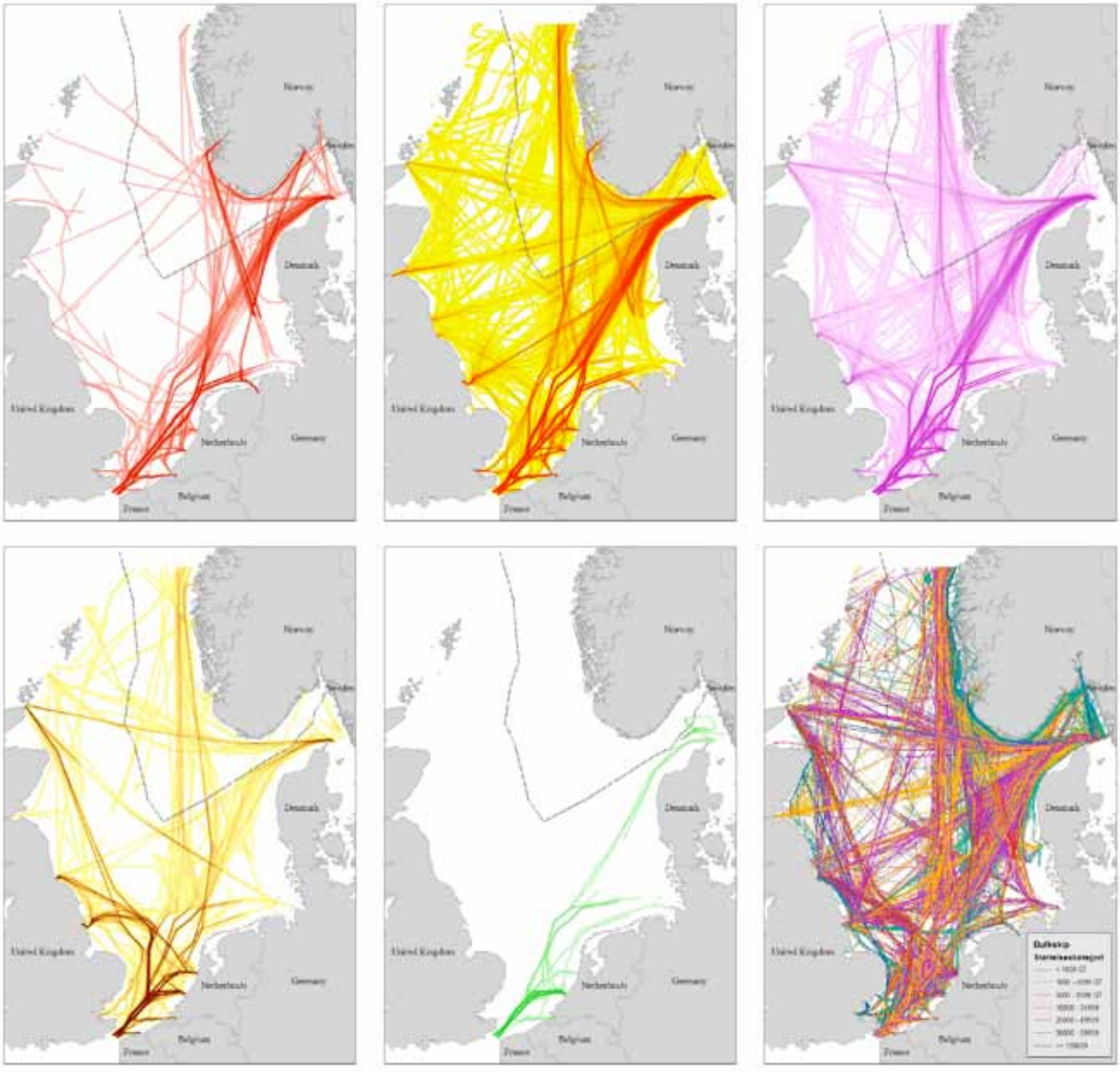
Forsvarets operative hovedkvarter (FOH) har i flere år ført statistikk over antallet fullastede tankskip i transitt til og fra Russland langs norskekysten. Disse skipene seiler i TSS Vardø – Røst, men følger havgående rute langs resten av fastlandskysten, se Figur 4-15.

Fram til 2008 har trafikkutviklingen vært relativt flat både regnet i lastevolum og antall passerende skip. Lastemengden har vært i størrelsesorden 10 til 12 millioner tonn per år, og dette volumet er befraktet på 200 til 240 fullastede tankskip. I 2009 endret dette seg vesentlig og lastemengden økte til omlag 16 millioner tonn. Mye tyder på at befraktet volum fra denne transittvirksomheten vil fortsette å øke de kommende årene.

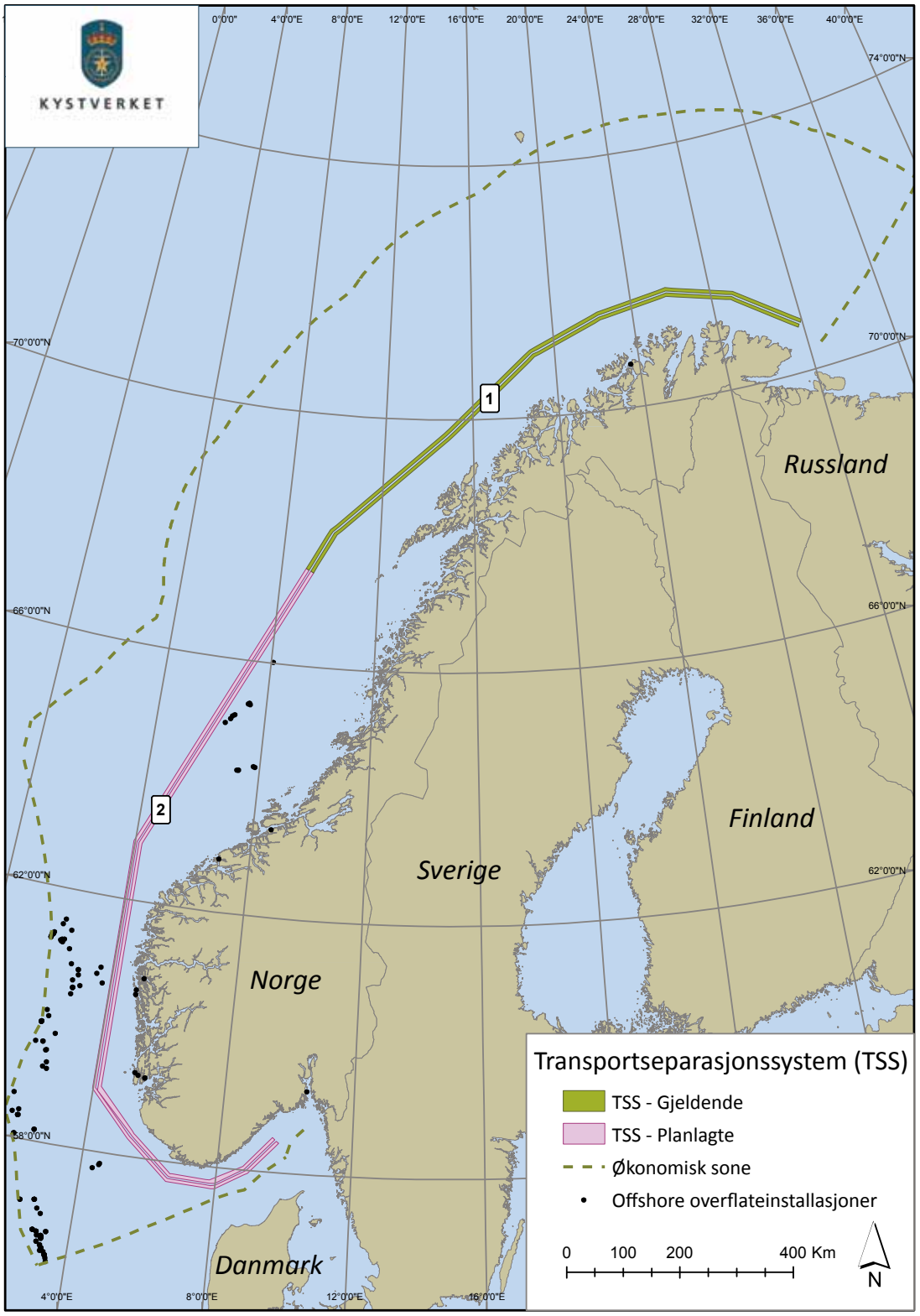
4.6.4 SKIPSFART OG SAMEKSISTENS MED VINDKRAFT

For å trygge sameksistensen mellom skipsfarten og andre næringer, herunder havenergi, finnes det flere virkemidler. De mest aktuelle er trafikkseparasjonssystemer, andre rutetiltak, merking og opprettelse av sikkerhetssoner. Disse virkemidlene er beskrevet under.

FIGUR 4-19
Forskjellige størrelseskategorier bulkskip og seilingsmønsteret i Nordsjøen. Kilde: Kystverket



FIGUR 4-20
Gjeldende og planlagte trafikkseparasjonssystem. Kilde: Kystverket.



Trafikkseparasjonssystemer

Det ble i juli 2007 etablert trafikkseparasjonssystem/rutetiltak på strekningen Vardø – Røst for større lasteskip og tankskip i internasjonal fart, se Figur 4-20. Tiltakene gjelder for skip over 5 000 BT, samt skip som fører farlig og/eller forurensende last (jfr MARPOL 73/78 Annex 1,2 og 3). Dette har medført at disse fartøyene nå seiler med økt avstand fra kysten og fra kystnært fiske. Fordelene med slike rutetiltak er følgende:

- Rutetiltakene gir bedre responstid/varslingstid.
- Muligheten til å avverge en skipsulykke og iverksette tiltak innenfor beredskapsapparatet øker.
- Rutetiltakene reduserer risikoen for kollisjoner og grunnstøtninger.
- Konsekvensene av et oljeutslipp reduseres ved at mindre oljemengder vil nå land (naturlig nedbrytning og flere oljevernsressurser på rett sted til rett tid)
- Hensynet til fiskeri-, skipsfarts- og andre næringsaktiviteter er ivaretatt. Tiltakene er ikke til stor ulempe for skipstrafikken.
- Det oppnås en ønsket kanaliserende effekt for skipstrafikk i områder uten rutetiltak.

Kystverket har utarbeidet tilsvarende rutetiltak for Vestlandskysten og Sørlandskysten. Forslagene har fått støtte i den Internasjonale Maritime Organisasjon (IMO) og er oversendt Maritime Safety Committee (MSC) for endelig godkjenning under det neste møtet i november/desember 2010. Det antas at tiltakene vil tre i kraft 1.7.2011.

Tiltakene er foreslått å gjelde for skip, uavhengig av tonnasje, som fører forurensende last (jfr MARPOL 73/78 Annex 1 og 2), samt alle andre skip over 5 000 bruttotonn (BT).

Tiltakene er begrenset til å gjelde for fartøyer som transitterer utenfor Norskekysten eller som er i transitt mellom norsk og utenlandsk havn. Tiltakene gjelder ikke for fartøyer som går i trafikk med passasjerer og/eller gods mellom norske havner. Begrensningen utelukker likevel ikke disse fartøyene fra å følge seilingsleden om ønskelig.

De foreslåtte tiltakene tar hensyn til fiskeri- og andre næringsaktiviteter i området. De utelukker ikke etableringer av anlegg for fornybar energi, men det vil være påkrevd å ha en tett dialog med Kystverket under planleggingsprosessen for å sikre en hensiktsmessig trafikkavvikling for området. Hovedregelen er at anlegg for fornybar energi ikke kan etableres innenfor eller ved utløpene av trafikkseparasjonssystemene. I tillegg bør de heller ikke være til hinder for skipstrafikken mellom trafikkseparasjonssystemene.

Når TSS blir innført fra Røst og sørover langs kysten vil mesteparten av dagens trafikk i de havgående ruter illustrert i Figur 4-15, samt en del av trafikken i sjøruten måtte forflyttes lenger ut fra kysten til TSS systemet.

Andre typer rutetiltak

Ulike rutetiltak kan både være hensiktsmessige og gi god nytteverdi i tilknytning til havenergiinstallasjoner. De mest aktuelle rutetiltakene vil være *Precautionary Areas, Areas to be avoided, No anchoring areas* og *Traffic Separation Schemes*.

- «Precautionary areas»er kartfestet og opplyser om at navigasjon i området krever særlig aktsomhet. Beskrivende tekst til aktsomhetsområdet kan gis som noter i kart og forklaringer/anbefalinger i nautiske publikasjoner.
- «Areas to be avoided» kan etableres rundt hele vindkraftverk. Fleksibiliteten i dette rutetiltaket ligger i at den geografiske utformingen/utstrekningen kan fastsettes ut fra behov, men også at det kan spesifiseres konkret hvem dette rutetiltaket skal gjelde for i hvert enkelt tilfelle. Denne fleksibiliteten har man ikke med sikkerhetssonene.
- «No anchoring areas» kan være nyttig å etablere dersom det er bunninstallasjoner i området som krever særlig beskyttelse.
- «Traffic Separation Schemes» kan være nyttig dersom man ønsker å etablere en korridor gjennom et vindkraftverk som fartøyer skal seile i.

Det er viktig å merke seg at rutetiltak utenfor territorialfarvannet vil kreve internasjonal godkjennelse gjennom IMO. Planlegging av dette må starte i god tid før konstruksjonsfasen av et vindkraftverk eller annen havenergiinstallasjon.

Merking

Navigasjonsinnretninger gir visuelle og elektroniske signaler som skal være til hjelp i navigasjonsprosessen. Farvann i

4. Det vises her til IALA Recommendation O-139 On the marking of Man-Made Offshore Structures og IALA Recommendation O-117 On the Marking of Offshore Wind Farms.

Norge er merket i samsvar med det internasjonale merkesystemet utgitt av IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities). Ved etablering av energianlegg til havs har Kystverket myndighet til å gi bestemmelser om hvilke installasjonsinnretninger som er påkrevd. Slike bestemmelser kan omhandle hvordan lokasjonen, og hver enkelt innretning, skal merkes om dagen og om natten, både over og under sjøoverflaten. Det må tas i betraktning at det kan være behov for særlige krav til merking ved for eksempel etablering og nedlegging av energiproduksjonsanlegg til havs.

Navigasjonsinnretninger til merking av innretninger for fornybar energiproduksjon kan være visuelle merker som f. eks. malte overflater, refleksmateriale og lyssignaler, og merking som forutsetter bruk av radar eller radiokommunikasjon som radarsvarere (racon) og Automatic Identification System (AIS)[4].

Utviklingen på området gjør at disse anbefalingene ikke kan sies å være uttømmende. Det finnes annet materiale, og det pågår en utveksling av synspunkt mellom IALA og ICAO (International Civil Aviation Organization). Det siste fordi merking av havenergiinnretninger som luftfartshinder, kan være til ulempe for sjøfarten. Kystverket følger med på denne utviklingen, og vil gjøre det i fortsettelsen.

I henhold til innretningsforskriften gjelder i dag følgende for petroleumsvirksomheten:

«§ 72 Merking av innretninger

Innretninger skal være merket slik at de raskt kan identifisere og slik at annen trafikk i området varsles. Merking av innretninger skal være i samsvar med Kystverkets bestemmelser.

Anker- og markeringsbøyer skal merkes på tilsvarende måte.

Alle sjømerker som legges ut i forbindelse med petroleumsvirksomheten skal være i samsvar med IALA-regler og av en type som er akseptert av Kystverket for slik merking. Ved plassering av ankerfester utenfor sikkerhetssonen kan Petroleumstilsynet forlange slike merket med gule ankerbøyer med gul refleks, eventuelt med gult blinkende lys.»

Sikkerhetssoner

Det kan etableres sikkerhetssoner rundt fysiske installasjoner. Det er ingen automatikk i etablering av slike soner rundt vindturbiner/vindkraftverk. Reglene er de samme som gjelder for petroleumsinstallasjoner, og sikkerhetssoner er noe som kyststaten selv vurderer og eventuelt implementerer. Hjemmel og regelverk er gitt i Havrettskonvensjonen artikkel 60 og 80, med videre anbefalinger i IMO resolusjon A.671 (16) og endringer til denne.

I dag kan det opprettes en sikkerhetssone rundt en enkeltinstallasjon med maksimal radius på 500 meter. Radius skal ikke være større enn hva man anser som påkrevd. Det finnes ingen fasitsvar, men enkelte land legger seg på en generell praksis der sikkerhetssonen er 500 meter under konstruksjon/avhending og 15-50 meter under den operasjonelle fasen. Det finnes foreløpig for liten erfaring til å kunne si hva som vil være mest hensiktsmessig, så her kan det komme endringer.

4.6.5 SKIPSVRAK

Kystverket har en database over skipsvrak som er kjent og vurdert med hensyn til fare for akutt forurensning. De fleste skipsvrakene stammer fra 2. verdenskrig, men det er også en god del skip som har havarert etter dette. Det finnes ikke noen nøyaktig oversikt over antall skipsvrak. Figur 4-17 viser alle skipsvrak som er registrert med posisjon i Kystverkets vrakdatabase.

Etter andre verdenskrig ble kjemisk ammunisjon uskadeliggjort ved å laste denne om bord i skip som deretter ble slept ut og senket. I den norske delen av Skagerrak ble dette gjennomført på dypt vann to steder i Norskerenna. Undersøkelser gjennomført av Forsvarets forskningsinstitutt og Klif har konkludert med at skipene og ammunisjonen kan bli liggende og overlates til naturlig nedbrytning, men at situasjonen bør overvåkes. Dokumentasjonen etter dumpingen i 1945 er mangelfull, og Kystverket mener ny tilgjengelig teknologi bør benyttes for å posisjonere de senkede skipene nøyaktig.

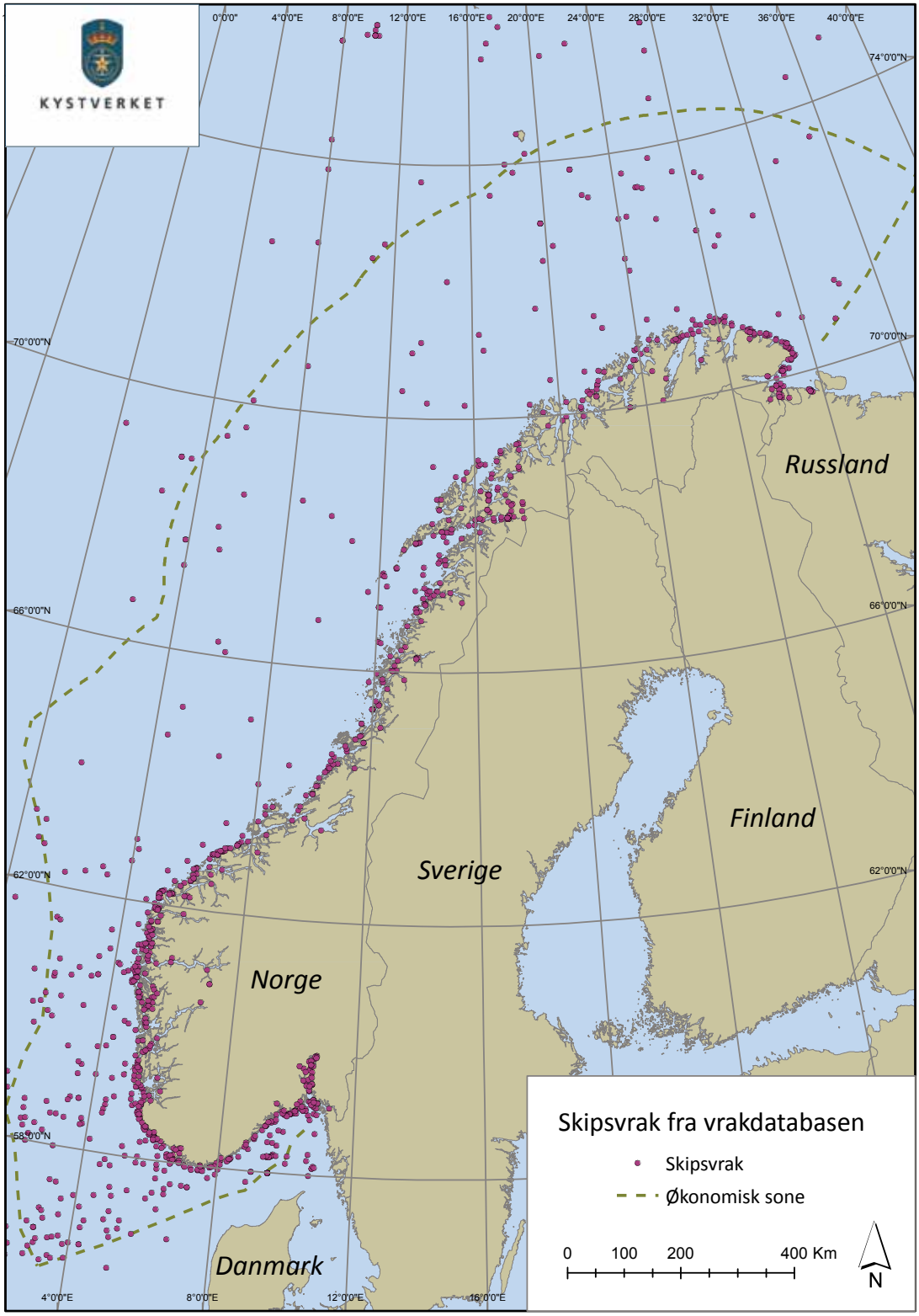
4.7 PETROLEUMSAKTIVITET

4.7.1 INNLEDNING

Petroleumsvirksomheten er Norges største næring. I 2009 stod petroleumssektoren for 22 prosent av verdiskapingen i landet. Videre stod eksport av råolje, naturgass og rørledningstjenester for om lag halvparten av Norges totale eksport. Petroleumsvirksomhetens arealbruk på norsk kontinentalsokkel omfatter felt, funn og infrastruktur og områder som kartlegges for framtidige petroleumsressurser. Disse har følgende definisjoner:

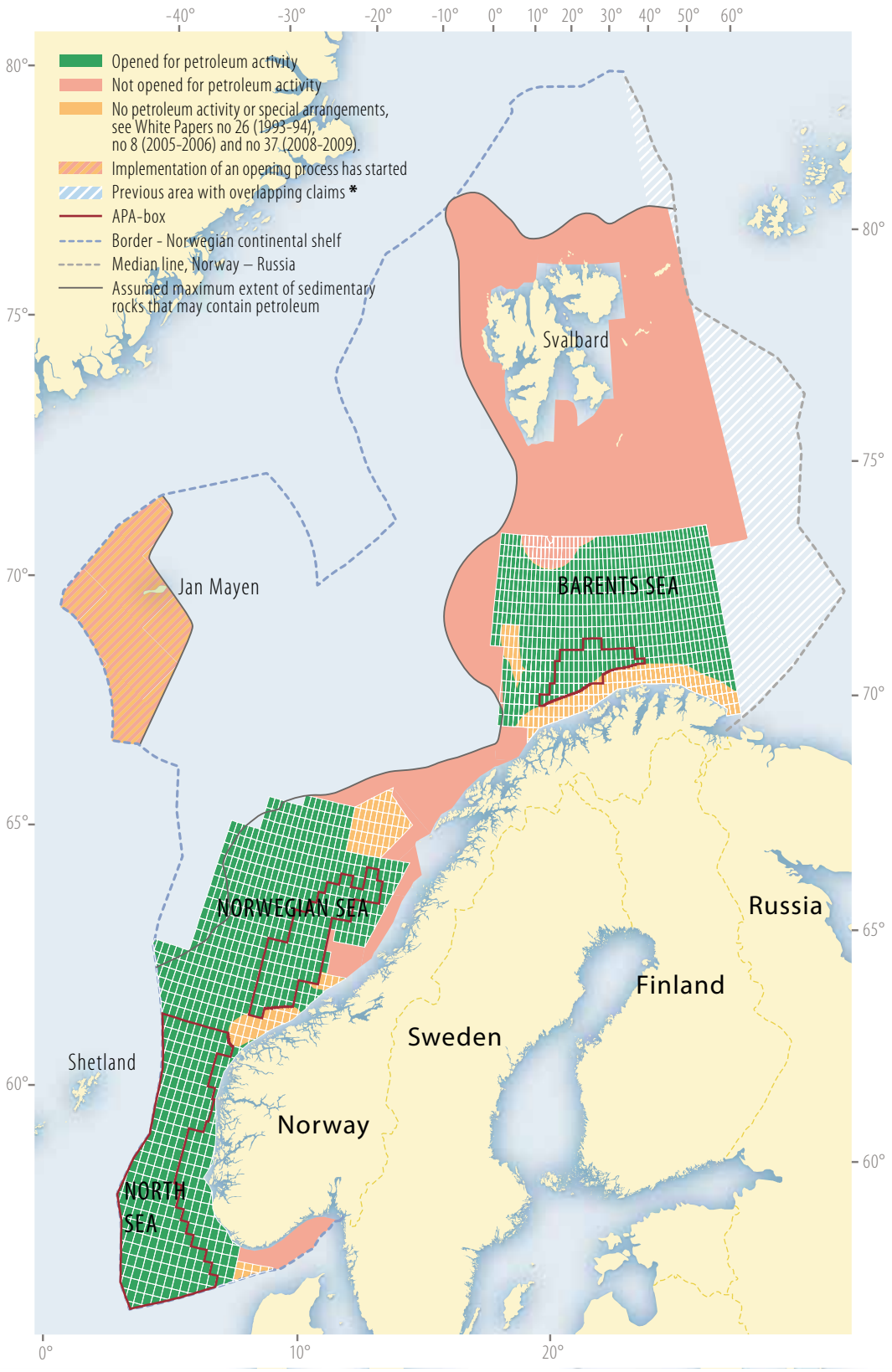
- Et felt er en eller flere petroleumsforekomster samlet som omfattes av en godkjent plan for utbygging og drift (PUD) eller er innvilget fritak fra PUD.

FIGUR 4-21
Registrerte skipsvrak i norske havområder. Kilde: Kystverkets vrak-database. Faren for oljeforurensning fra skipsvrak har vært vurdert siden midten av 90-tallet og skipsvrak har blitt tømt for olje etter en prioriteringsplan.



FIGUR 4-22

Arealstatus for petroleumsvirksomheten på norsk kontinentalsokkel per september 2010.



TABELL 4-5
Usikkerhetsspenn for uoppdagede ressurser.

VÆSKE			GASS			TOTAL		
P90	Forventning	P10	P90	Forventning	P10	P90	Forventning	P10
mill Sm^3 o.e.	mill Sm^3 o.e.	mill Sm^3 o.e.	mill Sm^3 o.e.	mill Sm^3 o.e.	mill Sm^3 o.e.	mill Sm^3 o.e.	mill Sm^3 o.e.	mill Sm^3 o.e.
775	1455	2700	680	1825	3210	1765	3280	5460

- Et funn er en eller flere petroleumsforekomster som samlet er oppdaget i samme brønn og som gjennom testing, prøvetaking eller logging er sannsynliggjort å ha bevegelig petroleum. Definisjonen omfatter både kommersielle og tekniske funn.
- Et prospekt er en mulig petroleumsfelle med et kartleggbart, avgrenset bergartsvolum, som ikke er påvist.

I Norge er alle disposisjoner og rettigheter over sjøterritoriet og kontinentalsokkelen lagt til staten, herunder petroleumsvirksomhet.

Petroleumsvirksomheten er regulert gjennom Petroleumsloven som omhandler retten til å utnytte petroleum på norsk territorium. Petroleumslovens virkeområde i areal er norsk territorium, inklusiv den norske kontinentalsokkel, samt annet areal der norsk jurisdiksjon gjelder for eksempel etter folkerettslige avtaler. Loven gjelder ikke Svalbard.

Petroleumsvirksomhet er i loven definert å være: *«all virksomhet knyttet til undersjøiske petroleumsforekomster, herunder undersøkelse, leteboring, utvinning, transport, utnyttelse og avslutning samt planlegging av slike aktiviteter, likevel ikke transport av petroleum i bulk med skip.»*

Innenfor de områdene som er åpnet for petroleumsvirksomhet får selskapene tilgang på areal hovedsakelig ved å søke om utvinningstillatelser i konsesjonsrunder og under ordningen *Tildeling i forhåndsdefinerte områder* (TFO). I tillegg har selskapene tilgang på areal gjennom kjøp og bytte av andeler i utvinningstillatelser. I en utvinningstillatelse har rettighetshaverne en eksklusiv rett til å utøve petroleumsvirksomhet. I dette ligger at annen virksomhet som ikke er til hinder for den eksklusive retten til petroleumsvirksomhet kan utøves.

4.7.2 GEOLOGISKE FORUTSETNINGER FOR PETROLEUMSVIRKSOMHET

En av forutsetningene for å gjøre funn er at det er sedimentære bergarter tilstede. Figur 4-22 viser antatt maksimumsutbredelse av sedimentære bergarter som kan inneholde petroleum på norsk kontinentalsokkel, samt hvilke deler av sokkelen som er åpnet for petroleumsvirksomhet.

4.7.3 PETROLEUMSRESSURSER PÅ NORSK KONTINENTALSOKKEL

Oljedirektoratet anslår de totale utvinnbare ressursene[5] til å være 13,4 milliarder standard kubikkmeter oljeekvivalenter (Sm^3 o.e.) per 31.12.2009. 40 prosent eller 5,3 milliarder Sm^3 o.e er produsert. De samlede utvinnbare ressursene (reserver og betingede ressurser) som er påvist og gjenstår å produsere er anslått til 4,8 milliarder Sm^3 o.e. Dette anslaget varierer fra år til år avhengig av hvor mye som blir påvist ved leting, hvor mye som anslås produsert fra de eksisterende feltene og hvor mye som er produsert. Det forventes at om lag en fjerdedel eller 3,3 milliarder Sm^3 o.e ennå ikke er oppdaget. Oljedirektoratet foretar jevnlig vurderinger av estimatet for uoppdagede ressurser og arbeider nå med oppdateringer i Nordsjøen og Norskehavet.

Det er knyttet stor usikkerhet til anslaget for de uoppdagede ressursene. Tabell 4-5 viser anslaget for de uoppdagede ressursene fordelt på væske og gass, med tilhørende usikkerhetsspenn.

Oljedirektoratet beregner de uoppdagede ressursene ved hjelp av en metode som kalles letemodellanalyse. Metoden går ut på å anslå hvor mye petroleum som kan påvises og produseres fra såkalte letemodeller. En letemodell betegnes som et geografisk avgrenset område hvor flere geologiske faktorer opptrer sammen slik at produserbar petroleum kan påvises.

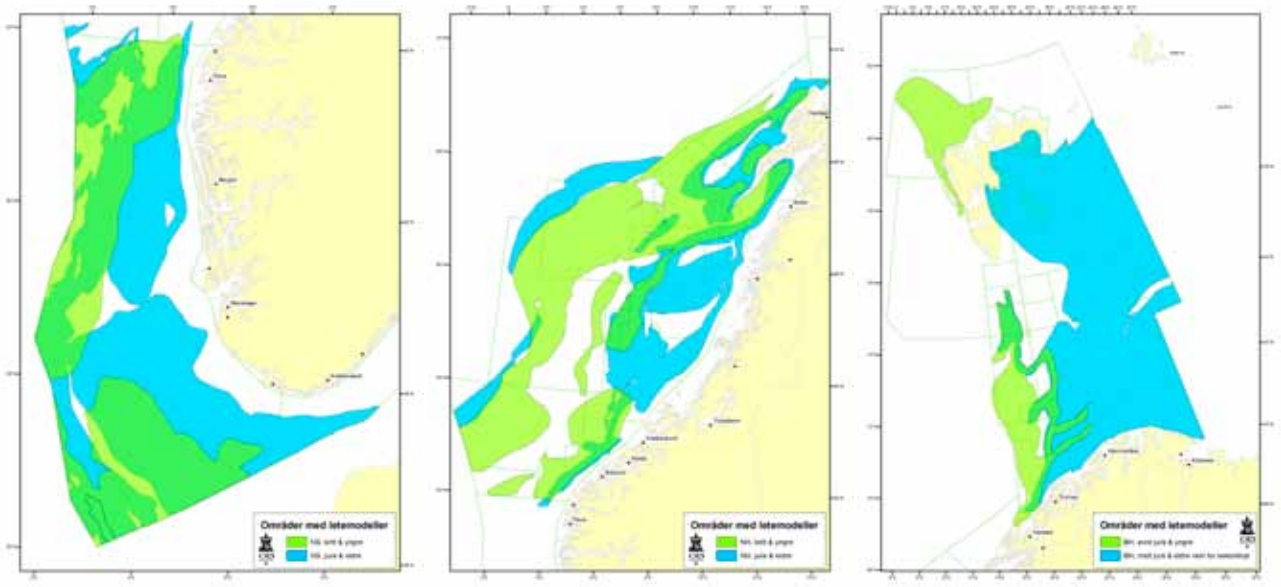
Utstrekningen av Oljedirektoratets definerte letemodeller er vist i Figur 4-23. Lokaliseringen av letemodellene gir et bilde på hvilke arealer som er eller kan være viktige for petroleumsvirksomheten i fremtiden. En letemodell er bekreftet dersom det er påvist hydrokarboner i letemodellen.

4.7.4 VIKTIGE AREALER FOR PETROLEUMSNÆRINGEN

Petroleumsvirksomhetens arealbruk på norsk kontinentalsokkel omfatter felt, funn og infrastruktur og områder som kartlegges for framtidige petroleumsressurser, også i områder som ennå ikke er åpnet for petroleumsvirksomhet. Oljeselskapene får tildelt areal gjennom konsesjonsrunder. To typer konsesjonsrunder arrangeres på norsk sokkel. De ordinære rundene, som

5. Ressurser er et samlebegrep for teknisk utvinnbare petroleumsmengder. Ressursklassifiseringen deler ressursene inn i hovedklassene reserver, betingede ressurser og uoppdagede ressurser. Reservene omfatter gjenværende, utvinnbare petroleumsressurser i forekomster som rettighetshaverne har besluttet å bygge ut. Betingede ressurser er påviste petroleumsmengder som ennå ikke er besluttet utbygd. Uoppdagede ressurser er petroleumsmengder som en regner med finnes, men som ennå ikke er påvist ved boring.

FIGUR 4-23
Geografisk utstrekning for Oljedirektoratets letemodeller i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet.



hovedsakelig omfatter umodne deler av sokkelen, arrangeres vanligvis annethvert år. Tildelinger i forhåndsdefinerte områder (TFO), som omfatter de modne delene av sokkelen med kjent geologi og utviklet infrastruktur, skjer hvert år. Gjøres det et drivverdig funn, bygges dette ut, og nytt areal med infrastruktur tas i bruk. Dersom det ikke blir gjort funn eller det blir avgjort at området ikke er lovende nok, leveres utvinningstillatelsen tilbake. Samme område kan tildeles på nytt og kartlegges flere ganger. Nye letemodeller, ny geologisk innsikt og teknologiutvikling kan føre til at olje og gass påvises i utvinningstillatelser som andre har forlatt.

I det følgende beskrives hovedtrekkene som kjennetegner petroleumsvirksomheten i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet.

4.7.4.1 Nordsjøen

Det har foregått leteaktivitet i Nordsjøen i over 40 år, og de fleste store norske feltene ligger her. Nordsjøen regnes i dag som et modent område. Kjennetegn på modne områder er kjent geologi, mindre tekniske utfordringer og godt utbygd eller planlagt infrastruktur. I slike områder regnes sannsynligheten for å gjøre nye funn som stor, men sannsynligheten for å gjøre store funn er liten.

Selv om infrastrukturen er godt utbygd i Nordsjøen, er levetiden til den eksisterende infrastrukturen avgrenset. Det er derfor viktig å påvise nye petroleumsressurser og starte produksjon av petroleum før den eksisterende infrastrukturen stenges ned og fjernes.

I følge Oljedirektoratets ressursregnskap per 31.12.2009 er det 48 funn i Nordsjøen som ikke er utbygd. Det er anslått at det er 90 prosent sannsynlig at uoppdagede ressurser i Nordsjøen er 750 millioner Sm^3 o.e. eller mer, og 10 prosent sannsynlig at ressursene er mer enn 1650 millioner Sm3 o.e. Det kan altså være betydelige ressurser igjen å finne i Nordsjøen, og framtidig leteaktivitet er derfor viktig for å kunne realisere slike tilleggsressurser.

Petroleumsaktiviteten i Nordsjøen dekker et stort geografisk område, og for å gi en oversikt over eksisterende petroleumsaktivitet i Nordsjøen er det er naturlig å dele området inn i en nordlig, en midtre og en sørlig del.

Nordlige Nordsjøen

Den nordlige delen av Nordsjøen omfatter hovedområdene Tampen, Oseberg og Troll. I den nordlige delen av Nordsjøen er det i dag 23 felt i produksjon og tre felt er under utbygging: Gjøa, Vega og Vega Sør. Se figur 4-24.

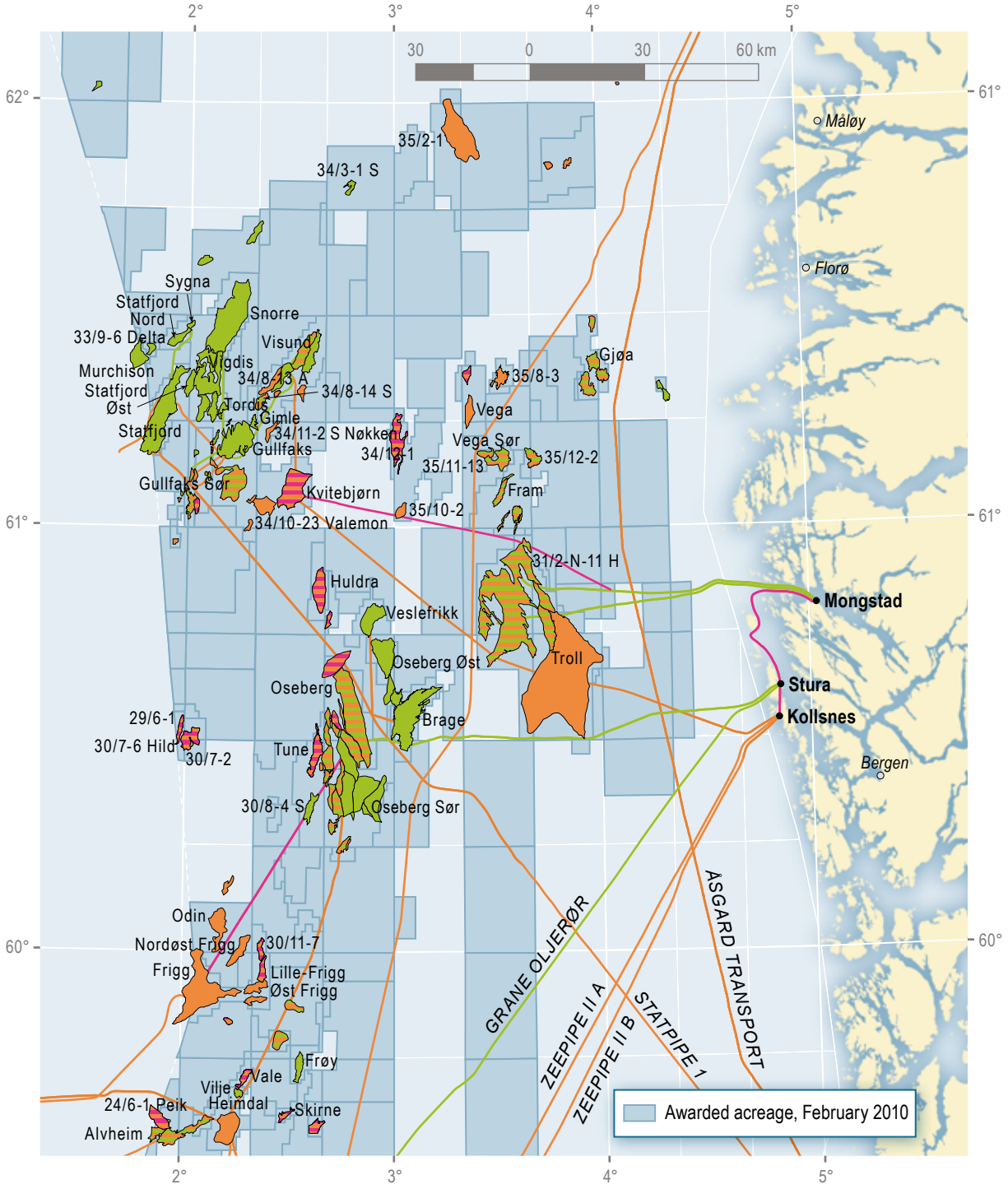
Midtre Nordsjøen

Den midtre delen av Nordsjøen omfatter hovedområdene Frigg, Balder/Heimdal og Sleipneområdet. Det er i dag 19 felt i produksjon i den midtre delen av Nordsjøen og flere funn er under planlegging for utbygging. Seks felt i Friggområdet har avsluttet produksjonen, og innretningene er fjernet (2008-2009). Det er mulig at noen av disse feltene kan bli bygget ut på nytt ved et senere tidspunkt. Felt og funn i den midtre delen av Nordsjøen er vist i figur 4-25.

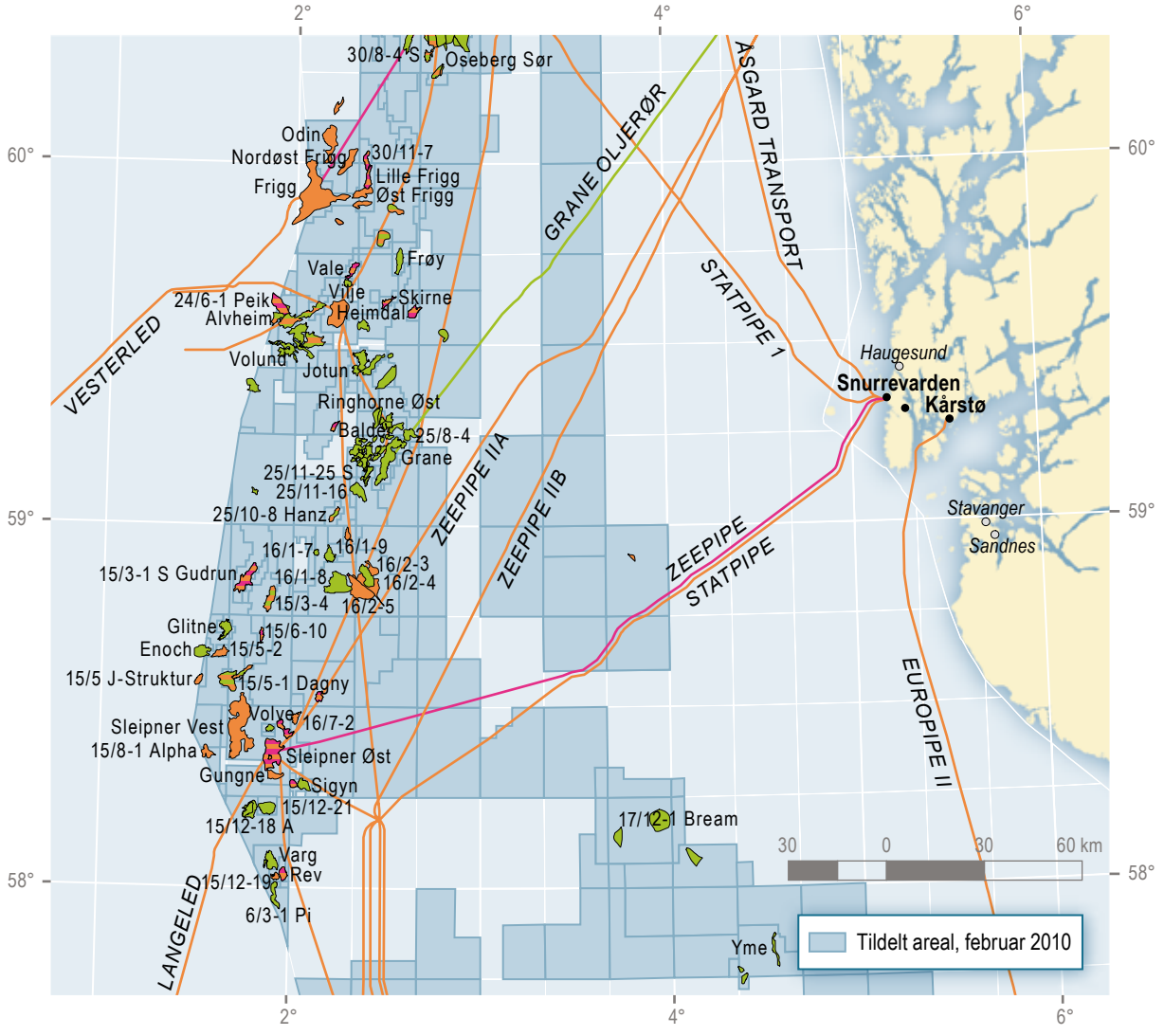
Sørlige Nordsjøen

Den sørlige delen av Nordsjøen omfatter blant annet de store krittfeltene Ekofisk, Eldfisk og Valhall. Ekofisk er nå det største feltet på norsk sokkel, målt i daglig produksjon. I den sørlige delen av Nordsjøen er det nå 11 felt i produksjon, mens to

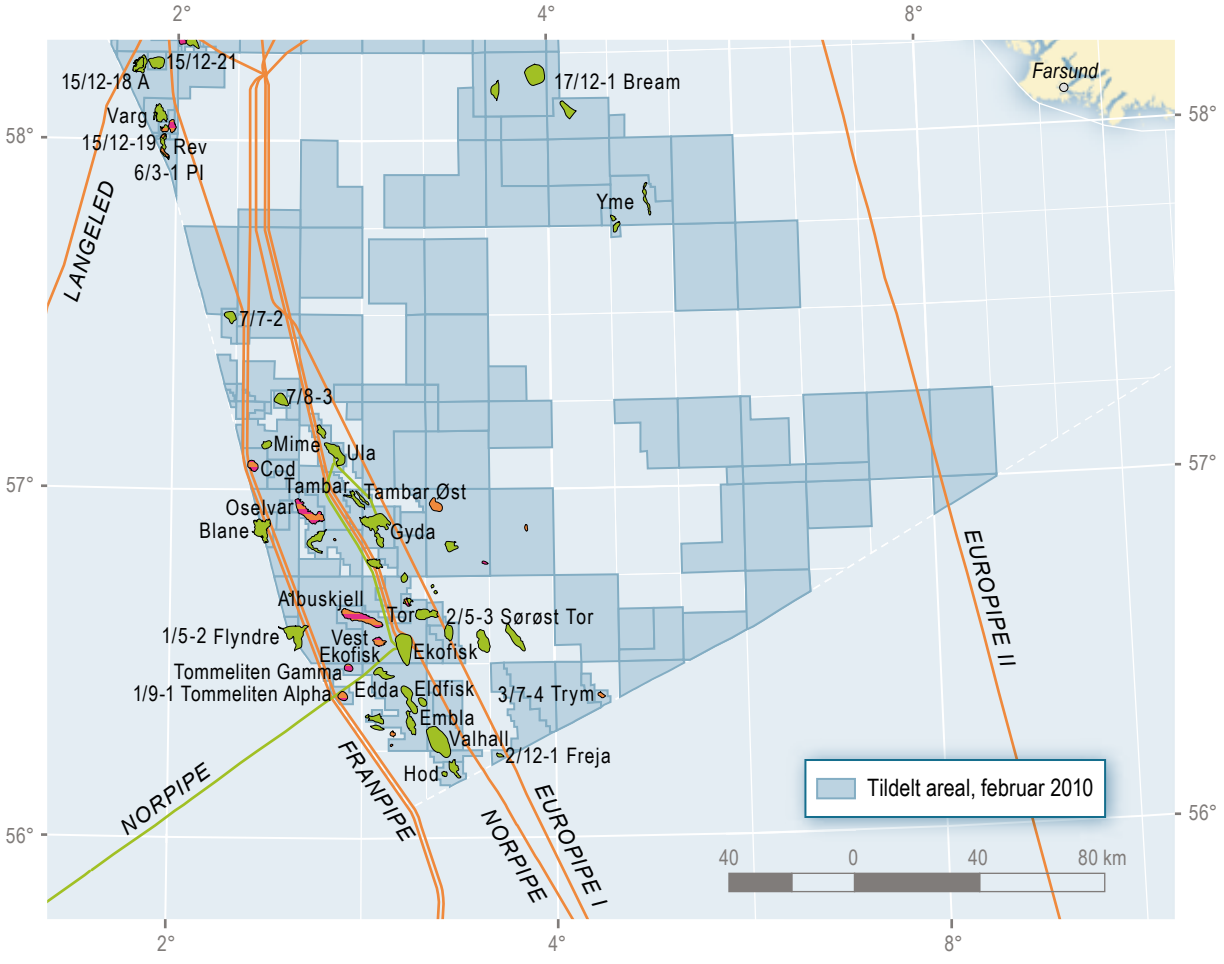
FIGUR 4-24
Felt og funn i nordlige del av Nordsjøen.



FIGUR 4-25
Felt og funn i midtre del av Nordsjøen.

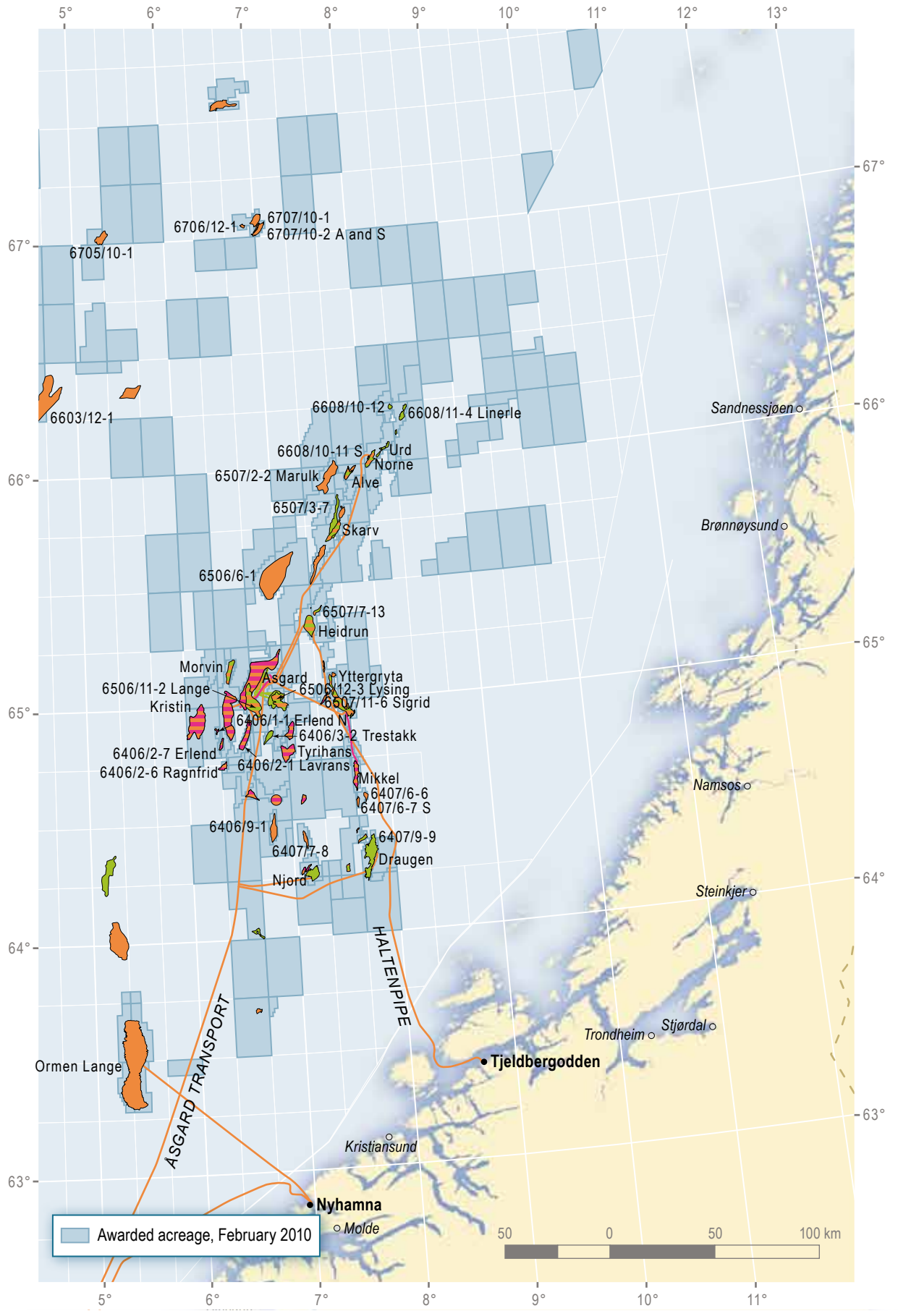


FIGUR 4-26
Felt og funn i sørlige del av Nordsjøen.

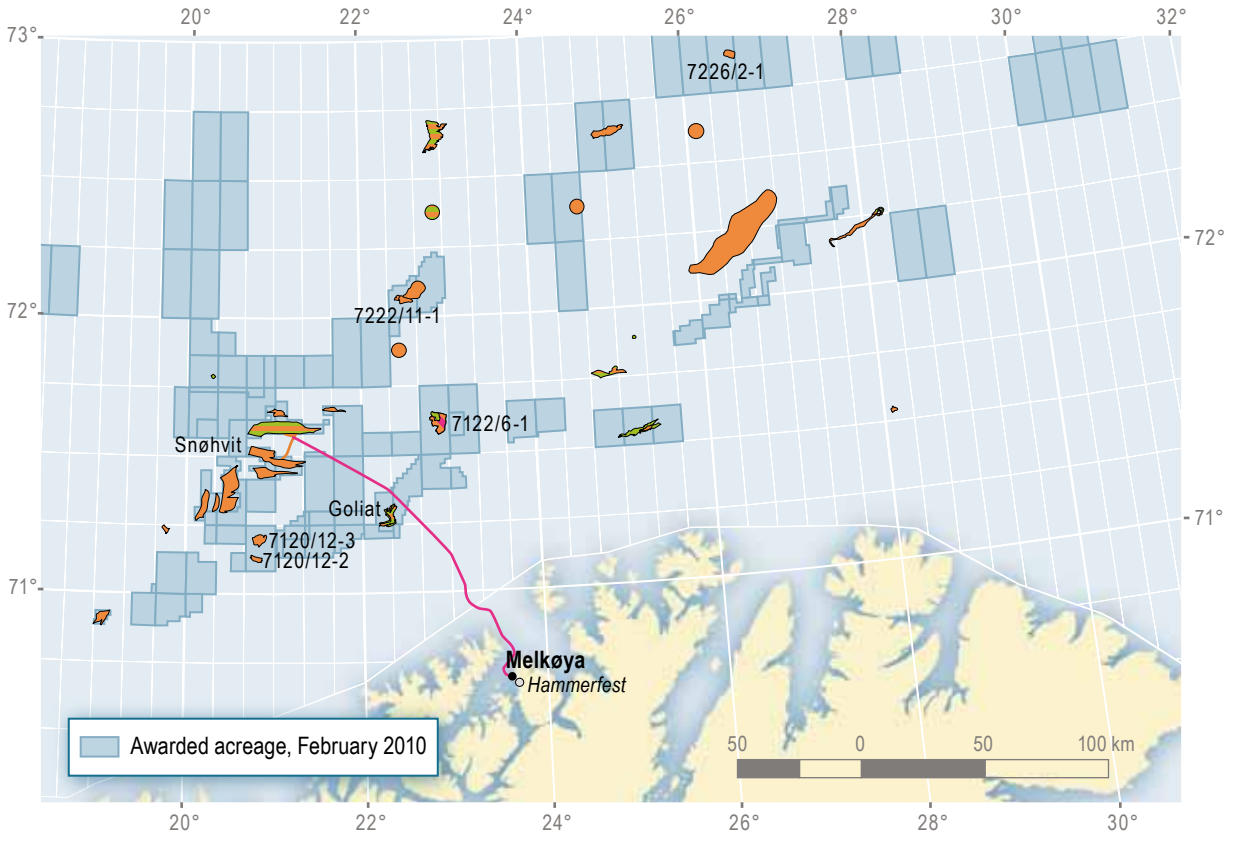


FIGUR 4-27

Felt og funn i Norskehavet.



FIGUR 4-28
Felt og funn i Barentshavet.



felt er under utbygging: Yme og Oselvar. Syv felt har avsluttet produksjonen. Et av dem, Yme, starter ny produksjon i løpet av høsten 2010, se figur 4-26. Det er fremdeles store ressurser igjen i den sørlige delen av Nordsjøen.

4.7.4.2 Norskehavet

Norskehavet som petroleumsprovins er mindre moden enn Nordsjøen. Områder nord for 62° N ble gradvis åpnet for petroleumsvirksomhet fra 1979. I 1994 ble områder på dypt vann (dypere enn 800 meter) i Norskehavet åpnet. Draugen var det første feltet som kom i produksjon i 1993 og det er nå 12 felt i produksjon og to felt under utbygging, Skarv og Morvin. Ingen av feltene i Norskehavet har avsluttet produksjonen. Norskehavet har store gassressurser.

I følge Oljedirektoratets ressursregnskap per 31.12.2009 er det 25 funn i Norskehavet. Det er anslått at det er 90 prosent sannsynlig at uoppdagede ressurser i Norskehavet er 370 millioner Sm^3 o.e. eller mer og 10 prosent sannsynlig at ressursene er mer enn 2340 millioner Sm^3 o.e. Det kan altså være betydelige ressurser igjen å finne og framtidig leteaktivitet er derfor viktig.

4.7.4.3 Barentshavet

Barentshavet er en umoden petroleumsprovins. Her er Snøhvit det eneste feltet som til nå er bygd ut og har vært i produksjon siden 2007. Utbyggingen av Goliat ble godkjent av myndighetene juni 2009 og produksjonsstart er planlagt høsten 2013.

I følge Oljedirektoratets ressursregnskap per 31.12.2009 er det fem funn i Barentshavet. Det er anslått at det er 90 prosent sannsynlig at uoppdagede ressurser i Barentshavet er 160 millioner Sm3 o.e. eller mer, og 10 prosent sannsynlig at ressursene er mer enn 2615 millioner Sm3 o.e. Siden Barentshavet ikke er så mye undersøkt som de andre områdene, er det større usikkerhet om hvor mye olje og gass som befinner her enn i for eksempel Nordsjøen. Det kan altså være betydelige ressurser igjen å finne, og framtidig leteaktivitet er derfor viktig for å kartlegge og påvise olje og gass.

4.7.5 VIRKNINGER FOR PETROLEUMSVIRKSOMHETEN

I arbeidet med å finne mulige arealer for offshore vindkraftverk er det arealet som er i bruk i forbindelse med felt, funn og infrastruktur utelatt. Områder hvor Oljedirektoratet har kartlagt prospekter er også i stor grad utelatt. I de foreslåtte arealene som kan konsekvensutredes for en mulig åpning til vindkraft kan det ikke utelukkes at det er muligheter for petroleumsforekomster.

Konsekvensutredningen vil legge til rette for en avveining mellom havvind og dagens interesser på sokkelen. I konsekvensutredningen må et eventuelt potensial for petroleumsressurser avklares. Når et vindkraftverk er etablert, vil kartlegging av ressursene ved hjelp av seismikk og brønner være svært vanskelig.

I kapittel 3.6 er muligheten for å knytte vindturbiner og vindkraft mot petroleumsinnretningene beskrevet.

4.8 RØRLEDNINGER OG SJØKABLER

4.8.1 OLJE- OG GASSRØRLEDNINGER I NORSKE HAVOMRÅDER

Olje og gass som produseres på norsk sokkel transporteres til kjøperne i rørledninger og med skip. Rundt halvparten av oljen bøyelastes og fraktes med skip, mens resten går i oljerør. I 2009 ble 94 prosent av gassen eksportert gjennom rørledningsystemet.

Det norske gasstransportsystemet omfatter et nettverk av rørledninger med en samlet lengde på 7800 km. Fra produksjonsinnretningene strømmer gassen gjennom rørledningene og inn til prosessanleggene. Der skilles våtgass og tørrgass fra hverandre. Fra prosessanleggene transporteres våtgassen med skip, mens tørrgassen fortsetter gjennom rørledninger til mottaksterminaler på det europeiske kontinent og i Storbritannia. Kartet viser eksportrørledningsnettet på norsk sokkel.

4.8.1.1 Vindkraft og olje- og gassrørledninger

Det finnes ulike rørledninger, de store eksportrørledningene, og rørledninger mellom felt. Rørledningene er i all hovedsak ikke gravet ned, men de er overtrålbare. Dersom det blir installert vindkraftverk i nærheten av rørledninger må avstanden være så stor at rørledningene ikke påføres skade. En skade på en eksportrørledning kan representere bortfall av store verdier. Risikoen for at «fallende gjenstander» kan treffe og skade ledningen må unngås. På dansk sokkel er det 200 meters sikkerhetssone langs rørledningene. En sikkerhetssone bør også vurderes på norsk sokkel.

Det var ved årsskiftet 2009/2010 ingen nye eksportrørledninger under planlegging for bygging de nærmeste årene. Hvorvidt det skal bygges nye rør avhenger av hvor mye olje og gass som påvises og som er kommersielt å bygge ut, og hvor

FIGUR 4-29
Gassrørledninger.

petroleum skal selges. For tiden pågår det både leteboring etter nye funn og avgrensingsboring på tidligere funn for nærmere å klargjøre utbredelse og ressursomfang.

4.8.2 SJØKABLER I NORSKE HAVOMRÅDER

4.8.2.1 Eksisterende og planlagte sjøkabler i norske farvann

Tabell 4-6 viser en oversikt over eksisterende og planlagte kraftkabler i norske havområder. Dette er kabler som enten har som formål å forsyne petroleumsinstallasjoner med elektrisk kraft fra land (Troll A, Valhall, Gjøa og Goliat), eller kabler som forbinder Norge med andre land hvor hensikten er å utveksle overskuddskraft samt å øke forsyningssikkerheten for elektriske kraft i Norge og de landene vi er knyttet til.

TABELL 4-6

Oversikt over eksisterende og planlagte kraftkabler i norske havområder.

NAVN	FRA	TIL	IDRIFTSATT
Skagerrak 1 og 2	Kristiansand	Tjele (DK)	1977
Skagerrak 3	Kristiansand	Tjele (DK)	1993
NorNed	Feda	Eemshaven (NL)	2008
Troll A 2&3	Kollsnes	Troll A-plattformen	2005
Troll A 1	Kollsnes	Troll A-plattformen	1995
Valhall	Lista (Lundevågen)	Valhall-plattformen	2010
Gjøa	Mongstad	Gjøa-plattformen	2010
Goliat	Hammerfest (Hyggevatn)	Goliat-platformen	Konsesjon gitt
Skagerrak 4	Kristiansand	Tjele (DK)	Konsesjon gitt
Troll A 4 & 5	Mongstad	Troll A-plattformen	Konsesjon søkt
Troll A 6	Mongstad	Troll A-plattformen	Konsesjon søkt
NorGer	Øksendal	Diele/Brunsbüttel (D)	Konsesjon søkt
NorLink	Øksendal	Diele/Brunsbüttel (D)	Konsesjon søkt
NorNed 2	Feda	Eemshaven (NL)	Planlagt
Kabel til Storbritannia	Kvilldal		Planlagt

4.8.2.2 Virkninger for andre arealbruksinteresser

For et havbasert vindkraftverk er sjøkabler en viktig komponent. I kraftverket er det et internt kabelanlegg som binder vindturbinene sammen elektrisk. Kablene føres som oftest sammen i en eller flere sentrale transformatorstasjoner, hvor kraften blir transformert til et høyere spenningsnivå før den overføres til land via en eller flere sjøkabler.

I dag blir de fleste sjøkabler gravd ned på havbunnen eller dekket til av løsmasser for å redusere risikoen for skader ved ankring av skip og andre aktiviteter.

I artikkel 60 i havrettskonvensjonen åpnes det for at kyststater kan opprette beskyttelsessoner på inntil 500 meter rundt installasjoner og konstruksjoner i den eksklusive økonomiske sonen, herunder sjøkabler. I Danmark er det innført en beskyttelsessone på 200 meter på hver side av kablene hvor skip ikke kan ankre hvis det ikke er særskilte behov. I tillegg er all bruk av redskaper og annet som slepes på havbunnen forbudt innenfor beskyttelsessonen.

Norge har per i dag ikke opprettet slike beskyttelsessoner for sjøkabler. Fordi kablene skal være tilgjengelig for vedlikehold og reparasjoner, vil de likevel båndlegge noe mer areal enn selve kabelens utstrekning.

Tillatelse til legging av sjøkabler er blant annet blitt gitt på vilkår om at traséen skal oversendes kartmyndighetene som sørger for at kabeltraséen tas inn på sjøkart og at det settes opp varselskilt på land. Etter havne- og farvannsloven fra 2009 er det adgang til å etablere ankringsforbud mv. med hjemmel i § 13.

4.9 FORSVARSINTERESSER

Forsvaret har rene forsvarsoppgaver av strategisk og operativ karakter. I tillegg har de et beredskapsansvar for blant annet sikkerhet til sjøs og i luften under vanskelige værforhold [26].

I Forsvarets arbeid er bruk av elektronisk infrastruktur og andre hjelpemidler avgjørende. I denne sammenheng er det vesentlig at Forsvaret har en overvåking som dekker aktuelle områder på en hensiktsmessig måte.

Videre har Forsvaret en rekke ulike øvingsområder både på land og til havs.

Direktoratgruppen har hatt en løpende dialog med Forsvaret underveis i arbeidet. I den forbindelse har Forsvaret antydet at eventuelle områder sør for Ofotfjorden vil påvirke deres interesser i mindre grad enn områder nord for Ofotfjorden.

4.9.1 FORSVARETS RADARANLEGG

Forsvaret har i dag elleve luftradarer og ni sjøradarer plassert langs kysten av Norge.

Dersom vindturbinene er plassert i fri sikt til en radar, kan de gi uønskede refleksjoner og dermed falske plott i radaren. Omfanget er avhengig av blant annet radartype, avstand, høyden på vindturbinene og avstanden mellom disse. Det er

normalt ikke ønskelig å plassere vindkraftverk nærmere enn 10 km fra en militær radar. I en avstand fra 10 km til ca. 35 km er sameksistens mellom et vindkraftverk og radar mulig, men det er nødvendig med avbøtende tiltak i radaren eller tilpasninger i utformingen av vindkraftverket [26]. Slike tilpasninger kan være kostbare. I en avstand fra ca. 35 km vil vindkraftverket normalt ikke påvirke radaren i vesentlig grad. De nevnte avstandene må anses som retningsgivende, og hvert enkelt prosjekt krever en konkret vurdering.

4.9.2 FORSVARETS SKYTE- OG ØVINGSFELT

Forsvarets behov for skyte- og øvingsfelt fremgår av NOU 2004:27. I NOUen er det angitt både oversikts- og detaljkart over Forsvarets skyte- og øvingsfelt på land og til havs.

4.10 LUFTFARTSINTERESSER

Vindkraftverk kan påvirke flyplasser og radar-, navigasjons- og kommunikasjonsanlegg for luftfarten. Vindkraftverk vil også være et luftfartshinder og må derfor merkes i henhold til gjeldende forskrifter for luftfartshindre [26].

Vindkraftverk som etableres nær en fly- eller helikopterplass representerer en kollisjonsfare for luftfarten. I tillegg kan det medføre en redusert bruk av fly- eller helikopterplassen. For de større flyplassene er det utarbeidet restriksjonsplaner som har til hensikt å sikre at det ikke oppføres bygninger eller anlegg som kan påvirke flysikkerheten. Restriksjonsplaner har også til hensikt å sikre muligheten til å opprettholde den flytrafikken samfunnet ønsker.

Videre kan vindkraftverk påvirke Avinors radarer negativt ved å gi blokkeringer eller forstyrrelser som har innvirkning på måleresultatene.

4.10.1 RESTRIKSJONSSONER

Luftfartsinteressene har flere ulike restriksjonssoner for å beskytte fly- og helikoptertrafikken:

- *CTR (Control Zone).* Et kontrollert luftrom av bestemte dimensjoner som vertikalt strekker seg fra bakken opp til en gitt flyhøyde. CTR etableres rundt en lufthavn hvor det ytes flykontrolltjeneste og alarmtjeneste.
- *TIZ - (Traffic Information Zone).* Et ikke-kontrollert luftrom av bestemte dimensjoner som vertikalt strekker seg fra bakken opp til en gitt flyhøyde. TIZ etableres rundt en lufthavn hvor det ytes flyinformasjonstjeneste og alarmtjeneste.
- *HPZ – (Helicopter Protection Zone).* Et ikke-kontrollert luftrom av bestemte dimensjoner som vertikalt strekker seg fra havets overflate opp til 2000 fot. HPZ etableres rundt grupper av to eller flere innretninger på kontinentalsokkelen hvor det ytes flygeinformasjonstjeneste og alarmtjeneste.
- *ADS (Automatic Dependent Surveilance).* ADS-områdene er etablert for å omslutte helikopterrutene innen petroleumsvirksomheten på norsk kontinentalsokkel mellom landbasene Sola, Kvernberget og Brønnøysund og feltene Ekofisk, Sleipner, Frigg, Heidrun og Norne. Innenfor ADS-områdene ytes det flygeinformasjonstjeneste og alarmtjeneste basert på ADS og radarovervåkning. ADS-områdene har en vertikal utstrekning fra 1500 fot opp til 8500.

Det er ikke ønskelig å etablere vindturbiner innenfor restriksjonssonene CTR, TIZ og HPZ. Når det gjelder ADS-områdene er de i en høyde som ikke påvirkes av vindturbiner, og er dermed ikke å oppfatte som et restriksjonsområde for vindkraftverk.

4.10.2 AVINORS RADARANLEGG

Avinor har i dag 11 luftradarer plassert i nærheten av kysten. Det er normalt ikke ønskelig å lokalisere vindkraftverk nærmere enn 10 km fra disse radarene. I en avstand fra 10 km til ca. 20 km er sameksistens mellom et vindkraftverk og radar mulig, men det er nødvendig med avbøtende tiltak i radaren eller tilpasninger i utformingen av vindkraftverket [26]. I en avstand fra ca. 20 km vil vindkraftverket normalt ikke påvirke radaren i vesentlig grad. De nevnte avstandene må anses som retningsgivende, og hvert enkelt prosjekt vil kreve en konkret vurdering.

4.11 VÆRRADARER

Vindkraftverk kan påvirke værradarer negativt ved å gi blokkeringer og/eller forstyrrelser som har innvirkning på måleresultatene.

Meteorologisk institutt (MET) har per i dag åtte værradarer i Norge, og planlegger å etablere fire til de nærmeste årene[27]. Disse radarene brukes for å påvise nedbør eller partikler som befinner seg i atmosfæren. I tillegg kan de måle nedbørens hastighet. Dette gir en mulighet til å anslå vindretning og vindstyrke. Det er i hovedsak radarene på Røst og Bømlo som kan påvirkes av vindkraftverk til havs. De resterende kystnære radarene er lokalisert så høyt over havet at vindturbiner normalt ikke vil påvirke de negativt.

MET legger til grunn rapporten «Impact of Wind Turbines on Weather Radars» [28], og med bakgrunn i denne anbefaler MET at vindturbiner ikke lokaliseres nærmere radaren enn 10 km. I en avstand fra 10 km til ca. 20 km er sameksistens mellom et vindkraftverk og radar mulig, men det er nødvendig med avbøtende tiltak i radaren eller tilpasninger i utformingen av vindkraftverket [26]. I en avstand fra ca. 20 km vil vindkraftverket normalt ikke påvirke radaren i vesentlig grad. De nevnte avstandene må anses som retningsgivende, og hvert enkelt prosjekt krever en konkret vurdering.

5 METODE FOR UTVELGELSE AV AREALER

I dette kapittelet omtales metoden som er brukt for utvelgelse av arealer som kan være egnet for etablering av havbasert vindkraft. Først redegjøres det for forholdet til forvaltningsplanarbeidet. Deretter beskrives innhenting av data og bruk av geografiske informasjonssystemer (GIS). Til slutt redegjøres det for metodikken og den prosessen som har vært i forbindelse med utvelgelsen av arealene.

5.1 FORHOLD TIL FORVALTNINGSPLANARBEIDET

Det er i Olje- og energidepartementets brev til NVE av 18.9.2009 lagt til grunn at direktoratgruppen så langt det er formålstjenlig skal koordinere sitt arbeid med pågående utredningsarbeid knyttet til forvaltningsplanen for Nordsjøen, samt oppdatering av forvaltningsplanen for Barentshavet og Lofoten og oppfølgingen av forvaltningsplanen for Norskehavet.

Direktoratgruppen har fulgt det pågående arbeidet med forvaltningsplanen for Nordsjøen tett. Direktoratene som er representerte i gruppen for vurdering av areal for utbygging av vindkraft til havs er også representert i arbeidet med forvaltningsplanene, både pågående og tidligere planer. Flere personer i direktoratgruppen er eller har vært direkte involvert i arbeidet med forvaltningsplanene. Det har derfor vært mulig å ha en god koordinering og informasjonsflyt mellom det samtidige arbeidene med forvaltningsplan for Nordsjøen og arealutvelgelse for vindkraft til havs. Klif, som leder arbeidet med forvaltningsplanen for Nordsjøen, har også deltatt på møte i direktoratgruppen.

En har i direktoratgruppens arbeid hatt god nytte av den datainnsamling og de rapporter som er skrevet i forbindelse med de ulike forvaltningsplanene. Mye grunnlagsmateriale knyttet til arealbeskrivelse og interesser er hentet fra arbeidet med forvaltningsplanene. Blant annet er beskrivelser av særlig verdifulle områder (SVOer) hentet fra arbeidet med forvaltningsplanene.

Direktoratgruppen har også samkjørt arbeidet med utarbeiding av program for utredning av konsekvenser i forbindelse med forvaltningsplan for Nordsjøen, med utkast til planprogram for strategisk konsekvensutredning som fremlegges i denne rapporten.

5.2 INNHENTING AV DATA OG BRUK AV GIS

De norske havområdene dekker et svært stort geografisk område. Det er også mange arealbruks- og miljøinteresser som er relevante i forbindelse med vurdering av arealer for vindkraft til havs. Dette medfører at direktoratgruppens behov for datainnsamling og databearbeiding er stort. Det ble derfor tidlig bestemt å benytte geografiske informasjonssystemer (GIS) som verktøy for innsamling, bearbeiding og visualisering av informasjon.

5.2.1 DATAINNSAMLING

Direktoratgruppen knyttet til seg GIS-kompetansen i NVE, som igjen har innhentet informasjon fra de andre direktoratene. Det ble også arrangert en workshop der GIS-personell fra direktoratene og andre aktuelle databidragsytere (blant annet Statens kartverk, Avinor, Havforskningsinstituttet, Meteorologisk institutt) kom med innspill om hvilke data som finnes på GIS-format. Videre ble det sett på muligheter for å produsere data på egnet format til prosjektet.

Der aktuell informasjon eksisterte på digitalt format, fortrinnsvis som kart eller koordinatfestede tabeller, ble disse oversendt prosjektets GIS-ansvarlige. Dataene ble lagt inn i en felles database med felles koordinatsystem (EUREF 89, UTM 33N). Enkelte data forelå kun som rapportkart, (for eksempel i pdf) eller som koordinatangivelser i rapporter/dokumenter. Disse ble omgjort til GIS-format hvis kvaliteten ble ansett som god nok. Enkelte rapportkart ble forkastet fordi kartene var for unøyaktige eller skjematiske. Dataene ble så vurdert ut fra dekningsområde og nøyaktighet. De dataene som ble vurdert å ha tilfredsstillende kvalitet har høy nøyaktighet, er av nyere dato, og dekker hele den norske økonomiske sonen eller hele kystlinjen der det er snakk om kystnære fenomener. Oversikt over innhentet data er presentert i vedlegget til rapporten.

En viktig del av GIS-arbeidet har vært å utarbeide et dybdekart basert på så gode dybdedata som mulig. De tilgjengelige dybdedataene for norsk økonomiske sone var av varierende kvalitet, dekningsgrad og oppløsning. Dataene ble derfor sammenstilt for å lage en så god dybdemodell som mulig for hele det geografiske området.

I forbindelse med beskrivelsen av direktoratgruppens foreslåtte områder for havbasert vindkraft (kapittel 6), er det ved hjelp av GIS-verktøy utarbeidet nøkkeltall for alle områdene. Disse dataene omfatter blant annet avstand til henholdsvis kyst, bebodde områder og transformatorstasjon. Avstandene er utledet fra de innsamlede dataene som er omtalt over.

For nærmere beskrivelse av hvordan dybdekartet er utarbeidet og hvordan avstandene er beregnet, vises det til vedlegget til rapporten.

5.2.2 THE CROWN ESTATE MARINE RESOURCES SYSTEM (MARS)

I sitt arbeid med forvaltning av land- og havområder i Storbritannia har britiske The Crown Estate utviklet et GIS-basert indekssystem for identifisering av tekniske egnede områder for en gitt type ressursbruk, og kvantifisering av interessekonflikter innenfor de egnede områdene. Dette systemet kalles Marine Resources System (MaRS). Bruken av MaRS har til nå vært spesielt rettet mot utnytting av havbunnen, herunder havbasert vindkraft. Systemet har imidlertid en fleksibilitet som gjør at det kan tilpasses ulike former for arealforvaltning. Det er The Crown Estate som er ansvarlig for utvelgelse av arealer for havbasert vindkraft i Storbritannia, og MaRS har vært brukt i forbindelse med Runde 3 som ble offentliggjort i begynnelsen av 2010.

I forbindelse med Havvind-prosjektet har NVE fått innsyn i metodikken som er benyttet i MaRS. NVE har utviklet en forenklet versjon til bruk for bearbeiding og analysering av data i arbeidet med å identifisere aktuelle arealer for havbasert vindkraft. Det har i denne fasen ikke vært hensiktsmessig å bruke systemets funksjoner for vekting og egnethetsanalyse, men det er tilrettelagt for en eventuell bruk av disse funksjonene på et senere tidspunkt.

5.2.3 BRUK AV GIS I HAVVINDARBEIDET

Direktoratgruppen har i arbeidet med å finne områder for mulig etablering av havbasert vindkraft, lagt ned et betydelig arbeid i å kartlegge ulike arealbruks- og miljøinteresser. I denne sammenheng har GIS vært et meget nyttig verktøy.
GIS-arbeidet ble utført i ESRI ArcGIS v9.3.1, og er primært benyttet til to formål i prosjektet:

1. Visualisering av teknisk-økonomiske forhold og arealbruks- og miljøinteresser.
2. Utvelging av områder basert på en analyse av teknisk-økonomisk egnethet og andre arealbruks- og miljøinteresser.

En oversikt over hvilke data som er benyttet i GIS-analysen fremgår av vedlegget.

5.3 UTVELGELSE AV AREALER

I henhold til Ot.prp. nr. 107 omfattes også områdene utenfor Jan Mayen og Svalbard av arealvurderingene. Etter direktoratgruppens vurdering er det ikke hensiktsmessig å etablere havbasert vindkraft i disse områdene av blant annet økonomiske årsaker. Områdene utenfor Jan Mayen og Svalbard er derfor ikke vurdert nærmere i arbeidet.

I arbeidet med å finne egnede områder har teknisk-økonomiske forhold som blant annet dybde og innpassing i kraftsystemet vært avgjørende forhold, i tråd med forutsetninger i Ot.prp. nr. 107 (2008-2009). Som nevnt i kapittel 3.2, er det få områder egnet for bunnfaste installasjoner langs kysten av Norge. Disse ligger i tillegg i en slik avstand fra land, at vindkraftverk som eventuelt etableres her vil bli synlig fra land.

De områdene som er egnet for havbasert vindkraft med bakgrunn i tekniske og økonomiske forhold, berører samtidig andre arealbruks- og miljøinteresser. Etter direktoratgruppens vurdering finnes det ingen områder som er egnet for havbasert vindkraft som ikke vil påvirke andre arealbruks- og miljøinteresser.

Det har vært en iterativ prosess å finne de nå foreslåtte utredningsområdene for havbasert vindkraft. Direktoratgruppen benyttet de innsamlede dataene og egen kunnskap til å foreslå utredningsområder. Første forslag ble gjort basert på kartstudier, med spesielt fokus på teknisk egnethet (blant annet dybdeforhold, avstand til kyst og tilkytningspunkter, nærhet til områder med stort/presset energibehov). Forslaget besto av et stort antall enkeltområder av varierende størrelse og karakter.

Med bakgrunn i tilgjengelig informasjon om andre arealbruks- og miljøinteresser, ble antall områder redusert og justert flere ganger. Dette ble gjort for å hensynta andre interesser i den grad det var mulig, og det er fjernet flere områder som av hensyn til andre arealbruks- og miljøinteresser ble vurdert å være uegnet for etablering av vindkraft. I tillegg ble områdene redusert og justert ytterligere med bakgrunn i teknisk-økonomisk egnethet før direktoratgruppen kom frem til et endelig forslag til områder som kan omfattes av videre utredninger.

Selv om direktoratgruppen har forsøkt å hensynta andre arealbruks- og miljøinteresser, vil alle de foreslåtte områdene berøre andre interesser i ulik grad. I enkelte av områdene har teknisk-økonomiske forhold veid tyngre enn andre arealbruks- og miljøinteresser, og direktoratgruppen legger til grunn at videre utredninger vil klargjøre negative virkninger for disse interessene, og hvordan virkningene kan forsøkes redusert.

6 FORSLAG TIL UTREDNINGSOMRÅDER

6.1 INNLEDNING

Teknisk-økonomiske forhold, som dybde og innpasning i kraftsystemet har vært avgjørende forutsetninger i arbeidet med å finne områder for mulig etablering av havbasert vindkraft. Kun få områder egner seg for bunnfaste installasjoner langs kysten av Norge. Disse ligger i tillegg i en slik avstand fra land at vindkraftverk som eventuelt etableres her vil bli synlig fra land.

Områdene som egner seg for havbasert vindkraft ut fra tekniske og økonomiske forhold, berører samtidig andre arealbruks- og miljøinteresser. Etter direktoratgruppens vurdering finnes det ingen områder som er egnet for havbasert vindkraft som ikke vil påvirke andre arealbruks- og miljøinteresser.

Det har vært en iterativ prosess å finne de nå foreslåtte områdene for havbasert vindkraft. Flere områder har vært vurdert, men utelatt på grunn av teknisk-økonomiske forhold eller av hensyn til andre arealbruks- og miljøinteresser. De foreslåtte områdene har i tillegg blitt justert flere ganger basert på informasjon om ulike interesser.

Utformingen av områdene er veiledende, og må ikke ansees som endelige. Etter direktoratgruppens vurdering vil videre utredninger klargjøre nærmere om planområdene bør reduseres, eller eventuelt også omfatte marginale tilgrensende områder. I tilfeller hvor planområder inkluderer landareal, legges det til grunn at disse ikke omfattes av eventuelle utbyggingsplaner såfremt dette ikke gjelder nødvendig infrastruktur på land. Dette gjelder også for områder med havdyp som ikke er relevante i en utbyggingssammenheng.

Det er angitt en mulig kapasitet for de ulike områdene. I denne sammenheng er det antatt at det i områdene for flytende vindturbiner og områdene i den sørlige Nordsjø, etableres i størrelsesorden 1000 MW. I disse områdene er det vesentlig å ha en viss størrelse på vindkraftverket for å redusere enhetskostnaden på grunn av avstand fra land. Tilsvarende er det antatt at det i områdene for bunnfaste vindturbiner nært land etableres i størrelsesorden 200 MW. Dette muliggjør en tilknytning av vindkraftverkene direkte til regionalnettet. Direktoratgruppen legger til grunn at videre utredninger vil klargjøre hvilken kapasitet som eventuelt er hensiktsmessig for de ulike områdene.

Antatte fullproduksjonstimer for de ulike områdene er i navhøyde 80 meter for en 5 MW vindturbin fra REpower. Disse verdiene må ansees som veiledende da bruk av andre vindturbiner vil påvirke fullproduksjonstimene. Videre er vindressursen kartlagt på et overordnet nivå, og mer detaljerte vindstudier kan også påvirke antatte fullproduksjonstimer.

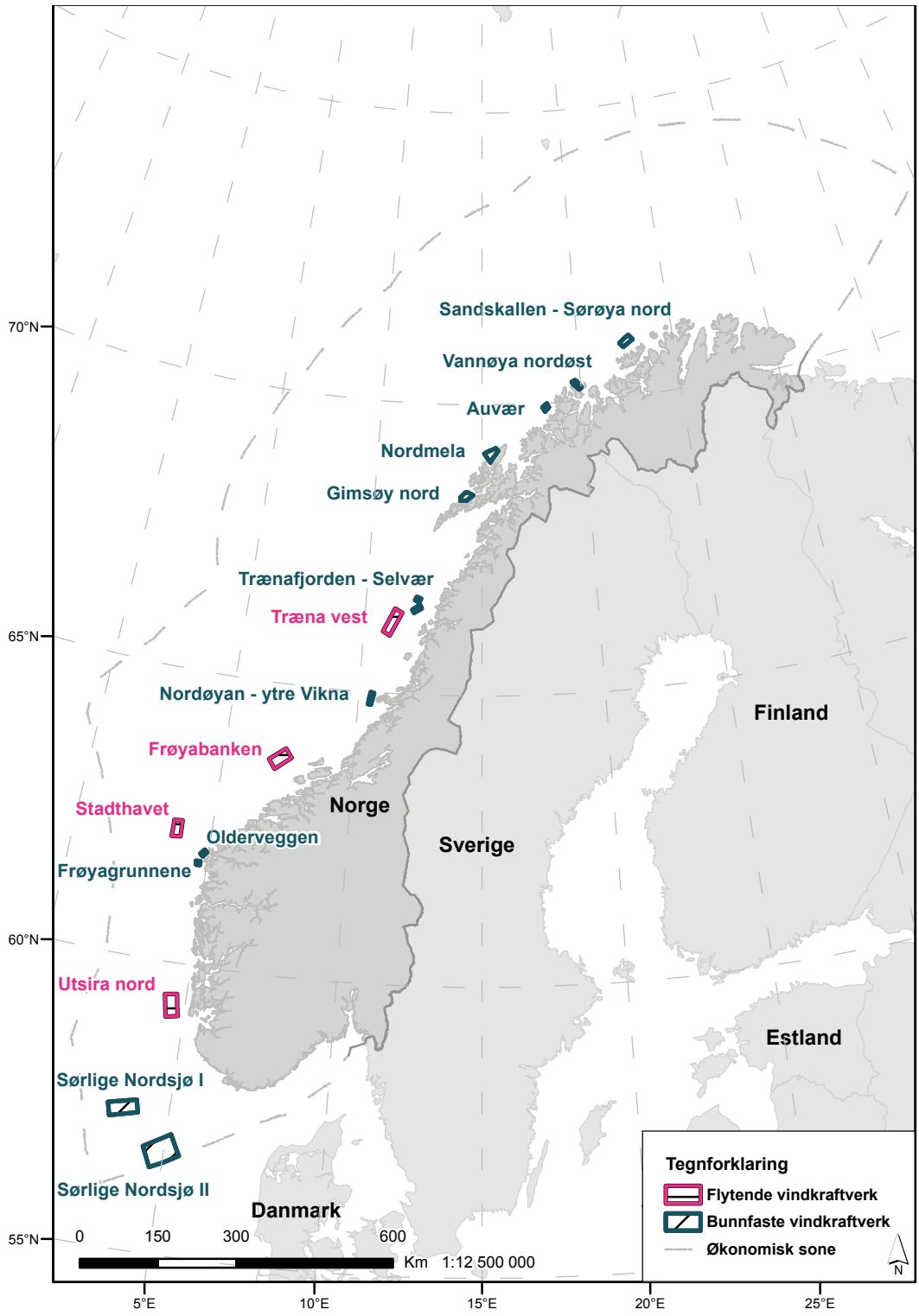
I kapittelet er havområdene Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet omtalt hver for seg. Under hvert havområde beskrives først teknisk-økonomiske forhold og innpassing i kraftsystemet for hver av de foreslåtte områdene for havbasert vindkraft. Deretter omtales de ulike arealbruks- og miljøinteressene i tilknytning til de foreslåtte områdene. Rekkefølgen er et resultat av praktiske hensyn, blant annet samsvar mellom arealbeskrivelsene og de utarbeidede kartene. Videre utredninger vil klargjøre virkninger av havbasert vindkraft for de omtalte areal- og miljøinteresser i mer detalj, samt muligheter for tiltak som reduserer virkningene.

Alle kartene som presenteres i dette kapittelet er basert på dataene/kildene som er beskrevet i vedlegg. Dybdekartene viser dybder basert på den sammensatte dybdemodellen beskrevet i samme vedlegg.

Figur 6-1 og Figur 6-2 viser henholdsvis direktoratgruppens forslag til områder for havbasert vindkraft og dybdeforhold i norske havområder.

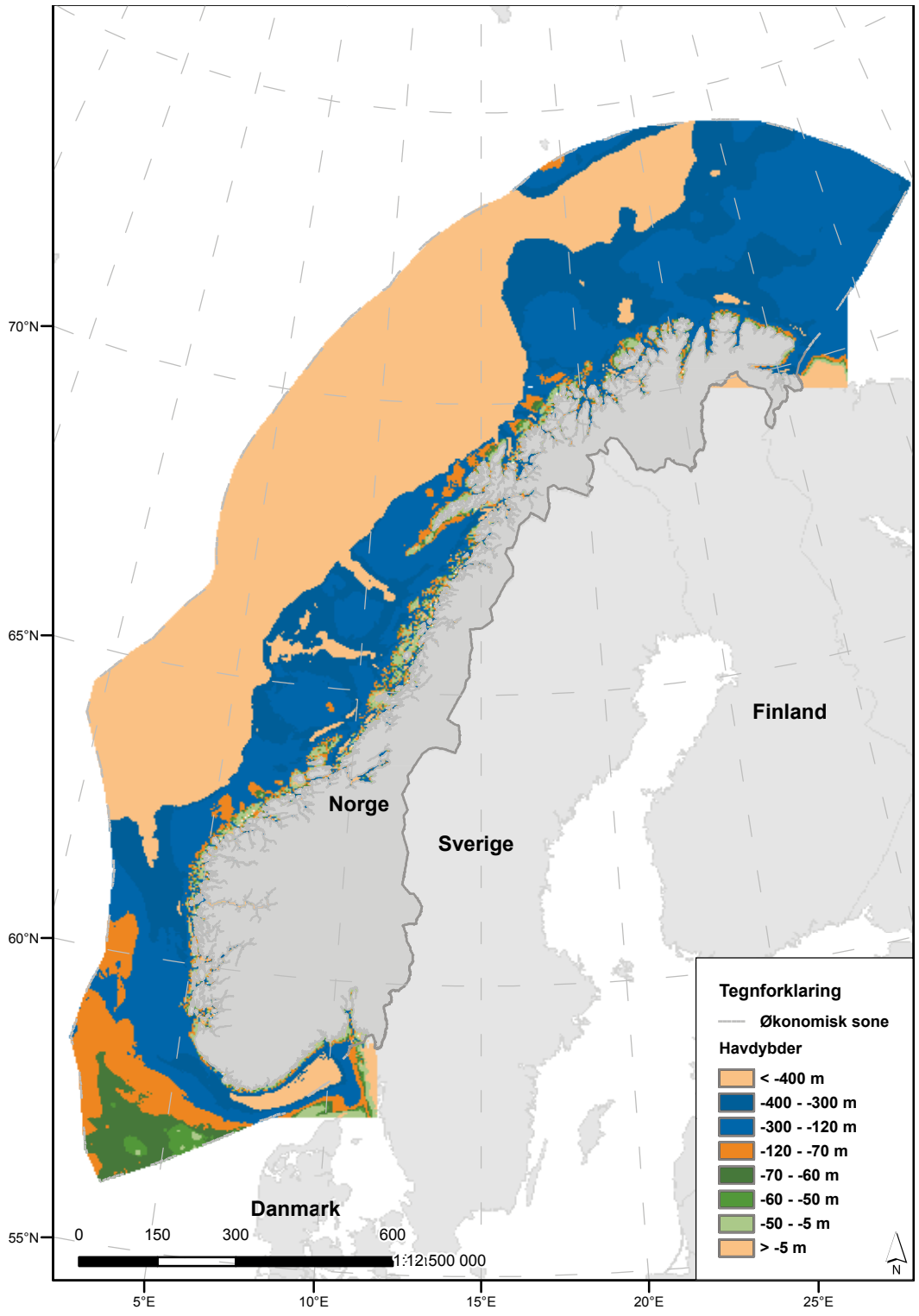
FIGUR 6-1

Direktoratgruppens forslag til utredningsområder for vindkraft til havs.



FIGUR 6-2

Dybdeforhold i norske havområder. Orange områder anses å ha dybder som ikke er egnet for vindkraft.



6.2 NORDSJØEN

I Nordsjøen har direktoratgruppen foreslått seks utredningsområder for havbasert vindkraft. To av disse er egnet for flytende vindturbiner, resten for bunnfaste.

6.2.1 SØRLIGE NORDSJØ I

Sørlige Nordsjø er det eneste havområdet i norsk økonomisk sone som har større sammenhengende havdyp som egner seg for bunnfaste installasjoner. Sørlige Nordsjø I er i hovedsak karakterisert av områdetypen *Vindkraftområder som muliggjør direkte eksport til Nord-Europa* som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7.

TABELL 6-1

Nøkkeltall for Sørlige Nordsjø I

TYPE ANLEGG	BUNNFAST
Antatt mulig kapasitet (MW)	1000-1500
Totalt areal (km^2)	1375
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	1262
Dybde (m)	50-70
Gjennomsnittlig dybde (m)	64
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	10,2
Minste avstand til kyst (km)	149
Minste avstand til bygning (km)	149
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	2,1
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	12,2
Minste avstand til Tonstad transformatorstasjon (km)	235
Antatte fullproduksjonstimer (timer/år)	4050

6.2.1.1 Innpassing i kraftsystemet for Sørlige Nordsjø I

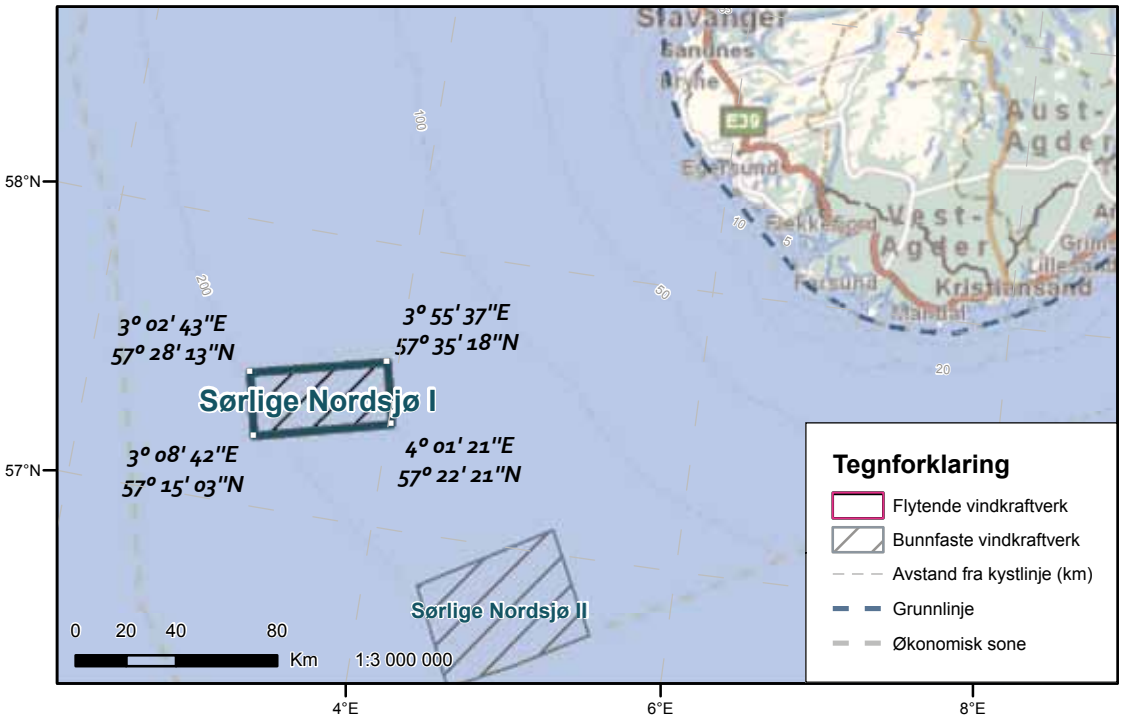
Sørlige Nordsjø I ligger i relativ nærhet til planlagte utvekslingsforbindelser mellom Norge og Tyskland, Norge og Nederland og Norge og Storbritannia. Det bør derfor vurderes å knytte et eventuelt vindkraftverk i dette området til en slik forbindelse. NVE har per september 2010 konsesjonssøknader for to forbindelser mellom Norge og Tyskland til behandling[1]. Begge forbindelsene er planlagt med overføringskapasitet på 1400 MW, og med tilknytningspunkt i nærheten av Tonstad i Sirdal kommune. Vurderinger rundt lønnsomheten i å knytte vindkraftverk til utenlandskabler er presentert i kapittel 3.5.

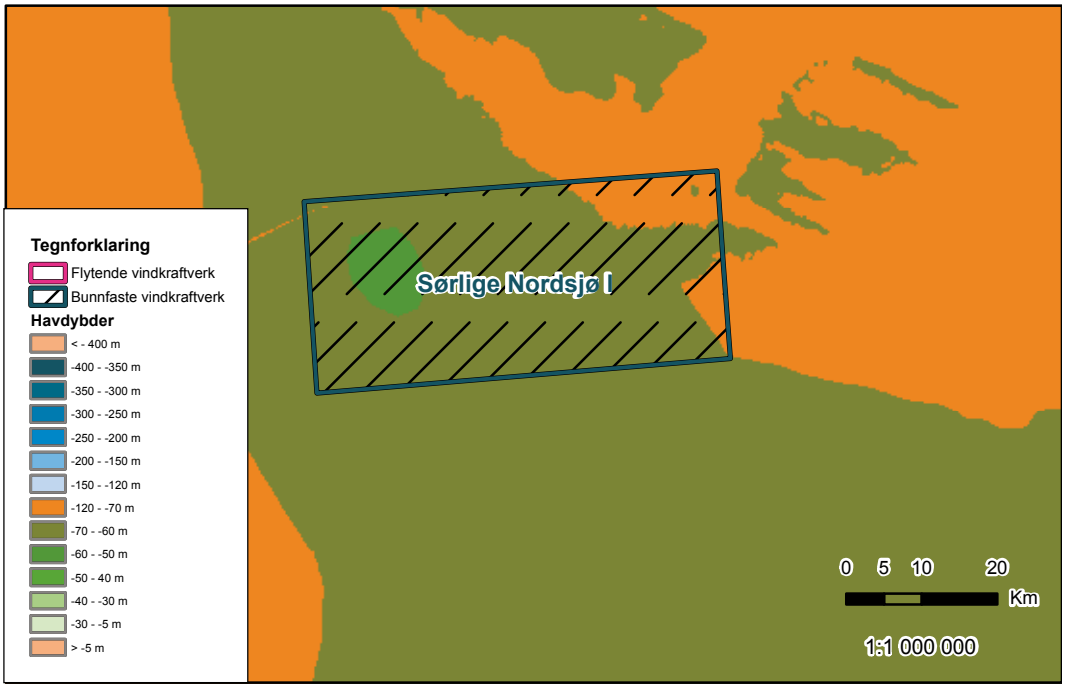
Avstanden til land fra Sørlige Nordsjø I er så stor at kun likestrømsteknologi antas å være aktuelt for tilknytning til kraftnettet. Hvis et eventuelt vindkraftverk skal knyttes til land med en egen kabel vil det være hensiktsmessig å gjøre dette i allerede etablerte tilknytningspunkt for utenlandskabler i Vest-Agder, nærmere bestemt Feda eller området rundt Tonstad. Årsaken til dette er at vindkraften fra Sørlige Nordsjø I sannsynligvis vil bli eksportert til utlandet store deler av tiden. Ved å samlokalisere tilknytningspunktene kan forsterkningsbehovet i nettet på land reduseres. En slik løsning kan likevel utløse forsterkningsbehov i landnettet, da spesielt med tanke på å kunne håndtere situasjoner der det er stor produksjon fra vindkraftverket samtidig som det er import til Norge. En tredje løsning for nettilknytning av vindkraftverk i dette området kan være å knytte kraftverket direkte til utlandet, for eksempel Tyskland, uten forbindelse til Norge. Slik det går fram av kapittel 12.2 har Tyskland relativt høyt støttenivå for offshore vindkraft. Det er imidlertid uklart om et vindkraftverk som er bygd i norske havområder, og knyttet direkte til Tyskland, vil kunne motta tysk støtte. Juridiske avklaringer rundt dagens lovverk vil derfor kunne være nødvendig før en slik løsning blir aktuell.

1. NORD.LINK hvor Statnett er søker, og NorGer hvor Lyse, Agder Energi, sveitsiske EGR og Statnett står på eiersiden

FIGUR 6-3
Geografisk lokalisering av Sørlige Nordsjø I.

FIGUR 6-4
Dybdeforhold for Sørlige Nordsjø I.





6.2.2 SØRLIGE NORDSJØ II

Sørlige Nordsjø er det eneste havområdet i Norsk økonomisk sone som har større sammenhengende havdyp som egner seg for bunnfaste installasjoner. Sørlige Nordsjø II er i hovedsak karakterisert av områdetypen *Vindkraftområder som muliggjør direkte eksport til Nord-Europa* som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7.

TABELL 6-2
Nøkkeltall for Sørlige Nordsjø II

TYPE ANLEGG	BUNNFAST
Antatt mulig kapasitet (MW)	1000-2000
Totalt areal (km^2)	2591
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	2590
Dybde (m)	53-70
Gjennomsnittlig dybde (m)	60
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	10,1
Avstand til kyst (km)	140
Minste avstand til bygning (km)	140
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	2,0
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	11,9
Minste avstand til Tonstad transformatorstasjon (km)	234
Antatte fullproduksjonstimer (timer/år)	4050

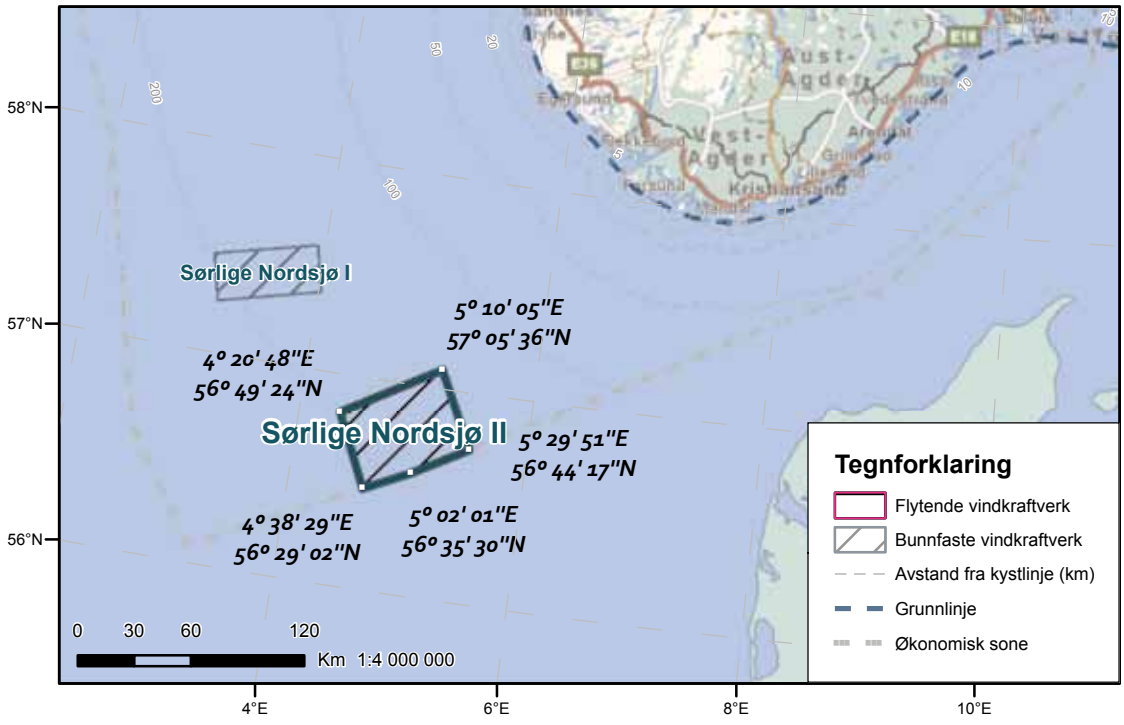
6.2.2.1 Innpassing i kraftsystemet for Sørlige Nordsjø II

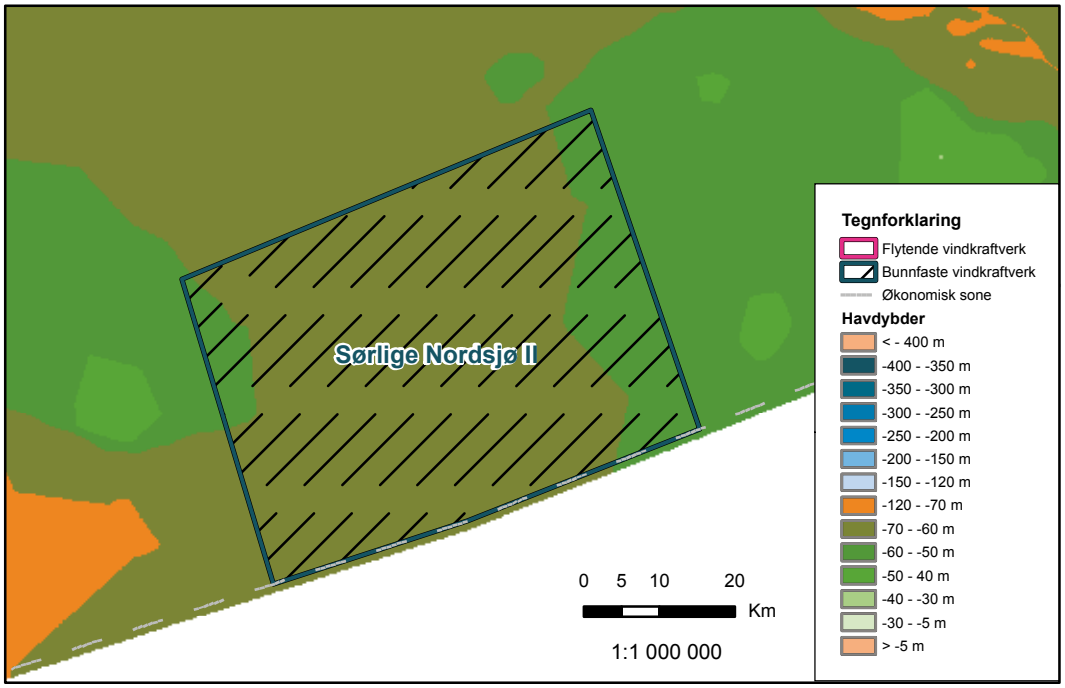
Sørlige Nordsjø II ligger i relativ nærhet til planlagte utvekslingsforbindelser mellom Norge og Tyskland og Norge og Nederland. Det bør derfor vurderes å knytte et eventuelt vindkraftverk i dette området til en slik forbindelse. NVE har per september 2010 konsesjonssøknader for to forbindelser mellom Norge og Tyskland til behandling[1]. Begge forbindelsene er planlagt med overføringskapasitet på 1400 MW, og med tilknytningspunkt i nærheten av Tonstad i Sirdal kommune. Vurderinger rundt lønnsomheten i å knytte vindkraftverk til utenlandskabler er presentert i kapittel 3.5.

Avstanden til land fra Sørlige Nordsjø I er så stor at kun likestrømsteknologi antas å være aktuelt for tilknytning til kraftnettet. Hvis et eventuelt vindkraftverk skal knyttes til land med en egen kabel vil det være hensiktsmessig å gjøre dette i allerede etablerte tilknytningspunkt for utenlandskabler i Vest-Agder, nærmere bestemt Feda eller området rundt Tonstad. Årsaken til dette er at vindkraften fra Sørlige Nordsjø II sannsynligvis vil bli eksportert til utlandet store deler av tiden. Ved å samlokalisere tilknyttingspunktene kan forsterkningsbehovet i nettet på land reduseres. En slik løsning kan likevel utløse forsterkningsbehov i landnettet, da spesielt med tanke på å kunne håndtere situasjoner der det er stor produksjon fra vindkraftverket samtidig som det er import til Norge. En tredje løsning for nettilknytting av vindkraftverk i dette området kan være å knytte kraftverket direkte til utlandet, for eksempel Tyskland, uten forbindelse til Norge. Slik det går fram av kapittel 12.2 har Tyskland relativt høyt støttenivå til offshore vindkraft. Det er imidlertid uklart om et vindkraftverk som er bygd i norske havområder, og knyttet direkte til Tyskland, vil kunne motta tysk støtte. Juridiske avklaringer rundt dagens lovverk vil derfor kunne være nødvendig før en slik løsning blir aktuell.

FIGUR 6-5
Geografisk lokalisering av Sørlige Nordsjø II.

FIGUR 6-6
Dybdeforhold for Sørlige Nordsjø II.





6.2.3 UTSIRA NORD

Utsira nord er egnet for flytende vindturbiner. Utredningsområdet er i hovedsak karakterisert av områdetypen *Vindkraftområder i tilknytning til store magasinkraftverk* som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7.

TABELL 6-3
Nøkkeltall for Utsira Nord

TYPE ANLEGG	FLYTENDE
Antatt mulig kapasitet (MW)	500-1500
Totalt areal (km^2)	1010
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	1010
Dybde (m)	185-280
Gjennomsnittlig dybde (m)	267
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	9,8
Minste avstand til kyst (km)	22
Minste avstand til bygning (km)	22
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	2,2
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	12,8
Minste avstand til Håvik transformatorstasjon (km)	45
Antatte fullproduksjonstimer (timer/år)	3750

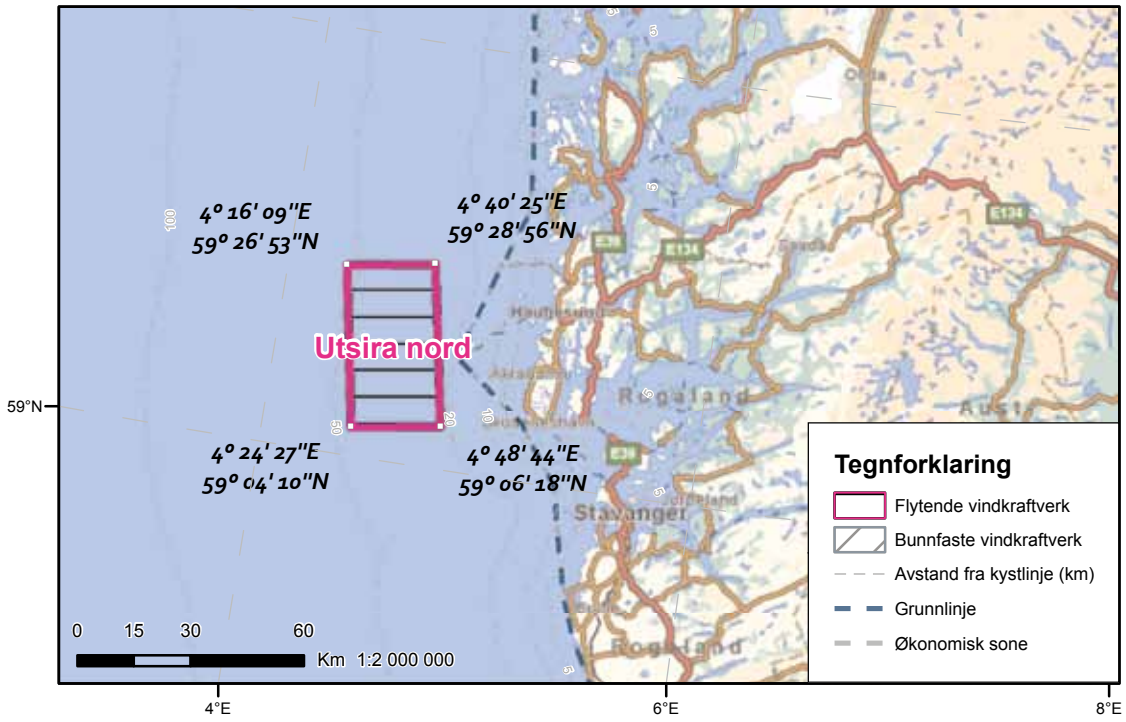
6.2.3.1 Innpassing i kraftsystemet for Utsira Nord

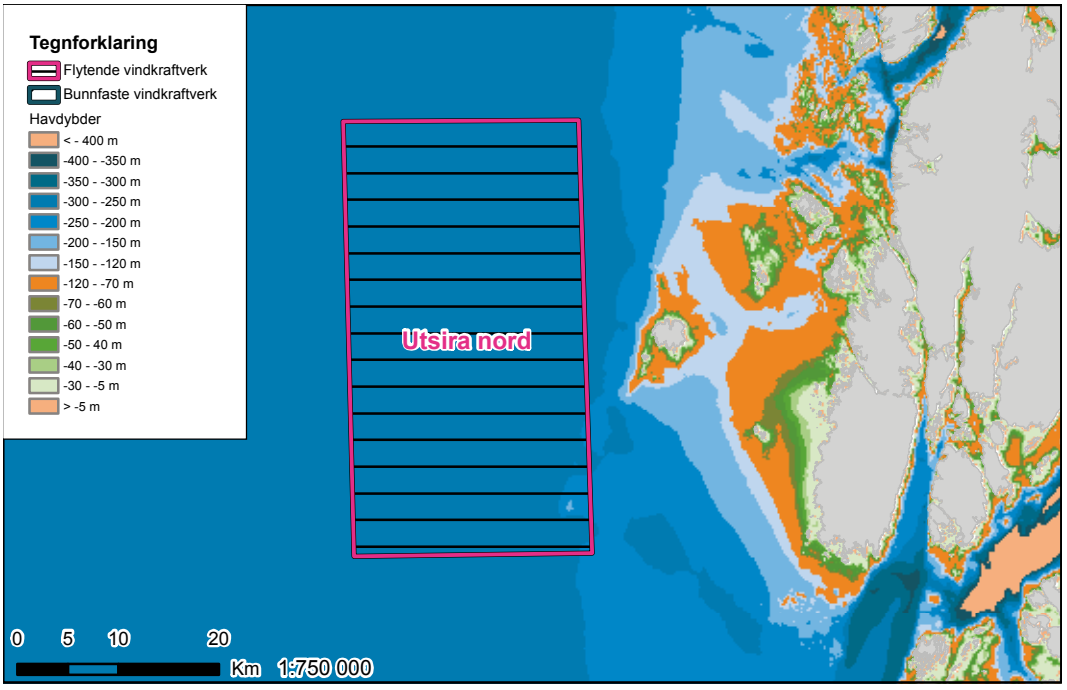
Utsira Nord er lokalisert vest for Karmøy. I dette området er det i dag mye kraftkrevende industri, og sentralnettet i området har av den grunn til tider vært tungt belastet. Dette har bedret seg noe etter at gasskraftverket på Kårstø ble satt i drift. Det er likevel positivt å knytte mer produksjon til dette området. Noe som også kan aktualisere en vindkraftutbygging i området, er planer om utvekslingsforbindelse mellom Norge og Storbritannia. Statnett har i samarbeid med den britiske systemoperatøren, National Grid, startet utredninger for en mulig forbindelse med sannsynlig tilknytningssted på norsk side i Kvilldal i Suldal kommune. Kapasiteten på denne forbindelsen er på inntil 1600 MW. En slik forbindelse vil passere i relativ nærhet til det foreslåtte området Utsira Nord, og åpner muligheten for at et vindkraftverk her kan tilkobles utvekslingskabelen istedenfor til land. I Suldalsområdet er det flere vannkraftverk hvor fleksibiliteten i produksjonen potensielt kan økes. Dette kan åpne for samspill mellom vind- og vannkraftproduksjon der vannkraftverket reduserer produksjonen i perioder med mye vind og i stedet produserer mer i perioder med lite vind. Et slikt samspill kan gi en høyere utnyttelse av overføringsnettet.

Hvis vindkraftverket skal knyttes til land med en egen kabel antas Håvik transformatorstasjon å være det mest aktuelle tilknytningspunktet, da dette er det nærmeste sentralnettspunktet. Andre alternativer kan være Kårstø, Stord eller Husnes.

FIGUR 6-7
Geografisk lokalisering av Utsira Nord.

FIGUR 6-8
Dybdeforhold for Utsira Nord.





6.2.4 FRØYAGRUNNENE

Frøyagrunnene er egnet for bunnfaste vindturbiner. Utredningsområdet er i hovedsak karakterisert av områdetypen *Vindkraftområder som muliggjør sikring av regional (nasjonal) energibalanse* som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7. Frøyagrunnene ligger nært inntil Olderveggen. Det bør vurderes om det er hensiktsmessig å gå videre med begge områdene.

TABELL 6-4

Nøkkeltall for Frøyagrunnene

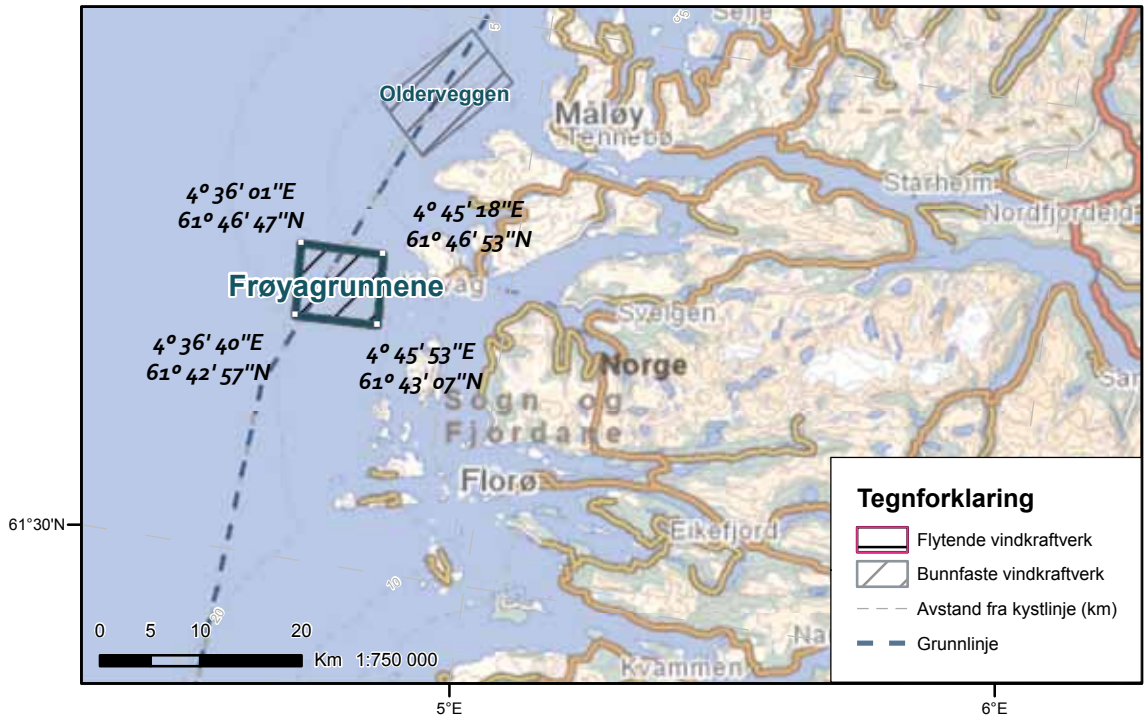
TYPE ANLEGG	BUNNFAST
Antatt mulig kapasitet (MW)	100-200
Totalt areal (km^2)	58
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	36
Dybde (m)	6-70
Gjennomsnittlig dybde (m)	33
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	10
Minste avstand til kyst (km)	9
Minste avstand til bygning (km)	3
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	2,2
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	13,1
Minste avstand til Grov transformatorstasjon (km)	37
Antatte fullproduksjonstimer (timer/år)	3750

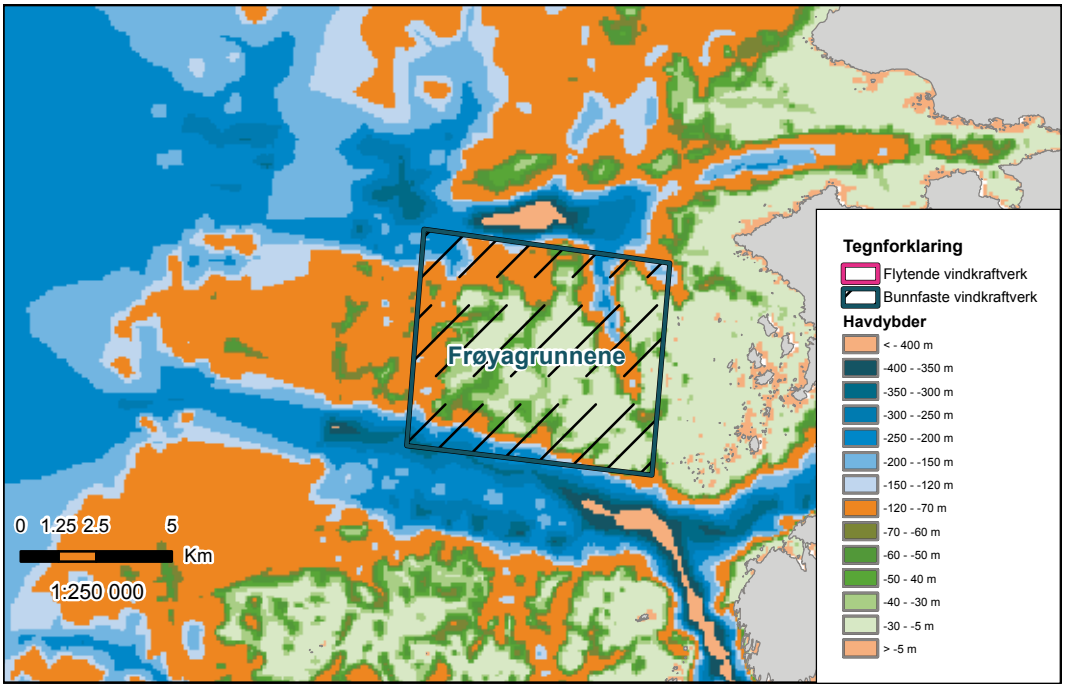
6.2.4.1 Innpassing i kraftsystemet for Frøyagrunnene

Per i dag er det ikke kapasitet i nettet til å knytte til ny produksjon i dette området, men det er planer om å øke kapasiteten. Den viktigste oppgraderingen er ny sentralnettsforbindelse mellom Sogndal og Ørskog. Om planene realiseres antas transformatorstasjonen i Grov eller Svelgen å være det mest aktuelle tilknytningspunktet for et eventuelt vindkraftverk. Det er flere vannkraftverk i området, hvor fleksibiliteten potensielt kan økes. Dette kan åpne for samspill mellom vind- og vannkraftproduksjon der vannkraftverk reduserer produksjonen i perioder med mye vind og i stedet produserer mer i perioder med lite vind. Et slikt samspill kan gi en høyere utnyttelse av overføringsnettet.

FIGUR 6-9
Geografisk lokalisering av Frøyagrunnene.

FIGUR 6-10
Dybdeforhold for Frøyagrunnene.





6.2.5 OLDERVEGGEN

Olderveggen er egnet for bunnfaste vindturbiner. Utredningsområdet er i hovedsak karakterisert av områdetypen *Vindkraftområder som muliggjør sikring av regional (nasjonal) energibalanse* som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7. Olderveggen ligger nært inntil Frøyagrunnene. Det bør vurderes om det er hensiktsmessig å gå videre med begge områdene.

TABELL 6-5

Nøkkeltall for Olderveggen

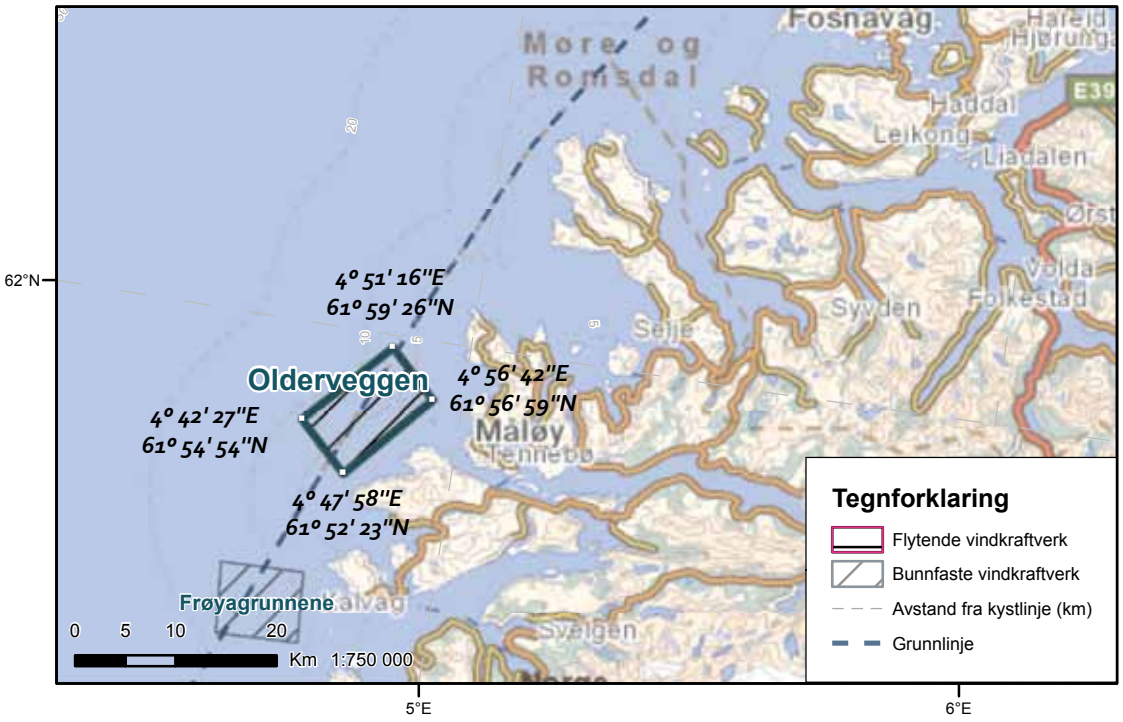
TYPE ANLEGG	BUNNFAST
Antatt mulig kapasitet (MW)	100-300
Totalt areal (km^2)	76
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	63
Dybde (m)	6-70
Gjennomsnittlig dybde (m)	43
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	10
Minste avstand til kyst (km)	2
Minste avstand til bygning (km)	5
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	2,1
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	13,1
Minste avstand til Svelgen transformatorstasjon (km)	31
Antatte fullproduksjonstimer (timer/år)	3650

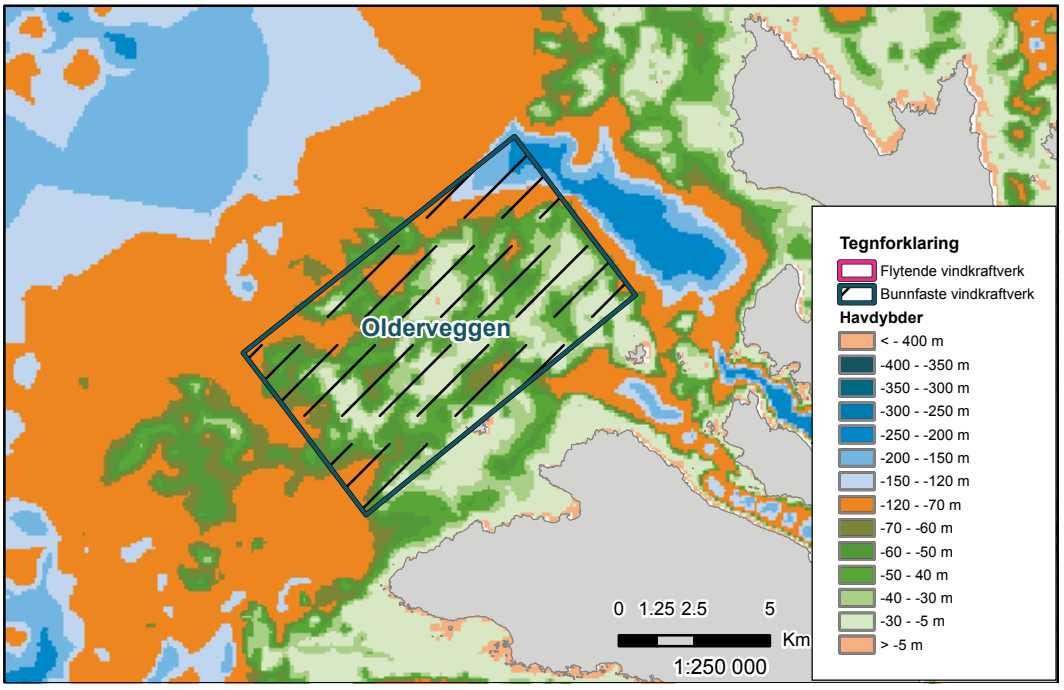
6.2.5.1 Innpassing i kraftsystemet for Olderveggen

Per i dag er det ikke kapasitet i nettet til å knytte til ny produksjon i dette området, men det er planer om å øke kapasiteten. Den viktigste oppgraderingen er ny sentralnettsforbindelse mellom Sogndal og Ørskog. Om planene realiseres antas transformatorstasjonen Svelgen å være det mest aktuelle tilknytningspunktet for et eventuelt vindkraftverk. Det er flere vannkraftverk i området, hvor fleksibiliteten potensielt kan økes. Dette kan åpne for samspill mellom vind- og vannkraftproduksjon der vannkraftverket reduserer produksjonen i perioder med mye vind og i stedet produserer mer i perioder med lite vind. Et slikt samspill kan gi en bedre utnyttelse av overføringsnettet.

FIGUR 6-11
Geografisk lokalisering av Olderveggen.

FIGUR 6-12
Dybdeforhold for Olderveggen.





6.2.6 STADTHAVET

Stadthavet er egnet for flytende vindturbiner. Utredningsområdet er i hovedsak karakterisert av områdetypen Vindkraftområder i tilknytning til store magasinkraftverk som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7.

TABELL 6-6

Nøkkeltall for Stadthavet

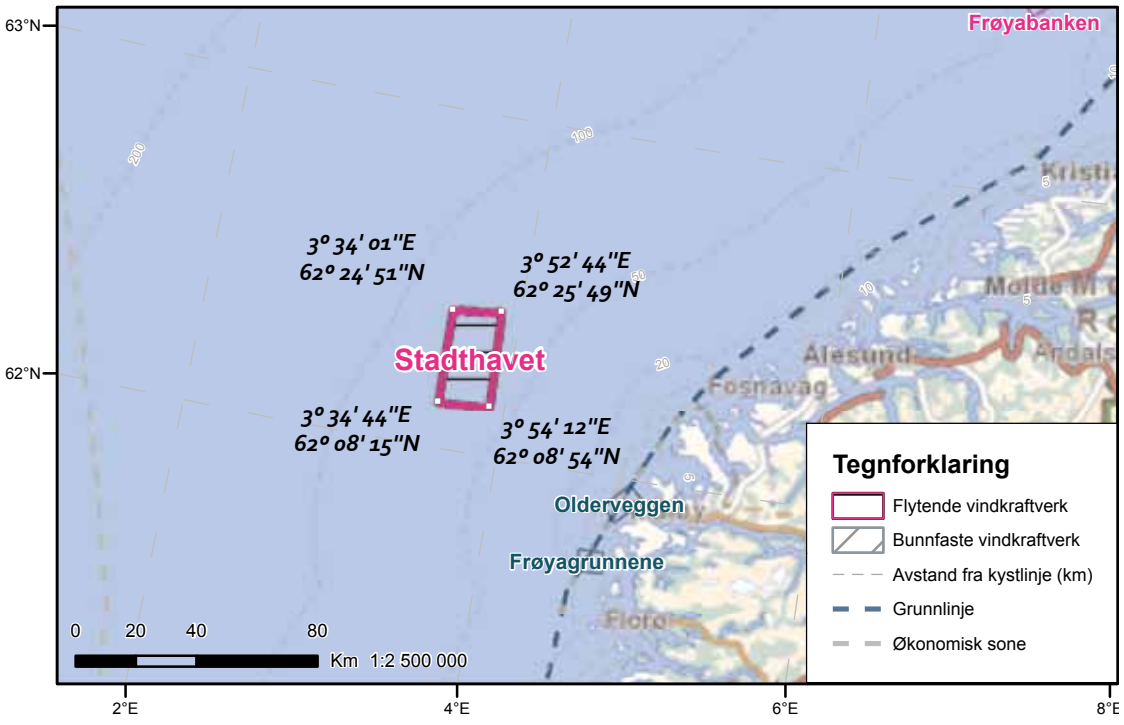
TYPE ANLEGG	FLYTENDE
Antatt mulig kapasitet (MW)	500-1500
Totalt areal (km^2)	520
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	520
Dybde (m)	168-264
Gjennomsnittlig dybde (m)	208
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	10.5
Minste avstand til kyst (km)	58
Minste avstand til bygning (km)	58
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	2,8
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	14,7
Minste avstand til Ålfoten transformatorstasjon (km)	115
Antatte fullproduksjonstimer (timer/år)	4000

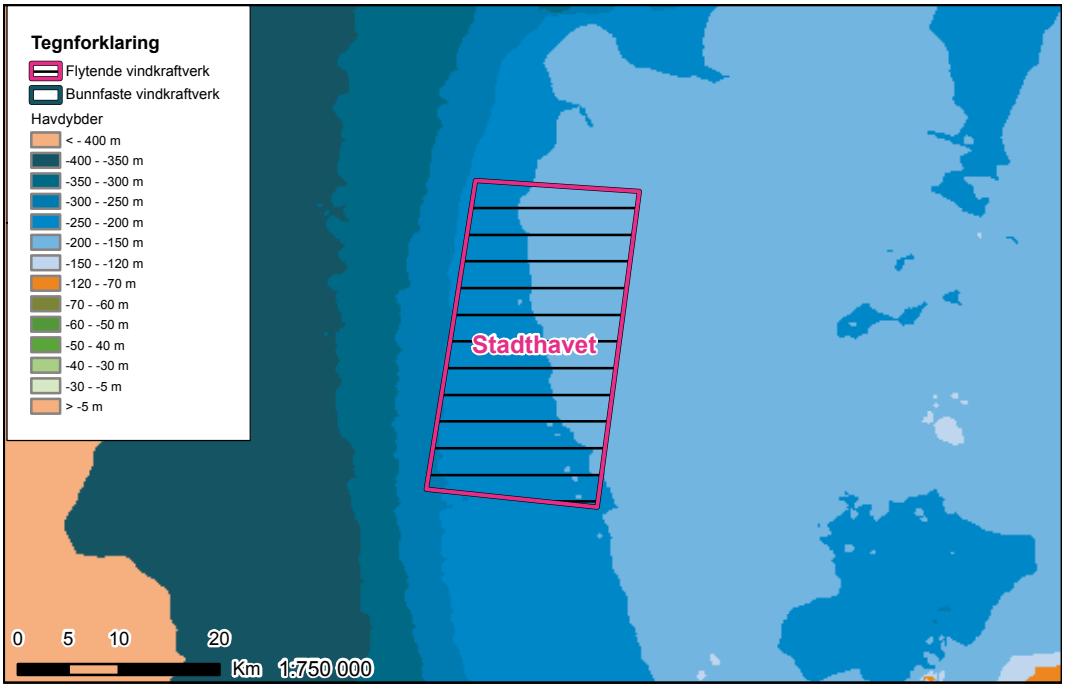
6.2.6.1 Innpassing i kraftsystemet for Stadthavet

Stadthavet er lokalisert utenfor Nordfjord i Sogn og Fjordane. Selv om det er mye kraftintensiv industri i fylket, er det i dag et stort overskudd av kraft i Sogn og Fjordane (ca 9 TWh i 2008). De viktigste bidragene til dette er store vannkraftutbygginger i Indre Sogn. Det antas at flere av disse kraftverkene kan øke fleksibiliteten i produksjonen. Dette kan åpne for samspill mellom vind- og vannkraftproduksjon der vannkraftverket reduserer produksjonen i perioder med mye vind og i stedet produserer mer i perioder med lite vind. Et slikt samspill kan gi en bedre utnyttelse av overføringsnettet. Dette gjelder til en viss grad også noen av vannkraftverkene i Nordfjord. For å kunne øke overføringsmulighetene ut av området og bedre forsyningssikkerheten til Midt-Norge, har NVE gitt Statnett konsesjon til å bygge en ny sentralnettsforbindelse mellom Sogndal og Ørskog. Denne er nå til ankebehandling hos Olje- og energidepartementet. På denne forbindelsen planlegges flere transformeringspunkt underveis som muliggjør inn- og utmating av kraft. Det planlagte transformeringspunktet i Ålfoten i Bremanger kommune antas å være det mest aktuelle tilknytningspunktet på land for et vindkraftverk på størrelse med det som legges til rette for ved Stadthavet.

FIGUR 6-13
Geografisk lokalisering av Stadthavet.

FIGUR 6-14
Dybdeforhold for Stadthavet.





6.2.8 KARTLAGTE AREALBRUKS- OG MILJØINTERESSER I NORDSJØEN

6.2.8.1 Vernede og særlig verdifulle områder, samt gytefelt i Nordsjøen

Figur 6-15 viser oversikt over vernede korallrev og andre kjente korallrev, samt forslåtte marine verneområder og særlig verdifulle områder (SVOer) i Nordsjøen.

Marine verneområder er områder som er foreslått tatt med i nasjonal marin verneplan. Det ble i september 2009 meldt oppstart for 17 av de 36 områdene i fase 1 av marin verneplan. Det er foreløpig ikke meldt oppstart for noen av de foreslåtte områdene i Nordsjøen. Marin verneplan er nærmere beskrevet i kapittel 4.1.

Et særlig verdifullt område (SVO) er et geografisk avgrenset område som inneholder en eller flere særlig betydelige forekomster av naturressurser, verdisatt etter andel av internasjonal, nasjonal og regional bestand, bestandsstatus og rødlistestatus. SVOer i norske havområder er nærmere beskrevet i kapittel 4.1.

I sørlige Nordsjø er det svært viktige gytefelt for tobis da det her finnes store områder med sandbunn som er ideelt habitat for gyting/oppvekst. Tobis er en nøkkelart i økosystemet i Nordsjøen. Makrell og torsk gyter også i sørlige Nordsjøen.

Utsira Nord overlapper delvis med SVOen Karmøyfeltet. Dette er en SVO som har høy biologisk produksjon og hvor blant annet norsk vårgytende sild (NVG-sild) gyter. Dette er også et kjent rekefelt. Reke er en nøkkelart i økosystemene i norske fjorder og kystnære områder.

Frøyagrunnene overlapper delvis med SVOen Bremanger – ytre Sula. De viktigste verdiene i denne SVOen er sjøfugl og steinkobbe.

Stadthavet inngår i gyteområdet for NVG-sild.

6.2.8.2 Sjøfugl i Nordsjøen

Figur 6-16 og 6-17 viser sårbarhet for hav- og kystfugl i Nordsjøen. For nærmere beskrivelse av sårbarhetsindeksene vises det til kapittel 4.1.

Sørlig Nordsjø I og II ligger i åpent hav, og er ikke blitt vurdert med hensyn på sjøfugl fordi kunnskapen om sesongmessige og årlige variasjoner i forekomsten er for mangelfull.

Stadthavet har forekomster av sjøfugl i vinterhalvåret. Området antas å ha betydning for overvintrende alkefugl, men den totale sårbarheten vurderes å være forholdsvis lav.Stadthavet ligger innenfor aksjonsradius for kolonier av rødlisteartene lunde, lomvi og krykkje. Området antas å være næringssøksområde for hekkende havsuler fra Runde, og sårbarhetsindeksen for fugl i åpent hav i sommerhalvåret er høy.

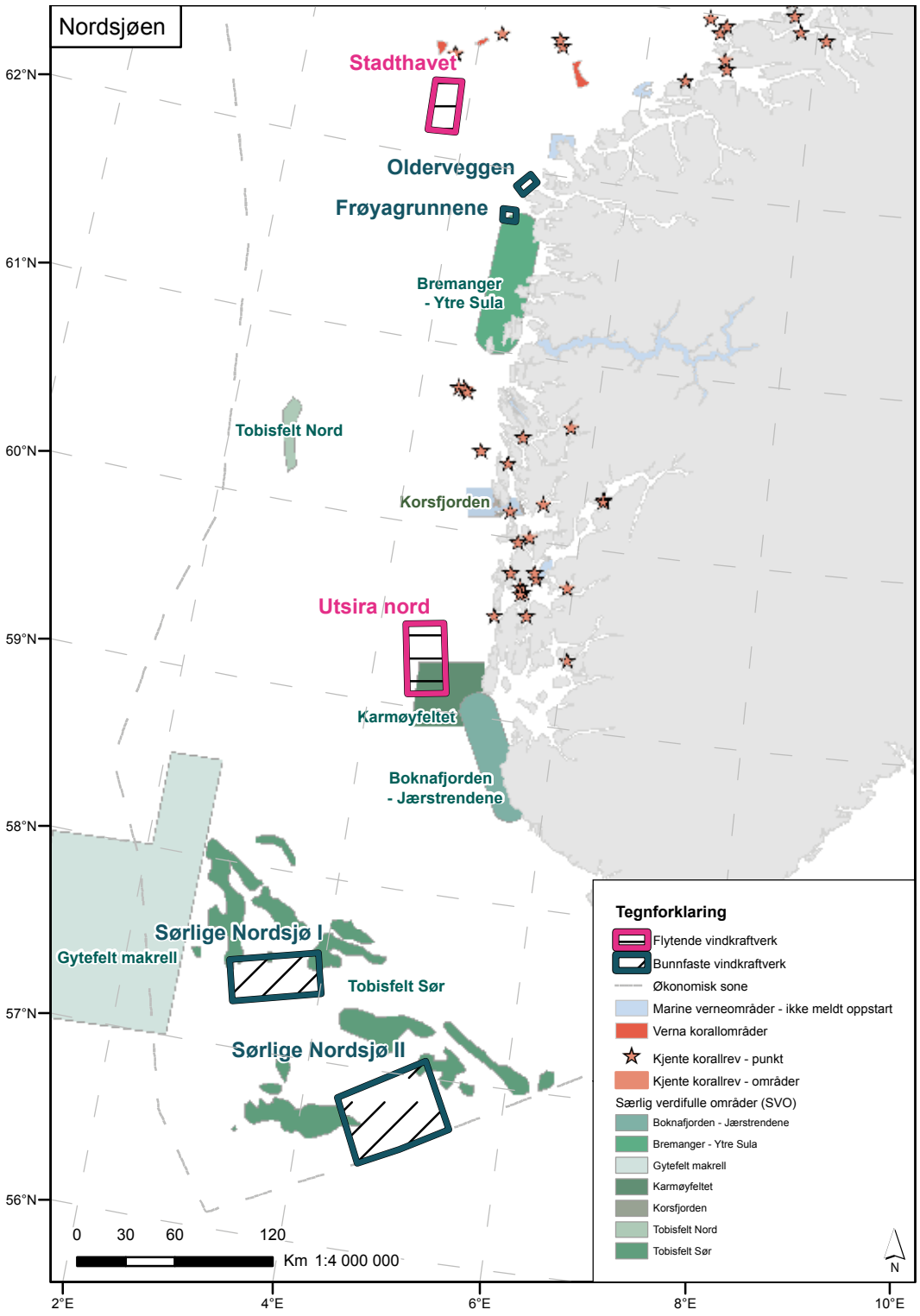
Datagrunnlaget for **Frøyagrunnene** og **Olderveggen** er tynt, spesielt i de aller ytterste delene av kysten. Det mangler også data på overvintringsbestander av sentrale arter. Områdene er sannsynligvis viktig overvintrings- og myteområde for marine dykkender, spesielt ærfugl. Forekomsten av andre overvintrende og mytende sjøfugl er mer usikker, og bør undersøkes nærmere.De viktigste store fuglefjellene i nærheten av Frøyagrunnene og Olderveggen er Runde (henholdsvis 81 km og 60 km), Einevarden (henholdsvis 26 km og 5 km) og Klovningen (henholdsvis 19 km og 1,5 km). I tillegg hekker måker og terner mer spredt i mindre kolonier langs kyststrekningen.

Innenfor Frøyagrunnene og Olderveggen finnes hekkekolonier av flere sjøfuglarter, særlig måker, terner, toppskarv og alkefugl. Sjøfuglbestandene i området er kraftig redusert i løpet av de siste 20 årene, og oppdatert kartlegging vurderes som viktig. I nærheten av områdene finnes flere sjøfuglkolonier med mer enn 1000 hekkende individer.

Frøyagrunnene og Olderveggen ligger innenfor aksjonsradius for rødlistede arter som lunde, lomvi, krykkje, makrellterne og teist.

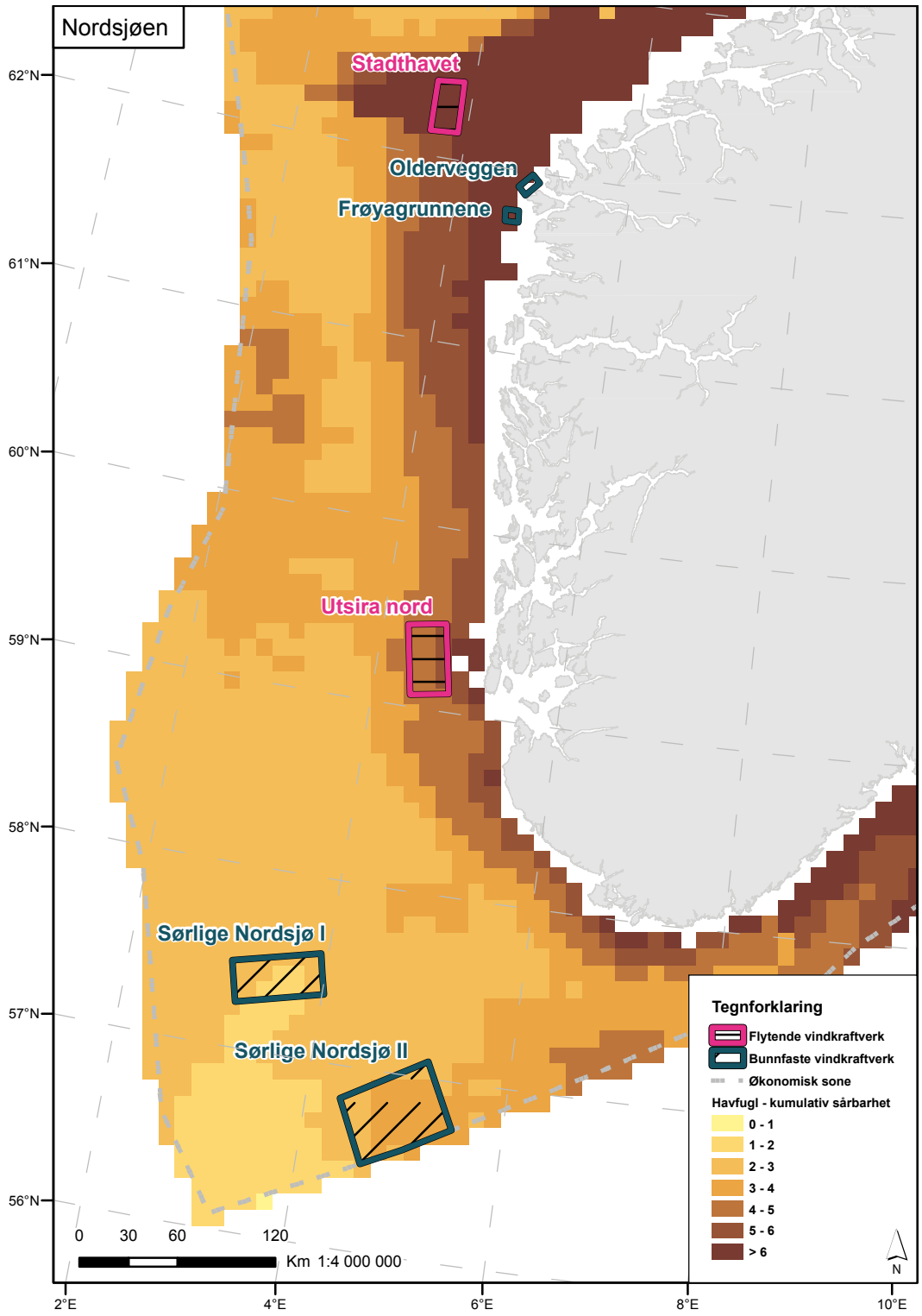
Direktoratgruppen legger til grunn at videre utredninger vil klargjøre omfanget av sjøfugl i de foreslåtte områdene i Nordsjøen, og virkninger for disse dersom det etableres havbaserte vindkraftverk i ett eller flere av områdene.

FIGUR 6-15
Vernede og særlig verdifulle områder i Nordsjøen.

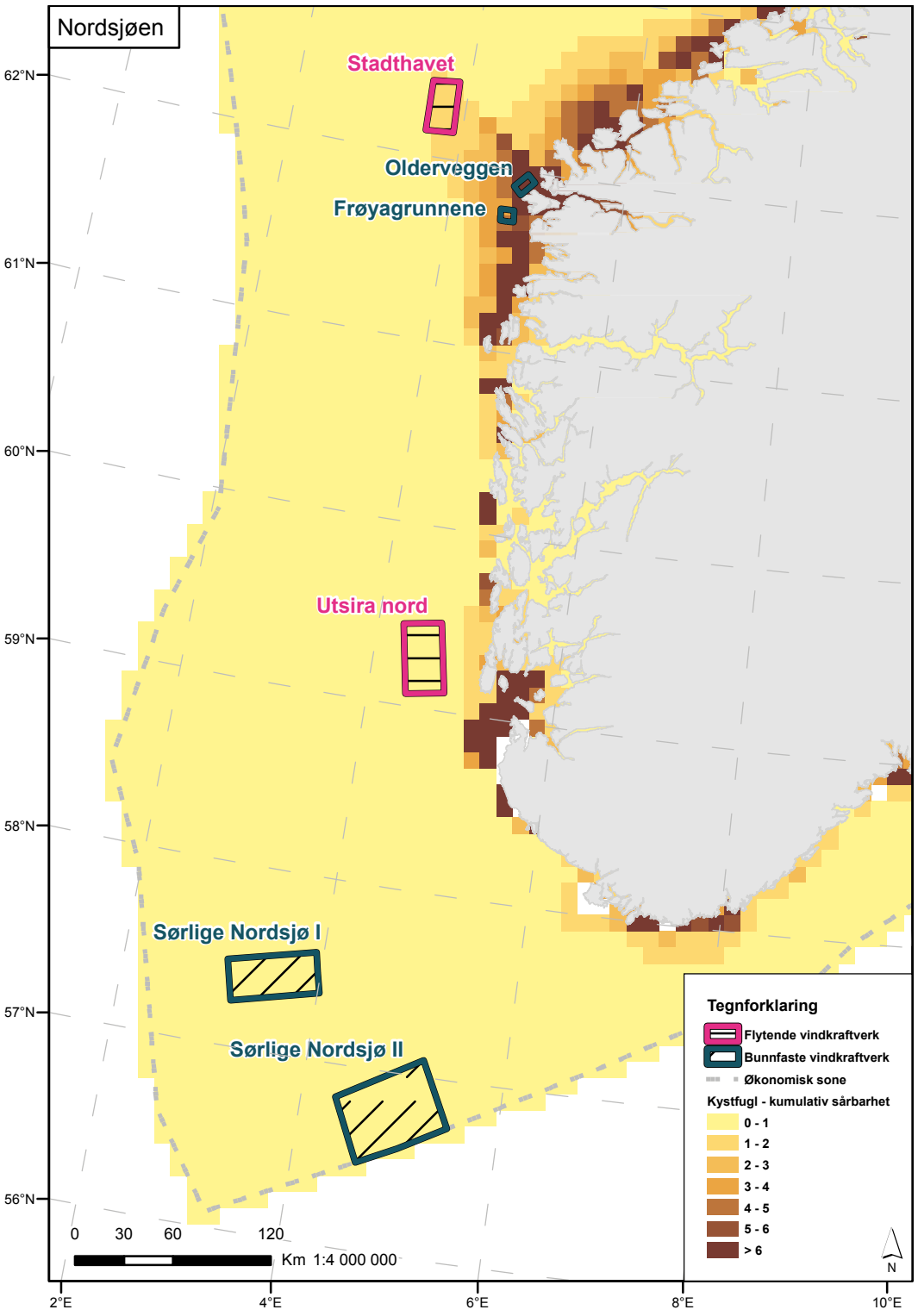


FIGUR 6-16

Kumulativ sårbarhet for alle havfugl arter i Nordsjøen basert på havdata.



FIGUR 6-17
Kumulativ sårbarhet for alle kystfugl arter i Nordsjøen basert på kystdata.



6.2.8.3 Fiskeriinteresser i Nordsjøen

Som beskrevet i kapittel 4.1 har norskekysten variert topografi og et stort mangfold av undersjøiske naturtyper. Den varierer mellom beskyttede fjorder, skjærgård og åpen kyst, dype og grunne områder og områder med sterk og svak strøm. Flere organismer lever hele livet på kysten. Andre, blant annet flere viktige fiskeslag, bruker kysten til gyte-, oppvekst- og beiteområde, og oppholder seg ellers langt til havs.

Figur 6-18 viser sporingstetthet for fiskefartøy over 21 meter for 2009. I tillegg fisker fartøy under 21 meter langs hele kysten av Norge, men det finnes ikke tilgjengelige data for den aktiviteten. Kartet gjenspeiler sporing fra ca 450 fartøy av rundt 6000 registrerte fiskefartøy.

Områdene **Sørlige Nordsjø 1 og 2** ligger på eller like ved historiske gode fiskefelt for blant annet tobis. Tobisen er en fisk som krever spesielle bunnforhold, og slike bunnforhold finnes i dette området. På grunn av bestandssituasjonen for tobis har fisket i norsk økonomisk sone de siste årene vært svært begrenset. Dette gjelder både uttak, og tidspunkt for når fisket har vært åpent. I 2010 var det avsatt et totalkvantum på 20 000 tonn som kunne fiskes av norske fartøyer i forskningssammenheng. Senere ble kvantumet økt med 30 000 tonn. For 2011 er fisket regulert etter en modell med områdebasert forvaltning. Dette har sammenheng med at tobis er stasjonær med liten utveksling mellom områder, og en vil dermed hindre at lokale stammer nedfiskes. Fangststatistikk og sporingskart viser derfor ikke et korrekt bilde av fiskeriene i dette området.

I den sørlige Nordsjøen fiskes det også årlig store kvantum av torsk, sei, makrell, sild, kolmule, øyepål og reker.

Selv om det er søkt å unngå registerte viktige gyteområder for tobis, tilsier fiskeriaktiviteten i den sørlige Nordsjøen, og fiskerienes ikke-stasjonære natur at interessene i området er store.

Deler av områdene som er lagt ut som mulig vindkraftareal benyttes av norske fiskefartøy. Det kan i deler av områdene påregnes interessemotsetninger i bruken av arealet.

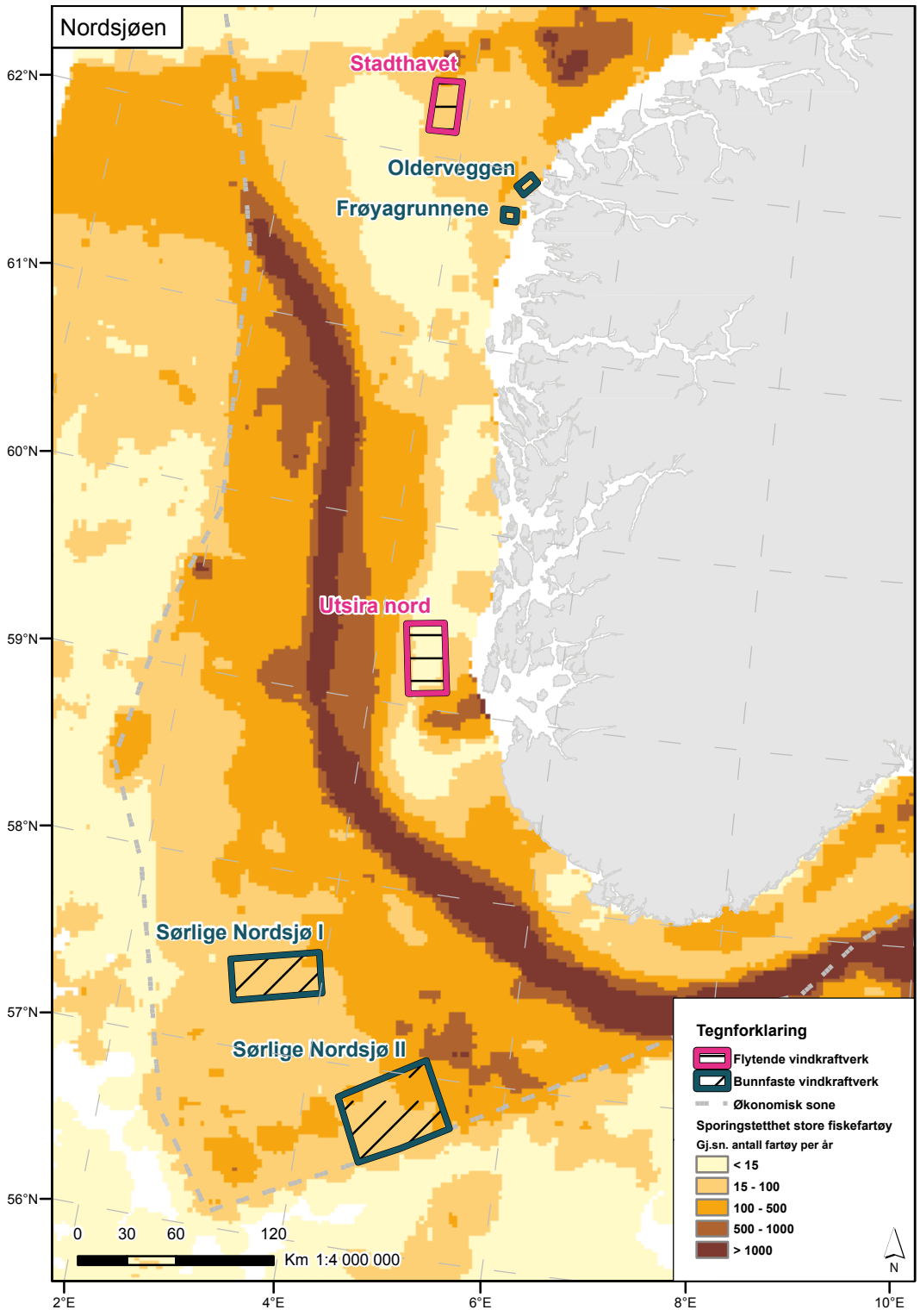
Deler av **Utsira Nord** overlapper med rekefelt vest for Karmøy. Reketråling skjer først og fremst med fartøy under 21 meter. Fisket reflekteres derfor ikke i sporingskartet, og fiskeriinteressene i området er større enn hva som fremgår av Figur 6-18. Deler av områdene som er lagt ut som mulig vindkraftareal benyttes av norske fiskefartøy. Det kan i deler av områdene påregnes interessemotsetninger i bruken av arealet.

Frøyagrunnene og **Olderveggen** er lokalisert i et kystnært område med et marinbiologisk mangfoldig miljø. I dette området blir det drevet et tradisjonelt kystnært fiske fra lokale yrkes- og fritidsfiskere. Det blir brukt garn, line, ruser, teiner etc. Mellom disse områdene ligger Bremangerpollen, som er kjent for torskefiske. Deler av områdene som er lagt ut som mulig vindkraftareal benyttes av norske fiskefartøy. Det kan i deler av områdene påregnes interessemotsetninger i bruken av arealet.

Deler av **Stadthavet** dekker fiskefelt. Det fiskes både med trål, garn, line og snurrevad i området.

Deler av områdene som er lagt ut som mulig vindkraftareal benyttes av norske fiskefartøy. Det kan i deler av områdene påregnes interessemotsetninger i bruken av arealet. Direktoratgruppen legger til grunn at videre utredninger vil klargjøre omfanget av fiskeriinteressene i områdene, og virkninger for næringen dersom det etableres havbaserte vindkraftverk i ett eller flere av de foreslåtte områdene.

FIGUR 6-18
Sporingstetthet for fiskefartøy over 21 meter i Nordsjøen.



6.2.8.4 Skipsfartsinteresser i Nordsjøen

I området ved **Sørlige Nordsjø I og Sørlige Nordsjø II** er det tett trafikk med skip som skal til/fra kontinentet. En korridor mellom de foreslåtte områdene for vindkraft, og nærmere detaljplanlegging kan gi nok plass til både skipstrafikken og eventuelle vindkraftverk i området. Dersom det etableres vindkraftverk i begge områdene, må det vurderes nærmere hvordan dette vil påvirke en korridor for skipstrafikken mellom dem.

Utsira Nord ligger like øst for de foreslåtte rutetiltakene mellom Røst og Utsira. I dag er det svært stor trafikk gjennom det foreslåtte området med hovedvekt av lasteskip, tankskip og fiskefartøy. En stor andel av skipstrafikken som passerer vest av Utsira skal inn/ ut av Skudefjorden og Bømlafjorden.

Dersom det etableres vindkraftverk i området, må anlegget tilpasses trafikkmønsteret slik at det oppnås tilstrekkelig avstand til Utsira og hensiktsmessig innseiling/utseiling til fjordene.

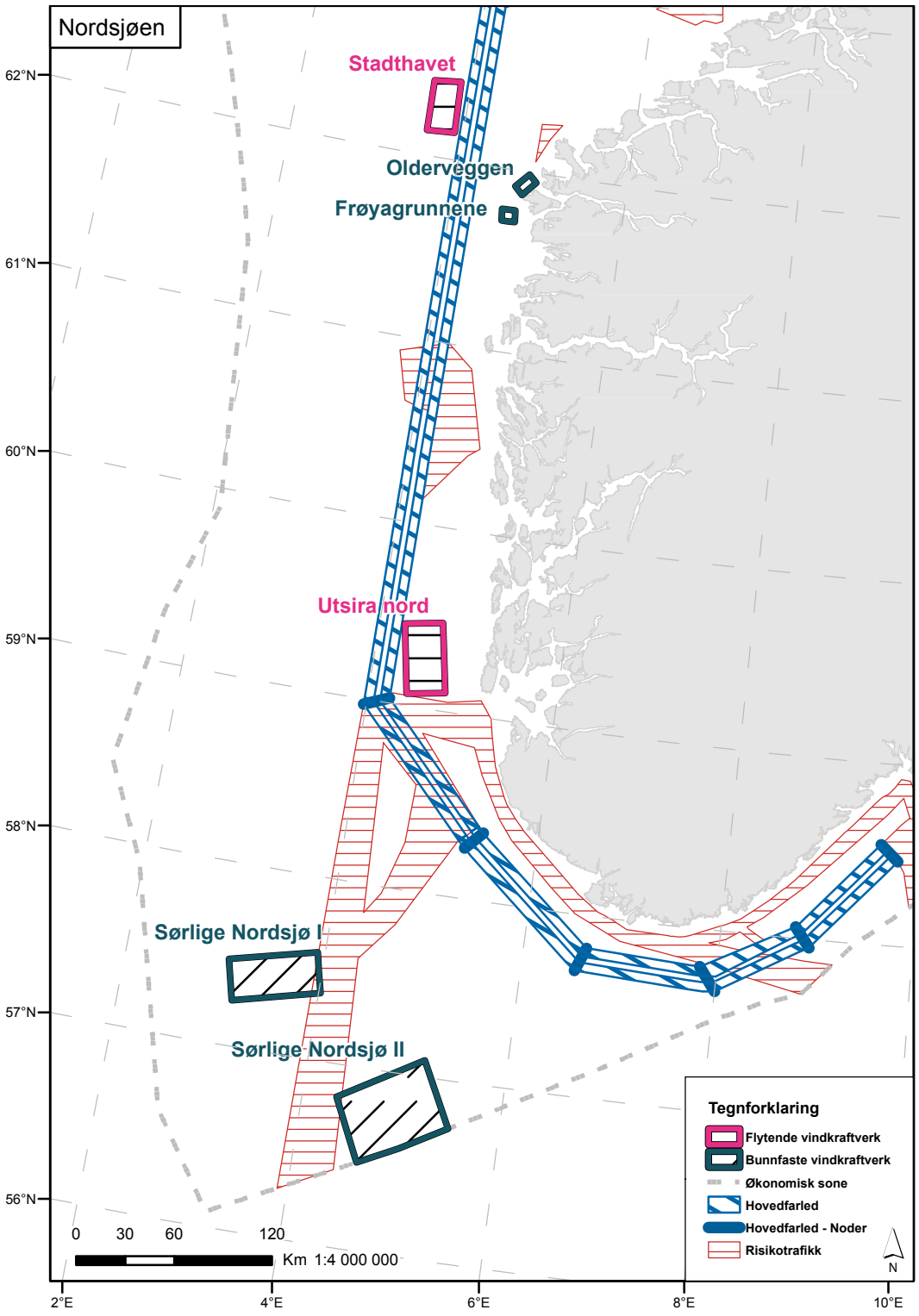
Innseilingen (hovedled) til Frøysjøen/Florø går gjennom den sørligste delen av **Frøyagrunnene**. Dette gjelder blant annet store fartøy for steinutskiping fra Dyrstad og Seljestokken. Her er nyetablert losbording ved Kvannhovden. Det er økende trafikk, og området omfatter deler av seilingskorridoren ved Kvannhovden som er inntegnet i sjøkartene. Ellers er særlig vestlige deler av Frøyagrunnene trafikkert av lasteskip og fiskefartøyer (biled).

Innseilingen (hovedled) til Nordfjord går gjennom den nordligste delen av **Olderveggen**. Dette gjelder blant annet store passasjerfartøy/cruisefartøy. Ellers er det hovedsaklig lasteskip og fiskefartøy som trafikkerer området i dag. Det er flere lykter som gir navigasjonsinformasjon i området, og disse kan påvirkes av en eventuell utbygging.

Stadthavet ligger i åpent farvann like utenfor de foreslåtte rutetiltakene langs Vestlandskysten. I området er det blandet trafikk med hovedvekt av lasteskip og fiskefartøyer.

Generelt for alle områdene er at videre utredninger, og nærmere detaljplanlegging vil være avgjørende for en eventuell sameksistens mellom skipsfarten og havbasert vindkraft.

FIGUR 6-19
Risikotrafikk og rutetiltak i Nordsjøen.



6.2.8.5 Petroleumsinteresser i Nordsjøen

Sørlige Nordsjø I er lokalisert i det dansk-norske basseng, delvis på Sørvestlandshøgda og delvis i Åstagraben. Det er tildelt flere utvinningstillatelser innenfor det foreslåtte området. Sørlige Norsjø I ligger innenfor det forhåndsdefinerte området (TFO) i Nordsjøen. Dette er et område med årlige konsesjonsrunder. Utvinningstillatelser blir tildelt med korte initielle perioder før rettighetshaver må ta beslutning om eventuell videreføring av tillatelsen. I initiell fase er det pålagt arbeidsforpliktelser. TFO-modellen fører i enkelte områder til rask rotasjon av areal, og forholdsvis høy leteaktivitet.

Det er boret en tørr letebrønn i det foreslåtte området, og det er kartlagt prospektmuligheter og flere letemodeller innenfor arealet. Det kan ikke utelukkes at det er muligheter for petroleumsforekomster i området.

Sørlige Nordsjø II er lokalisert i den sørlige del av det Dansk-norske basseng og ligger langs grensen til dansk sokkel. Det foreslåtte området er delvis dekket av utvinningstillatelser. Arealet ligger innenfor det forhåndsdefinerte området i Nordsjøen. Dette er et område med årlige konsesjonsrunder. Utvinningstillatelser blir tildelt med korte initielle perioder før konsesjonshaver må ta beslutning om eventuell videreføring av tillatelsen. I initiell fase er det pålagt arbeidsforpliktelser. Området er interessant for petroleumsvirksomheten. Dette gjelder spesielt den østlige delen av området.

Det er kartlagt flere prospekter og letemodeller i området, og det er boret en tørr letebrønn. Det er planlagt en letebrønn i 2010 (4/1-1) som skal opereres av Talisman. Den nye letebrønnen vil gi ny informasjon om prospektiviteten i området. På dansk del av sokkelen er det gjort flere funn.

Utsira Nord er lokalisert på Stavangerplattformen. Det foreslåtte området ligger vest for Kårstø gassbehandlings- og kondensatanlegg, og mellom to eksportrørledninger i Statpipesystemet. I Utsira Nord har det til nå ikke vært petroleumsvirksomhet, og det er heller ikke kartlagt letemodeller eller prospekter. Det kan likevel ikke utelukkes at det er muligheter for petroleumsforekomster i området.

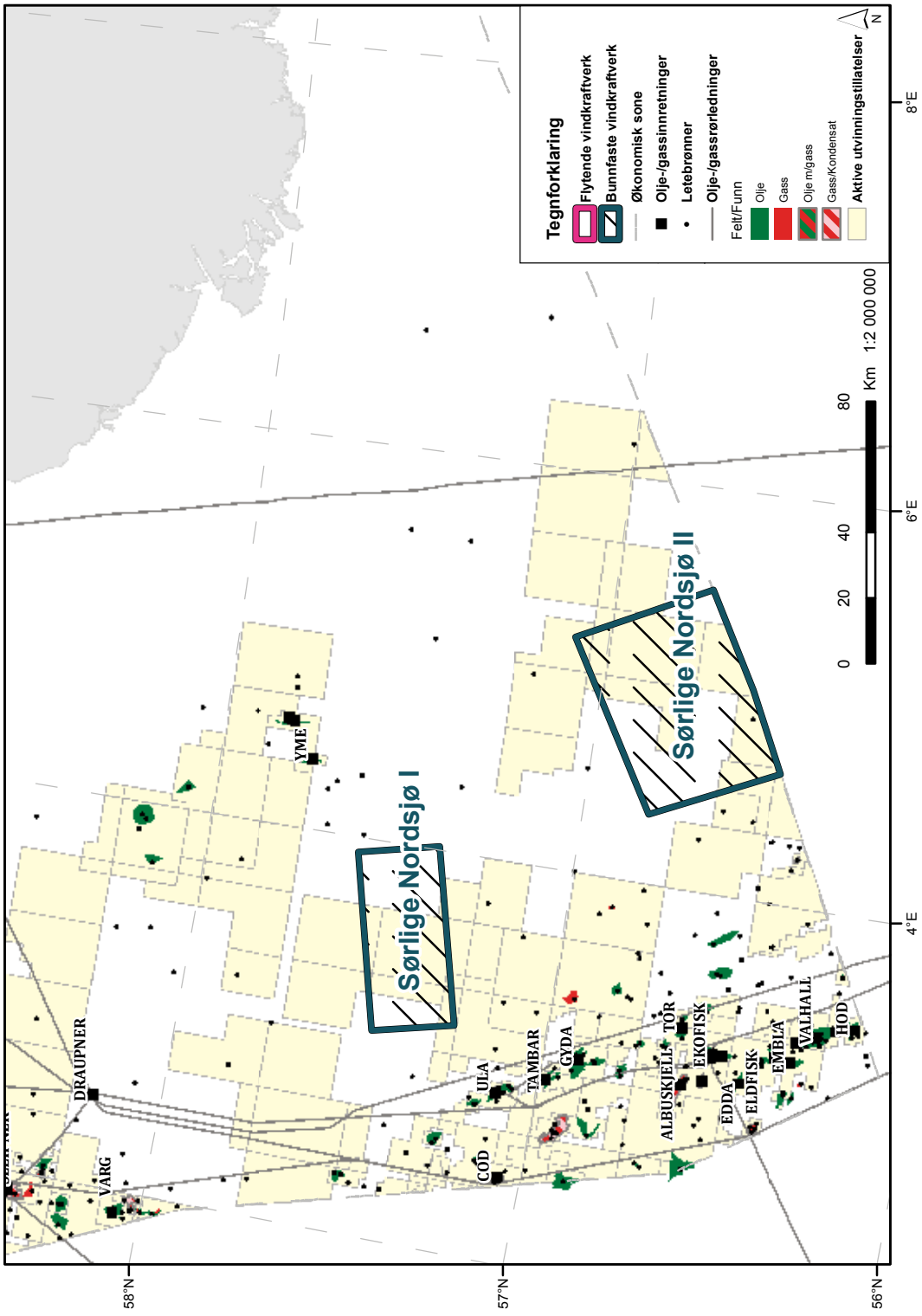
Det er ikke kartlagt prospekter eller letemodeller innenfor **Frøyagrunnene** og **Olderveggen**. Potensialet er derfor svært lavt, men det kan likevel ikke utelukkes at det finnes petroleumsforekomster i områdene.

Stadthavet er lokalisert i Mørebassenget. Her er det kun kartlagt letemodeller, og området har ikke vært konsesjonsbelagt. I dag vurderes potensialet som lavt, men det kan likevel ikke utelukkes at det finnes petroleumsforekomster i området.

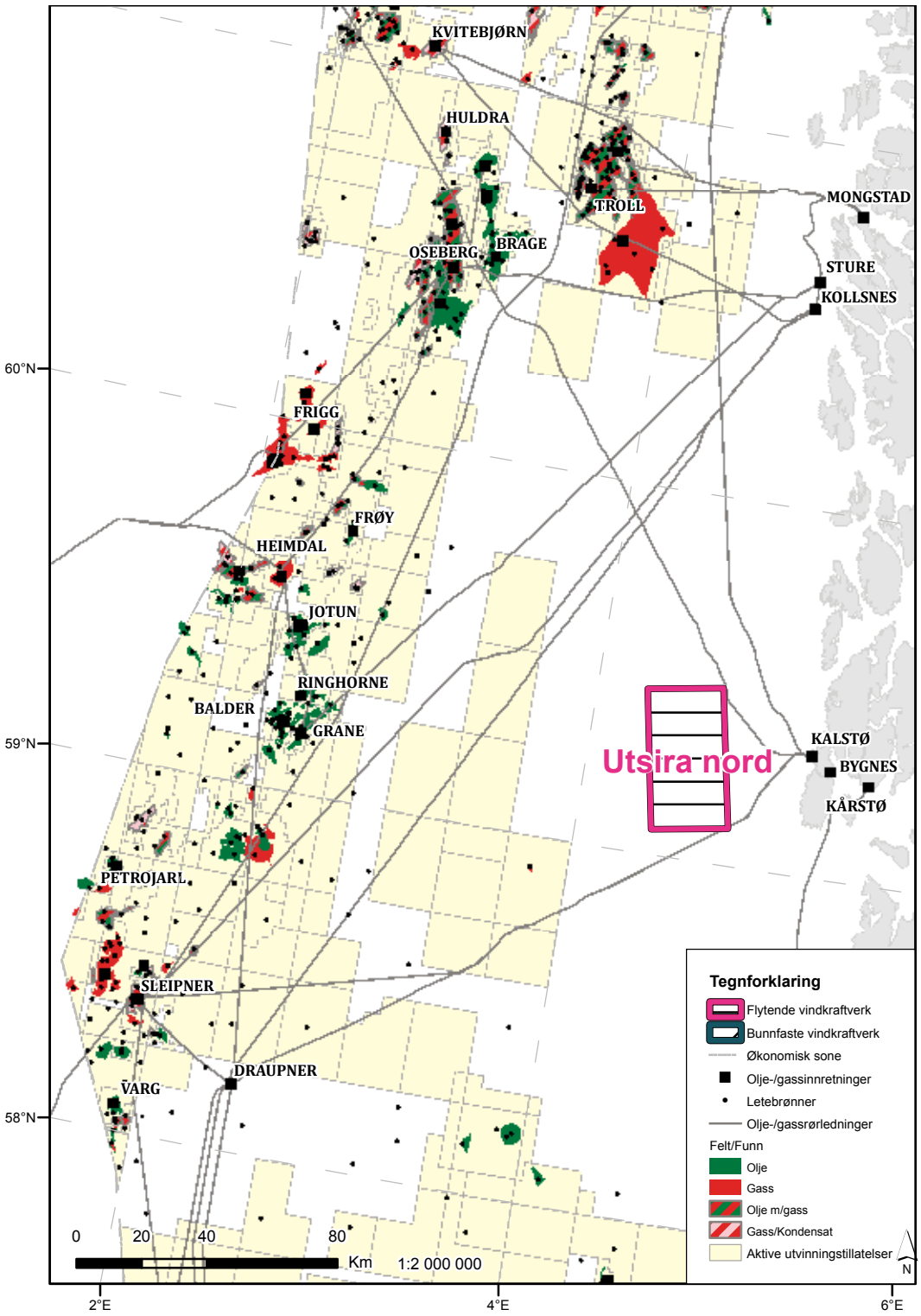
Direktoratgruppen legger til grunn at videre utredninger vil klargjøre eventuelle virkninger for petroleumsinteressene i Nordsjøen dersom det etableres havbaserte vindkraftverk i ett eller flere av de foreslåtte områdene.

FIGUR 6-20

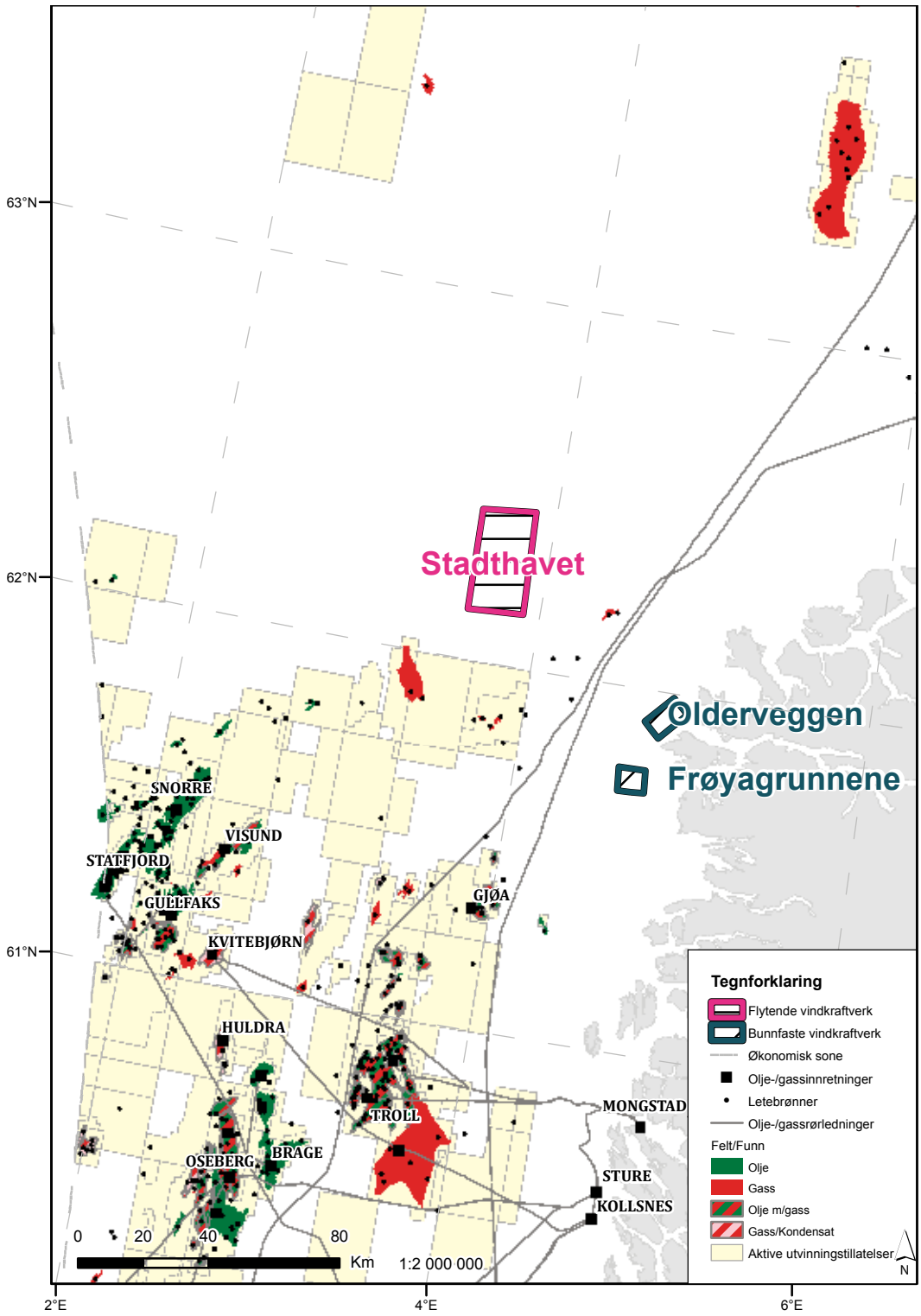
Petroleumsinteresser i sørlige deler av Nordsjøen.



FIGUR 6-21
Petroleumsinteresser i midtre deler av Nordsjøen.



FIGUR 6-22
Petroleumsinteresser i nordlige deler av Nordsjøen.

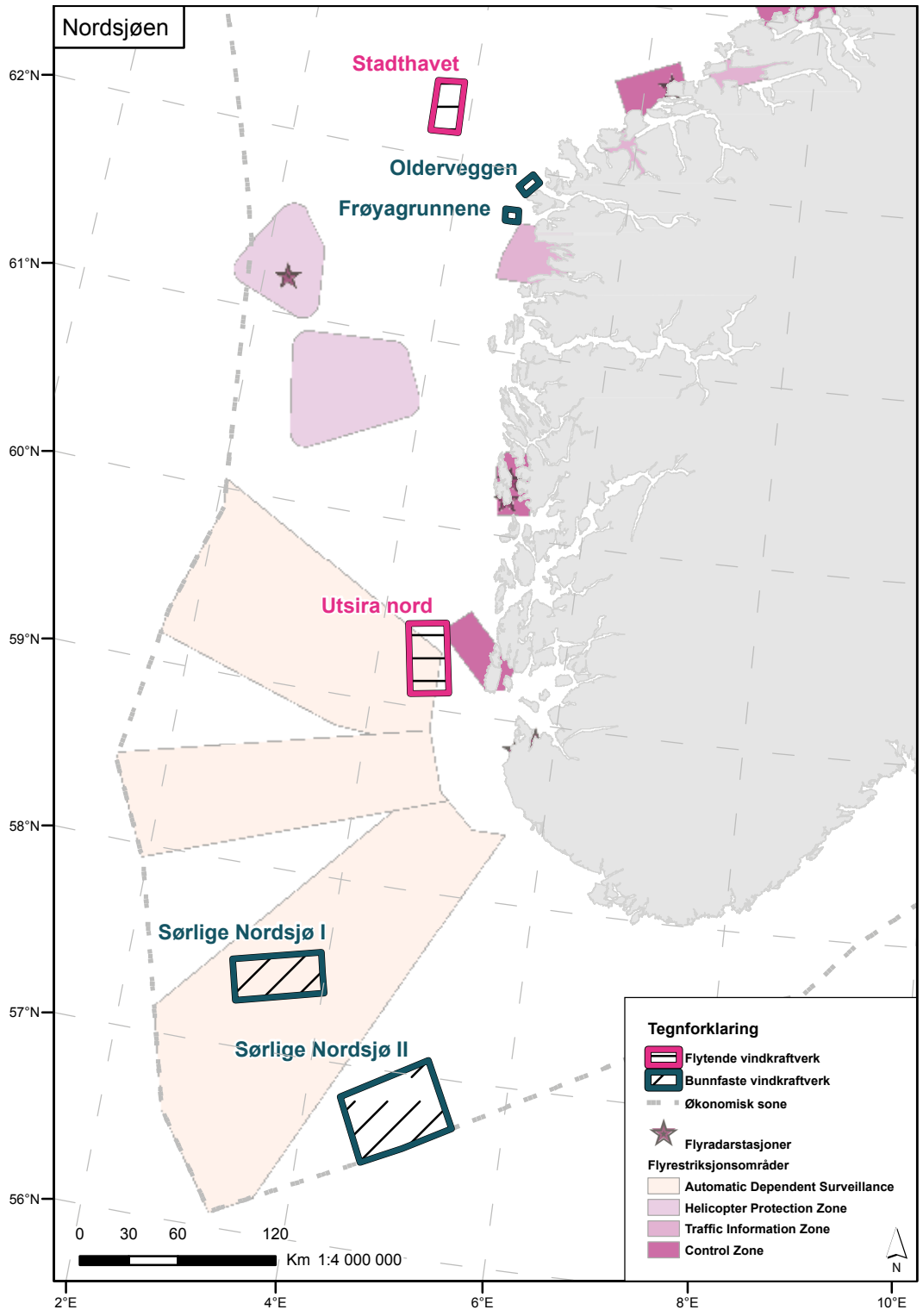


6.2.8.6 Luftfartsinteresser og radarer i Nordsjøen

Sørlige Nordsjø I og **Utsira Nord** overlapper med helikopterruter til petroleumsvirksomheten på norsk kontinentalsokkel (ADS områder). ADS områdene har en vertikal utstrekning fra 1500 fot opp til 8500, og direktoratgruppen har lagt til grunn at disse ikke vil være til hinder for en eventuell etablering av vindkraftverk i de foreslåtte områdene.

Olderveggen er lokalisert ca. 26 km fra MET sin værradar på Stadt. Radaren er lokalisert i en avstand fra utredningsområdet og en høyde over havet som tilsier at den normalt ikke vil påvirkes negativt som følge av etablering av vindkraftverk i dette området. For en endelig avklaring av dette forholdet legger direktoratgruppen til grunn at det må gjøres en nærmere vurdering av eventuelle virkninger for radaren.

FIGUR 6-23
Flyrestriksjonsområder og radarstasjoner i Nordsjøen.



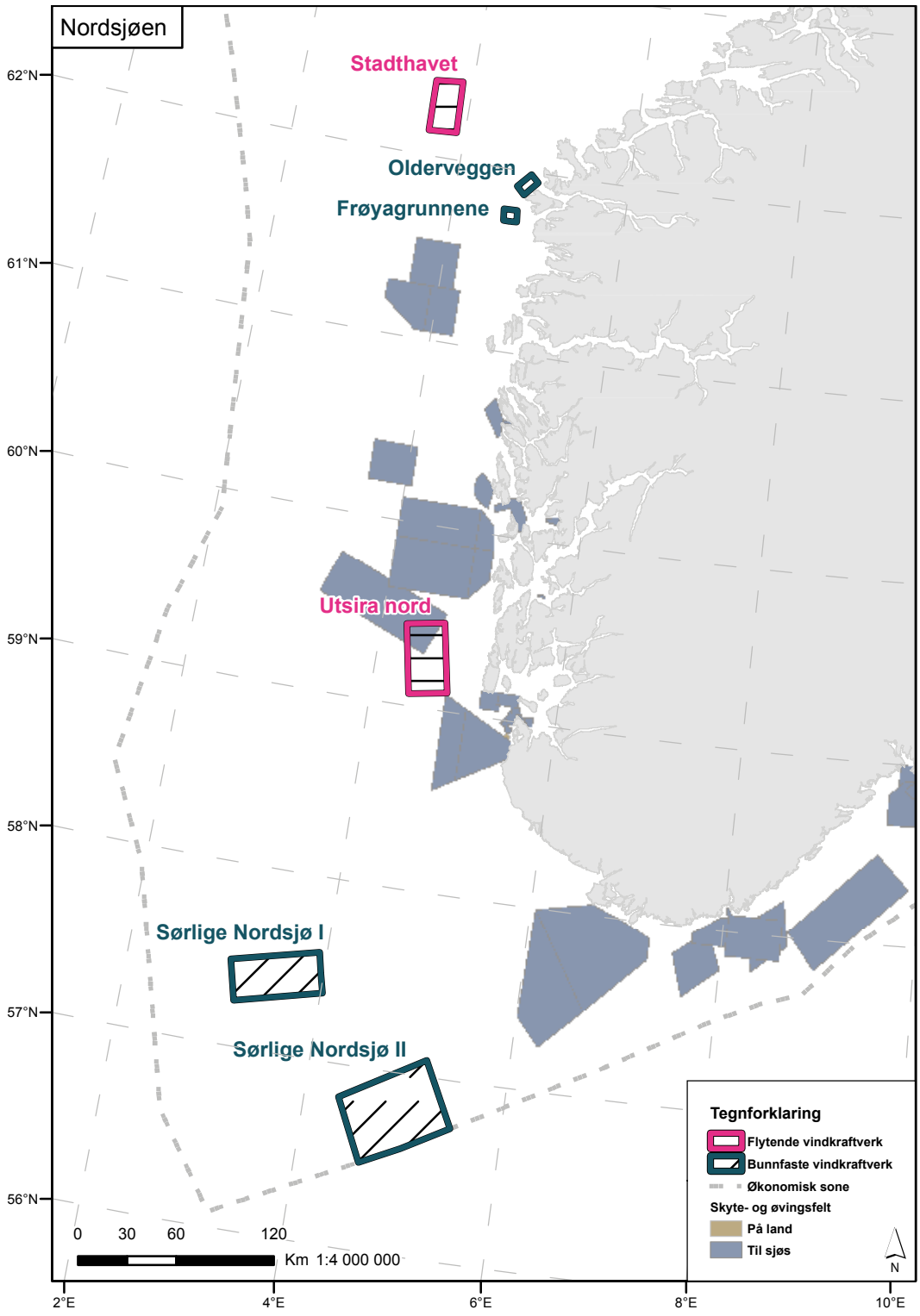
6.2.8.7 Forsvarsinteresser i Nordsjøen

Utsira Nord overlapper i nord delvis med Luftforsvarets skytefelt END 253. I NOU 2004:27 er feltet foreslått videreført som felt for luft til luft mål. Direktoratgruppen legger til grunn at det må gjøres en nærmere vurdering av eventuelle virkninger for skytefeltet som følge av etablering av vindkraftverk i det foreslåtte området.

Forsvaret har en radar på Vågsøy som ligger mindre enn 10 km unna og i fri sikt til **Olderveggen**. Etablering av et vindkraftverk innenfor dette området vil kunne påvirke radaren negativt. **Frøyagrunnene** ligger delvis i le og litt lenger unna radaren, og de negative virkningene her antas å være mindre.

Det har i forbindelse med utbygging av Mehuken 1 og 2 vindkraftverk vært gjort vurderinger av virkninger for radaren på Vågsøy. Direktoratgruppen legger til grunn at det må gjøres en ytterligere vurderinger av eventuelle virkninger for Forsvarets radar på Vågsøy som følge av etablering av vindkraftverk i de foreslåtte områdene.

FIGUR 6-24
Forsvarets skyte- og øvingsfelt i Nordsjøen.



6.3 NORSKEHAVET

6.3.1 FRØYABANKEN

Frøyabanken er egnet for flytende vindturbiner. Utredningsområdet er i hovedsak karakterisert av områdetypen *Vindkraftområder som muliggjør sikring av regional (nasjonal) energibalanse* som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7.

TABELL 6-7

Nøkkeltall for Frøyabanken

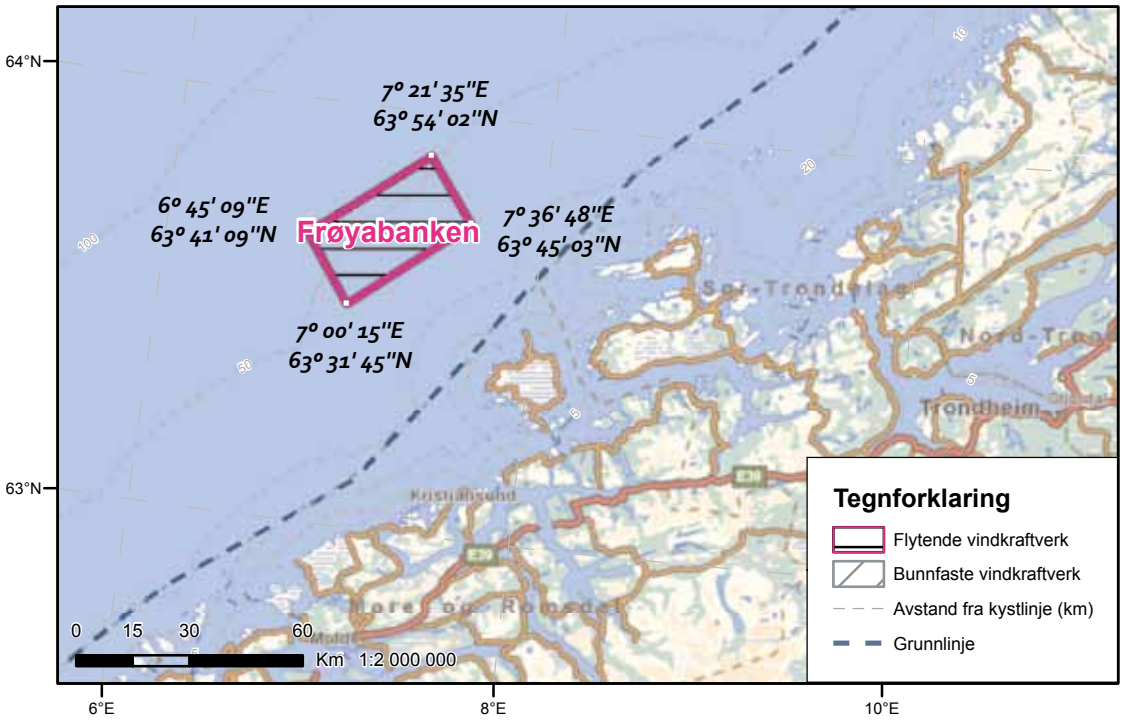
TYPE ANLEGG	FLYTENDE
Antatt mulig kapasitet (MW)	500-1500
Totalt areal (km^2)	819
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	819
Dybde (m)	160-314
Gjennomsnittlig dybde (m)	210
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	9,2
Minste avstand til kyst (km)	34
Minste avstand til bygning (km)	30
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	2,5
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	15,1
Minste avstand til Tjeldbergodden transformatorstasjon (km)	83
Antatte fullproduksjonstimer (timer/år)	3300

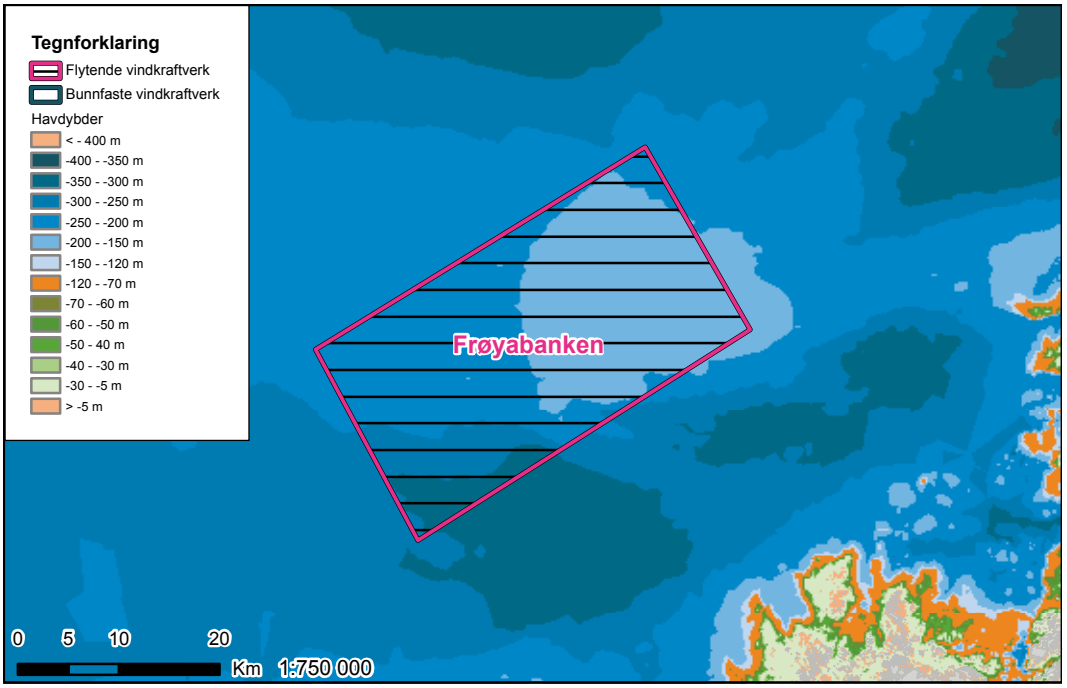
6.3.1.1 Innpassing i kraftsystemet for Frøyabanken

Området er lokalisert utenfor Midt-Norge som per i dag har et kraftunderskudd på nærmere 8 TWh [29]. Noen av de største forbrukspunktene, som Nyhavna (forsyning til Ormen Lange), Hustadmarmor og Tjeldbergodden prosessanlegg er lokalisert i relativ nærhet til Frøyabanken. En utbygging av Frøyabanken vil kreve tilknytning direkte til sentralnettet på grunn av størrelsen. To tilknytningspunkter vurderes som aktuelle. Det ene er Tjeldbergodden transformatorstasjon, som vil kreve forsterkning av nettet mellom Tjeldbergodden og Trollheim med en 420 kV-forbindelse. Denne forbindelsen har tidligere vært konsesjonsgitt i tilknytning til planer om gasskraftverk på Tjeldbergodden. Det andre alternativet er tilknytning til Nyhavna transformatorstasjon. Med en slik løsning vil man trolig unngå forsterkninger i nettet på land, men sjøkabelforbindelsen mellom vindkraftverket og land vil bli lenger enn om anlegget knyttes til Tjeldbergodden.

FIGUR 6-25
Geografisk lokalisering av Frøyabanken.

FIGUR 6-26
Dybdeforhold for Frøyabanken.





6.3.2 NORDØYAN – YTRE VIKNA

Nordøyan – Ytre Vikna er egnet for bunnfaste vindturbiner. Utredningsområdet er i hovedsak karakterisert av områdetypen Vindkraftområder som muliggjør sikring av regional (nasjonal) energibalanse som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7.

TABELL 6-8

Nøkkeltall for Nordøyan – Ytre Vikna

TYPE ANLEGG	BUNNFAST
Antatt mulig kapasitet (MW)	100-300
Totalt areal (km^2)	140
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	99
Dybde (m)	5-70
Gjennomsnittlig dybde (m)	37
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	9,1
Minste avstand til kyst (km)	12
Minste avstand til bygning (km)	2
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	2,3
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	14,5
Minste avstand til transformatorstasjon for Ytre Vikna (km)	14
Antatte fullproduksjonstimer (timer/år)	3350

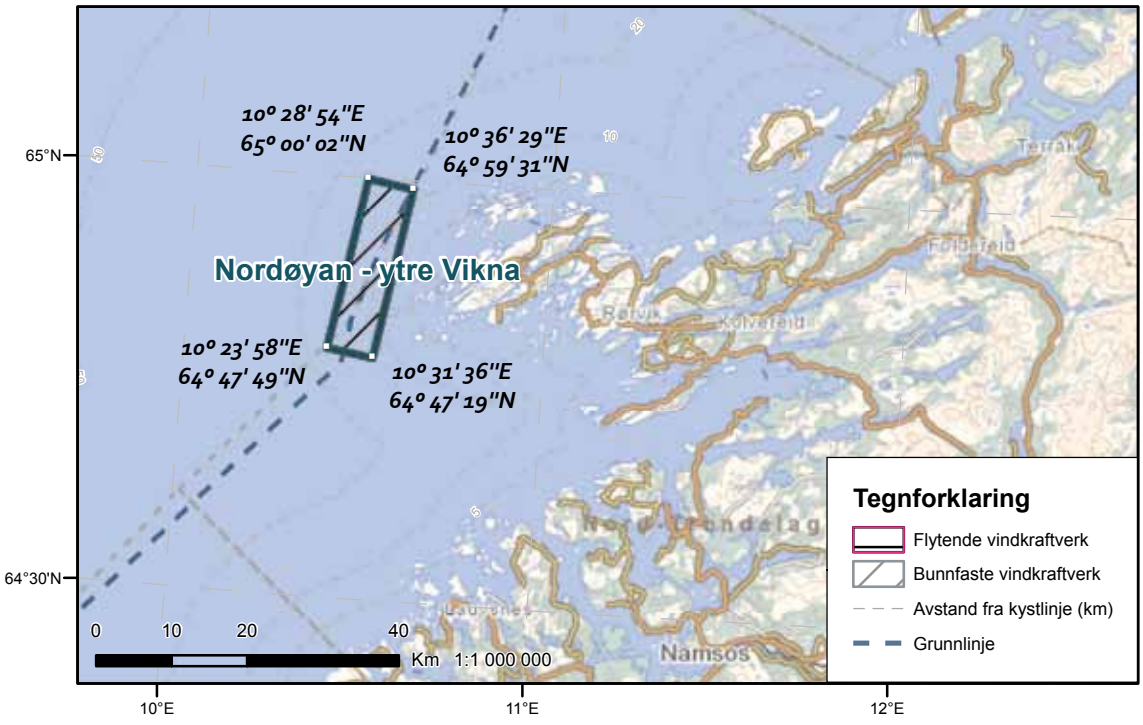
6.3.2.1 Innpassing i kraftsystemet for Nordøyan – Ytre Vikna

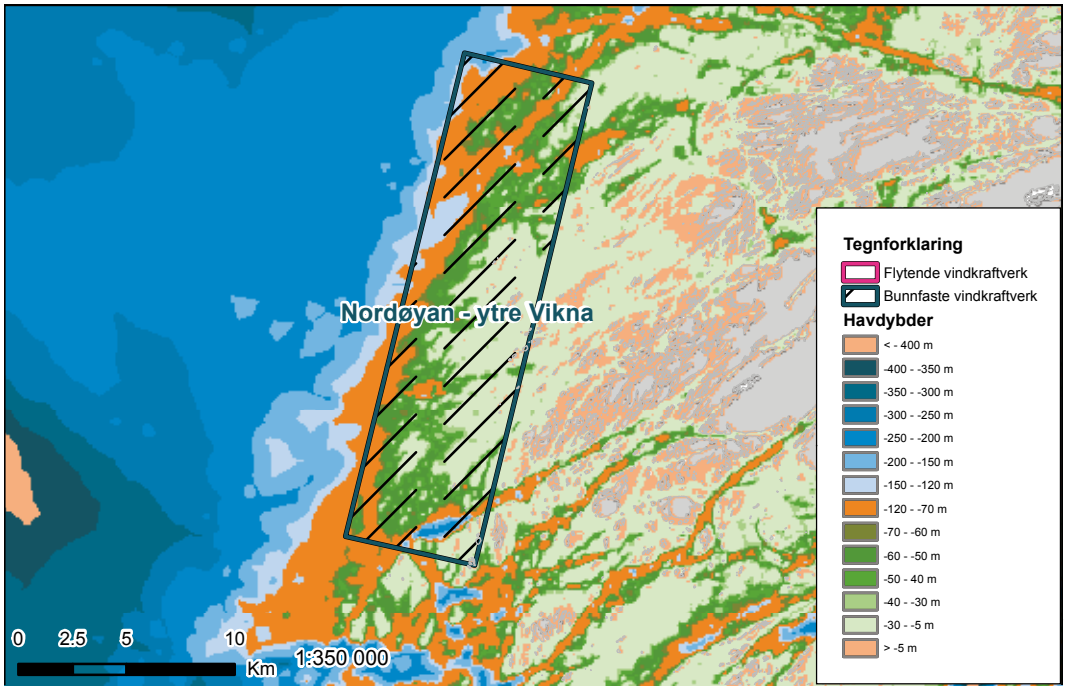
På land rett innenfor dette området er det gitt konsesjon til Ytre Vikna vindkraftverk på inntil 249 MW. Planlagt nettilknytning for vindkraftverket er Rørvik transformatorstasjon, via regionalnett til Kolsvik kraftverk for opptransformering til sentralnettsspenning. En full utbygging av konsesjonsgitte Ytre Vikna vindkraftverk krever oppgraderinger av regionalnettet mellom Rørvik og Kolsvik. Området nord for Tunnsjødalen, inkludert Kolsvik, er i dag et område med kraftoverskudd, og det er begrensede muligheter for tilknytting av ny produksjon uten oppgraderinger av nettet. Det antas at kraftverk i området har potensial for å øke fleksibiliteten i produksjonen. Dette kan åpne for samspill mellom vind- og vannkraftproduksjon der vannkraftverket reduserer produksjonen i perioder med mye vind og i stedet produserer mer i perioder med lite vind. Et slikt samspill kan gi en bedre utnyttelse av overføringsnettet.

Området sør for Tunnsjødalen (nettområde Midt-Norge) er i dag et underskuddsområde. Det kan derfor være aktuelt å knytte et vindkraftverk til havs utenfor Ytre Vikna til sentralnettet i Namsos, sør for Tunnsjødalen, men dette vil bety lenger forbindelse fra vindkraftverket til nettet på land.

FIGUR 6-27
Geografisk Lokalisering av Nordøyan – Ytre Vikna.

FIGUR 6-28
Dybdeforhold for Nordøyan – Ytre Vikna.





6.3.3 TRÆNA VEST

Træna vest er egnet for flytende vindturbiner. Utredningsområdet er i hovedsak karakterisert av områdetypen *Vindkraftområder i tilknytning til store magasinkraftverk* som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7

TABELL 6-9
Nøkkeltall for Træna vest

TYPE ANLEGG	FLYTENDE
Antatt mulig kapasitet (MW)	500-1500
Totalt areal (km^2)	773
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	773
Dybde (m)	181-352
Gjennomsnittlig dybde (m)	271
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	9,5
Minste avstand til kyst (km)	45
Minste avstand til bygning (km)	24
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	2,4
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	14,9
Minste avstand til Svartisen transformatorstasjon (km)	134
Antatte fullproduksjonstimer (timer/år)	3500

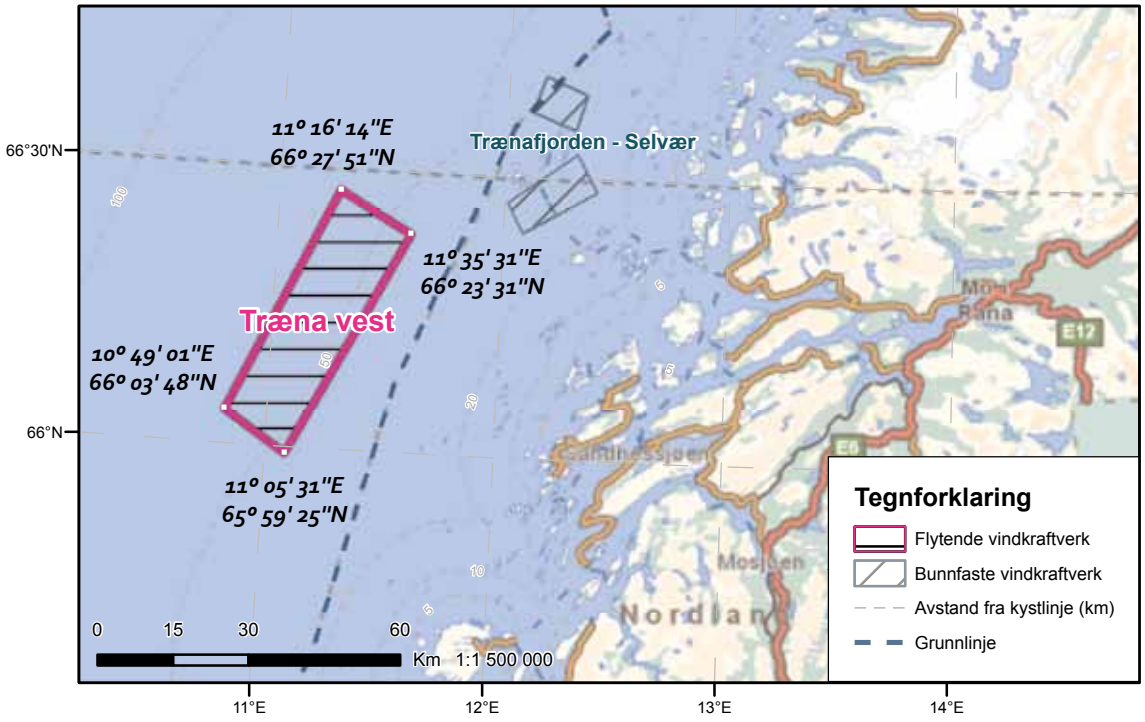
6.3.3.1 Innpassing i kraftsystemet for Træna vest

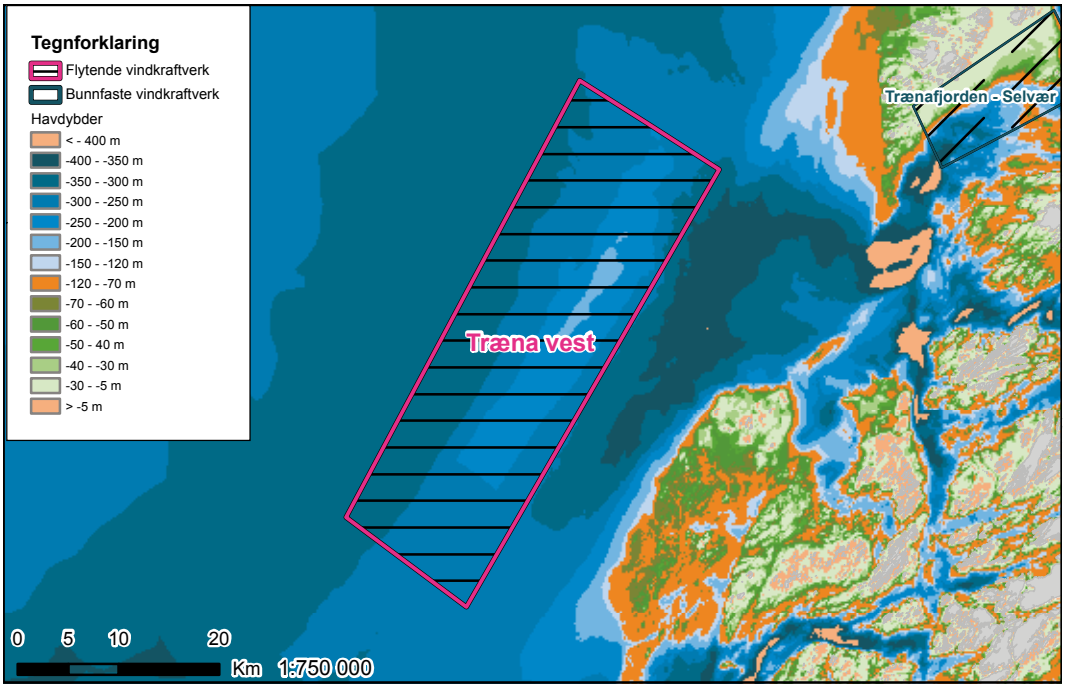
Aktuelt tilknytningspunkt for et vindkraftverk innenfor området Træna vest er ett av de store magasinkraftverkene Svartisen eller Rana. Disse vannkraftverkene antas å ha potensial for å øke fleksibiliteten i produksjonen. Dette kan åpne for samspill mellom vind- og vannkraftproduksjon der vannkraftverket reduserer produksjonen i perioder med mye vind og i stedet produserer mer i perioder med lite vind. Et slikt samspill kan gi en bedre utnyttelse av overføringsnettet.

Dersom det bygges ut ny vannkraft og vindkraft i Nordland, Troms og Finnmark, kan det bli et betydelig kraftoverskudd i denne regionen som må transporteres sørover og/eller østover. Avhengig av hvor mye ny produksjon som etableres på land, kan vindkraft i området Træna vest utløse forsterkninger i sentralnettet mellom Ofoten og Rana og videre sør- og/eller østover.

FIGUR 6-29
Geografisk lokalisering av Træna Vest.

FIGUR 6-30
Dybdeforhold for Træna Vest.





6.3.4 TRÆNAFJORDEN-SELVÆR

Trænafjorden-Selvær er egnet for bunnfaste vindturbiner. I det sørligste av de to områdene er det imidlertid områder med dybder større enn hva som er egnet for bunnfast vindkraft. Utredningsområdet er i hovedsak karakterisert av områdetypen *Vindkraftområder som muliggjør sikring av regional (nasjonal) energibalanse* som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7.

TABELL 6-10

Nøkkeltall for Trænafjorden - Selvær

TYPE ANLEGG	BUNNFAST
Antatt mulig kapasitet (MW)	100-300
Totalt areal (km^2)	197
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	101
Dybde (m)	5-70
Gjennomsnittlig dybde (m)	32
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	9,3
Minste avstand til kyst (km)	26
Minste avstand til bygning (km)	3
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	1,1
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	14,0
Minste avstand til	
Øresvik transformatorstasjon (km)	44
Antatt fullproduksjonstimer (timer/år)	3400

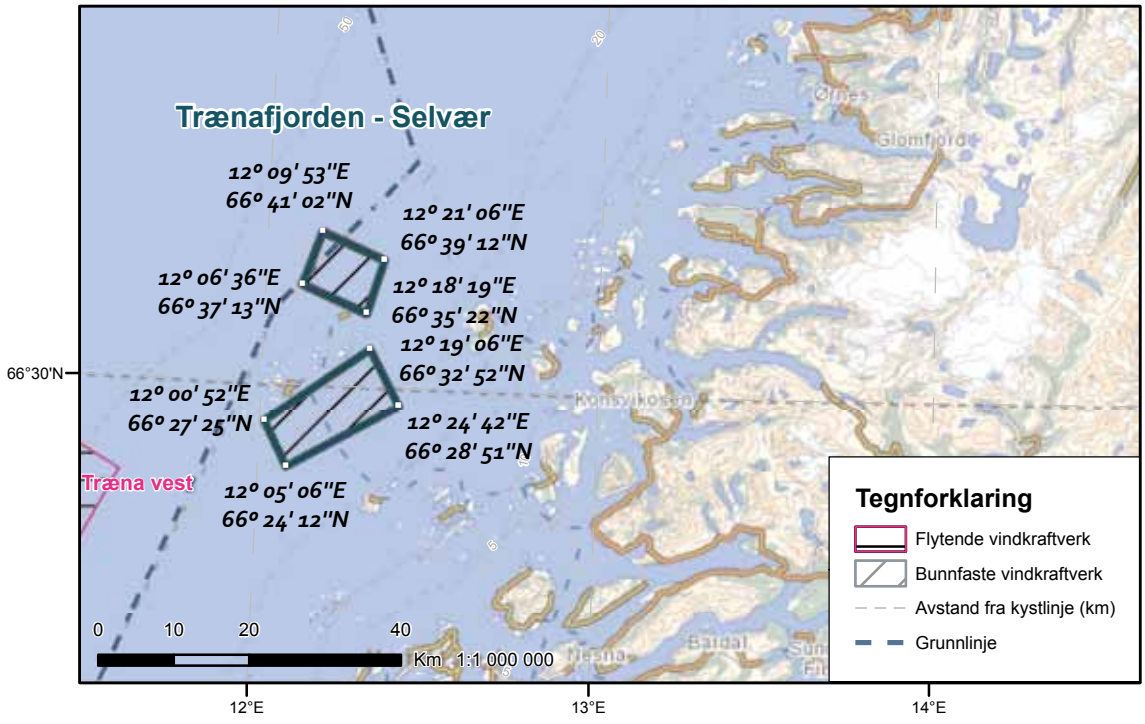
6.3.4.1 Innpassing i kraftsystemet for Trænafjorden-Selvær

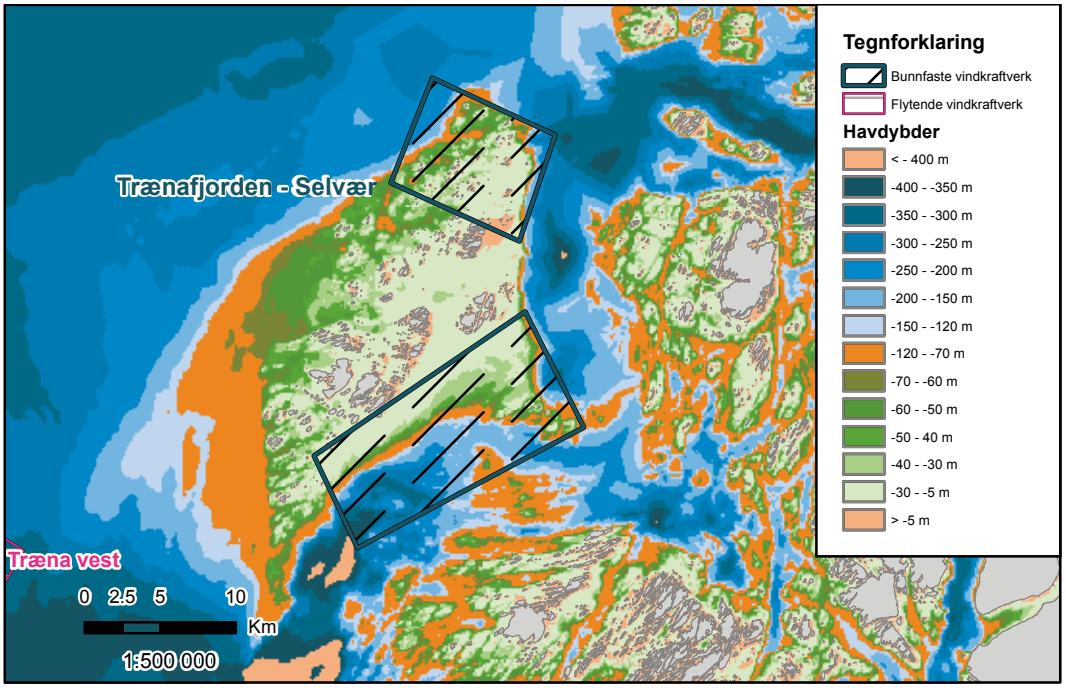
Aktuelle tilknytningspunkter i eksisterende nett på land er Nesna eller Øresvik. Avhengig av hvor mye annen kraftproduksjon som etableres i området, må det påregnes oppgradering av regionalnettet mellom Nesna eller Øresvik og nærmeste sentralnettspunkt Rana. Dersom det bygges ut ny vannkraft og vindkraft i Nordland, Troms og Finnmark, kan det bli et betydelig kraftoverskudd i regionen som må transporteres sør- og/eller østover. Avhengig av hvor mye ny produksjon som etableres på land, kan vindkraft i området Trænafjorden-Selvær utløse krav om forsterkninger i sentralnettet mellom Ofoten og Rana, og videre sørover og/eller østover.

De store magasinkraftverkene Svartisen og Rana antas å ha potensial for å øke fleksibiliteten i produksjonen. Dette kan åpne for samspill mellom vindkraftproduksjon og vannkraftproduksjon der vannkraftverket reduserer produksjonen i perioder med mye vind og i stedet produserer mer i perioder med lite vind. Et slikt samspill vil kunne føre til en bedre utnyttelse av overføringsnettet.

FIGUR 6-31
Geografisk lokalisering av Trænafjorden – Selvær.

FIGUR 6-32
Dybdeforhold for Trænafjorden – Selvær.





6.3.5 GIMSØY NORD

Gimsøy nord er egnet for bunnfaste vindturbiner. Utredningsområdet er i hovedsak karakterisert av områdetypen Vindkraftområder som muliggjør sikring av regional (nasjonal) energibalanse som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7.

TABELL 6-11
Nøkkeltall for Gimsøy nord

TYPE ANLEGG	BUNNFAST
Antatt mulig kapasitet (MW)	100-300
Totalt areal (km^2)	245
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	219
Dybde (m)	5-70
Gjennomsnittlig dybde (m)	29
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	8
Minste avstand til kyst (km)	1
Minste avstand til bygning (km)	1
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	0,6
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	13,0
Minste avstand til Kleppstad transformatorstasjon (km)	18
Antatte fullproduksjonstimer (timer/år)	2950

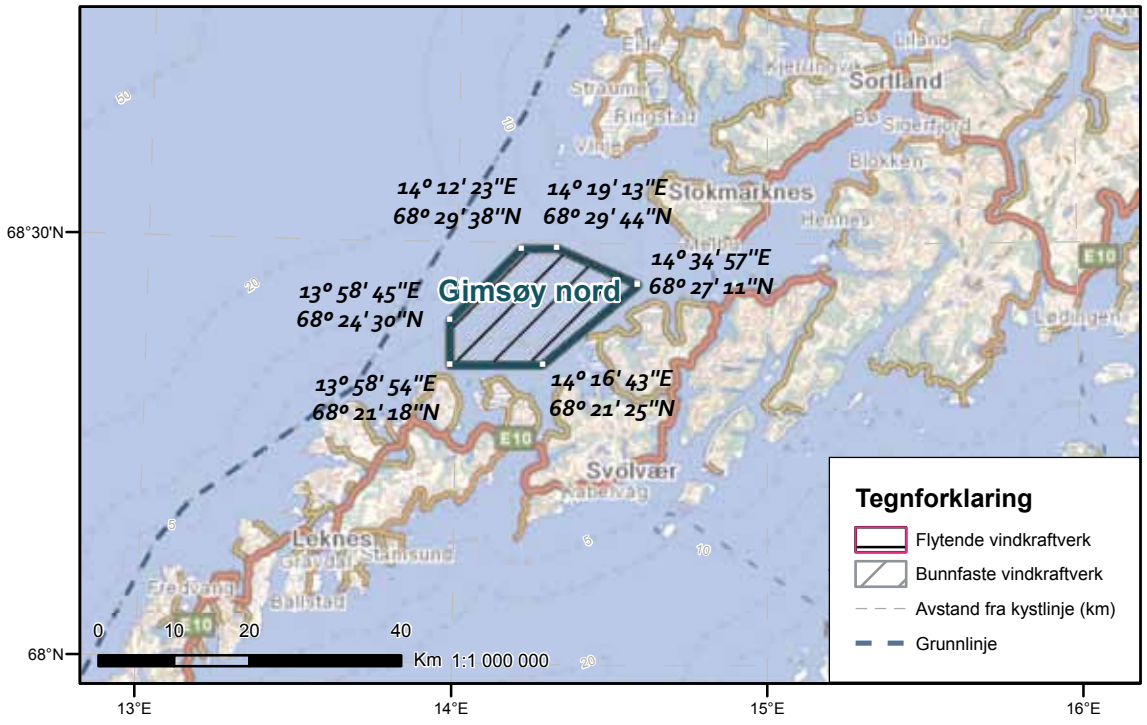
6.3.5.1 Innpassing i kraftsystemet for Gimsøy nord

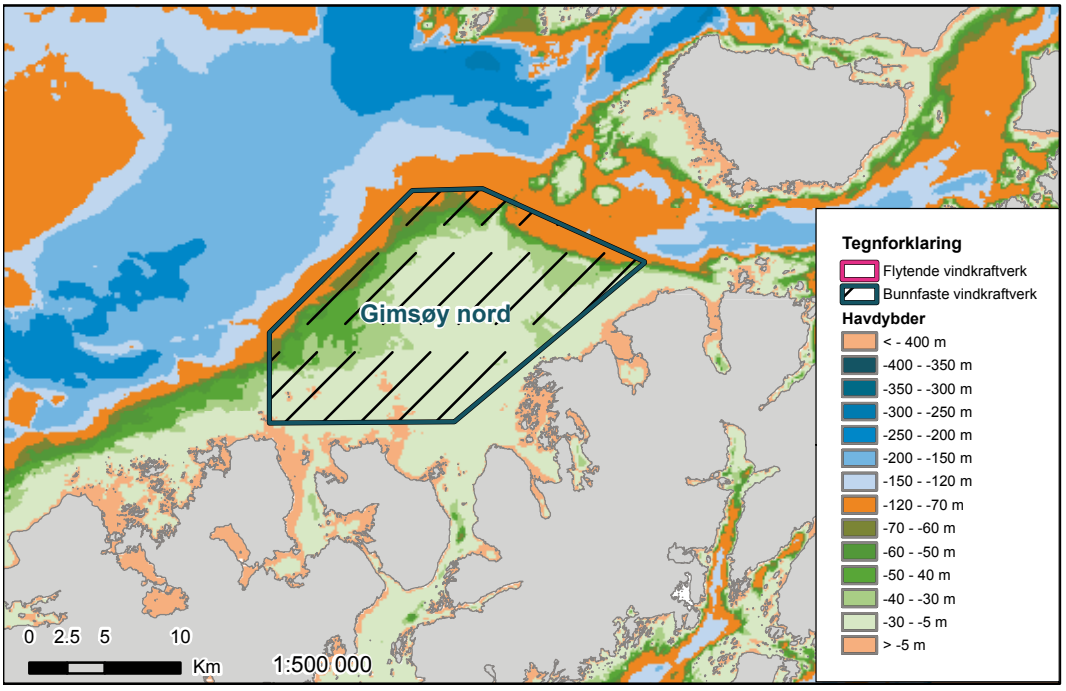
Lofoten er i dag et underskuddsområde. I 2009 var underskuddet på 385 GWh [30], og det dekkes opp ved transport av energi over relativt lange avstander fra Narvik-området. Ny produksjon i Lofotområdet kan derfor være positivt. Dersom det bygges ut ny vannkraft og vindkraft i Nordland, Troms og Finnmark, kan det bli et betydelig kraftoverskudd i regionen som må transporteres sørover og/eller østover. Avhengig av hvor mye ny produksjon som etableres på land, kan et vindkraftverk utenfor Gimsøy kreve forsterkninger i sentralnettet mellom Ofoten og Rana og videre sørover og/eller østover.

Et mulig tilknytningspunkt på land er Kleppstad. For å få transportert kraften ut av området må det påregnes oppgraderinger av regionalnettet mellom Kleppstad og nærmeste sentralnettspunkt som er Ofoten eller Kvandal.

FIGUR 6-33
Geografisk lokalisering av Gimsøy nord.

FIGUR 6-34
Dybdeforhold for Gimsøy nord.





6.3.6 NORDMELA

Nordmela er egnet for bunnfaste vindturbiner. Utredningsområdet er i hovedsak karakterisert av områdetypen *Vindkraftområder som muliggjør sikring av regional (nasjonal) energibalanse* som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7.

TABELL 6-12
Nøkkeltall for Nordmela

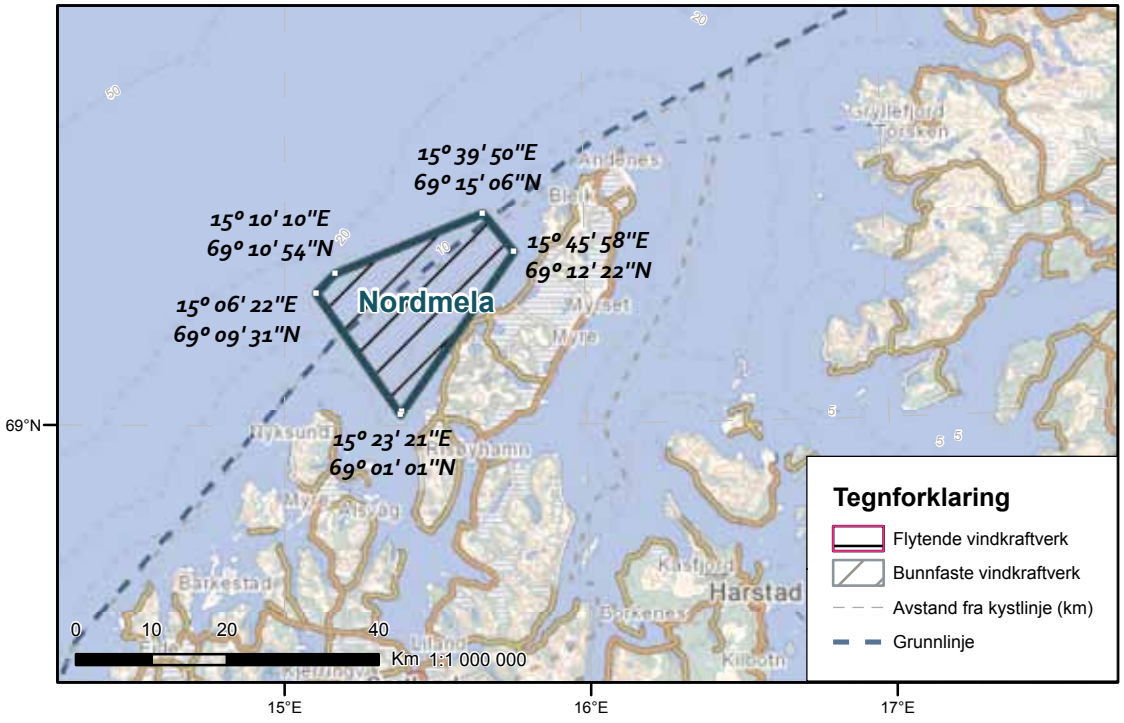
TYPE ANLEGG	BUNNFAST
Antatt mulig kapasitet (MW)	100-300
Totalt areal (km^2)	332
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	281
Dybde (m)	5-65
Gjennomsnittlig dybde (m)	49
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	8,2
Minste avstand til kyst (km)	2
Minste avstand til bygning (km)	3
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	1,8
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	13,6
Minste avstand til Risøyhamn transformatorstasjon (km)	20
Antatte fullproduksjonstimer (timer/år)	3050

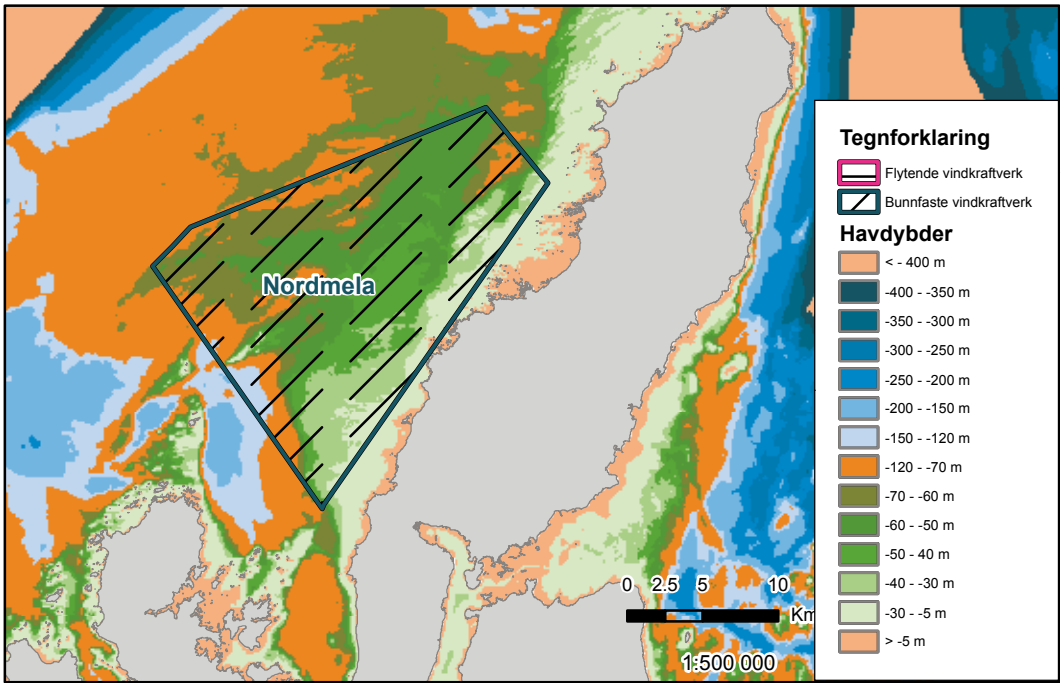
6.3.6.1 Innpassing i kraftsystemet for Nordmela

Aktuelle tilknytningspunkter på land for et vindkraftverk innenfor området Nordmela er Risøyhavn eller Andenes. Dersom Andenes skal benyttes som tilknytningspunkt må dagens 66 kV kraftledning mellom Andenes og Risøyhavn, samt transformatorstasjonen i Andenes oppgraderes til 132 kV. Dette er allerede konsesjonsgitt i tilknytning til Andmyran vindkraftverk. Det må også påregnes oppgraderinger i regionalnettet mellom Risøyhavn og nærmeste sentralnettspunkt, Ofoten og/eller Kvandal. Dersom det bygges ut ny vannkraft og vindkraft i Nordland, Troms og Finnmark, kan det bli et betydelig kraftoverskudd i regionen som må transporteres sørover og/eller østover. Avhengig av hvor mye ny produksjon som etableres på land, vil et vindkraftverk utenfor Andøya utløse forsterkninger i sentralnettet mellom Ofoten og Rana og videre sørover og/eller østover.

FIGUR 6-35
Geografisk lokalisering av Nordmela.

FIGUR 6-36
Dybdeforhold for Nordmela.





6.3.7 KARTLAGTE AREALBRUKS- OG MILJØINTERESSER I NORSKEHAVET

6.3.7.1 Vernede og særlig verdifulle områder, samt gytefelt i Norskehavet

Figur 6-36 viser oversikt over vernede korallrev og andre kjente korallrev, samt foreslåtte marine verneområder og særlig verdifulle områder (SVOer) i Norskehavet.

Marine verneområder er områder som er foreslått tatt med i nasjonal marin verneplan. Det ble i september 2009 meldt oppstart for 17 av de 36 områdene i fase 1 av marin verneplan. Mer om marin verneplan kan leses i kapittel 4.1.

Et særlig verdifullt område (SVO) er et geografisk avgrenset område som inneholder en eller flere særlig betydelige forekomster av naturressurser, verdisatt etter andel av internasjonal, nasjonal og regional bestand, bestandsstatus og rødlistestatus. SVOer i norske havområder er nærmere beskrevet i kapittel 4.1.

Træna Vest, Nordøyan – ytre Vikna og **Frøyabanken** ligger helt eller delvis innenfor SVOen *Kystsonen*. I følge forvaltningsplanen for Norskehavet har området generelt store miljøverdier. Kystsonen dekker et bredt spekter av områder med ulike oseanografiske forhold. Områdene Stadt til Runde, Trøndelagskysten inkludert Froan, Vikna og Sklinna, Helgelandskysten inkludert Sømna og Vega, Remman og Vestfjorden er vurdert som særlig verdifulle.

Nordmela ligger innenfor SVOen *Eggakanten*. I følge forvaltningsplanen for Norskehavet er Eggakanten betegnelsen på overgangsområdet fra de relativt sett grunne bankområdene til dypet i Norskehavet, og kan grovt sett beskrives som kontinentalskråningen fra Stadt til nordvestspissen av Svalbard. Området har stor biologisk produksjon og høyt biologisk mangfold med stor konsentrasjon av mange fiske- og sjøfuglarter, og mange korallrev. Området er derfor vurdert som særlig verdifullt.

Innenfor **Frøyabanken** finnes det flere mindre gytefelt for sild. Området dekker også oppvekstområder for flere viktige fiskeslag, både pelagiske og bunnfiskarter.

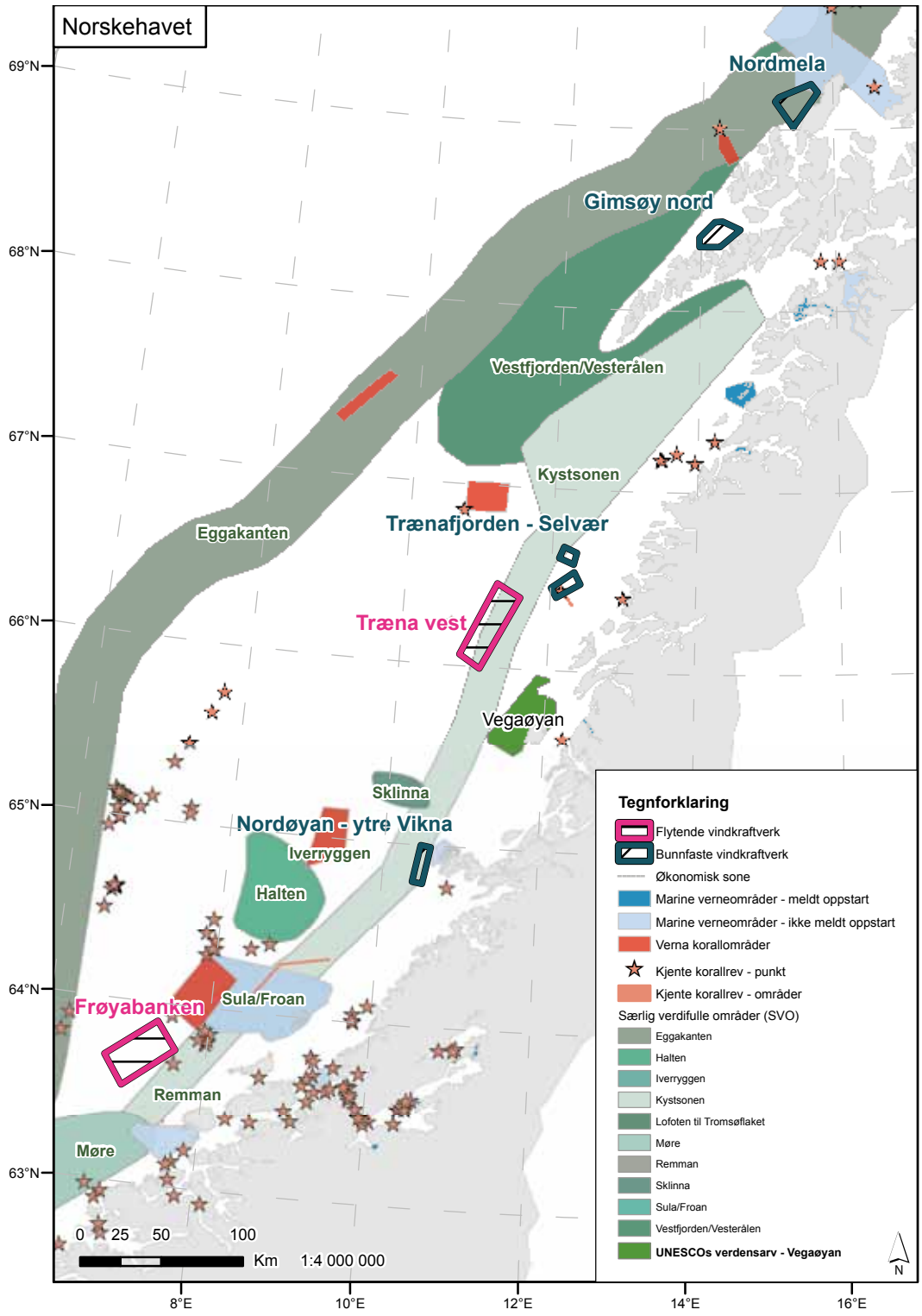
Nordøyan – Ytre Vikna er i et kystnært område med et marinbiologisk mangfoldig miljø. Viknaøyene er et oppvekstområde for atlantisk torsk.

Træna Vest berører områder for gytevandring til blant annet sild.

Gimsøy nord er i et kystnært område med et marinbiologisk mangfoldig miljø. Lofoten og Vesterålen er den viktigste gyteplassen for torskebestanden i Barentshavet.

Nordmela ligger i et kystnært område med marinbiologisk mangfoldig miljø. Kysten langs Vesterålen er blant annet hovedgytefelt for nordøstarktisk torsk.

FIGUR 6-37
Vernede og særlig verdifulle områder i Norskehavet.



6.3.7.2 Sjøfugl i Norskehavet

For nærmere beskrivelse av sårbarhetsindeksene vises det til kapittel 4.1.

Frøyabanken og **Træna Vest** som ligger i åpent hav er ikke blitt vurdert med hensyn på sjøfugl fordi kunnskapen om sesongmessige og årlige variasjoner i forekomsten er for mangelfull. Mer om sjøfugl kan leses i kapitel 4.1.

Nordøyan-ytre Vikna er, med unntak av de ytterste sjøområdene innenfor det aktuelle området, relativt godt undersøkt med tanke på overvintrende sjøfugl. Datagrunnlaget er imidlertid over 20 år gammelt, og bør oppdateres.

Det foreslåtte området er et viktig overvintringsområde for lommer, dykkere, marine dykkender og skarver. Områdets funksjon som myteområde er ukjent og bør undersøkes.

Innenfor Nordøyan-ytre Vikna finnes hekkekolonier av flere sjøfuglarter, særlig måker, terner, toppskarv og alkefugl. Sjøfuglbestandene i området er kraftig redusert i løpet av de siste 20 årene, og oppdatert kartlegging vurderes som viktig.

I nærheten av Nordøyan-ytre Vikna finnes flere sjøfuglkolonier med mer enn 1000 hekkende individer, herunder relativt store krykkjekolonier. I tillegg er en av Norges største storskarvkolonier lokalisert noen få kilometer fra det foreslåtte området.

Nordøyan-Ytre Vikna ligger innenfor aksjonsradius for rødlistede arter som lunde, lomvi, krykkje, makrellterne og teist.

Trænafjorden-Selvær er relativt dårlig undersøkt med tanke på overvintrende sjøfugl. Datagrunnlaget er i tillegg over 20 år gammelt, og bør oppdateres.

De sporadiske dataene som finnes indikerer at området er viktig for overvintrende marine dykkender, måker og skarver. Det er observert lite dykkere og lommer i området, men ut i fra dets struktur forventes et større innslag av arter tilhørende disse gruppene. Træna er omgitt av grunne sjøområder som tradisjonelt er viktige for overvintrende sjøfugl av ulike arter.

Trænaøygruppen innehar viktige hekkeforekomster av måker, terner, ærfugl og teist, men har ingen store kolonier. De siste registreringene som finnes fra øygruppen er fra 1990, og burde vært oppdatert. Innenfor en radius på 100 km fra Træna finnes det flere sjøfuglkolonier og viktige verneområder for sjøfugl.

Trænafjorden-Selvær ligger innenfor aksjonsradius for rødlistede arter som lunde, lomvi, krykkje, makrellterne og teist.

Gimsøy nord ligger i nærheten av et av de tradisjonelle overvåkingsområdene for overvintrende sjøugl, og det finnes derfor god oversikt over disse bestandene. Området er et referanseområde for bestandsutvikling for overvintrende sjøfugl.

Området er et meget viktig overvintringsområde for lommer, dykkere, marine dykkender og skarver.

Innenfor en radius på 100 km fra Gimsøy finnes det flere sjøfuglkolonier og viktige verneområder for sjøfugl.

Området ligger i nærheten av St. Ulvøyholmen havsulekolonie, og fugl fra denne bruker områder innenfor Gimsøy nord som næringssøksområde.

Gimsøy nord ligger innenfor aksjonsradius for rødlistede arter som lunde, lomvi, krykkje, og teist.

Dataene i NINAs sjøfugldatabase for området rundt **Nordmela** er gamle, men det er foretatt tellinger fra fly de siste årene (både sommer og vinter). Disse er foreløpig ikke ferdig analysert.

Området har betydning for overvintrende marine dykkender.

Innenfor en radius på 100 km fra Nordmela finnes det flere sjøfuglkolonier og viktige verneområder for sjøfugl.

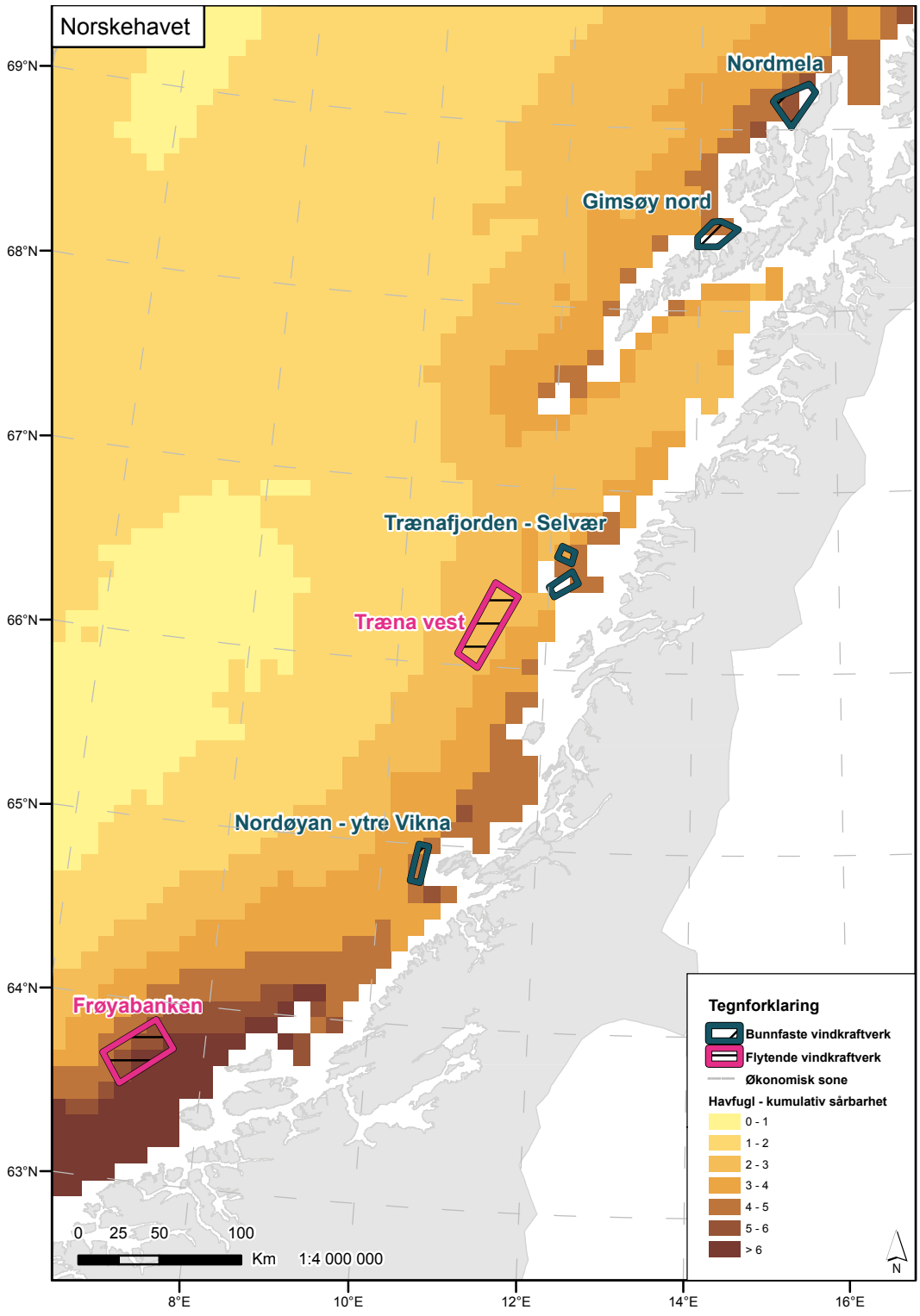
Det hekker havsule innenfor området, og området benyttes sannsynligvis til næringsssøk.

Området ligger i nærheten av sjøfuglkoloniene på Anda og Bleiksøy, og klart innenfor aksjonsradius for de artene som hekker i disse koloniene. Lunde fra Anda har sine hovednæringssøksområder øst for Anda.

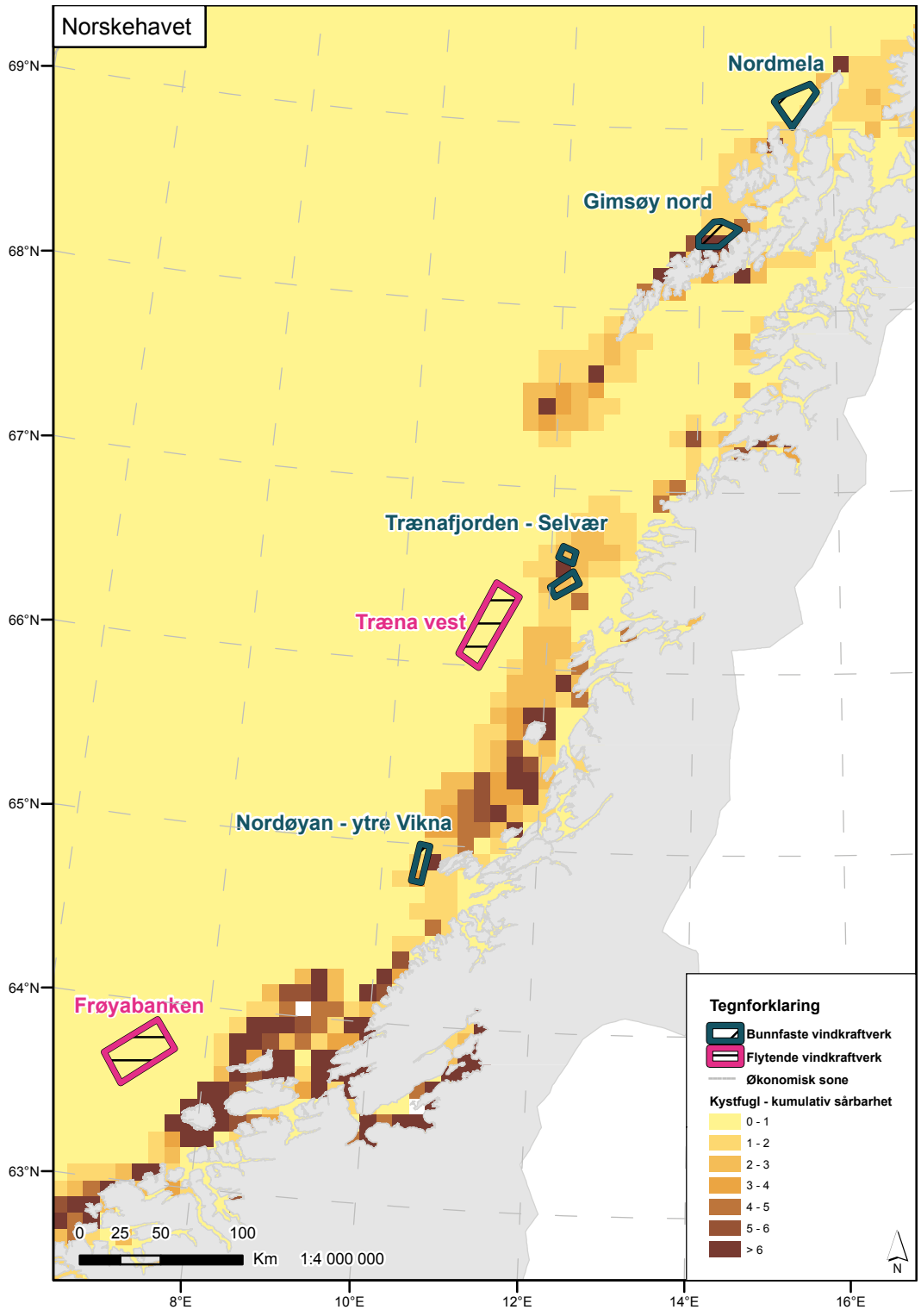
Nordmela ligger innenfor aksjonsradius for rødlistede arter som lunde, lomvi, krykkje, og teist.

Direktoratgruppen legger til grunn at videre utredninger vil klargjøre omfanget av sjøfugl i de foreslåtte områdene i Norskehavet, og virkninger for disse dersom det etableres havbaserte vindkraftverk i ett eller flere av områdene.

FIGUR 6-38
Kumulativ sårbarhet for alle havfuglarter i Norskehavet.



FIGUR 6-39
Kumulativ sårbarhet for alle kystfuglarter i Norskehavet.



6.3.7.3 Fiskeriinteresser i Norskehavet

Som beskrevet i kapittel 4 har norskekysten variert topografi og et stort mangfold av undersjøiske naturtyper. Den varierer mellom beskyttede fjorder, skjærgård og åpen kyst, dype og grunne områder og områder med sterk og svak strøm. Flere organismer lever hele livet på kysten. Andre, blant annet flere viktige fiskeslag, bruker kysten til gyte-, oppvekst- og beiteområde, og oppholder seg ellers langt til havs.

Figur 6-39 viser sporingstetthet for fiskefartøy over 21 meter i 2009. I tillegg fisker fartøy under 21 meter langs hele kysten av Norge, men det finnes ikke tilgjengelige data for den aktiviteten. Kartet gjenspeiler sporing fra ca 450 fartøy av totalt ca 6000 registrerte fiskefartøy.

Deler av **Frøyabanken** og **Træna vest** dekker fiskefelt. Deler av arealene benyttes av norske fiskefartøy. Det kan i deler av områdene påregnes interessemotsetninger i bruken av arealet.

I **Nordøyan – Ytre Vikna** området blir det drevet et tradisjonelt kystnært fiske fra lokale yrkes- og fritidsfiskere. Det blir blant annet brukt garn, line, ruser og teiner.

Deler av arealene benyttes av norske fiskefartøy. Det kan i deler av området påregnes interessemotsetninger i bruken av arealet.

Trænafjorden-Selvær er i et kystnært område med et marinbiologisk mangfoldig miljø. I området drives et tradisjonelt kystnært fiske. Det blir brukt garn, line, ruser, teiner etc.

I melding for Selvær offshore vindkraftverk beskrives det at det ut fra Selvær og kommunen for øvrig drives mye yrkesfiske, også i de lokale farvann.

Deler av arealene benyttes av norske fiskefartøy. Det kan i deler av området påregnes interessemotsetninger i bruken av arealet.

I området rundt **Gimsøy nord** driver yrkesfiskere et betydelig tradisjonelt kystnært fiske. Det blir brukt garn, line, juksa og snurrevad etc.

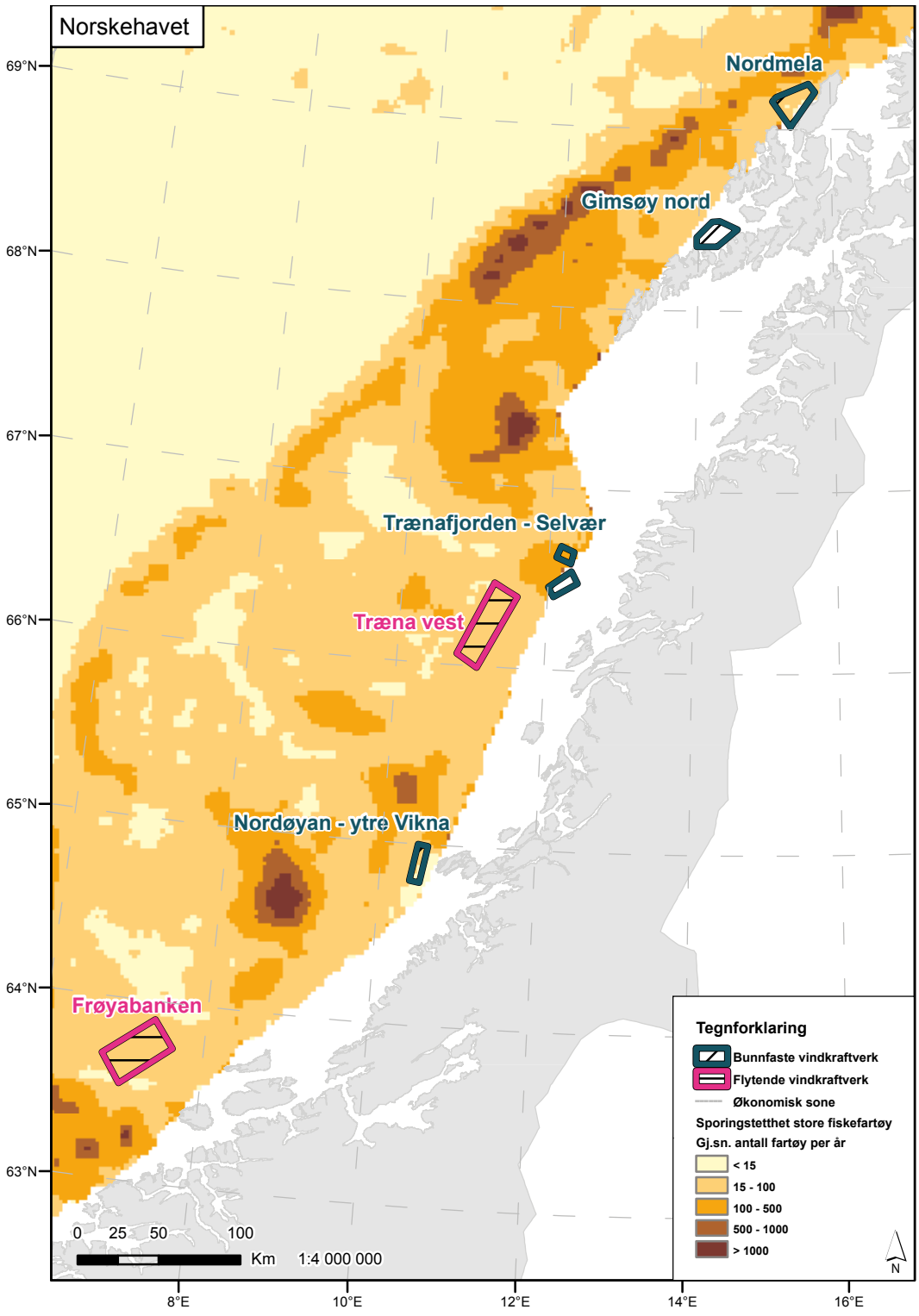
Deler av området som er lagt ut som mulig vindkraftareal er områder som norske fiskefartøy benytter til fiske. Det kan i deler av området påregnes interessemotsetninger i bruken av arealet.

I **Nordmela** området blir det drevet et betydelig kystnært fiske fra yrkesfiskere. Det blir brukt garn, line, ruser, teiner, snurrevad, trål, not etc. Området har viktige fiskefelt, og det fiskes torsk, sild, hyse, sei, uer, kveite etc.

Området som er lagt ut som mulig vindkraftareal benyttes av norske fiskefartøy. Det kan i området påregnes interessemotsetninger i bruken av arealet.

Direktoratgruppen legger til grunn at videre utredninger vil klargjøre omfanget av fiskeriinteressene i de foreslåtte områdene i Norskehavet, og virkninger for næringen dersom det etableres havbaserte vindkraftverk i ett eller flere av områdene.

FIGUR 6-40
Sporingstetthet for fiskerfartøy over 21 meter i Norskehavet.



6.3.7.4 Skipsfartsinteresser i Norskehavet

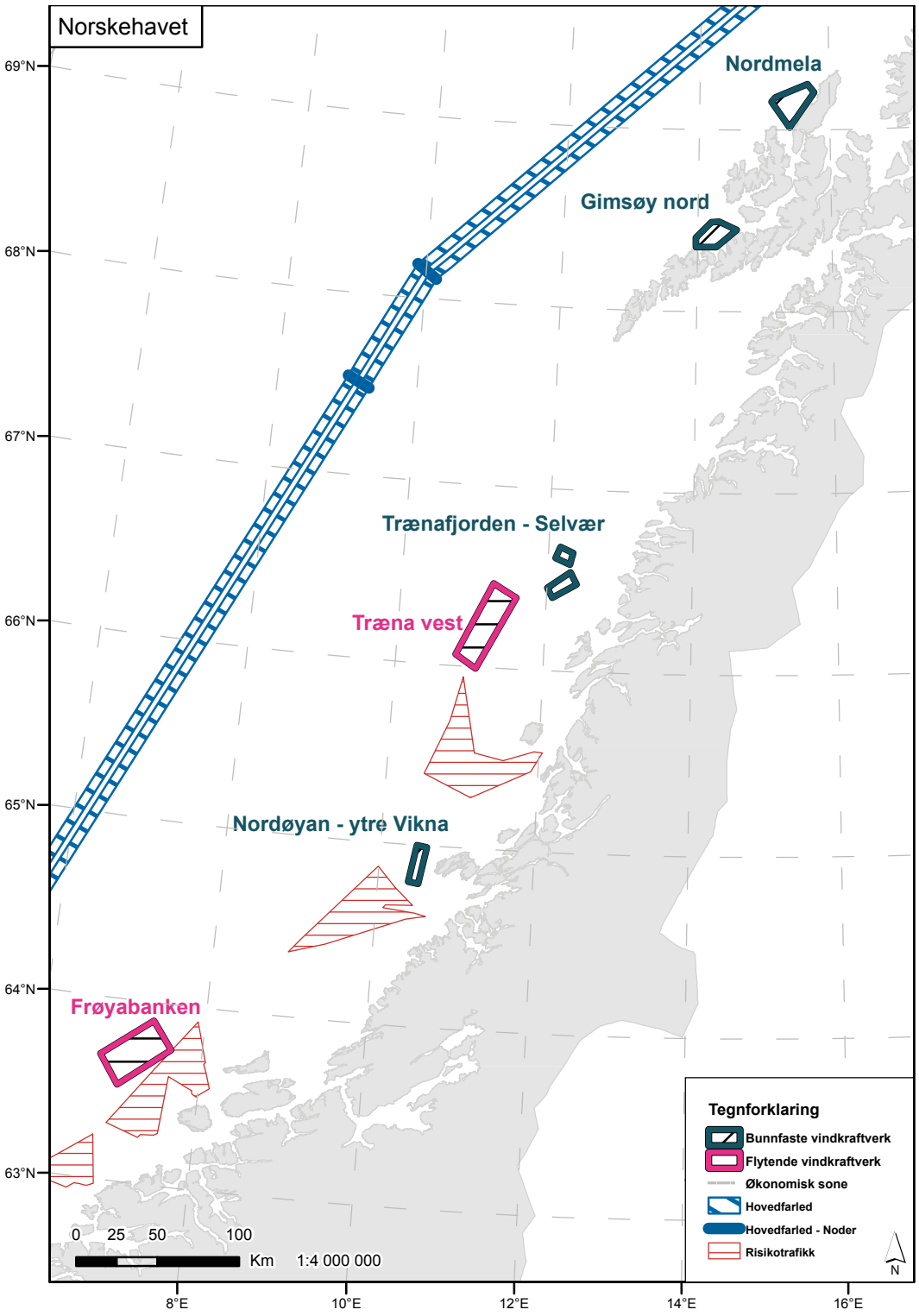
Alle de foreslåtte områdene for vindkraft i Norskehavet ligger på innsiden av seilingsleden/rutetiltakene som er foreslått fra Røst via Stad og til Utsira.

Frøyabanken er lokalisert utenfor angitt område med stor grad av risikotrafikk/ trafikktetthet. Nærmere detaljplanlegging vil kunne gi både skipstrafikken og et eventuelt vindkraftverk nok plass i dette området.

Nordøyan-ytre Vikna og **Træna vest** er lokalisert i farvann med mye øyer og skjær. Trafikk av mindre båter finnes, men det er ikke vesentlig skipsfart i området.

I områdene **Trænafjorden – Selvær, Gimsøy nord** og **Nordmela** er det sjøtrafikk, særlig lokaltrafikk. Videre utredninger og detaljplanlegging vil klargjøre virkninger for denne trafikken, og eventuelt nærmere avgrensning av områdene.

FIGUR 6-41
Risikotrafikk og rutetiltak i Norskehavet.



6.3.7.5 Petroleumsinteresser i Norskehavet

Frøyabanken er lokalisert på Trøndelagsplattformen, delvis på Frøyhøgda og delvis i Froanbassenget. Det er kartlagt prospekter, og gjort et lite gassfunn vest for det foreslåtte området. Innenfor området er det i dag ikke kartlagt prospekter eller prospektmuligheter. Det kan likevel ikke utelukkes at det er petroleumsforekomster i området. Deler av området har tidligere vært konsesjonsbelagt, men er nå levert tilbake.

Nordøyan – Ytre Vikna er i dag ikke åpnet for petroleumsvirksomhet. Det er ikke kartlagt prospekter eller letemodeller i dette området. Potensialet er svært lavt, men det kan ikke utelukkes at det finnes petroleumsforekomster i området.

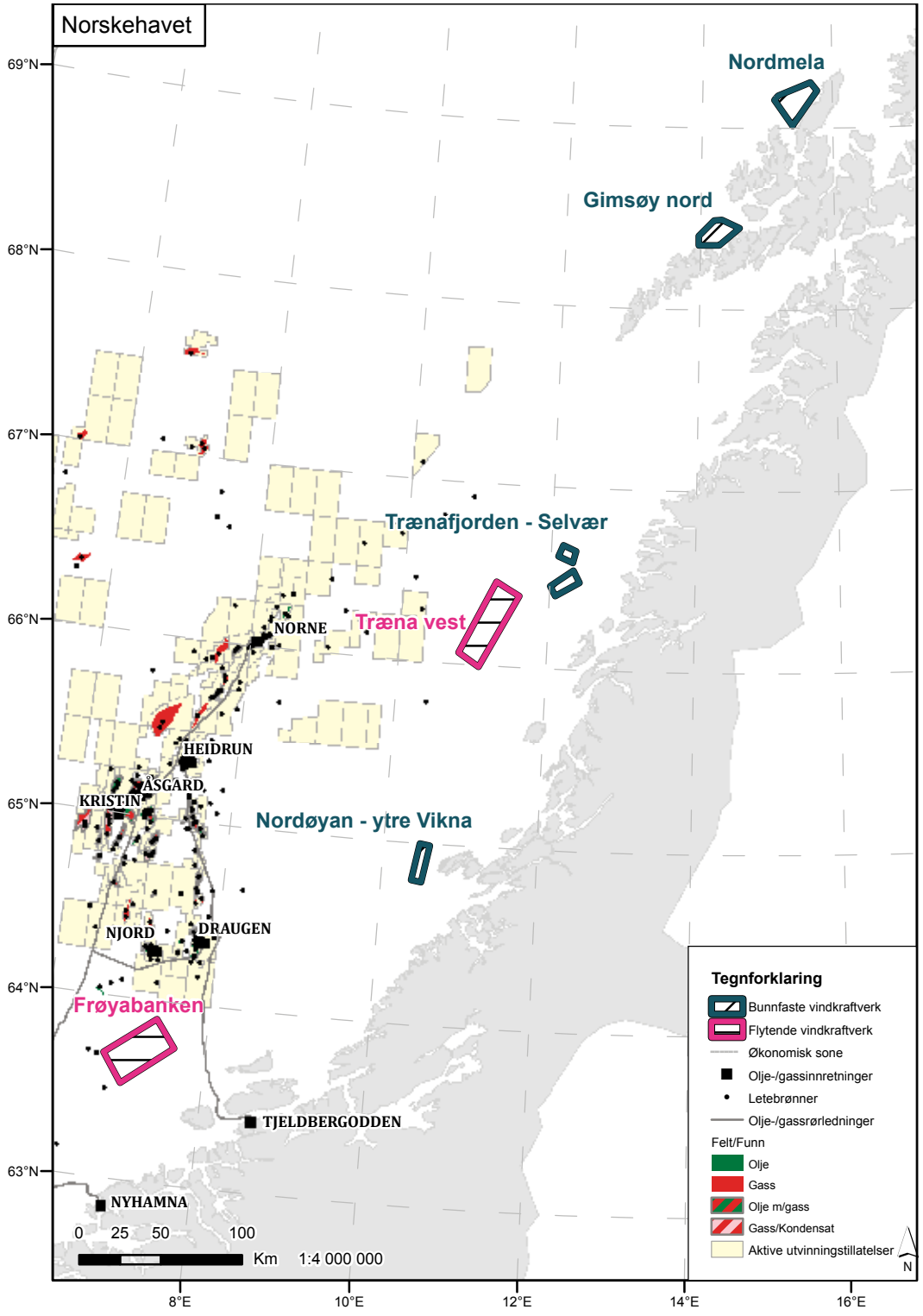
Træna Vest er lokalisert på nordøstlige deler av Trøndelagsplattformen, og er i dag ikke åpnet for petroleumsvirksomhet. Området er umodent og Oljedirektoratet har kun kartlagt letemodeller. Potensialet er lavt, men det kan ikke utelukkes at det finnes petroleumsforekomster i området.

Trænafjorden-Selvær er i dag ikke åpnet for petroleumsvirksomhet. Det er ikke kartlagt prospekter eller letemodeller i området. Potensialet er svært lavt, men det kan ikke utelukkes at det finnes petroleumsforekomster i området.

Nordmela er i dag ikke åpnet for petroleumsvirksomhet. Det er kartlagt letemodeller i den vestligste og den nordligste delen av området. Det kan ikke utelukkes at det finnes petroleumsforekomster i området.

Direktoratgruppen legger til grunn at videre utredninger vil klargjøre eventuelle virkninger for petroleumsinteressene i Norskehavet dersom det etableres havbaserte vindkraftverk i ett eller flere av de foreslåtte områdene.

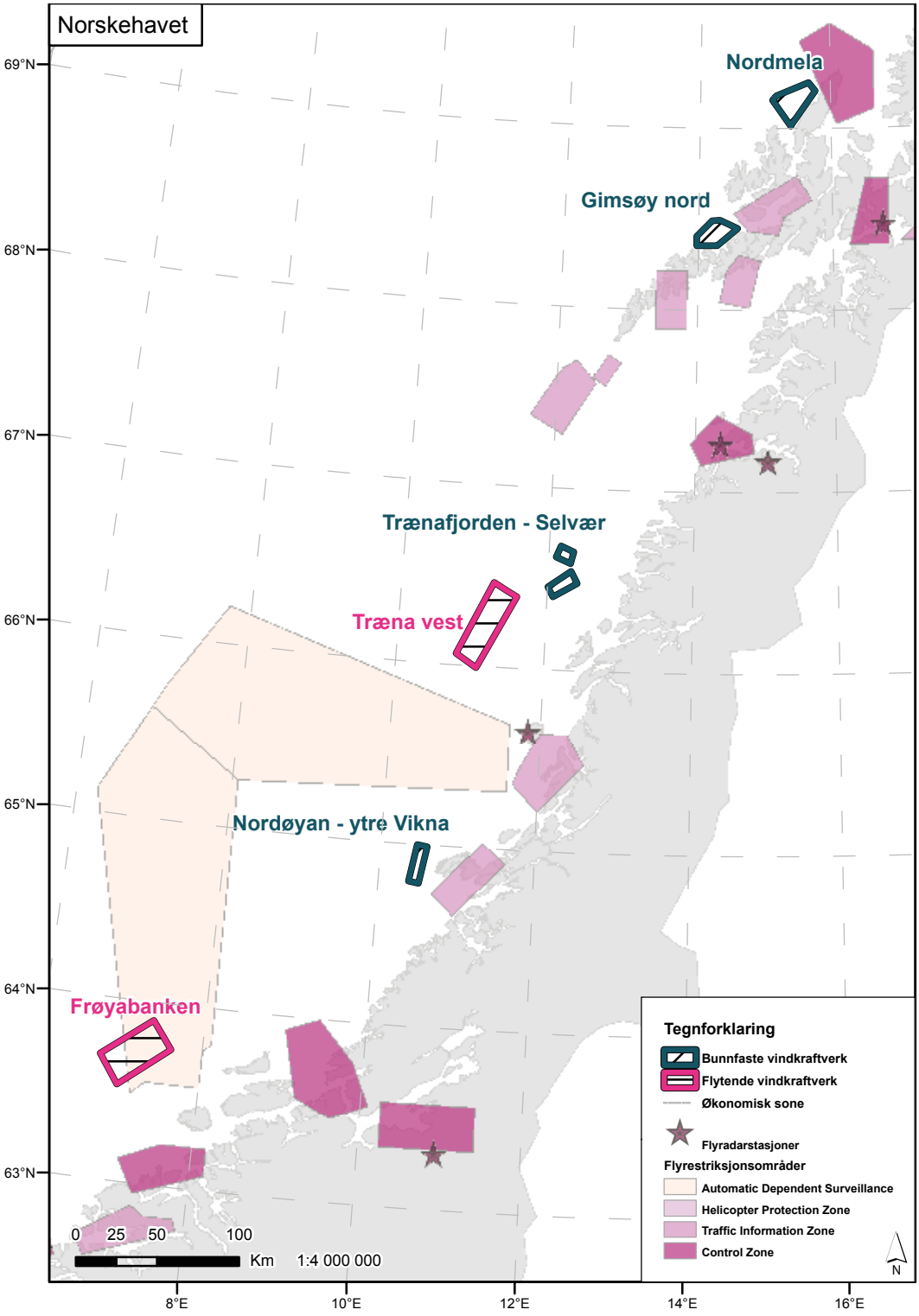
FIGUR 6-42
Petroleumsinteresser i Norskehavet.



6.3.7.6 Luftfartsinteresser og radarer i Norskehavet

Frøyabanken overlapper delvis med helikopterrute til petroleumsvirksomheten på norsk kontinentalsokkel (ADS-område). Direktoratgruppen har lagt til grunn at ADS-området ikke vil være til hinder for en eventuell etablering av vindkraftverk i det foreslåtte området

FIGUR 6-43
Flyrestriksjonsområder og radarstasjoner i Norskehavet.



6.3.7.7 Forsvarsinteresser i Norskehavet

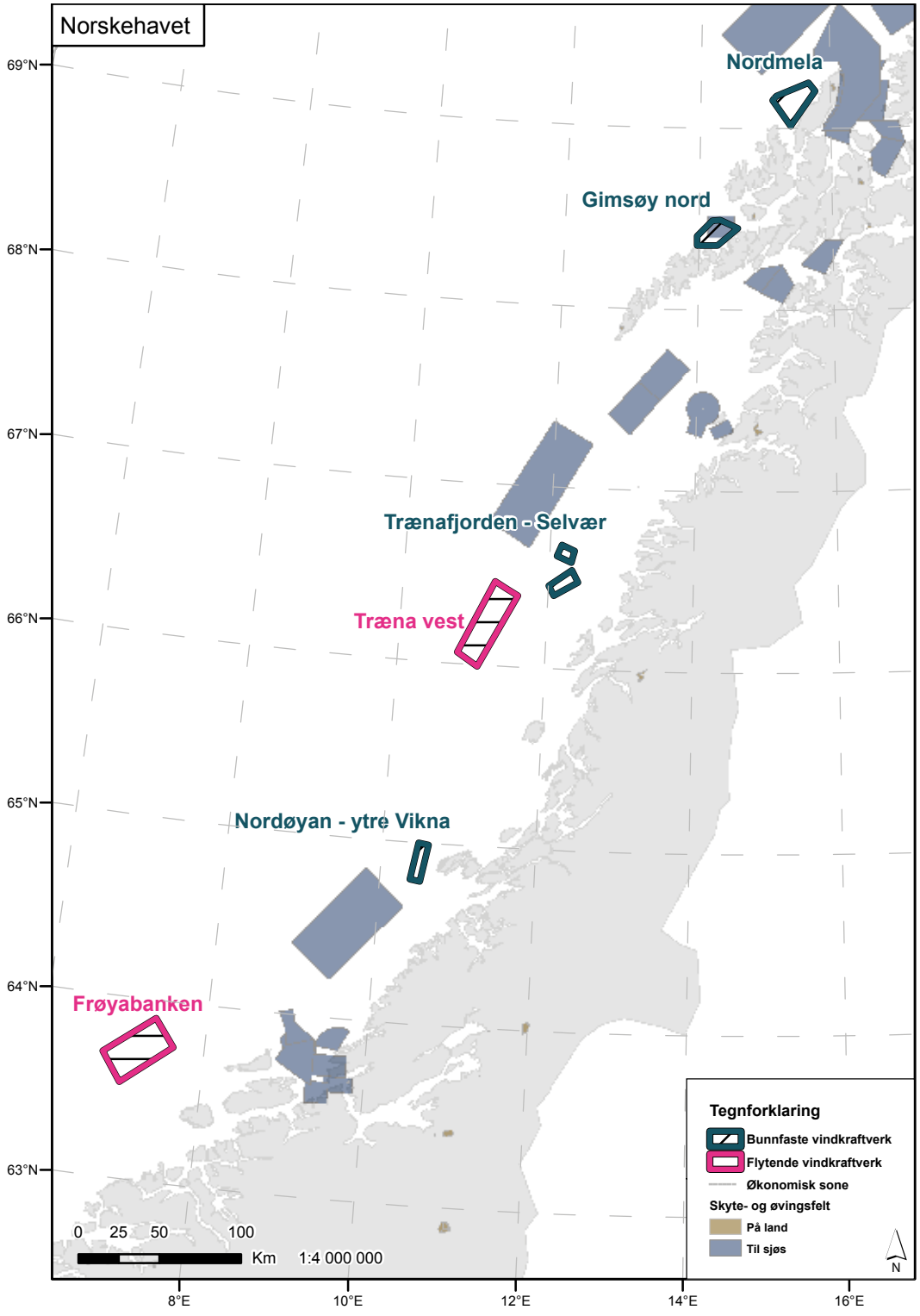
Trænafjorden-Selvær er lokalisert i fri sikt til Forsvarets radar på Træna, og avstanden er mindre enn 10 km. Etablering av vindkraftverk innenfor dette området kan påvirke radaren negativt.

Gimsøy nord overlapper delvis med Sjøforsvarets skytefelt N16. I NOU 2004:27 er feltet foreslått videreført. Gimsøy nord ligger delvis i le for Forsvarets radar på Himmeltindan på Vestvågøy, og i en avstand på over 10 km. Her vil det være mulig å lokalisere vindturbiner i le, slik at sameksistens mellom vindkraftverk og radaren er mulig.

Nordmela er lokalisert i fri sikt til Forsvarets radar på Langenes i Øksnes kommune, i en avstand på over 10 km. Etablering av vindkraftverk innenfor dette området kan påvirke radaren negativt.

Direktoratgruppen legger til grunn at det må gjøres nærmere vurderinger av eventuelle virkninger for Forsvarets skytefelt N16 og radaranlegg på Træna, Himmeltindan og Langenes som følge av etablering av vindkraftverk i de foreslåtte områdene.

FIGUR 6-44
Forsvarets skyte- og øvingsfelt i Norskehavet.



6.4 BARENTSHAVET

6.4.1 AUVÆR

Auvær er egnet for bunnfaste vindturbiner. Utredningsområdet er i hovedsak karakterisert av områdetypen *Vindkraftområder som muliggjør sikring av regional (nasjonal) energibalanse* som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7.

TABELL 6-13
Nøkkeltall for Auvær

TYPE ANLEGG	BUNNFAST
Antatt mulig kapasitet (MW)	100-300
Totalt areal (km^2)	105
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	84
Dybde (m)	5-70
Gjennomsnittlig dybde (m)	33
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	8
Minste avstand til kyst (km)	11
Minste avstand til bygning (km)	5
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	2,0
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	13,7
Minste avstand til Kvaløya transformatorstasjon (km)	37
Antatt fullproduksjonstimer (timer/år)	3000

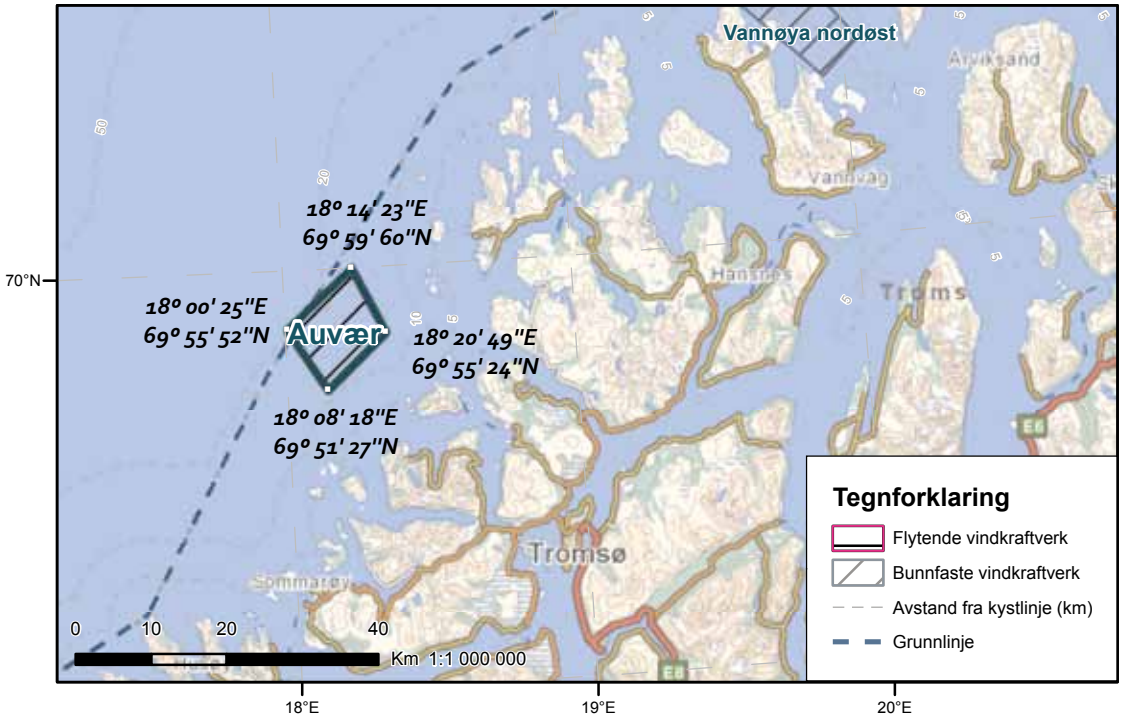
6.4.1.1 Innpassing i kraftsystemet for Auvær

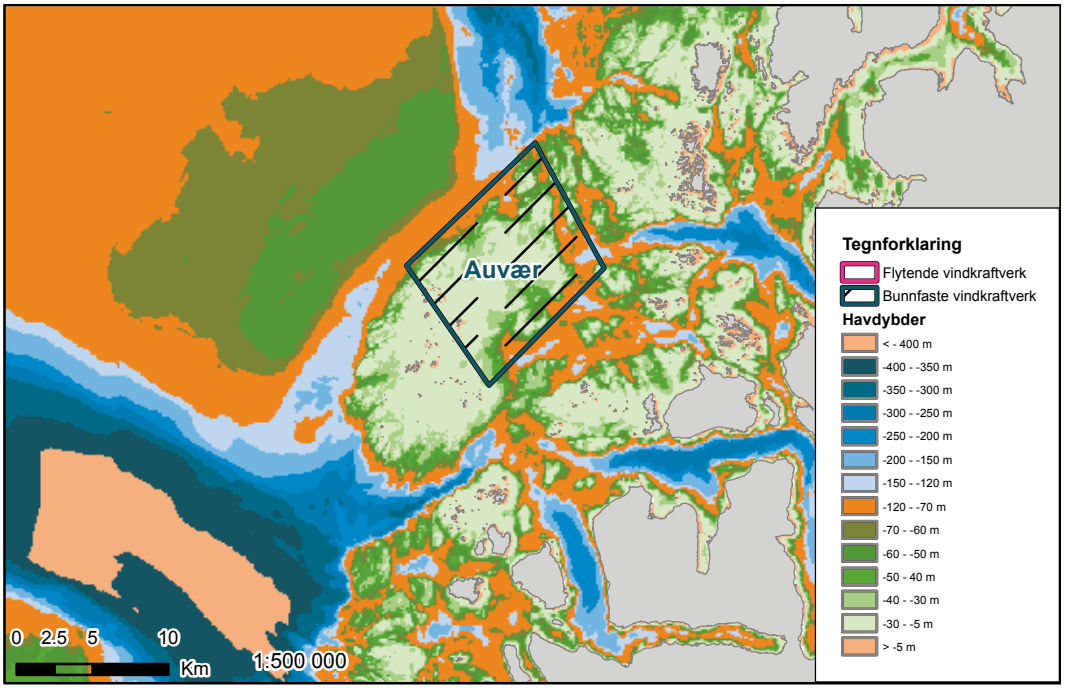
Området er lokalisert utenfor Tromsø som er forbrukstyngdepunktet for elektrisitet i Troms. Aktuelt tilknytningspunkt på land er Kvaløya transformatorstasjon. Dersom det antas at konsesjonsgitt vindkraft på land blir bygd før et eventuelt vindkraftverk til havs, vil tilknytningen kreve oppgraderinger av regionalnettet mellom Kvaløya og Balsfjord, som er nærmeste sentralnettspunkt. Det er også begrenset kapasitet i sentralnettet nord for Ofoten. For å styrke forsyningssikkerheten til Nord-Norge, og for å kunne knytte til en større mengde ny produksjon, har Statnett søkt NVE om å få bygge en ny 420 kV forbindelse mellom Ofoten og Balsfjord. Byggingen av denne vil sannsynligvis bli utløst av økt kraftbehov i forbindelse med petroleumsaktivitet i Finnmark, men vil også være nødvendig for å kunne knytte til ny produksjon utover det som allerede er konsesjonsgitt i Troms og Finnmark.

Dersom det bygges ut ny vannkraft og vindkraft i Nordland, Troms og Finnmark, kan det bli et betydelig kraftoverskudd i regionen som må transporteres sør- og/eller østover. Avhengig av hvor mye ny produksjon som etableres på land, kan vindkraftverk i området utløse krav om forsterkninger i sentralnettet mellom Ofoten og Rana og videre sørover og/eller østover.

FIGUR 6-45
Geografisk lokalisering av Auvær.

FIGUR 6-46
Dybdeforhold for Auvær.





6.4.2 VANNØYA NORDØST

Vannøya nordøst er egnet for bunnfaste vindturbiner. Utredningsområdet er i hovedsak karakterisert av områdetypen Vindkraftområder som muliggjør sikring av regional (nasjonal) energibalanse som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7. Vannøya nordøst overlapper delvis med det meldte Vannøya havkraftverk. Det fremgår av meldingen at nærhet til fjellkjedene på Vannøya kan medføre utfordringer knyttet til vindforholdene for den delen som er nærmest land, og at det må gjennomføres omfattende vindstudier før eksakt produksjonspotensial kan anslås.

TABELL 6-14

Nøkkeltall for Vannøya nordøst

TYPE ANLEGG	BUNNFAST
Antatt mulig kapasitet (MW)	100-300
Totalt areal (km^2)	154
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	106
Dybde (m)	5-70
Gjennomsnittlig dybde (m)	43
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	8
Minste avstand til kyst (km)	0
Minste avstand til bygning (km)	1
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	0,8
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	12,0
Minste avstand til Fakken transformatorstasjon (km)	23
Antatte fullproduksjonstimer (timer/år)	3000

6.4.2.1 Innpassing i kraftsystemet for Vannøya nordøst

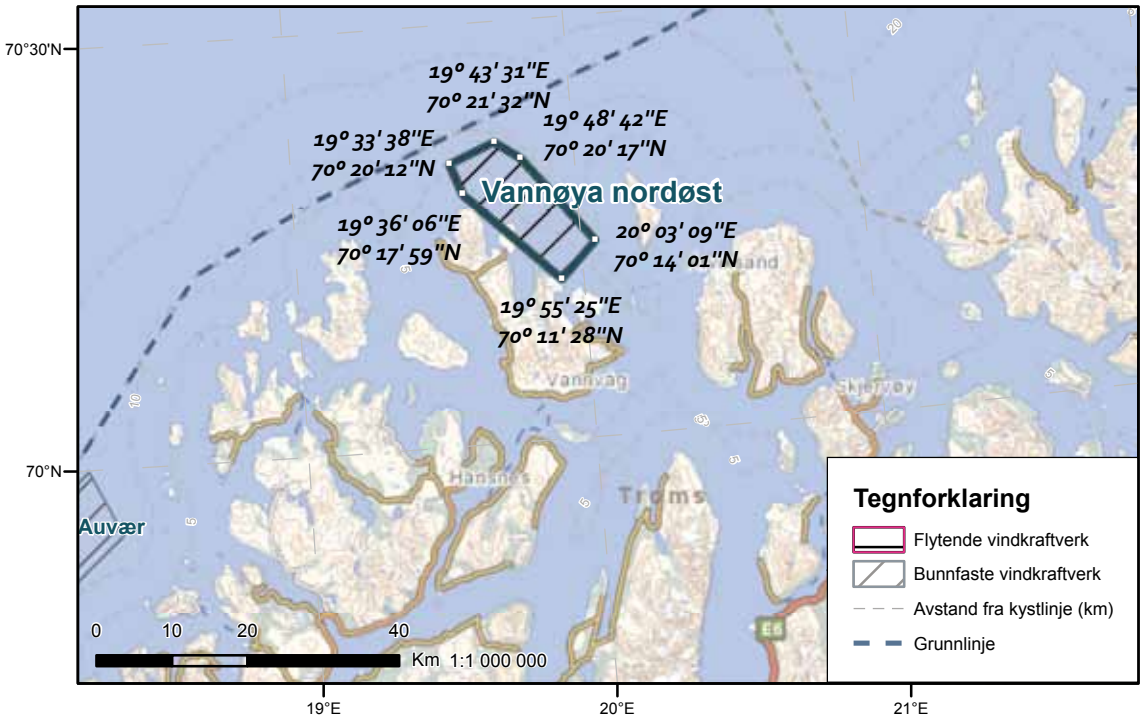
Området er lokalisert utenfor Vannøya, og i relativ nærhet til Tromsø som er forbrukstyngdepunktet for elektrisitet i Troms. På Vannøya startet byggingen av Fakken vindkraftverk i september 2010, med planlagt ferdigstillelse høsten 2012. Vindkraftverket har en installert effekt på 54 MW. Aktuelt tilknytningspunkt for et havbasert vindkraftverk vil være transformatorstasjonen som bygges i forbindelse med Fakken. En eventuell utbygging vil kreve ytterligere oppgraderinger i nettet mellom Fakken og Kvaløya.

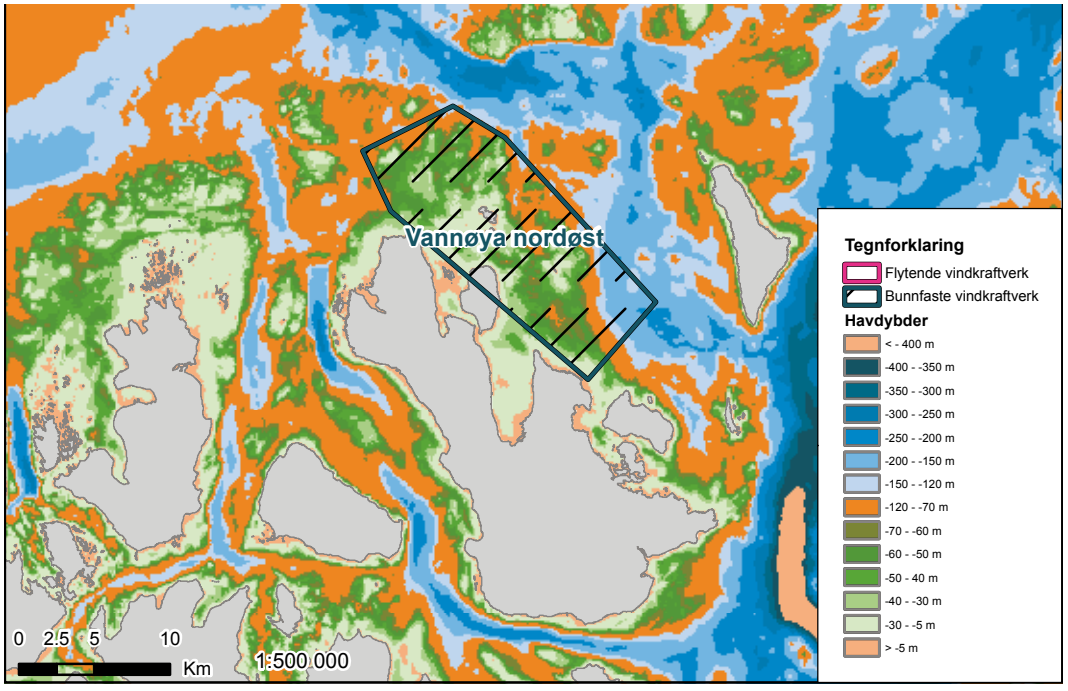
Dersom det antas at konsesjonsgitt vindkraft på land (Kvitfjell i tillegg til Fakken) bygges før et eventuelt vindkraftverk til havs, vil tilknytningen kreve oppgraderinger av regionalnettet mellom Kvaløya og Balsfjord, som er nærmeste sentralnettspunkt. Det er også begrenset kapasitet i sentralnettet nord for Ofoten. For å styrke forsyningssikkerheten til Nord-Norge, og for å kunne knytte til en større mengde ny produksjon, har Statnett søkt NVE om å få bygge en ny 420 kV forbindelse mellom Ofoten og Balsfjord. Byggingen av denne vil sannsynligvis bli utløst av økt kraftbehov i forbindelse med petroleumsaktivitet i Finnmark, men vil også være nødvendig for å kunne knytte til ny produksjon utover det som allerede er konsesjonsgitt i Troms og Finnmark

Dersom det bygges ut ny vannkraft og vindkraft i Nordland, Troms og Finnmark, kan det bli et betydelig kraftoverskudd i regionen som må transporteres sør-r og/eller østover. Avhengig av hvor mye ny produksjon som etableres på land, kan et vindkraftverk i området Vannøya nordøst utløse forsterkninger i sentralnettet mellom Ofoten og Rana og videre sør- og/eller østover.

FIGUR 6-47
Geografisk lokalisering av Vannøya nordøst.

FIGUR 6-48
Dybdeforhold for Vannøya nordøst.





6.4.3 SANDSKALLEN – SØRØYA NORD

Sandskallen – Sørøya nord er egnet for bunnfaste vindturbiner. Utredningsområdet er i hovedsak karakterisert av områdetypen *Vindkraftområder som muliggjør sikring av regional (nasjonal) energibalanse* som er nærmere beskrevet i kapittel 3.7.

TABELL 6-14

Nøkkeltall for Sandskallen – Sørøya nord

TYPE ANLEGG	BUNNFAST
Antatt mulig kapasitet (MW)	100-300
Totalt areal (km^2)	260
Areal innenfor aktuelt havdyp (km^2)	127
Dybde (m)	23-70
Gjennomsnittlig dybde (m)	54
Gjennomsnittlig vindhastighet (m/s)	8,8
Minste avstand til kyst (km)	14
Minste avstand til bygning (km)	14
Gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde (m)	2,1
Høyeste signifikante 50-årsbølge (m)	14,1
Minste avstand til Hammerfest transformatorstasjon (km)	54
Antatt fullproduksjonstimer (timer/år)	3300

6.4.3.1 Innpassing i kraftsystemet for Sandskallen – Sørøya nord

Området er lokalisert i Vest-Finnmark hvor det er forventet en betydelig økning i elektrisitetsforbruket, og ny produksjon i området vil være gunstig. Økningen er i hovedsak knyttet til elektrifisering av Goliat-feltet, samt økt kraftbehov for tog 1 og mulig utbygging av tog 2 ved LNG-anlegget på Melkøya. Økt aktivitet i gruvedriften vil også bidra til et underskudd på kraft i Finnmark.

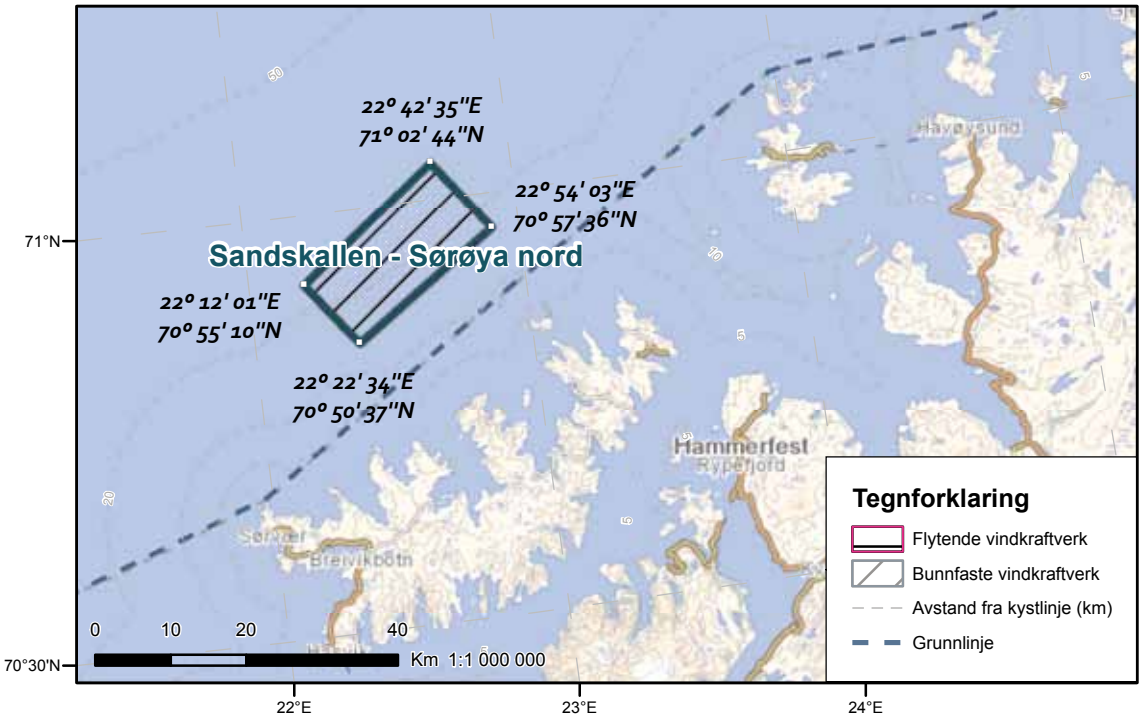
Aktuelt tilknytningspunkt på land vil være Hammerfest transformatorstasjon eller nye Hyggevatn transformatorstasjon som planlegges i forbindelse med elektrifisering av Goliat.

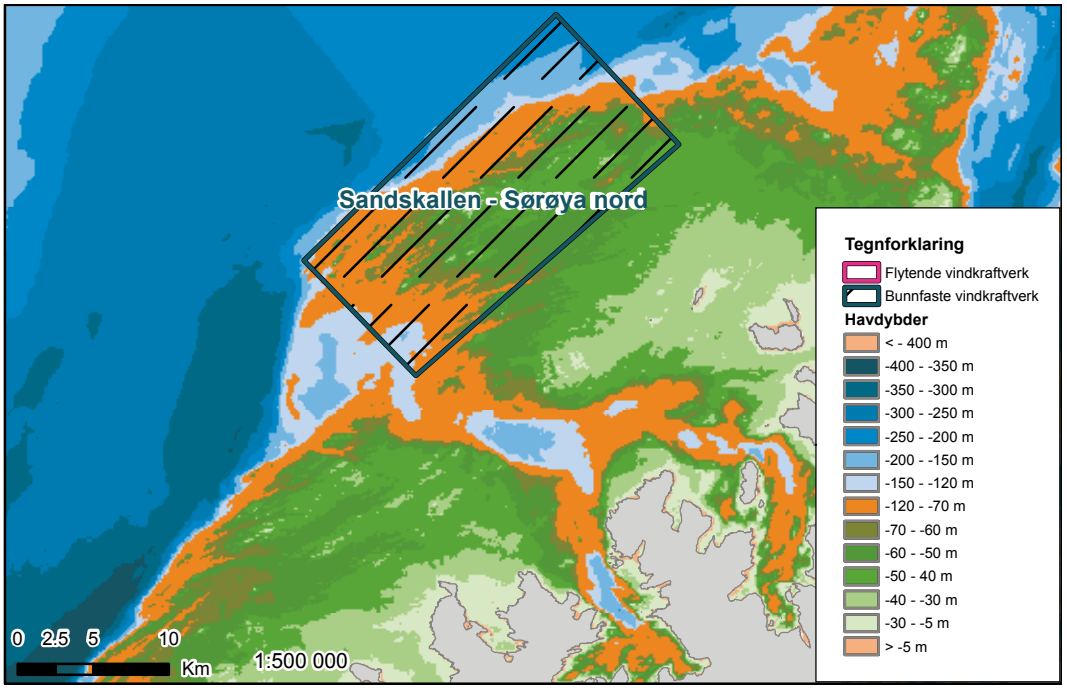
Det er begrenset kapasitet i sentralnettet nord for Ofoten. For å styrke forsyningssikkerheten til Nord-Norge, og for å kunne knytte til en større mengde ny produksjon, har Statnett søkt NVE om å få bygge to nye 420 kV forbindelser. Den ene er mellom Ofoten og Balsfjord og den andre videre nordover mellom Balsfjord og Hammerfest. Byggingen av disse vil sannsynligvis bli utløst av økt kraftbehov i forbindelse med petroleumsaktivitet i Finnmark, men vil også være nødvendig for å kunne knytte til ny produksjon utover det som allerede er konsesjonsgitt i Troms og Finnmark

Med utbygging av ny vann- og vindkraft i Nordland, Troms og Finnmark kan det bli et betydelig kraftoverskudd i regionen som må transporteres sør- og/eller østover. Avhengig av hvor mye ny produksjon som kommer på land kan derfor Sandskallen – Sørøya nord kunne utløse forsterkninger i sentralnettet mellom Ofoten og Rana, og videre sør-/østover.

FIGUR 6-49
Geografisk lokalisering av Sandskallen – Sørøya nord.

FIGUR 6-50
Dybdeforhold for Sandskallen – Sørøya nord.





6.4.5 KARTLAGTE AREALBRUKS- OG MILJØINTERESSER I BARENTSHAVET

6.4.5.1 Vernede og særlig verdifullle områder, samt gytefelt i Barentshavet

Figur 6-55 viser oversikt over vernede korallrev og andre kjente korallrev, samt foreslåtte marine verneområder og særlig verdifulle områder (SVOer) i Barentshavet.

Marine verneområder er områder som er foreslått tatt med i nasjonal marin verneplan. Det ble i september 2009 meldt oppstart for 17 av de 36 områdene i fase 1 av marin verneplan. Mer om Marin verneplan kan leses i kapittel 4.

Et særlig verdifullt område er et geografisk avgrenset område som inneholder en eller flere særlig betydelige forekomster av naturressurser, verdisatt etter andel av internasjonal, nasjonal og regional bestand, bestandsstatus og rødlistestatus. SVOer i Norske havområder er nærmere beskrevet i kapittel 4.

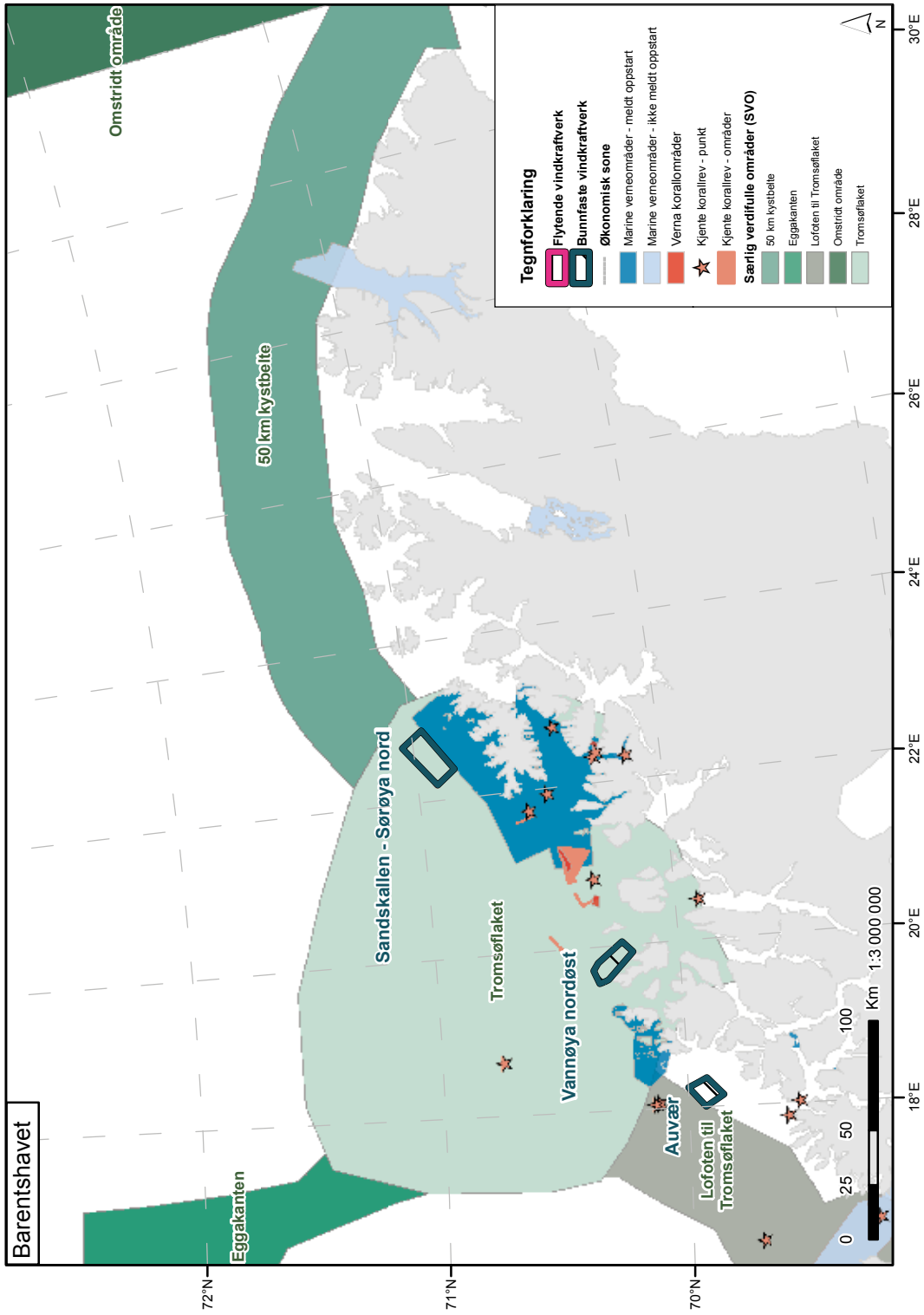
Vannøya nordøst og **Sandskallen – Sørøya nord** ligger innenfor SVOen Tromsøflaket. Tromsøflaket er identifisert som et særlig verdifullt område både på grunn av høyt biologisk mangfold, og fordi området har stor betydning for fiskeslag som sild, torsk og lodde.

Sandskallen – Sørøya nord er lokalisert like utenfor det marine verneområdet Lopphavet. Lopphavet er et biogeografisk grenseområde mellom sørlige og nordlige arktiske arter, og egnet som referanseområde for overvåking av utbredelse. Innenfor området er det dypvannsrenner, stor korallfauna og oppvekstområde for flere fiskeslag.

Auvær og **Vannøya nordøst** er lokalisert i kystnære områder med et marinbiologisk mangfoldig miljø. I begge områdene er det viktige gytefelt for blant annet torsk.

Sandskallen – Sørøya nord er lokalisert langs Finnmarkskysten som har et rikt marint miljø. Her er det blant annet gytefelt for nordøst arktisk torsk og lodde.

FIGUR 6-51
Vernede og særlig verdifulle områder i Barentshavet.



6.4.5.2 Sjøfugl i Barentshavet

Figur 6-51 og 6-52 viser sårbarhet for hav- og kystfugl i Barentshavet. For nærmere beskrivelse av sårbarhetsindeksen vises det til kapittel 4.

Auvær har sannsynligvis betydning for overvintrende sjøfugl, men det er lite data som viser det i NINAs sjøfugldatabase. Sårbarhetsindeks for overvintrende sjøfugl i området viser lav sårbarhet.

Det er foretatt tellinger fra fly de siste årene (både sommer og vinter). Disse er ikke ferdig analysert. Innenfor en radius på 100 km fra Auvær finnes det flere sjøfuglkolonier og viktige verneområder for sjøfugl. Enkelte av sjøfuglkoloniene innehar over 1000 individer sjøfugl. Flere av disse har sannsynligvis næringssøksområder som ligger innenfor Auvær.

Auvær ligger innenfor aksjonsradius for rødlistede arter som lunde, lomvi, krykkje og teist.

Vannøya nordøst har sannsynligvis betydning for overvintrende sjøfugl, men det er lite data som viser det i NINAs sjøfugldatabase. Sårbarhetsindeks for overvintrende sjøfugl i området viser lav sårbarhet i selve området, men noe høyere sårbarhet rett utenfor.

Det er foretatt tellinger fra fly de siste årene (både sommer og vinter). Disse er foreløpig ikke ferdig analysert.

Innenfor en radius på 100 km fra Vannøya nordøst finnes det flere sjøfuglkolonier og viktige verneområder for sjøfugl, og området benyttes sannsynligvis som næringssøksområder for hekkende fugl.

Vannøya nordøst ligger innenfor aksjonsradius for rødlistede arter som lunde, lomvi og krykkje. Det finnes ikke opplysninger om teistkoloniene innenfor aksjonsradius i NINAs sjøfugldatabase.

Sandskallen – Sørøya nord ligger tett opp til viktige overvintringsområder for skarver, marine dykkender og alkefugl.

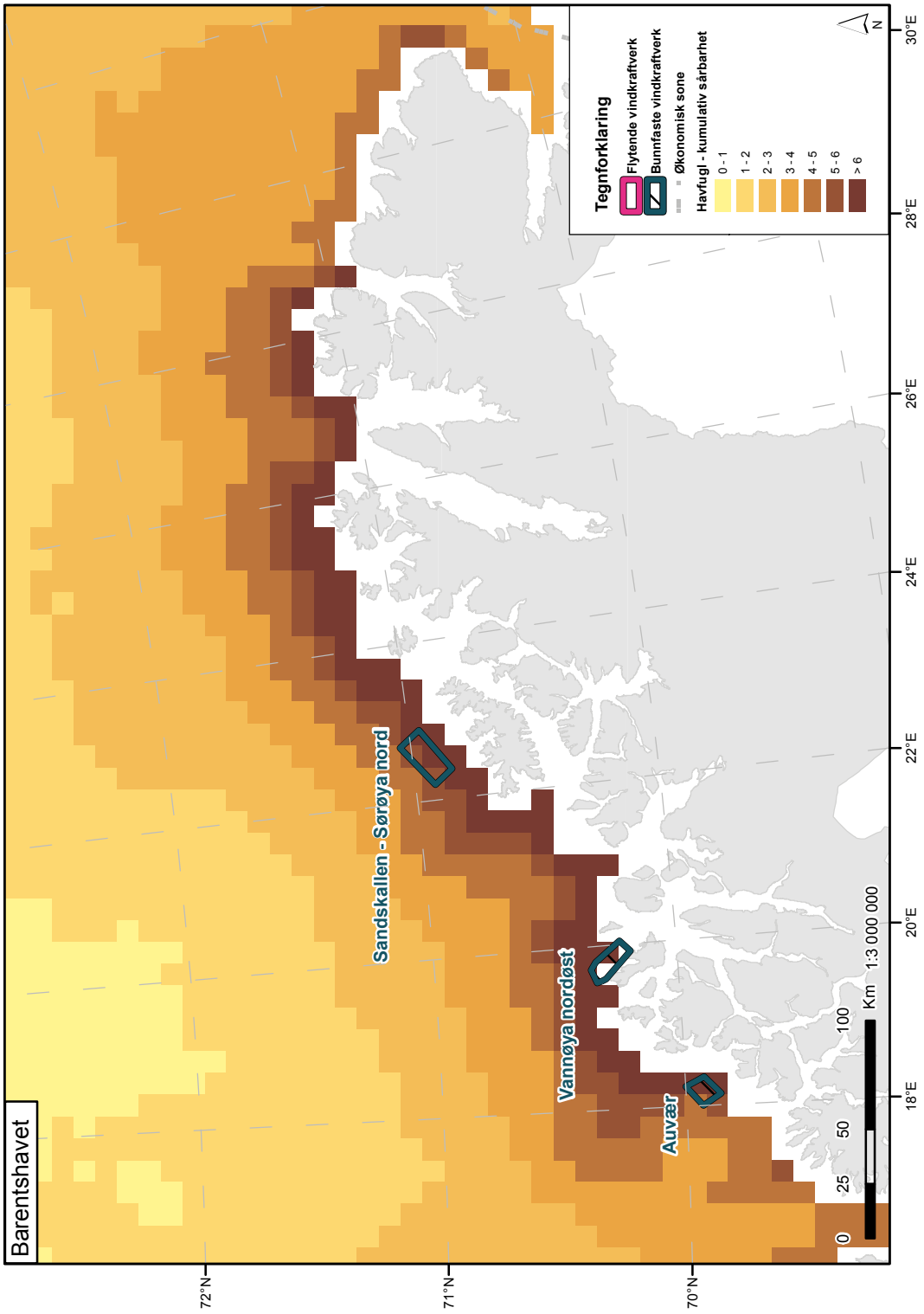
Innenfor en radius på 100 km fra Sandskallen – Sørøya nord ligger det flere sjøfuglkolonier og verneområder for sjøfugl. Sørøya innehar flere tildels store sjøfuglkolonier (alkefugl, måker, skarver), og fugl fra disse vil sannsynligvis bruke området til næringssøk.

Sandskallen – Sørøya nord ligger innenfor aksjonsradius for rødlistede arter som lunde, lomvi, krykkje, og teist.

Sårbarhetsindeksen viser at området har høy sårbarhet.

Direktoratgruppen legger til grunn at videre utredninger vil klargjøre omfanget av sjøfugl i de foreslåtte områdene i Barentshavet, og virkninger for disse dersom det etableres havbaserte vindkraftverk i ett eller flere av områdene.

FIGUR 6-52
Kumulativ sårbarhet for alle havfuglarter i Barentshavet.



6.4.5.3 Fiskeriinteresser i Barentshavet

Som beskrevet i kapittel4 har norskekysten variert topografi og et stort mangfold av undersjøiske naturtyper. Den varierer mellom beskyttede fjorder, skjærgård og åpen kyst, dype og grunne områder og områder med sterk og svak strøm. Flere organismer lever hele livet på kysten. Andre, blant annet flere viktige fiskeslag, bruker kysten til gyte-, oppvekst- og beiteområde, og oppholder seg ellers langt til havs.

Figur 6-53 viser sporingstetthet for fiskefartøy over 21 meter i 2009. I tillegg fisker fartøy under 21 meter langs hele kysten av Norge, men det finnes ikke tilgjengelige data for den aktiviteten. Kartet gjenspeiler sporing fra ca 450 fartøy av totalt ca 6000 registrerte fiskefartøy.

Både i Auvær og Vannøya nordøst området blir det drevet et betydelig tradisjonelt kystnært fiske fra yrkesfiskere. Det blir brukt garn, line, jukse og snurrevad etc.

Deler av områdene som er lagt ut som mulig vindkraftareal benyttes av norske fiskefartøy. Det kan derfor påregnes interessemotsetninger i bruken av arealet.

I området rundt Sandskallen – Sørøya nord drives et storstilt kystnært fiske av yrkesfiskere. Det blir brukt garn, line, ruser, teiner, snurrevad, trål, not etc. Området dekker viktige fiskefelt der det fiskes torsk, lodde, hyse, sei, uer, kveite etc. Sporingskart utarbeidet i forbindelse med direktoratgruppens arbeid viser stor aktivitet av fartøy større enn 21 meter i deler av det foreslåtte området.

Deler av området som er lagt ut som mulig vindkraftareal benyttes av norske fiskefartøy. Det kan derfor påregnes interessemotsetninger i bruken av arealet.

Direktoratgruppen legger til grunn at videre utredninger vil klargjøre omfanget av fiskeriinteressene i områdene, og virkninger for næringen dersom det etableres havbaserte vindkraftverk i ett eller flere av de foreslåtte områdene.

6.4.5.4 Skipsfartsinteresser i Barentshavet

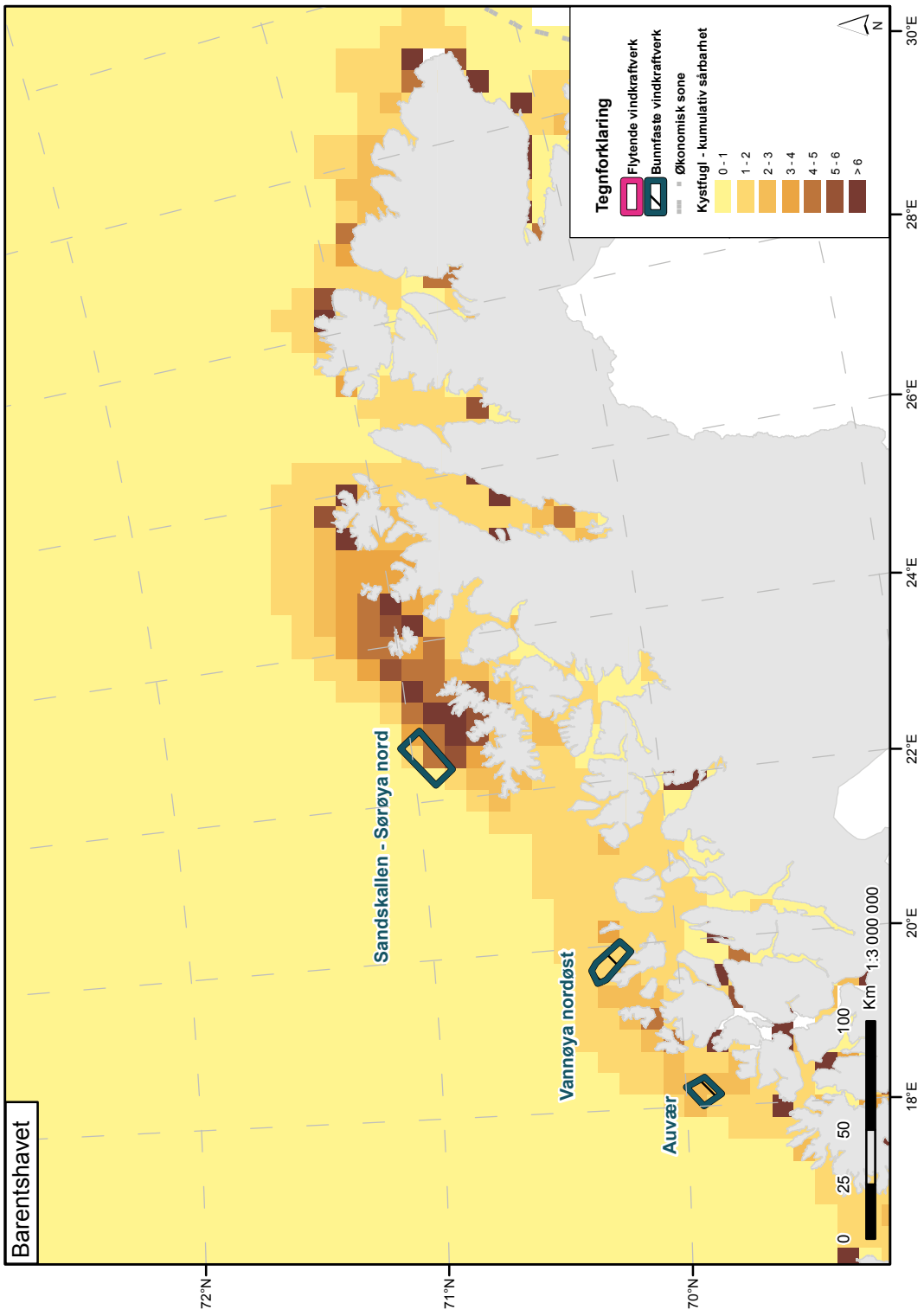
Figur 6-54 viser områder med risikotrafikk, og rutetiltak i Barentshavet.

Auvær er ikke av vesentlig betydning for skipstrafikken. Lokal rutetrafikk går fortrinnsvis nærmere land.

Vannøya nordøst er ikke av vesentlig betydning for skipstrafikken. Videre utredninger og detaljplanlegging vil klargjøre virkninger for lokaltrafikken i området, og eventuelt nærmere avgrensning av det foreslåtte området for havbasert vindkraft.

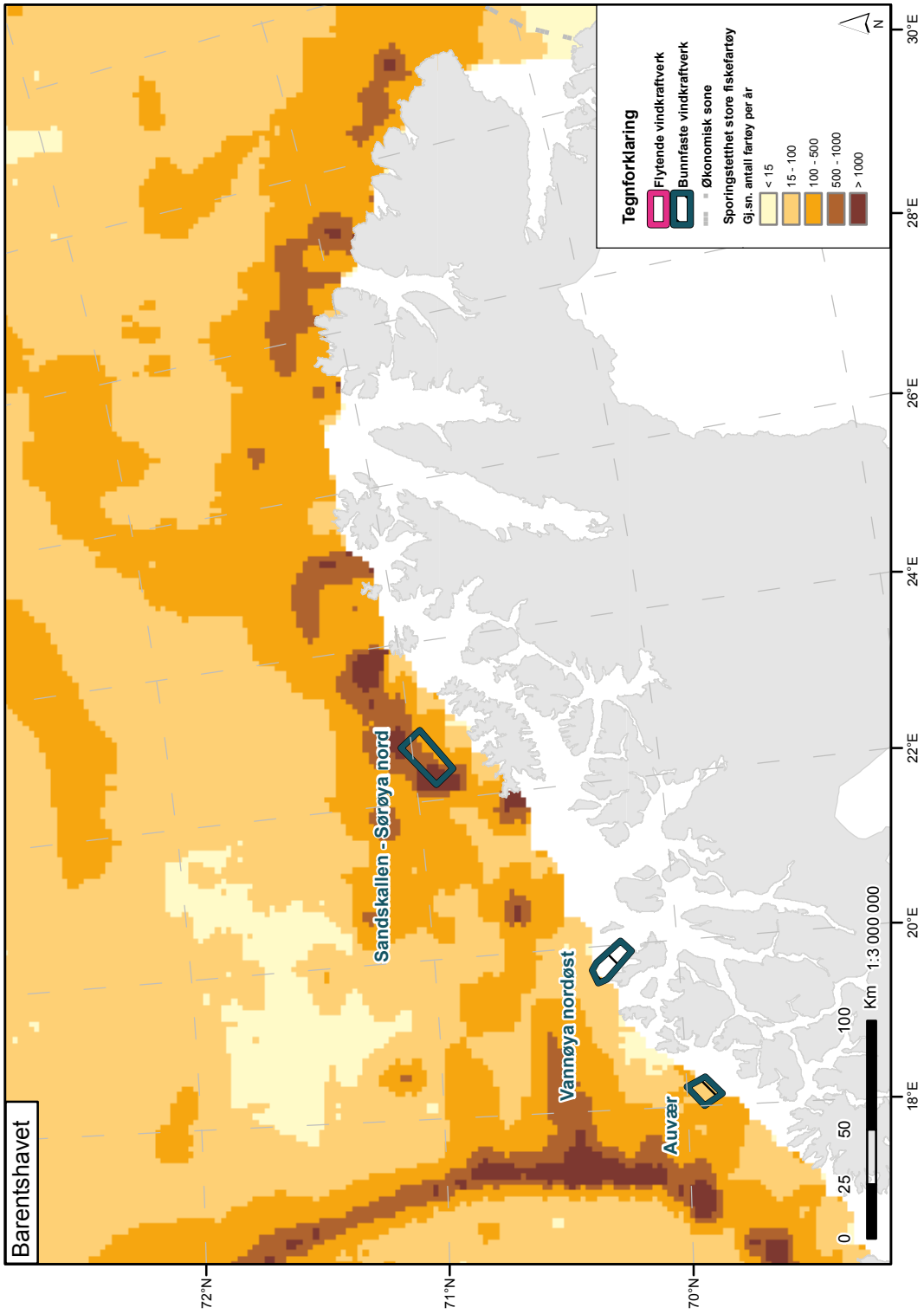
Sandskallen – Sørøya nord er lokalisert i innseilingen mot Sørøya/Hammerfest, men direktoratgruppen har lagt vekt på å unngå de mest trafikkerte trafikkstrømmene. Videre utredninger og detaljplanlegging vil klargjøre virkninger for risikotrafikken i området, og eventuelt nærmere avgrensning av det foreslåtte området for havbasert vindkraft.

FIGUR 6-53
Kumulativ sårbarhet for alle arter i Barentshavet basert på kystdata.

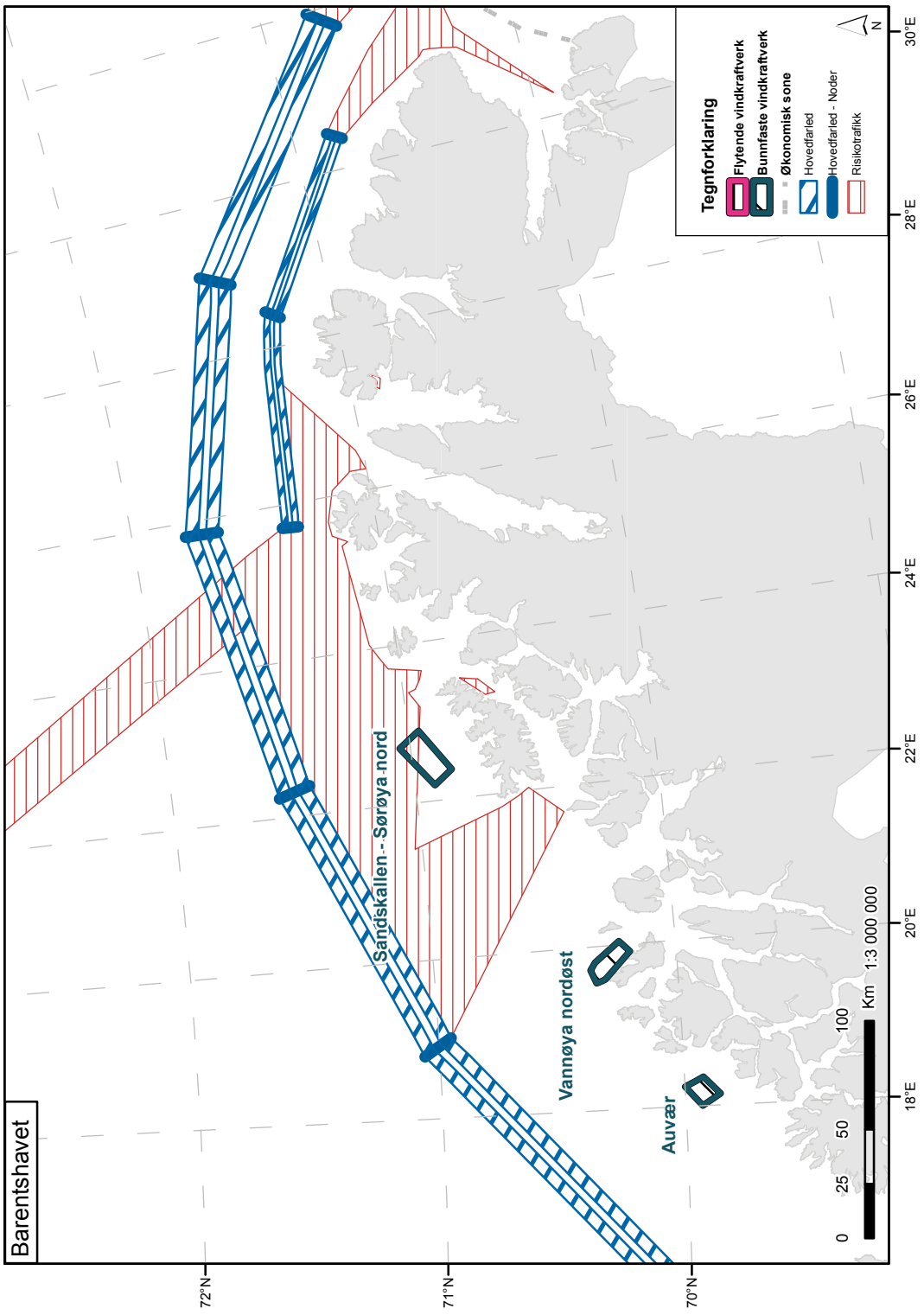


FIGUR 6-54

Sporing av fiskefartøy over 21 meter i Barentshavet.



FIGUR 6-55
Risikotrafikk og rutetiltak i Barentshavet.



6.4.5.5 Petroleumsinteresser i Barentshavet

Området rundt **Sandskallen – Sørøya nord** er i dag stengt for petroleumsvirksomhet. Det er kartlagt letemodeller i området. Potensialet er svært lavt, men det kan ikke utelukkes at det finnes petroleumsforekomster i området.

Området ved **Auvær** er i dag ikke åpnet for petroleumsvirksomhet. Det er kartlagt letemodeller i den vestligste delen av området. Potensialet er svært lavt, men det kan likevel ikke utelukkes at det finnes petroleumsforekomster i området.

Direktoratgruppen legger til grunn at videre utredninger vil klargjøre eventuelle virkninger for petroleumsinteressene i Barentshavet dersom det etableres havbaserte vindkraftverk i ett eller flere av de foreslåtte områdene.

6.4.5.6 Luftfartsinteresser og radarer i Barentshavet

Auvær er lokalisert ca. 27 km fra Avinor sin radar Tromsø MSSR. Radaren er lokalisert i en avstand fra utredningsområdet som tilsier at den normalt ikke vil påvirkes negativt som følge av etablering av vindkraftverk i dette området.

Sandskallen – Sørøya nord er lokalisert ca. 26 km fra MET sin værradar Hasvik. Radaren er lokalisert i en avstand fra utredningsområdet og en høyde over havet som tilsier at den normalt ikke vil påvirkes negativt som følge av etablering av vindkraftverk i området.

Direktoratgruppen legger til grunn at videre utredninger vil klargjøre eventuelle virkninger for de to radarene som følge av en etablering av vindkraftverk i de foreslåtte områdene.

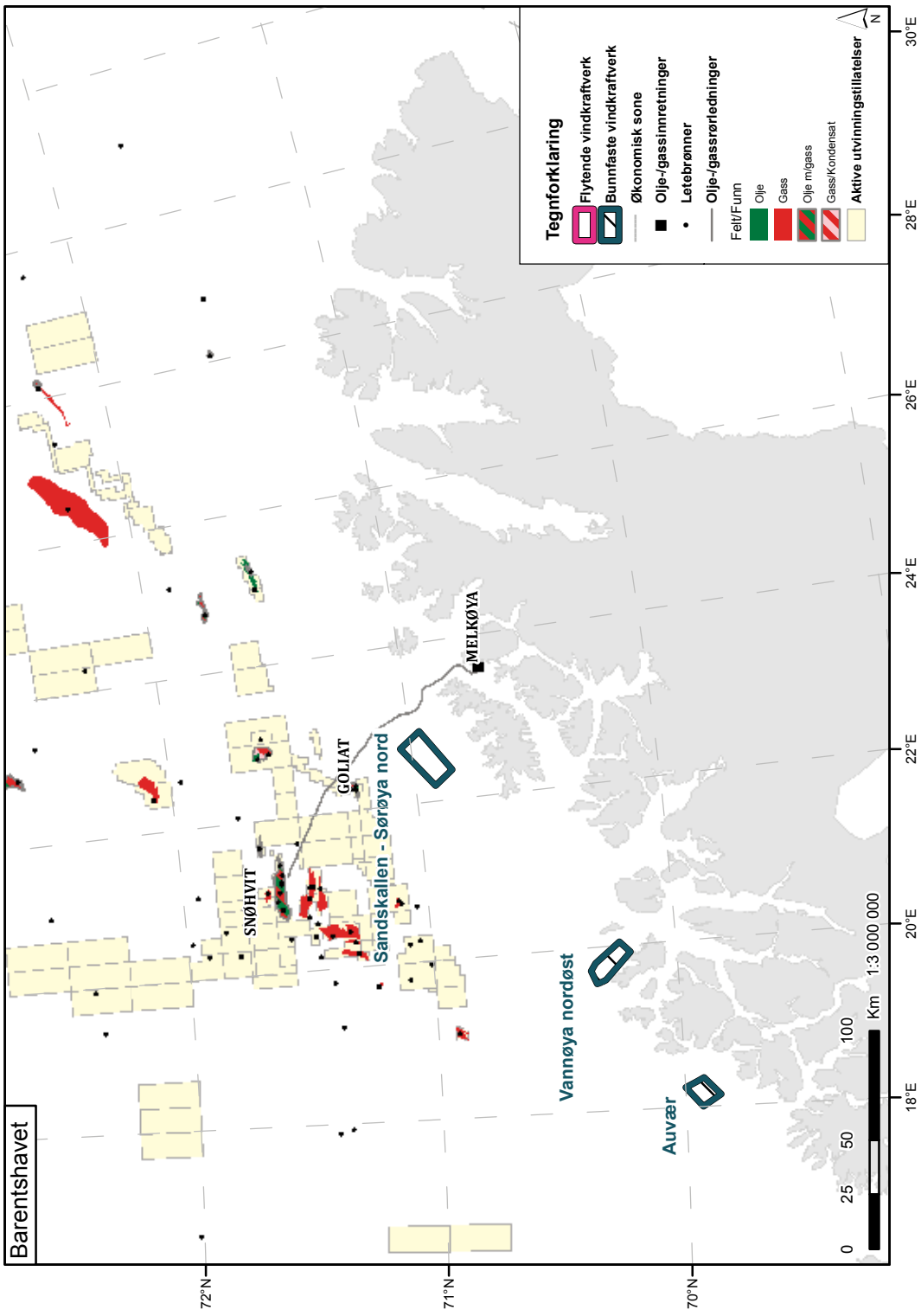
6.4.5.7 Forsvarsinteresser i Barentshavet

Auvær ligger i fri sikt til Forsvarets radar på Hillesøy, men avstanden er så stor at det antas at eventuelle negative virkninger er små.

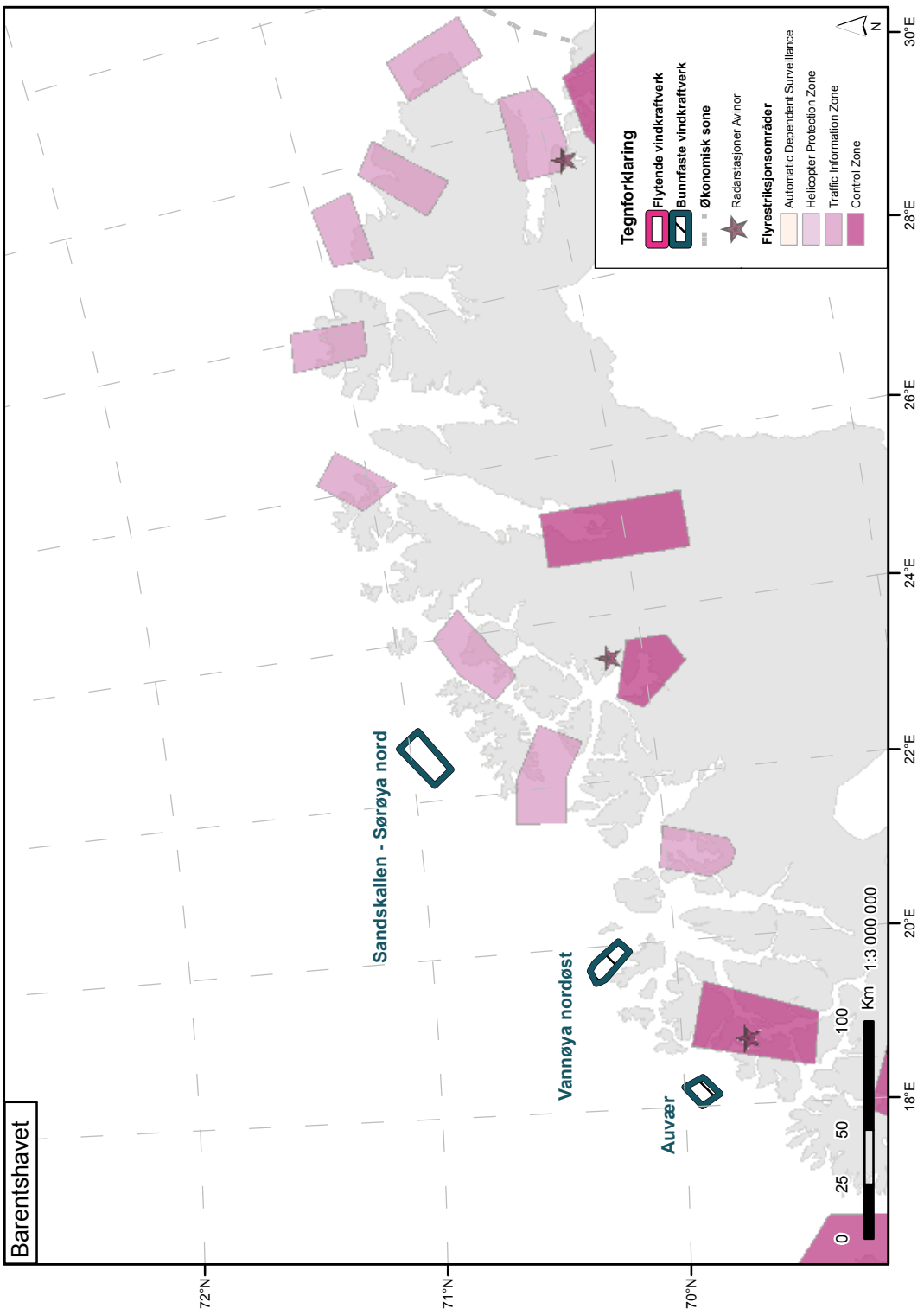
Sandskallen – Sørøya nord ligger i fri sikt til Forsvarets radar på Sørøya, men avstanden er så stor at det antas at eventuelle negative virkninger er små.

Direktoratgruppen legger til grunn at det må gjøres nærmere vurderinger av eventuelle virkninger for Forsvarets radaranlegg på Hillesøy og Sørøya som følge av etablering av vindkraftverk i de foreslåtte områdene.

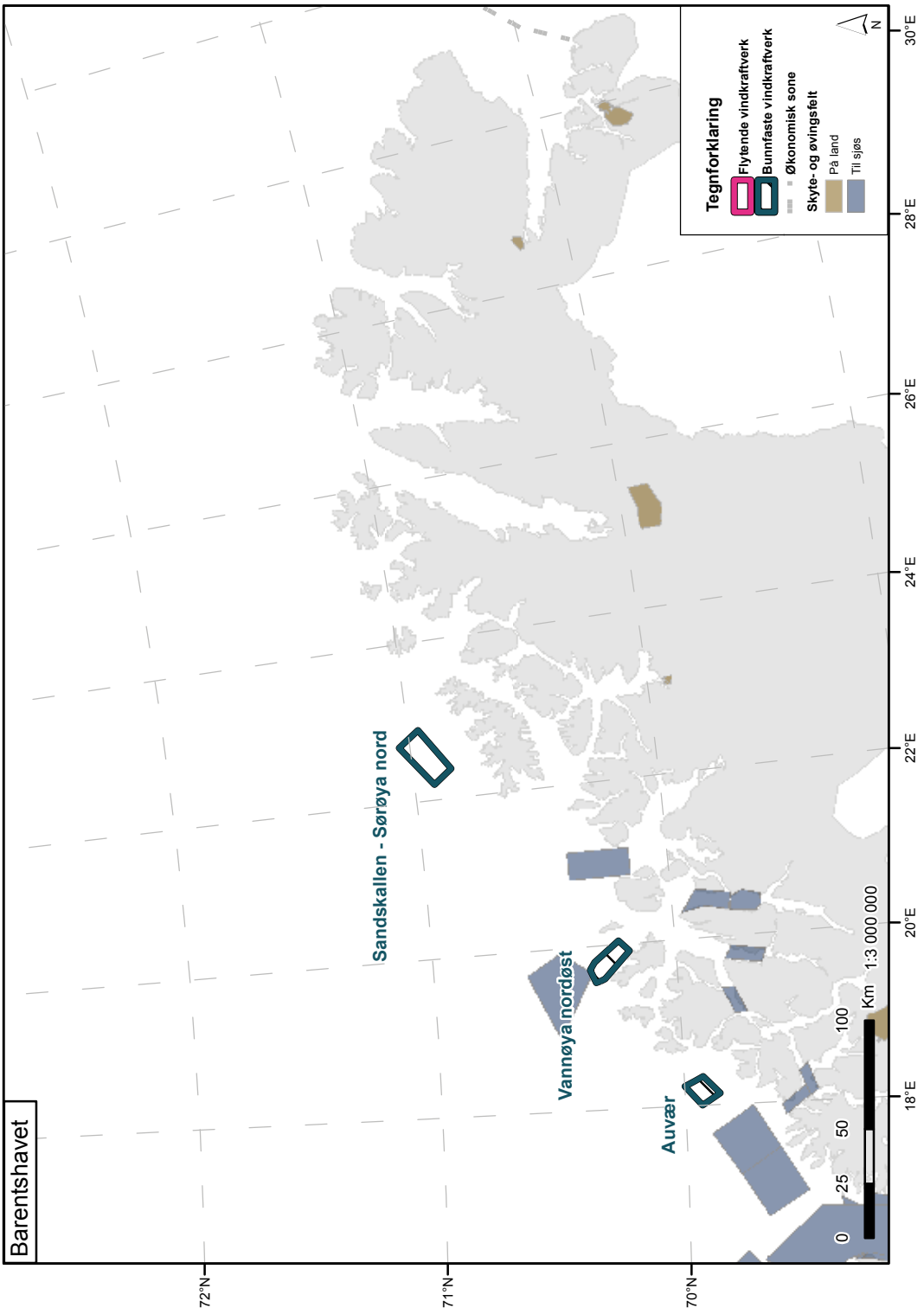
FIGUR 6-56
Petroleumsinteresser i Barentshavet.



FIGUR 6-57
Flyrestriksjonsområder og radarer i Barentshavet.



FIGUR 6-58
Skyte- og øvingsfelt i Barentshavet.



7 PROSJEKTSKISSER OG PLANLAGTE VINDKRAFTVERK TIL HAVS

7.1 INNLEDNING

NVE har de siste seks årene mottatt meldinger, søknader og prosjektskisser for 26 prosjekter innen havbasert vindkraft. Av disse er sju planlagt utenfor grunnlinjen, og dermed ikke omfattet av energiloven. Prosjektene utenfor grunnlinjen var ved tidspunkt for innsending til NVE heller ikke omfattet av plan- og bygningslovens bestemmelser om konsekvensutredninger. Disse prosjektene anses derfor som planer/prosjektskisser og ikke meldinger i henhold til forskrift om konsekvensutredninger.

NVE har gitt konsesjon til ett bunnfast vindkraftverk (Havsul I) i Sandøy kommune i Møre og Romsdal. NVE har videre avslått to prosjekter (Havsul II og Havsul IV), og anmodet om at videre planlegging av fire prosjekter stilles i bero (Steinshamn, Havsul III og Fosen offshore 2 og 3). I tillegg er det meddelt konsesjoner til seks demonstrasjonsanlegg for flytende og bunnfaste vindturbiner (Hywind, Sway, testområde Stadt, demo Rennesøy, demo Kvitsøy og demo Karmøy).

I brev av 18.9.2009 fra Olje- og energidepartementet til NVE vises det til allerede fremlagte prosjektskisser utenfor grunnlinjen og mottatte meldinger innenfor grunnlinjen. Det påpekes at disse arealene kan være spesielt relevante å vurdere, blant annet fordi det allerede er gjort enkelte vurderinger av virkninger i disse områdene.

I samme brevet fremgår det at prosjekter innenfor grunnlinjen som NVE allerede har tatt under behandling, skal følge ordinær konsesjonsbehandling etter energiloven. Dette tilsier at direktoratgruppen ikke skal vurdere disse.

I dette kapittelet omtales kjente meldinger og søknader innenfor grunnlinjen, samt prosjektskisser utenfor grunnlinjen.

7.2 KJENTE PROSJEKTER INNENFOR GRUNNLINJEN

7.2.1 TATT UNDER BEHANDLING

I tillegg til de prosjektene som er ferdigbehandlet av NVE, er det per oktober 2010 to prosjekter hvor behandlingen etter energiloven er startet. Dette gjelder Siragrunnen, som er konsesjonssøkt, og Utsira Fase 1, som er meddelt utredningsprogram.

Siragrunnen (Siragrunnen AS)

Prosjektet er lokalisert på Siragrunnen utenfor Åna-Sira og Jøssingfjorden, og berører Sokndal og Flekkefjord kommuner i Rogaland og Vest-Agder fylker. Anlegget er planlagt med en installert effekt på inntil 200 MW. Dybdene i planområdet er mellom 10 og 40 meter.

Utsira Fase 1 (Lyse Produksjon AS)

Utsira Fase 1 er et pilotanlegg på inntil 25 MW lokalisert ca. 4 km sørvest for Utsira, Rogaland fylke. Dybdene i planområdet er på ca. 150 meter.

7.2.2 IKKE TATT UNDER BEHANDLING

Per oktober 2010 har NVE mottatt fire meldinger om havbasert vindkraft som ikke er tatt under behandling etter energiloven.

Selvær (Nord-Norsk Vindkraft AS)

Prosjektet er lokalisert like nord og øst for øya Selvær i Træna kommune, Nordland fylke. Anlegget er planlagt med en installert effekt på inntil 450 MW. Dybdene i planområdet er mellom 0 og 150 meter. Vindturbinene er planlagt lokalisert på dybder mellom 5 og 30 meter.

Lofoten havkraftverk (Lofotkraft Vind AS)

Prosjektet er lokalisert ca. 5 km nordøst for Gimsøy og ca. 2,5 km nordvest for Austvågøy i Vågan og Hadsel kommuner, Nordland fylke. Anlegget er planlagt med en installert effekt på inntil 750 MW. Dybdene i planområdet er i hovedsak mellom 25 og 30 meter. Området antas å være egnet for bunnfast vindkraft og bølgekraft.

Gimsøy (Lofotkraft Vind AS)

Prosjektet er lokalisert like nord for Gimsøy i Vågan kommune, Nordland fylke. Planområdet grenser i nord til det planlagte Lofoten havkraftverk. Anlegget er planlagt med en installert effekt på inntil 600 MW. Dybdene i planområdet er i hovedsak mellom 0 og 15 meter.

Vannøya havkraftverk (Troms Kraft Produksjon AS)

Prosjektet er lokalisert nord og øst for Vannøya i Karlsøy kommune, Troms fylke. Anlegget er planlagt med en installert effekt på inntil 775 MW. Prosjektet består av tre områder, og dybdene i områdene er inntil 60 meter. Områdene antas å være egnet for bunnfast vindkraft og bølgekraft.

Direktoratgruppen konstaterer at de foreslåtte utredningsområdene for havbasert vindkraft helt eller delvis overlapper med de fire ovennevnte prosjektene.

7.3 KJENTE PROSJEKTSKISSER UTENFOR GRUNNLINJEN

Direktoratgruppen er også kjent med at det foreligger syv prosjektskisser for havbasert vindkraftverk utenfor grunnlinjen.

Idunn (Fred Olsen Renewables AS)

Prosjektet er lokalisert i den sørvestlige delen av Nordsjøen, ca. 250 km sørvest for Lista. Anlegget er planlagt med en installert effekt på inntil 1200 MW. Området antas i hovedsak å være egnet for bunnfast vindkraft og bølgekraft. Dybdene i planområdet er rundt 60-70 meter.

Ægir (Havgul Clean Energy AS)

Prosjektet er lokalisert i sørlige Nordsjøen, ca. 173 km sørvest for Lista. Anlegget er planlagt med en installert effekt på inntil 1000 MW. Dybdene i planområdet er mellom 50 og 63 meter.

Sørlige Nordsjøen (Lyse Produksjon AS)

Prosjektet er lokalisert i Vestbanken i sørlige Nordsjøen, ca. 130 km sørvest for Lista. Anlegget er planlagt med en installert effekt på inntil 1000 MW. Dybdene i planområdet er mellom 45 og 60 meter.

Utsira Fase 2 (Lyse Produksjon AS)

Utsira Fase 2 er lokalisert ca. 17 km vest for Utsira, og er planlagt med en installert effekt på inntil 300 MW. Dybdene i planområdet er på ca. 270 meter.

Stadtvind (Vestavind Kraft AS)

Prosjektet er lokalisert ca. 33 km nordvest for Stadlandet, utenfor Selje og Vågsøy kommer i Sogn og Fjordane fylke. Anlegget er planlagt med en installert effekt på inntil 1080 MW. Dybdene i planområdet er mellom 160 og 210 meter.

Mørevind

Prosjektet er lokalisert på Buagrunnen utenfor Aukra og Fræna kommuner i Møre og Romsdal fylke. Anlegget er planlagt med en installert effekt på inntil 1200 MW. Dybdene i planområdet er mellom 30 og 100 meter. Vindturbinene er tenkt lokalisert på dybder mellom 30 og 60 meter.

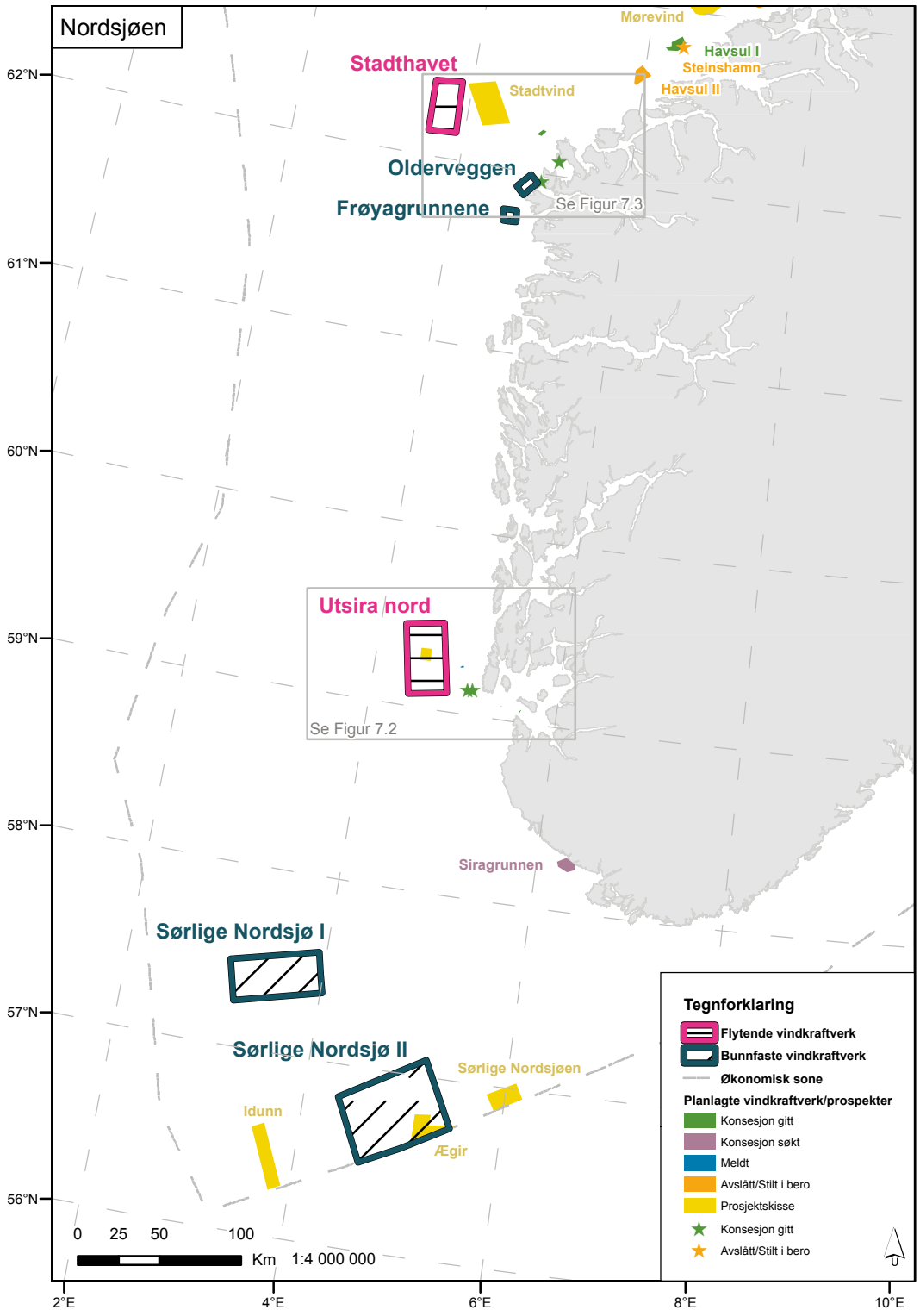
Aegir (Fred Olsen Renewables AS)

Prosjektet er lokalisert ved Haltenbanken i Norskehavet, ca. 120 km vest for Vikna. Anlegget er planlagt med en installert effekt på inntil 1200 MW. Området antas i hovedsak å være egnet for flytende vindkraft og bølgekraft. Dybdene i planområdet er rundt 200-250 meter.

Direktoratgruppen konstaterer at de foreslåtte utredningsområdene for havbasert vindkraft overlapper med noen av de ovennevnte prosjektskissene.

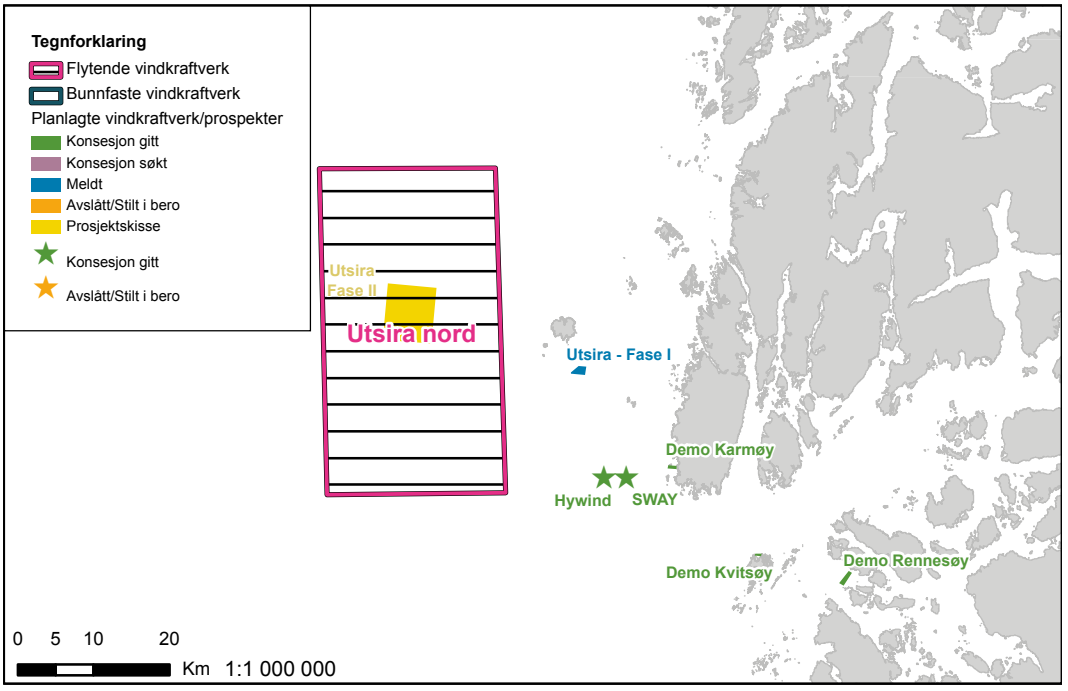
Figur 7-1 til figur 7-5 viser oversikt over prosjektskisser og planlagte vindkraftverk i de ulike havområdene.

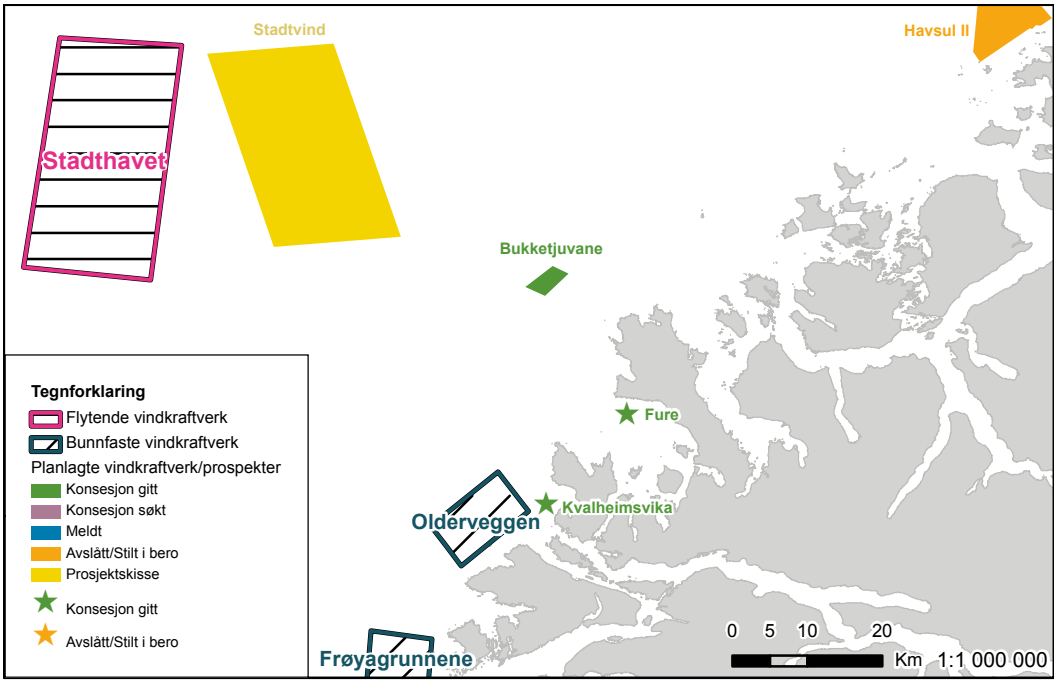
FIGUR 7-1
Prosjektskisser og planlagte vindkraftverk i Nordsjøen



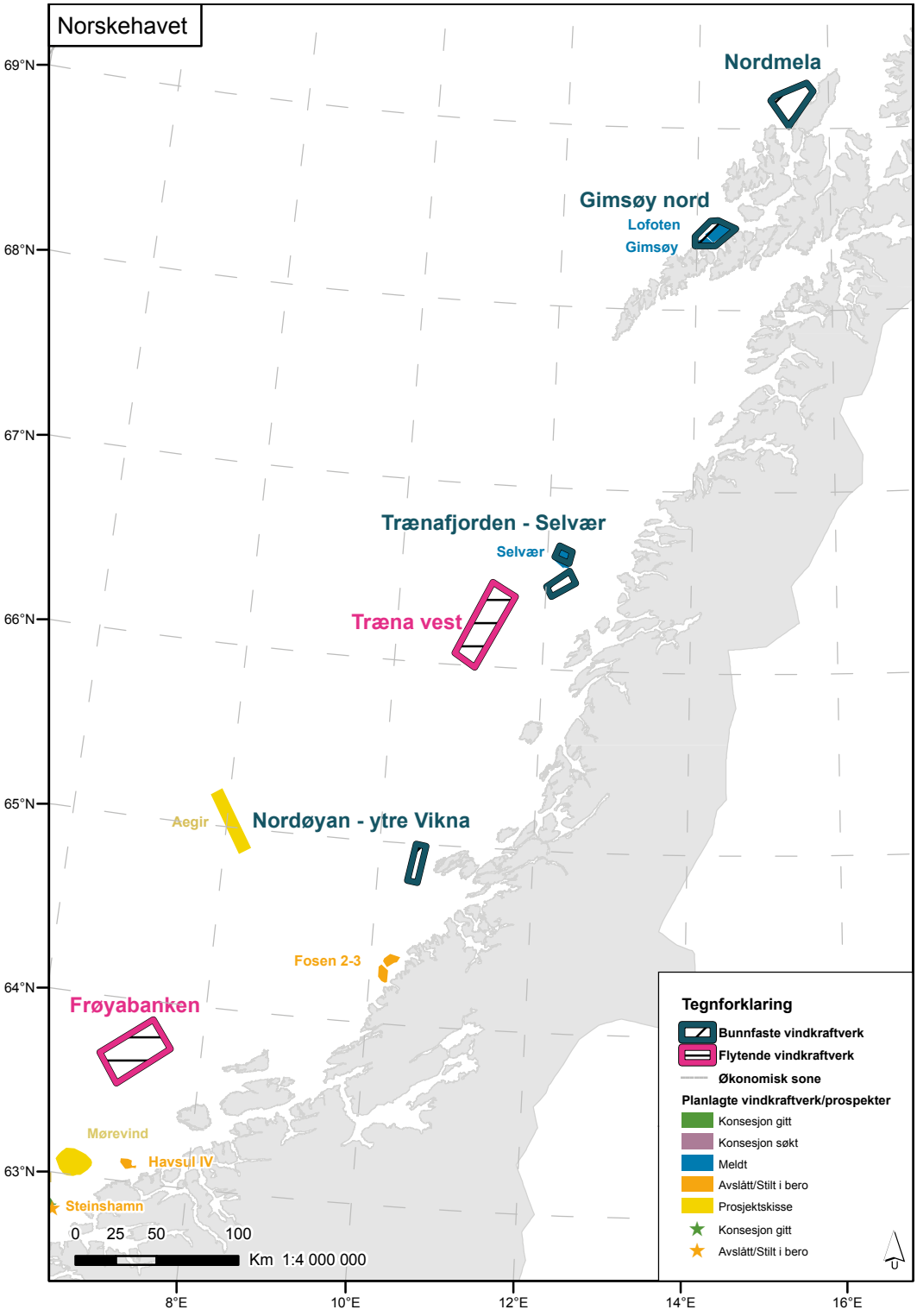
FIGUR 7-2
Prosjektskisser og planlagte vindkraftverk ved Utsira nord.

FIGUR 7-3
Prosjektskisser og planlagte vindkraftverk ved Stadthavet.
Bukketjuvane, Fure og Kvalheimsvika er en del av testområdet Stadt.

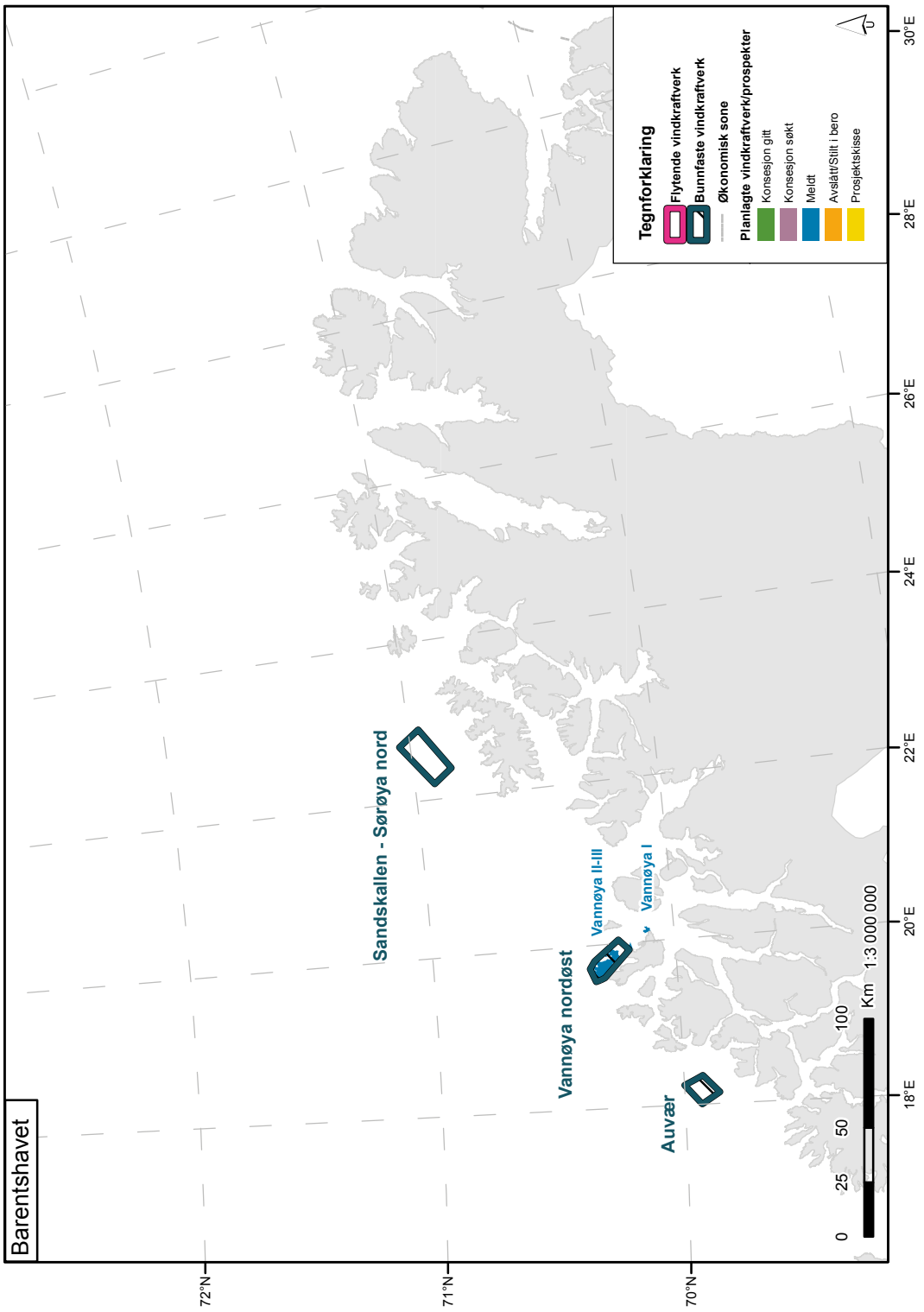




FIGUR 7-4
Prosjektskisser og planlagte vindkraftverk i Norskehavet.



FIGUR 7-5
Prosjektskisser og planlagte vindkraftverk i Barentshavet.



8 OPPSUMMERING AV OMRÅDENE

Det er lagt fram 15 områder som direktoratgruppen mener bør danne utgangspunkt for en strategisk konsekvensutredning som skal gi grunnlag for å åpne arealer for havbasert vindkraft. Arealene strekker seg fra den sørlige Nordsjøen til nord for Sørøya på Finnmarkskysten. Elleve av områdene er på dybder der det er mulig med bunnfaste turbiner, mens fire av områdene har havdybder som forutsetter flytende løsninger.

Direktoratgruppa har i tråd med Ot.prp. nr 107 (2008-2009) tatt utgangspunkt i tekniske og økonomiske forhold som vindressurser, havdyp, kraftoverføring og forsynings- og markedsmessige forhold når områder er valgt ut. Videre er det tatt hensyn til miljøforhold og arealbruksinteresser.

I Norge blir det raskt veldig dypt når en beveger seg ut fra kysten. Det gjør at aktuelle områder for bunnfaste vindturbiner i norske farvann er begrensede. Vi har ikke samme mulighet som andre land rundt Nordsjøen til å etablere bunnfast vindkraft flere titalls kilometer fra land. Dette innebærer at mange av de foreslåtte områdene ligger relativt nært land.

Områdenes størrelse kommer an på om det forutsettes bunnfast eller flytende teknologi. For bunnfaste vindkraftverk legges det til grunn at anleggene skal kunne knyttes til regionalnettet på land. Det er derfor forutsatt at det i områdene for bunnfast vindkraft kan bygges ut i størrelsesorden 100-300 MW i hvert område, med unntak av områdene Sørlige Nordsjø 1 og 2 der det legges til grunn en minimumsutbygging på 1000 MW og en maksimal utbygging på hhv 1500 og 2000 MW. Områdene i den sørlige Nordsjøen er store fordi kostnadene ved nettilknytning vil være større enn for de andre områdene. For områdene som forutsettes bygget med flytende vindkraft er det av samme grunn lagt til grunn større utbyggingsomfang fordi kostnadene ved nettilknytning vil være større, samt for å få lavere enhetskostnader. I disse områdene legges det til grunn en utbygging på i størrelsesorden 500-1500 MW. Med et utbyggingsmønster som skissert vil vindkraft i de utvalgte områdene samlet kunne produsere mellom 18 og 44 TWh. Det presiseres at installert effekt og forventet produksjon er en indikasjon. Tallene peker imidlertid i retning av at det er mulighet for betydelig vindkraftproduksjon innenfor de valgte områdene. Nærmere analyser og utredninger vil bidra til å avgrense områdene ytterligere og gi sikrere informasjon om mulige utbyggingsløsninger. Generelt kan det sies at fleksibiliteten når det gjelder installert effekt i de store områdene er større enn i de mindre områdene.

For alle områdene er det foretatt en omtale av mulig innpassing i kraftsystemet. Det er beskrevet viktige forhold knyttet til produksjon, forbruk og nettkapasitet i de områdene der det i dag synes mest aktuelt å knytte vindkraftverk til nettet. Det er også vist til mulige planer for nettutvikling som kan få betydning ved utvikling av havbasert vindkraft i de ulike havarealene. Det har imidlertid ikke vært hensiktsmessig å foreta nettanalyser for innmating av vindkraft fra de ulike områdene — det må gjøres på et senere stadium.

Direktoratgruppen har identifisert mange miljø- og arealbruksinteresser som vil berøres av vindkraftutbygging til havs. I valget av arealer som foreslås vurdert nærmere gjennom en strategisk konsekvensutredning er det søkt å ta hensyn til viktige interesser så langt disse har latt seg identifisere. Det er særlig lagt vekt på virkninger for petroleumsinteresser, skipsfart og fiskeri. Videre er det i vurderingene av potensielle områder lagt vekt på miljøinteresser som (foreslåtte) vernede områder, særlig verdifulle områder (SVO), sjøfugl og fisk. Forsvarets interesser og luftfartsinteressene er også tatt med i vurderingene så langt direktoratgruppen har informasjon. Det finnes viktige areal- og miljøinteresser i de fleste områdene som er foreslått. Direktoratgruppen legger til grunn at det videre arbeidet med å kartlegge og utrede de foreslåtte områdene baseres på naturmangfoldlovens prinsipper om krav til kunnskapsgrunnlag og økosystembelastning, jf naturmangfoldlovens §§ 8-12.

Det legges til grunn at nærmere utredninger, både strategisk konsekvensutredning og eventuelle prosjektspesifikke utredninger vil avklare nærmere hvordan de ulike interessene vil påvirkes av en vindkraftutbygging.

Et forhold som det er for tidlig å konkludere på er mulig tilknytning av vindkraft til petroleumsinnretningene. I petroleumsvirksomheten er det usikkerhet knyttet til framtidig energibehov. Det er blant annet usikkert hvor det finnes ressurser nok til en utbygging og usikkert hvor lenge et oppdaget felt vil produsere. Ved alle nye feltutbygginger på norsk sokkel utredes det i tråd med vedtak i Stortinget om kraft fra land er hensiktsmessig. Det skal legges frem en oversikt over energimengden og kostnadene ved å forsyne innretningen med kraft fra land fremfor å bruke gassturbiner til havs.

Etter direktoratgruppens syn er det flere forhold som vil påvirke fremtidig utvikling av havbasert vindkraft i Norge. Dette gjelder både teknologi og marked, men også hensyn til andre arealbruks- og miljøinteresser slik det er beskrevet i denne

rapporten. Det er identifisert tre typer områder som tar hensyn til ulike innpassinger kraftsystemet. Basert på dagens vurderinger av teknologi- og kostnadsutvikling anser direktoratgruppen det mest sannsynlig at større kystnære vindkraftverk basert på bunnfast teknologi vil bygges ut i Norge før vindkraftverk med flytende teknologi.

9 KUNNSKAPSBEHOV

I dette kapittelet presenteres først kjente kunnskapsmangler når det gjelder vindkraftverk og fugl, fisk, sjøpattedyr og kulturminner. Deretter følger en gjennomgang av behovene for mer kunnskap om teknologi og kostnader for havbasert vindkraft.

9.1 MILJØ

9.1.1 SJØFUGL, HAVØRN, HUBRO OG VADERE

Det har i flere sammenhenger vært pekt på en rekke behov for økt kunnskap i forbindelse med videre utvikling av vindkraft, både på land og til havs. Det skyldes blant annet at det ikke er mange havbaserte vindkraftverk som er etablert, de er av relativt ny dato og at det kun er gjennomført etterundersøkelser ved noen av de vindkraftverkene som er i drift. Det skjer samtidig en stadig utvikling av nye erfaringer med havbasert vindkraft på det marine miljø, særlig fra landene rundt Nordsjøen. En må imidlertid være forsiktig med å overføre resultatene fra vindkraftverk i for eksempel Danmark til andre havbaserte vindkraftverk, andre arter og andre områder. Overføringsverdien må vurderes ut fra at:

- de er nesten i sin helhet fra helt andre naturmiljøer enn de som finnes langs kysten av Norge (f.eks. sandbunn versus fjellbunn)
- langs norskekysten og i åpent hav utenfor norskekysten blir andre arter med andre økologiske krav berørte av vindkraftverk
- mye fokus på mulig kollisjonsfare kan ha medført mindre fokus på undersøkelser av arealbruk og reduksjon i kvalitet av områdene rundt et vindkraftverk

Langs Norskekysten er det viktige problemstillinger som ikke har blitt undersøkt i Danmark, pga farvannenes ulike funksjoner for sjøfugl gjennom året. Studier både før og etter at vindkraftverk blir bygget er derfor nødvendig for å dokumentere effekter fra havbaserte vindkraftverk på Norges trekkfugler og sjøfuglbestander. I noen utenlandske studier har det vært fokus på videreutvikling av standardiserte metoder, bl.a. for kartlegging av sjøfugl i åpent hav. Dette vil trolig også være viktig å gjøre i Norge for å få bedre kunnskap om sjøfuglenes fordelingsmønstre, tetthetsvariasjoner og bestandsstørrelser i områder som er aktuelle for vindkraft, som grunnlag for å kunne utarbeide mer presise vurderinger av miljøeffekter.

Kunnskapen om hvordan fugler vil kunne påvirkes av vindturbiner til havs er i dag for liten til at man på en god nok måte kan vurdere om de vil påvirke noen individer negativt gjennom økt mortalitet (kollisjonsrisiko) eller redusert reproduksjon (først og fremst ved nedsatt kondisjon i hekkesesongen og redusert næringstilgang til ungene). Sjøfuglene kjennetegnes ved høy overlevelse for voksne fugler, og økt mortalitet gjennom kollisjoner med vindturbiner vil derfor være uheldig.

Tidligere studier av hvordan sjøfugl reagerer på vindkraftverk, er i hovedsak utført på forholdsvis små vindenergianlegg. Bortsett fra studier knyttet til Horns Rev og Nysted i Danmark mangler en erfaringer fra vindkraftverk som er så store at fuglene ikke ser ytterkantene på dem (vindturbinene «forsvinner» bak horisonten). Vil de stoppe opp eller forsøke å passere gjennom vindkraftverket, slik en liten andel av ærfuglene gjorde i en undersøkelse fra Danmark, og vil noen arter (i så fall hvilke) over tid kunne venne seg til å søke mat inne i vindkraftverket? Hvordan vil dette i så fall påvirke kollisjonsrisikoen og mortalitetsraten for sjøfugl som krysser vindkraftverket eller beiter inne i den?

For å få en bedre forståelse av interaksjoner mellom vindkraftverk og fugl er det nødvendig med videre studier. Det bør vurderes studier blant annet knyttet til:

- metodiske spørsmål knyttet til studier av ulike former for fugletrekk i tid og rom
- kartlegging av sjøfugl i åpent hav
- studier av kollisjonsrisiko ved vindkraftverk der død fugl vil havne i vannet
- spørsmål knyttet til fordeling av fugl i åpent hav
- variasjoner i tetthet av sjøfugl i åpent hav (relatert til bl.a. næringsforekomst)
- variasjoner i fugletrekket i tid og rom, især langs kysten.
- relasjoner mellom fordelingsmønstre og værforhold
- atferd til fugler i forbindelse med vindkraftverk, bl.a.
- variasjoner i flygehøyde (relatert bl.a. til værforhold)
- oppdagbarhet av vindkraftverk (bl.a. unnvikelsesatferd)
- sjøfuglers habitatbruk gjennom året
- endringer i næringstilgang for sjøfugl i vindkraftverk
- risikobegrensende tiltak
- geografisk plassering og utforming av havbaserte vindkraftverk
- andre tiltak for å redusere kollisjonsfaren

Valg av undersøkelser og omfang av disse må vurderes i forhold til det omfang av havbasert utbygging som forventes. Det må også gjøres nærmere vurderinger av på hvilket stadium i en planleggingsprosess det er hensiktsmessig og relevant å gjøre undersøkelser og nærmere studier.

9.1.2 FISK, SJØPATTEDYR OG BUNNFAUNA

For å bedre kunnskapsgrunnlaget vil det ifølge Havforskningsinstituttet [18] være nyttig å gjøre målinger og observasjoner av:

- lyd fra enkle vindturbiner og innenfor og rundt vindkraftverk.
- atferd av fisk - spesielt for pelagiske arter, i forhold til lyd, lys og andre aktuelle stimuli fra vindturbinkonstruksjonene.
- spesielle strømningsforhold generert av vindkraftverk.
- observasjoner av endringer i habitat - bunngeologi og plante- og dyresamfunn før og etter bygging av vindkraftverk.

9.1.3 OPPSUMMERING

Generelt kan man si at kunnskapen om hvilke virkninger havbasert vindkraft har på naturmiljøet er begrenset fordi det er gjennomført få undersøkelser og de etablerte vindkraftverkene er relativt nye (inntil 10 år). Overføringsverdien til norske forhold vil også være begrenset da både bunnforhold og artssammensetning er annerledes enn for andre land rundt Nordsjøen.

Vurderinger av virkninger på naturmiljøet i Norge vil i mange tilfeller være basert på vurderinger knyttet til de data man per i dag har når det gjelder naturmangfold. Både for fugl, fisk og sjøpattedyr har en gjennom blant annet ulike overvåkingsprogram og utredninger i forbindelse med forvaltningsplaner og petroleumsvirksomhet mye informasjon om norske forhold. Konsekvensutredninger for norske forhold vil derfor måtte basere seg på dette datamaterialet, supplert med eventuelle feltregistreringer.

Direktoratgruppen legger til grunn at det før utsetting av oppdrag for en strategisk konsekvensutredning vil være nødvendig med en nærmere konkretisering av hvilken informasjon som er hensiktsmessig å innhente for de aktuelle områdene.

Mye av kunnskapsbehovet som er skissert vil det ikke være mulig eller hensiktsmessig å fremskaffe gjennom en strategisk konsekvensutredning. Omfattende studier knyttet til virkninger på både fugl og fisk vil det etter direktoratgruppens syn være mest hensiktsmessig å gjøre gjennom rammene av større FoU-program. Det er i denne sammenheng relevant å se dette i sammenheng med studier som gjøres/planlegges i land der arbeidet med havbasert vindkraft har kommet lenger i Norge.

Direktoratgruppen legger derfor til grunn at det vil være behov for før- og etterundersøkelser for viktige tema som for eksempel fugl og fisk dersom det skal bygges ut havbasert vindkraft i Norge. Dette vil være nødvendig for å klargjøre reelle virkninger og øke kunnskapsgrunnlaget for senere utbygginger. Det vises i den sammenheng til vilkår gitt i forbindelse med konsesjon for Havsul 1 offshore vindkraftverk.

9.2 KULTURMINNER

Det er ikke foretatt organiserte registreringer av kulturminner under vann på norsk sokkel, og det er derfor relativt liten kunnskap om funnsituasjonen. Dette er ikke ensbetydende med at det ikke finnes skipsfunn, men gjenspeiler heller forvaltningssituasjonen for kulturminner under vann de siste 20 årene, der man til stor del har fokusert på kystnære områder av hensyn til ressurser og basert på eksisterende kunnskap. Den senere tiden har man i større grad enn tidligere også fokusert på havområdene. Resultatet av dette er at man må anta at inngrep på havbunnen utenfor grunnlinjen, kan komme til å skade kulturminner vernet etter kulturminnelovens § 14. Funn fra for eksempel Nordsjøen viser at skipsvrak ofte er godt bevart dersom de ikke er påvirket av ytre faktorer som for eksempel tråling.

Det er grunn til å anta at store deler av sjøbunnen ned til 140 meters dyp har vært tørt land. Det er disse grunneste områdene av havbunnen som derfor vil være de mest interessante områdene å undersøke arkeologisk. Det anses som svært viktig å avklare paleolandskapet i omsøkte områder som et utgangspunkt for en arkeologisk registrering. Det pågår for tiden store internasjonale forskningsprosjekter der ledende arkeologiske miljøer fra mange land (inkludert Norge) jobber med å skaffe oversikter over seismikkdata, sonardata, innrapporterte funn og så videre. Slike undersøkelser vil være viktige for å kunne avgrense og prioritere områder som peker seg ut som viktige i forbindelse med eventuelle tiltak.

I forbindelse med strategisk konsekvensutredning anser direktoratgruppen det ikke som hensiktsmessig å gjøre detaljerte marinarkeologiske undersøkelser. Det vil være relevant i forbindelse med eventuelle konsesjonssøknader.

9.3 TEKNOLOGI OG KOSTNADER

Denne delen er basert på Energi21 sitt arbeid knyttet til offshore vindkraft [32] og EU-støttet arbeid relatert til forskning og utvikling innen vindkraft [31].

Vindkraftverk til havs er en umoden teknologi, med et tilhørende umodent marked og et relativt høyt kostnadsnivå. Av all installert vindkraftkapasitet i verden, utgjør vindkraftverk til

havs kun ca. 1 prosent. Havbaserte vindkraftverk er i hovedsak etablert som bunnfaste vindkraftverk på dybder ned til ca. 20 meter. Både bunnfaste vindkraftverk på dybder over ca. 20 meter og flytende vindkraftverk finnes i dag kun som testanlegg[1].

En av utfordringene for vindkraftverk til havs er å redusere kostnadene i alle ledd over anleggets levetid. I denne sammenheng vil forskning og teknologiutvikling være avgjørende for at vindkraft til havs skal kunne bli konkurransedyktig med andre typer elektrisitetsproduksjon.

Noen utfordringer er felles for både landbasert og havbasert vindkraft, herunder:

> Bedre kunnskap og beregningsverktøy for bestemmelse av vind, vaketap og andre produksjonsforhold.
> Utvikling av muligheter for tilknytning av mer vindkraft i kraftsystemet. Herunder systemtekniske analyser og utvikling av elektrotekniske løsninger.

Kunnskapsbehovet innen teknologi vil også påvirkes av at det ikke driftserfaringer fra norske forhold. Som for miljøvirkninger kan heller ikke teknologiske erfaringer fra vindkraftprosjekter i andre land overføres direkte til norske forhold.

I dette kapittelet er det omtalt nærmere hvilke områder det er behov for mer forskning og utvikling.

9.3.1 KUNNSKAPSBEHOV

Det fremgår av rapporten *Strategic Research Agenda - Market Deployment Strategy from 2008 to 2030* utarbeidet av European Wind Energy Technology Platform (TPWind) at det i EU særlig fokuseres på fem prioriterte FoU-områder innen havbasert vindkraft [31]. Disse områdene sammenfaller i hovedsak med de FoU-temaene vindkraftgruppen i Energi 21 har pekt på som viktige [32]. De fem temaene er nærmere omtalt under.

9.3.1.1 Fundamenter

De foreslåtte områdene for bunnfaste vindkraftverk både utenfor norskekysten og i sørlige Nordsjø er i hovedsak lokalisert på havdyp mellom 5 og 70 meter. Dette medfører at fundamentløsninger som monopæler etc. som har blitt benyttet på grunnere områder, ikke er like relevante for norske forhold. Etablering av bunnfaste vindkraftverk i norske farvann vil derfor kreve andre fundamentløsninger enn det som er vanligst i markedet i dag. I denne sammenheng er det en utfordring å utvikle tekniske- og kostnadseffektive fundamentløsninger tilpasset ulike dybder og bunnforhold, større vindturbiner og tøffe klimatiske forhold. Samtidig kan nye forbedrede metoder for fundamentering bidra til å redusere kostnaden for vindkraftverk til havs.

I tillegg til forbedret design og utvikling av nye fundamentløsninger for bunnfaste vindturbiner, vil utvikling og demonstrasjon av flytende vindturbiner være avgjørende for etablering av vindkraftverk på dypere vann.

9.3.1.2 Vindturbiner

Vindturbinene som benyttes offshore i dag er relativt like de landfaste, med unntak av beskyttelse mot marin atmosfære (korrosjonsvern). Det er et stort potensial knyttet til utvikling av ny vindturbinteknologi, fortrinnsvis større (> 5 MW) og mer robuste offshore vindturbiner tilpasset offshore miljø. Utfordringene er i særlig grad knyttet til reduksjon av toppvekten i vindturbinen (blader, gir og generator), mer pålitelige komponenter og systemer som krever mindre vedlikehold. Større og mer robuste enheter vil gi en effektiviseringsgevinst og bidra til kostnadsreduksjoner ved bygging og drift av vindkraftverk til havs.

Vindkraftgruppen i Energi 21 har også pekt på utvikling av mer avanserte styringssystemer som hensyntar kombinasjoner av vindskjær, bølgelaster, bølgeindusert turbulens, bevegelser etc. som et viktig FoU-tema.

9.3.1.3 Installering

Sammen med nye forbedrede fundament- og vindturbinløsninger, kan forbedrede metoder og teknologi for installasjon bidra vesentlig til å redusere kostnaden for vindkraftverk til havs. Transport og installasjon av fundamenter og vindturbiner krever normalt store og kostbare spesialfartøy tilpasset et stort installasjonsvolum, krevende klima og ulike dybdeforhold. Vindkraftgruppen i Energi 21 har særlig pekt på utvikling av fundamentløsninger som ikke krever bruk av tungløft- og kranfartøy som et viktig kostnadsreduserende tiltak. Det er samtidig

1. Beatrice (UK) bunnfast på 46 meters dyp, Alpha Ventus (DE) bunnfast på 30 meters dyp og HyWind flytende på 200 meters dyp.

pekt på behov for forbedrede metoder og analyseverktøy for optimal utnyttelse av værvindu ved installasjon.

Drift og vedlikehold

Drift og vedlikehold av vindkraftverk til havs er utfordrende når det gjelder tilkomst, lokasjon og kostnad. Klimatiske faktorer, bølgehøyde og logistikk knyttet til utstyr og personell er kostnadsdrivende faktorer. Utvikling av mer effektive systemer for drift og vedlikehold er dermed vesentlig for vindkraftverk til havs.

Automatiserte systemer for tilstandsbasert vedlikehold som kontinuerlig overvåker vindturbinen og tilstanden til anleggets komponenter vil være et effektivt hjelpemiddel for å tidsette vedlikeholdsaktiviteter og forlenge vedlikeholdsaktivitetene.

En annen viktig driftsrelatert problemstilling er tilkomstløsninger for understell og vindturbin, herunder båter som kan operere ved stor bølgehøyde, systemer for entring av vindturbin etc.

9.3.1.4 Nett

Siden flytende vindkraftverk per i dag ikke er realisert, har en lite kunnskap om hvordan en best skal utforme det interne nettanlegget i vindkraftverket. For dagens bunnfaste vindkraftverk er kablene som elektrisk binder hver vindturbin sammen lagt på havbunnen, og som oftest også gravd ned. Hvis det samme skal gjøres med kablene i et flytende vindkraftverk, som er lokalisert på relativt store havdyp, vil det bety lange kabellengder og store strekkpåkjenninger som kablene må dimensjoners for. Dette vil være med på å drive kostnadene opp. Alternativt ses det på muligheten med flytende kabler som legges på en viss dybde under havoverflaten for å minimere risiko for skade på kablene. En slik løsning vil likevel ha en større risiko for skader på kablene enn om de graves ned på havbunnen.

Slik det er beskrevet i kapittel 3.5 og kapittel 13 er det flere initiativ som jobber for å få etablert et sammenmasket nett i offshore, et såkalt supergrid. Det er i hovedsak vindkraftverk i de utpekte arealene i sørlige og midtre deler av norske Nordsjøen som eventuelt vil være aktuell å knytte til et slik nett i første omgang. Som det også er pekt på i de nevnte kapitlene, er det en del som gjenstår før et slikt nett kan realiseres, både på det teknisk-økonomiske plan og på myndighetsnivå.

Integrasjon av store mengder vindkraft i kraftsystemet kan by på utfordringer, spesielt knyttet til å opprettholde balanse mellom produksjon og forbruk til en hver tid. Slike utfordringer er også vanskelige å forutsi ved hjelp av simuleringsverktøy, da det er en utfordring å modellere hvordan avvik mellom varslet produksjon og faktisk produksjon vil forekomme. Modeller som tar hensyn til hvordan aktørene i kraftmarkedet ideelt sett burde opptre finnes i dag, men å modellere hvordan aktørene faktisk opptrer er vanskelig. Utarbeidelse av bedre vindprognoser vil redusere avviket mellom hva vindkraftprodusentene på forhånd melder til markedet de kan produsere og hva de faktisk kan produsere i den aktuelle driftstimen.

Det er også knyttet usikkerhet til hvordan integrasjon av store mengder vindkraft vil påvirke spenningskvaliteten i systemet, og hvor mye nettforsterkninger på land som vil bli påkrevd ved ulik grad av vindkraftutbygging til havs og på land. I kapittel 6 er det gjort grove anslag for hvor store nettforsterkninger en utbygging av de enkelte arealene vil utløse. For å få mer presise anslag på dette bør det utføres nettanalyser med ulik grad av utbygging og for ulike scenarioer av utviklingen av kraftsystemet ellers.

Storstilt utbygging av vindkraft i Norge kan gjøre det lønnsomt å øke effektkapasiteten i eksisterende vannkraftverk, samt å bygge pumpekraftverk. Til nå er det kun gjort grove anslag for mulighetene. For å få et bedre anslag på dette må det utføres kartlegginger som også tar hensyn til blant annet miljøvirkninger og kostnader.

9.4 PETROLEUM

For flere av de foreslåtte arealene mangler det kunnskap om muligheten for å gjøre olje- og gassfunn. Det er behov for kartlegging av undergrunnen i første omgang ved hjelp av seismikk.

10 UTKAST TIL PLANPROGRAM FOR STRATEGISK KONSEKVENSUTREDNING

10.1 INNLEDNING

I henhold til havenergiloven § 2-2 skal det utarbeides strategiske konsekvensutredninger før areal kan åpnes med tanke på tildeling av konsesjon for havbasert vindkraft. Konsekvensutredningene skal inkludere vurderinger av miljømessige og samfunnsmessige virkninger av fornybar energiproduksjon, herunder virkninger for andre næringsinteresser.

Nedenstående forslag til planprogram for strategisk konsekvensutredning er en del av direktoratgruppens arbeid.

Ot. prp. nr. 107 (2008-2009) legger til grunn at de strategiske konsekvensutredninger gjennomføres i henhold til krav i EU-direktivet om konsekvensutredninger av planer og program, og OSPAR sine retningslinjer for vurdering av miljøvirkninger av vindkraft til havs. Retningslinjene gir blant annet nærmere veiledning om vurderinger som skal gjøres, og hensyn som skal legges til grunn med utgangspunkt i fem hovedfaser i livsløpet til et vindkraftverk til havs: lokalisering, konsesjon, overvåking, utbygging og drift og fjerning/nedlegging. Retningslinjene beskriver hvilke biotiske og abiotiske faktorer som bør hensyntas ved valg av områder for havbasert vindkraft, og hvilke andre samfunnsinteresser som kan bli berørt og må vurderes. Dette er forhold som tidligere er beskrevet i kapittel 4.

Direktoratgruppen legger videre til grunn at de strategiske konsekvensutredningene som grunnlag for beslutning om åpning av areal skal fremskaffe nødvendig kunnskapsgrunnlag for vurderinger etter naturmangfoldlovens kap II.

Strategisk konsekvensutredning med høring vil være grunnlag for vedtak om areal skal åpnes for konsesjonssøknader. Omfanget av disse utredningene vil ha betydning for hvilke utredninger som må gjennomføres på søknads- eller detaljplanstadiet. Ot. prp. nr. 107 (2008-2009) forutsetter at det til grunn for en strategisk konsekvensutredning bør ligge avgrensinger ut i fra teknologiske forutsetninger – hvilke teknologier som skal omfattes av planen, og en geografisk avgrensing - hvilke havområder som skal omfattes av den strategiske konsekvensutredningen. Det skal videre legges vekt på en åpen prosess der alle viktige fagmyndigheter og sentrale interessegrupper blir involvert. Planprogram for arbeidet med strategisk konsekvensutredning vil bli sendt på høring før utredningene blir gjennomført. I tillegg til å identifisere de mest sentrale potensielle konfliktene og kvalitet på eksisterende datagrunnlag om miljø- og andre arealinteresser i området, må det vurderes hvilke problemstillinger som må besvares i denne fasen og hva som er naturlig å utsette til prosjektspesifikk konsekvensutredning.

10.2 AVGRENSNING

Direktoratgruppen legger til grunn at en konsekvensutredning bør belyse hvilke virkninger åpning av areal for havbasert vindkraft kan ha for nærings- og miljømessige forhold.

10.2.1 TEKNOLOGI

> Konsekvensutredningene skal omfatte vindkraft både med bunnfaste og flytende konstruksjoner. For bunnfaste installasjoner er det lagt til grunn en dybde ned til 70 meter. For flytende konstruksjoner er det lagt til grunn en dybde på inntil 400 meter.

10.2.2 GEOGRAFISK AVGRENSNING

> Konsekvensutredningene skal omfatte de arealer som er beskrevet i denne rapportens kapittel 6.
> Utredningene skal omfatte foreslått planområde og eventuelt tilgrensende områder for de tema det er relevant.

For kystnære bunnfaste vindkraftverk legges det til grunn at det kan plasseres et vindkraftverk på i størrelsesorden 200 MW. For flytende vindkraftverk og bunnfaste vindkraftverk sør i Nordsjøen legges det til grunn at det kan plasseres vindkraftverk på i størrelsesorden 1000 MW i hvert område.

10.2.3 TEMA OG OMFANG AV UTREDNINGER

> Det skal gjennomføres utredninger innenfor ulike natur- og samfunnsmessige forhold for alle områdene, så langt de ulike tema er relevante. Det er de tema/fagområder som er beskrevet under som anses relevante i en strategisk konsekvensutredning som underlag for å åpne areal for konsesjonssøknader. For de tema det er relevant bør det benyttes metodikk og oppsett som brukes for de sektorvise utredningene i forvaltningsplanene for Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. Når det gjelder naturmiljø er det hensiktsmessig å fokusere på arter som inngår i utredningene i disse forvaltningsplanene og arter som har høy sårbarhetsindeks (WSI). Så langt det er hensiktsmessig skal utredningene samkjøres med de utredningene som gjøres for forvaltningsplan for Nordsjøen og oppdatering av forvaltningsplan for Barentshavet. For arealene som ikke dekkes av forvaltningsplanene, det vil si de mest kystnære områdene, må det vurderes om det er mer hensiktsmessig med samordning med eventuelle andre utredningsprosesser.
> Konsekvensutredningen skal beskrive antatte virkninger av åpning av områdene for havbasert vindkraft. Utredningen

skal, så langt som mulig, basere seg på foreliggende kunnskap og nødvendig oppdatering av denne.

- Det legges til grunn et vesentlighetskriterium når det gjelder utredning av konsekvenser. Dette innebærer at det for de enkelte områder som skal utredes må gjøres vurderinger av hvilke problemstillinger, herunder arter/artsgrupper og naturtyper, som anses relevante for nærmere vurdering.
- Utredningene skal gjøres slik at det er mulig å sammenligne og rangere mellom ulike områder.
- Det skal utarbeides fotorealistiske visualiseringer som kan gi grunnlag for vurdering av virkninger på landskap og reiseliv/friluftsliv for de kystnære områder det er relevant.
- Utredningene skal så langt det lar seg gjøre beskrive virkninger for anleggs- og driftsfase.
- Det skal i konsekvensutredningen beskrives mulige tiltak som kan redusere ulemper for berørte interesser, herunder skal det vurderes ytterligere avgrensning av de ulike arealene.
- Forhold som gjelder miljø- og arealmessige virkninger av tilhørende infrastruktur på land (nettanlegg, kaifasiliteter, anleggsområder osv.) skal ikke utredes i denne omgang, men vil være gjenstand for utredning på et senere tidspunkt dersom arealer er åpnet for konsesjonssøknader.
- For alle tema skal datagrunnlaget beskrives og vurderes. Kunnskapsmangler skal fremkomme. Det skal videre vurderes om eventuelle kunnskapsmangler bør avklares før områder lyses ut for vindkraft, eller gjennom prosjektspesifikk utredning etter at arealene er åpnet for konsesjonssøknad.

10.3 UTKAST TIL PLANPROGRAM

10.3.1 KRAFTPRODUKSJON, KRAFTSYSTEM OG MARKEDSMESSIGE FORHOLD

- Forventet kraftproduksjon, herunder vindregime og vindforhold ved de ulike områdene skal beskrives.
- Aktuelle nettløsninger og virkninger for kraftsystemet ved de ulike områdene skal beskrives.
- Det skal fremlegges en oppdatering av teknologi- og kostnadsutvikling for havbasert vindkraft.

10.3.2 FORHOLDET TIL LOVVERK, PLANER OG VERNEOMRÅDER

- Forholdet til relevant lovverk, herunder naturmangfoldloven, havressursloven, havne- og farvannsloven, petroleumsloven, plan- og bygningsloven og kulturminneloven skal vurderes.
- Det skal vektlegges å fremskaffe nødvendig kunnskapsgrunnlag for vurderinger etter naturmangfoldloven kap. II.
- Det skal redegjøres for forholdet til lokale, regionale og nasjonale planer.
- Forholdet til eventuelle verneområder, foreslåtte verneområder og særlig verdifulle områder (SVO) skal beskrives.
- Det redegjøres for eventuelle virkninger i henhold til internasjonale konvensjoner og avtaler som Norge har sluttet seg til.

10.3.3 NATURMILJØ

Sjøfugl

- Virkninger for arter, bestander og habitat av sjøfugl som kan bli vesentlig berørt skal beskrives. Utredningene skal vurdere eventuelle virkninger forårsaket av arealbeslag, forstyrrelse, støy og uhellshendelser. Det skal fokuseres på arter på den norske rødlista, arter der Norge har et særskilt internasjonalt ansvar og arter med høy sårbarhetsindeks (WSI).

Fisk

- Virkninger for arter, bestander og habitat (gyte-, oppvekst- og vandringsområder) for viktige fiskeslag skal beskrives. Utredningene skal vurdere eventuelle virkninger forårsaket av arealbeslag, forstyrrelse, støy og uhellshendelser. Det skal fokuseres på arter på den norske rødlista, arter som har en viktig økologisk funksjon og arter som er viktige for fiskeri, herunder sild, kolmule, makrell, torsk, hyse, sei, breiflabb og tobis.

Sjøpattedyr

- Virkninger for arter, bestander og habitat for sjøpattedyr som kan bli vesentlig berørt skal beskrives. Utredningene skal vurdere eventuelle virkninger forårsaket av arealbeslag, forstyrrelse, støy og uhellshendelser. Det skal fokuseres på arter på den norske rødlista og arter der Norge har et særskilt internasjonalt ansvar.

Bunnsamfunn

- Virkninger for bunnsamfunn, bunndyr og bunnhabitat, herunder eventuelle forekomster av rødlistede arter og naturtyper, og utvalgte naturtyper og prioriterte arter etter naturmangfoldloven, skal vurderes.

10.3.4 NÆRINGS- OG SAMFUNNSINTERESSER

Fiskeri og havbruk

- Virkninger for fiskeriinteresser og havbruksinteresser i de ulike områdene skal vurderes. Vurderingene skal omfatte virkninger for ulike fiskeredskap og fartøygrupper. I vurderingene skal det hensyntas eventuelle ferdselsrestriksjoner i og nær et vindkraftverk.

Petroleumsinteresser

> Virkninger for petroleumsinteresser, herunder rørledninger, i de ulike områdene skal vurderes.

Skipsfart

> Virkninger for skipstrafikk og navigasjon i de ulike områdene skal vurderes.

Kulturmiljø

> Potensialet for konflikter med marine kulturminner skal beskrives.

Landskap, friluftsliv og reiseliv

> Virkninger for landskap skal vurderes for de områder dette er relevant.
> Virkninger for reiselivs- og friluftlivsinteresser skal vurderes for de områder det er relevant.

Forsvaret

> Virkninger for Forsvarets skyte- og øvingsfelt skal vurderes, herunder spesielt områdene som overlapper med Gimsøy Nord og Utsira Nord.
> Virkninger for Forsvarets radaranlegg skal vurderes.

Annen arealbruk

> Virkninger for annen arealbruk, herunder luftfart og sivile radarer, skal vurderes.

Næringsliv og sysselsetting

> Virkninger for næringsliv og sysselsetting av utbygging av havbasert vindkraft skal vurderes.

10.3.5 RISIKO FOR UHELL

> Det skal gjøres en vurdering av risiko og virkninger av uhell, forurensning osv. for de ulike områdene.
> Beredskapshensyn ved ulike hendelser (fra vindkraft eller fra andre næringer som skipsfart eller petroleumsindustri) skal vurderes.

10.3.6 Samlede virkninger

> Dersom influensområdet for enkelte fagtema overlapper for noen av de utredete områdene, skal det gjøres en vurdering av om etablering av vindkraft i overlappende influensområder kan gi økte virkninger samlet sett.
> Samlet virkning av inngrepet og eventuelle andre inngrep / belastning på naturmiljøet i området skal vurderes, jf. naturmangfoldloven §10. Det skal vurderes i hvilken grad påvirkning vil få betydning for økologiske interaksjoner.

10.3.7 VIRKNINGER FOR ANDRE LAND

> Det skal vurderes om etablering av vindkraft til havs vil medføre vesentlige miljøvirkninger for andre land.

11 FOU-VIRKSOMHET

I dette kapitlet presenteres noen norske og internasjonale forskningsprosjekter innen offshore vindkraft.

11.1 FORSKNINGSSENTRE FOR MILJØVENNLIG ENERGI (FME)

I januar 2009 tildelte Norges forskningsråd åtte forskningskonsortium tittelen Forskningssenter for miljøvennlig energi (FME) [33]. FME-ene ble opprettet som en direkte oppfølging av Klimaforliket mellom regjeringspartiene og opposisjonen i januar 2008, samt Energi21-strategien som ble overlevert i februar 2008. Målet med ordningen er å løse utpekte utfordringer på energiområdet. Sentrene består av forskere, forskningsinstitusjoner, organisasjoner, industri og næringsliv. FME-ene kan altså ikke ses på som en geografisk enhet, men kompetanseenheter innen de ulike temaene.

Sentrene får mellom 10 og 20 millioner hvert år i fem år, med mulighet for forlengelse i ytterligere tre år.

11.1.1 NORWEGIAN RESEARCH CENTRE FOR OFFSHORE WIND TECHNOLOGY (NOWITECH) [34]

Senteret skal kombinere kunnskap om vindkraft med offshoreerfaring for å styrke utviklingen av vindkraftverk til havs. Målet er å utvikle ny kunnskap, metoder og teknologi som basis for industriell utvikling av offshore vindkraftverk. Senteret vil ta i bruk innendørs laboratorier som Marintek i Trondheim og fullskala feltforsøk som HyWind utenfor Karmøy.

Forskningen er fordelt på seks arbeidspakker.

1. Utvikling av integrerte numeriske designverktøy for nye konsepter for offshorevindenergi. Med verktøyene skal en kunne gjøre presise simuleringer av hvordan vindturbiner vil oppføre seg i et marint miljø, der det både tas hensyn til bølger, strøm og vind.
2. Nye energiomformingssystemer for offshore vindturbiner. Her fokuseres det på å utvikle rotorblader og generatorer med lavere vekt, som samtidig er mer robuste enn dagens løsninger
3. Identifisere og analysere nye fundamenter (bunnfaste og flytende) for offshore vindturbiner.
4. Analyse av nettilknytning og systemintegrasjon av store vindkraftverk til havs. Målet er å utvikle tekniske og markedsbaserte løsninger for kostnadseffektive nettilknytninger og systemintegrasjonsløsninger.
5. Utvikle kostnadseffektive strategier og teknologier for drift og vedlikehold.
6. Analyse av nye konsepter for offshore vindturbiner ved hjelp av numeriske verktøy og fysiske eksperimenter og utvikle kontrollsystemer og kombinere resultater fra arbeidspakke 2 og 3.

Senteret vil utdanne doktorgradsstipendiater og forskere som skal jobbe sammen med industrien for å utvikle teknologien.

Forskningen ved senteret har som mål å bringe teknologien for flytende vindturbiner nærmere en kommersiell fase.

11.1.2 THE NORWEGIAN CENTRE FOR OFFSHORE WIND ENERGY (NORCOWE) [35]

NORCOWE er et tverrfaglig kompetanse- og ressurssenter hvor industriaktører og forskningsmiljøer samarbeider om å utvikle grunnlaget for nye, innovative, miljøvennlige og kostnads effektive løsninger for offshore vindkraft. Senterets virksomhet vil legge vekt på teknologiske og miljømessige utfordringer innen følgende fem hovedområder:

- Vind- og havmodellering
- Teknologi og nye konsepter, herunder komponent og systemutvikling
- Lokalisering og marine operasjoner
- Optimalisering av vindkraftverk
- Sikkerhet og miljø

NORCOWE og NOWITECH har delvis overlappende forskningsfelt, og samarbeider derfor tett. Etter å ha gått sammen om en søknad til Norges Forskningsråd (NFR) om støtte til å bygge et testanlegg for flytende havbasert vindkraft, mottok de våren 2010 støtte fra NFR. CEDREN vil også etter hvert få en rolle i anlegget.

Planene for anlegget består av tre hoveddeler, hvor hvert av FME-sentrene har hovedansvar for sin del [36]. Del én består av en flytende vindturbin på 60 meter, hvor ca 30 meter er over og 30 under vann. Turbinen har effekt på 225 kW og skal driftes av NOWITECH. Til denne delen av konseptet har Forskningsrådet bevilget 45 millioner kr. I tillegg har ytterligere 21 millioner kr blitt bevilget til et offshore vindobservatorium med NORCOWE som hovedansvarlig. Det arbeides fortsatt med å finansiere en offshore fugleradar som CEDREN skal ha ansvaret for.

11.1.3 CENTRE FOR ENVIRONMENTAL DESIGN OF RENEWABLE ENERGY (CEDREN)

CEDREN er ikke direkte tilknyttet havbasert vindkraft, men en av hovedproblemstillingene som ses på er å finne ut hvordan dagens vannkraftsystem kan bygges om og tilpasses en ny

driftsituasjon med store mengder ikkeregulerbar vindkraft på land og offshore. Ombyggingen må skje uten uakseptable miljøbelastninger.

Målet med senteret er å bidra til å utvikle og formidle gode designløsninger for fornybar energiproduksjon, der en tar hensyn til miljømessige og sosiale utfordringer både i lokal og global skala. Senteret vil ta utgangspunkt i metodikk for miljøkonsekvensanalyser som er utviklet og tatt i bruk for vannkraft. Disse metodene skal videreutvikles og overføres til andre former for fornybar energiproduksjon, i første rekke vindkraft på land og kraftlinjer, senere også for offshore vind, bioenergi og solenergi.

11.2 ROLE OF THE NORTH SEA POWER TRANSMISSION IN REALIZING THE 2020 RENEWABLE ENERGY TARGETS

Prosjektet har som mål å beskrive og analysere mulige scenario av utviklingen i Nordsjøen med hensyn til utbygging av offshore vindkraft og utvekslingskabler som ledd i å nå EUs fornybarmål. Det skal tas utgangspunkt i et scenario med kun direkte tilknytninger mellom land og radielle forbindelser mellom vindkraftverk og land. Videre skal det lages scenarioer hvor vindkraft til havs og olje-/gassinstallasjoner knyttes direkte til utvekslingskabler mellom Norge og kontinentet ved hjelp av såkalte T-avgreininger. Disse scenarioene vil bli analysert med hensyn til:

- Samfunnsøkonomiske kostnader og nyttevirkninger av offshore nett
- Innvirkninger på drift av kraftsystemet og kraftmarkedet
- Politiske, regulatoriske og institusjonelle utfordringer ved å investere i T-avgreininger og maskede offshore nettstrukturer.

Prosjektet ønsker gjennom dette å bidra til å løse prinsipielle utfordringer knyttet til kraftoverføring, kraftmarked og regulatoriske forhold ved en trinnvis utvikling av et offshore nett i Nordsjøen.

11.3 INTERNASJONALT

11.3.1 WINDSPEED [37]

Windspeed er et prosjekt som er finansiert av EUs «Intelligent Energy for Europe» program. Oppdragsgiverne er Directorate-General for Energy (DG EN) og Executive Agency for Competitiveness and Innovation (EACI). Windspeed består av ni partnere med Energy Research Centre of the Netherlands (ECN) som koordinator. Sintef Energiforskning AS er Norges representant i gruppen. Prosjektets varighet er fra september 2008 til februar 2011.

Målsetningene med Windspeed er å bidra til en bedre beslutningsprosess i tilknytning til utviklingen av havbasert vindkraft, økt grad av koordinering og samarbeid mellom landene og til å redusere konfliktnivået mellom ulike sektorinteresser.

Prosjektet skal utarbeide et veikart for utvikling av havbasert vindkraft i sørlige og sentrale deler av Nordsjøen fram til 2030, og berører landene Belgia, Danmark, Tyskland, Nederland, Storbritannia og Norge. Veikartet skal inkludere et ambisiøst, men realistisk mål, i tillegg til anbefalinger (politikk og virkemidler) om hvordan målet kan nås.

I tillegg til ovennevnte skal Windspeed:

- Utvikle et GIS-basert multikriteria beslutningsstøttesystem.
- Gi en oversikt over:
  a. Eksisterende og fremtidige aktiviteter i Nordsjøen.
  b. Produksjonspotensial og kostnader knyttet til konkrete lokaliteter.
  c. Nettkapasitet og tilknytningspunkter.
- Identifisere interaksjoner mellom vindkraft og andre aktiviteter i Nordsjøen, og utarbeide en metode for å kvantifisere disse interaksjonene.

I GIS-modellen er det lagt til grunn følgende prinsipp for andre arealbruks- og miljøinteresser:

- Ekskluderende interesser, for eksempel eksisterende olje- og gassplattformer, kabler og skipsruter.
- Egnethetsindeks sett i forhold til vindkraft
- Økonomisk indeks for enkelte interesser

Basert på en rekke kriterier knyttet til vindkraft og andre arealbruks- og miljøinteresser, kategoriseres områdene som ja-områder, kanskje-områder og nei-områder. Beslutningsstøttesystemet vil være et fleksibelt verktøy hvor brukerne selv kan definere de ulike kriteriene, og hvilken betydning de skal ha i de ulike landene.

Det fremgår av Windspeed-arbeidet at det ikke er noen tekniske begrensninger knyttet til utviklingen av havbasert vindkraft i den sentrale og sørlige delen av Nordsjøen.

Windspeed utarbeides i tillegg til nasjonale planer for hvilke områder til havs som anses som egnede for etablering av vindkraftverk. Windspeed vil ikke erstatte de nasjonale planene, men kan vise mulighetene dersom det er ønskelig å etablere mer vindkraftverk enn det legges opp til av hvert enkelt land. I Windspeed fokuseres det på nytten av en koordinert og transnasjonal utvikling av havbasert vindkraft, i motsetning til den nåværende nasjonale orienteringen.

11.3.2 TRADEWIND

TradeWind var et prosjekt som ble finansiert av EU-programmet «Intelligent Energy-Europe». Det ble gjennomført i perioden fra november 2006 til februar 2009, og avsluttet med utgivelse av rapporten *«Integrating Wind – Developing Europe's power market for the large-scale integration of wind power»* [38]. Prosjektet ble ledet av European Wind Energy Association (EWEA), og besto av europeiske spesialister innen områdene vindkraft, kraftsystem og markedsanalyse. Sintef Energiforskning AS var Norges representant i prosjektet.

Formålet med TradeWind var å synliggjøre barrierer for storskala integrasjon av vindkraft i det europeiske markedet, og komme med anbefalinger for utvikling av markedsmekanismer og støttemekanismer for integrering av ny vindkraft.

Det fremgår av prosjektet at integrasjon av store mengder vindkraft vil medføre behov for betydelige investeringer i overføringsnettet. Investeringer i nye nettanlegg tar normalt lang tid, blant annet som følge av motstand mot etablering av slike anlegg. Manglende økonomiske insentiver, manglende samordning mellom land og lang planleggings- og byggetid er andre sider som er utfordrende i denne sammenheng.

I regi av EU pågår det en rekke prosesser med det formål å legge til rette for nettforsterkninger. I denne sammenheng nevnes «Third Liberalisation Package», «Trans-European energy networks (TEN-E)», «Commission Green Paper on European Energy Networks» og «Blueprint for a North Sea offshore grid and the Priority Interconnection Plan». TradeWind er det første studiet som har vurdert overføring av storskala vindraft og utforming av markedet på et europeisk nivå, og kan bidra med anbefalinger basert på tekniske og økonomiske analyser.

I forbindelse med TradeWind er det også utviklet forbedrete metoder og verktøy for å kunne vurdere virkningene av vindkraft i det europeiske kraftsystemet. Dette inkluderer tilsvarende modeller for å tallfeste den effekten vindkraft vil ha på kraftflyten mellom landene.

I analysene er det lagt til grunn ulike scenarioer av vindkraftutbygging (lav, middels og høy) i 2010, 2015, 2020 og 2030. Hvordan vindkraft påvirker utveksling av kraft og flaskehalser mellom landene, har blitt undersøkt ved hjelp av en forenklet markedsmodell. Simuleringene viser at det vil oppstå flere flaskehalssituasjoner. Dette er uavhengig av scenarioene, men endres betydelig for de ulike tidspunktene/årene. I analysene er det også sett på ulike scenarioer for oppgradering av kraftnettet i Europa.

TradeWind har med bakgrunn i teknisk-økonomiske analyser kommet med anbefalinger som kan benyttes som underlag for strategiske beslutninger knyttet til utvikling av kraftsystemet, nødvendig infrastruktur og kraftmarkedet. I tillegg til disse anbefalingene, fremgår følgende resultater av prosjektet:

- Virkninger for kraftflyten innad og mellom landene av å øke vindkraftproduksjonen både på land og til havs i 2010, 2015, 2020 og 2030.
- Indikasjoner på behovet for oppgraderinger av kraftnettet på land og til havs for å møte den økende andelen vindkraft i ovennevnte år. Vurderingene er basert på en økning i kapasiteten i utvalgte overføringskorridorer, og utredning av ulike nettscenarioer.
- Kartlegging av regler og restriksjoner i kraftmarkedet, inkludert analyser av økonomiske konsekvenser av endringer i markedsklareringstidspunktet, og økonomiske konsekvenser av utilstrekkelig utvekslingskapasitet mellom landene.
- Forslag til løsninger for å tilrettelegge for maksimal utveksling av vindkraft via det europeiske markedet.

11.3.3 OFFSHOREGRID

OffshoreGrid er et forskningsprosjekt finansiert under EU-programmet «Intelligent Energy-Europe» som ser på tekniske, økonomiske og regulatoriske aspekter ved offshore nett i Nord-Europa. Prosjektet startet opp i mai 2009, og skal etter planen avsluttes i november 2011. Sommeren 2010 ble de første resultatene fra prosjektet publisert i en interimrapport [39]. I rapporten er tre hovedtemaer diskutert basert på teknisk- økonomiske analyser.

- Lønnsomhet og mulighet for å samle flere offshore vindkraftverktilknytninger til et punkt/node offshore med en felles kabel til land (hub-løsning) sammenlignet med å knytte hver enkelt vindkraftverk til land med radielle forbindelser.
- Lønnsomhet i å knytte offshore vindkraftverk til planlagte utvekslingskabler mellom land.
- Etablere begynnelsen på et masket offshore nett ved å integrere «hubber» med vindkraftverk til utvekslingskabler.

Som grunnlag for analysene er det forutsatt at den totale installerte kapasiteten av offshore vindkraft i Nord-Europa utgjør 43 GW i 2020 og 126 GW i 2030. Til sammenligning er den installerte kapasiteten i dag på ca 2 GW. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 12.3.

De første resultatene viser at radielle forbindelser mellom enkeltvindkraftverk og land er billigere enn en hub-løsning

hvis vindkraftverken er mindre enn 50 km fra tilknytningspunktet på land. Med større avstander fra land vil en hub-løsning som oftest være lønnsom hvis installert vindkraftkapasitet innenfor en radius på opptil 40 km fra valgt nodepunkt ikke overstiger høyeste mulige overføringskapasitet for høyspent likestrømsteknologi ved tidspunktet for kontraktinngåelser. De økonomiske analysene viser at de totale investeringskostnadene i offshore nett innen 2030 kan reduseres fra 90 milliarder euro til 75 milliarder euro hvis «hub-løsninger» blir brukt der de anses som billigste løsning.

Lønnsomheten i å knytte et offshore vindkraftverk til en utvekslingskabel avhenger av hvor store besparelser en får i investeringer i infrastruktur kontra de økonomiske tapene knyttet til begrenset utvekslingskapasitet som en slik kobling vil bety. Som konkrete eksempler er det sett på forbindelser mellom Norge og Storbritannia med tilknytning av vindkraftverket Dogger Bank A (1000 MW) og forbindelse mellom Tyskland og Norge med tilknytting av de tyske vindkraftverkene Sandbank 24 og Dan Tysk (800 MW). Rapporten konkluderer med at den installerte effekten til vindkraften som kobles til en utvekslingskabel ikke bør overstige 50 prosent av overføringskapasiteten til utvekslingskabelen for at en slik tilknytning skal være lønnsom. I analysen er det lagt til grunn at vindkraftverkene knyttes til utvekslingskablene med enkle undervanns T-avgreininger, noe som vil være mulig både hvis utvekslingskabelen bygges med klassisk likestrømsteknologi og HVDC VSC- teknologi. Ulempen med en slik løsning vil være at en ikke har muligheten for å isolere eventuelle feil på forbindelsen. Ved å velge en dyrere løsning med brytere vil en ved en feil på kabelen mellom land A og vindkraftverket fortsatt kunne drifte kabelseksjonen mellom vindkraftverket og land B mens feilen utbedres. En slik løsning, som sannsynligvis vil være å foretrekke blant systemoperatørene, forutsetter at det brukes HVDC VSC på utvekslingskabelen.

For flere resultater og betraktninger rundt utviklingen av et offshore kraftnett vises det til OffshoreGrids hjemmeside hvor en også finner interimrapporten [40].

12 ERFARINGER FRA ANDRE LAND

12.1 MYNDIGHETSPROSESSER

I det følgende presenteres myndighetsprosesser for havbasert vindkraft i Norges naboland rundt Nordsjøen. Både Danmark, Sverige, Storbritannia, Tyskland og Nederland har en strategi for utbygging av vindkraft og tillatelsesprosesser som er utviklet eller blir utviklet i tråd med de ulike landenes satsing på havbasert vindkraft. Alle landene har erfaring med landbasert vindkraft og har erfart at utvikling av havbasert vindkraft krever andre offentlige prosesser enn de som er aktuelle på land.

12.1.1 DANMARK [41]

Folketinget i Danmark har ved flere behandlinger gjort vedtak og avtaler om at det skal satses på og bygges ut havbasert vindkraft i Danmark. Demonstrasjonsanleggene Horns Rev 1 og Nysted ble som en følge av dette etablert i 2002 og 2003 som de største havbaserte vindkraftverkene i verden på det tidspunkt.

I Danmark er det staten som har råderett over arealer til havs, og det er også staten som styrer tillatelsesprosessene for havbasert vindkraft. Det er i prinsippet to måter å få tillatelse på, enten ved «åpen dør», altså at en utbygger fremmer en søknad til myndighetene, eller gjennom en anbudsprosess. Det er gjennom anbudsprosessen at de store vindkraftverkene vil bli bygget. I april 2007 la et utvalg frem rapporten «Fremtidens havmølleplasseringer – 2025»[7]. Utvalget har funnet arealer for ca 4600 MW, og i 2008 ble regjeringens «Havmøllehandlingsplan 2008» med prosjekter i prioritert rekkefølge lagt frem. Det er områder som inngår i regjeringens handlingsplan som blir lagt ut på anbud og eventuelt blir bygget ut. Det er et klart ønske om et effektiv prosess og det er derfor lagt opp til en såkalt one-stop-shop der alle nødvendige tillatelser innhentes fra en myndighet, Energistyrelsen.

Det er som nevnt myndighetenes screening som ligger til grunn for de områder som legges ut på anbud. Aktuelle bydere har gjennomgått en prekvalifisering i regi av Energistyrelsen før anbud kan gis. Basert på erfaringene fra anbudsprosessene med prosjektene Horns Rev II og Nysted II, er det fra og med 2009 gjort en endring i prosedyrene som innebærer at Energinet.dk (det danske sentralnettselskapet) gjennomfører geotekniske undersøkelser og har ansvar for å gjennomføre konsekvensutredning. Nye prosjekter (p.t. Læsø på 400 MW) legges ut på anbud parallelt med utarbeidelse av en konsekvensutredning. Anbudskonkurransen avsluttes når høring av konsekvensutredningen har vært på anbud er gjennomført. Den som vinner anbudet må betale konsekvensutredningen i etterkant.

En årsak til at man har valgt å la Energinet.dk stå for arbeidet med geotekniske undersøkelser og konsekvensutredning, er at man har erkjent at nettselskapet i større grad må involveres i arbeidet med å nå de politiske målene. Det er behov for omfattende nettforsterkninger for å bygge ut mye havbasert vindkraft og Energinet.dk har en helt sentral rolle i det arbeidet. Videre håper man å få en raskere utbygging ved å sette i gang undersøkelser og utredninger før utbygger er valgt.

Når utbyder er valgt må denne oppdatere konsekvensutredningen dersom det er nødvendig, og innhente tillatelse til etablering og produksjonstillatelse fra Energistyrelsen. Det er i tillatelsen til etablering at det stilles vilkår til anlegget når det gjelder for eksempel hensyn til miljø, fiske og kulturminner. Det kan også stilles krav om at det skal gjennomføres et miljøovervåkingsprogram.

12.1.2 SVERIGE [42]

I Sverige er det fritt frem å søke om å bygge vindkraft i alle havområder, men i 2008 prioriterte myndighetene enkelte områder gjennom det som kalles *Områden av riksinteresse för vindbruk*. Det er imidlertid ingen statlig arealplanlegging i den eksklusive økonomiske sonen, slik det for eksempel er i Tyskland og Nederland.

Det må innhentes en rekke tillatelser både fra nasjonale og lokale myndigheter før et havbasert vindkraftverk kan bygges. Dette gjelder tillatelse til å utnyttelse av sjøbunnen, miljøtillatelse, byggetillatelse og tillatelse til nettilknytning. Fra 2009 er prosessen forenklet ved at byggetillatelse kan innlemmes i miljøtillatelsen fra Miljødomstolen.

Dersom et anlegg bygges innenfor 12 nautiske mil er det lokale myndigheter som gir byggetillatelse, mens det lenger ute er Industridepartementet som gir tillatelsen.

Erfaringene fra Sverige er at det synes å være behov for å forenkle tillatelsesprosessen.

12.1.3 STORBRITANNIA [44]

Storbritannia har store ambisjoner med et mål om totalt 33 GW havbasert vindkraft innen 2020, basert på tre runder med tildeling av arealer. Dette medfører behov for å bygge store anlegg relativt raskt. Dette igjen impliserer at det er behov for en effektiv tillatelsesprosess.

Det er to sentrale instanser som har hver sin hovedrolle ved tildeling av områder og tillatelser for havbasert vindkraft.

1. The Crown Estate er grunneier av store deler av sjøområdene og står for utpeking av områder, utlysning og tildeling
2. Energidepartementet (DECC) gjennomfører strategisk konsekvensutredning for foreløpig plan for satsing på havbasert vindenergi. Den strategiske konsekvensutredningen gir innspill til lokalisering. DECC har også ansvar for støtteordning gjennom sertifikatmarkedet.

Det er fra 2001 til 2010 gjennomført 3 runder med tildeling av tillatelser/områder for havbasert vindkraft. Første runde med tildelinger i 2001 betraktes som en pilotrunde der hensikten var å vinne erfaringer, både teknisk, økonomisk og miljømessig. De 13 lokalitetene som ble tildelt var i utgangspunktet valgt ut av utbyggere. I 2003 ble ytterligere 15 områder valgt ut fordelt på tre store områder. Det ble samtidig gjennomført en strategisk konsekvensutredning (SEA) i regi av energidepartementet (Departement of Energy and Climate Change, DECC). Denne har gitt innspill og føringer for lokalisering av ny vindkraft. Erfaringene fra runde 1 og 2 har videre gitt innspill til justeringer for gjennomføring av runde 3 for tildeling av områder for havbasert vindkraft i Storbrittannia. Tildelingene for runde 3 i ble gjort i januar 2010.

De to prosessene, utlysing/tildeling og strategisk konsekvensutredning, går mer eller mindre parallelt i tid og krever samordning. Det er The Crown Estate som velger ut sonene som skal lyses ut. Disse blir justert som følge av innspill fra den strategiske konsekvensutredningen i regi av DECC.

I runde 3 endte man tilslutt opp med ni soner av varierende størrelse. Det ble valgt en tilbyder for hver av sonene. Hver tilbyder/konstortium fikk en eksklusiv rett og forpliktelse til å utrede vindkraftanlegg innefor sonene. Planleggingsfasen er et samarbeid mellom de ulike tilbyderne og The Crown Estate. Først når planleggingsfasen er gjennomført vil det bli tatt en beslutning om utbygging. Statkraft og Statoil er inne som deltakere i konsortiet Forewind som har fått rett til å planlegge i det største området, Dogger Bank. Her planlegges det en beslutning om eventuell utbygging i slutten av 2014.

12.1.4 TYSKLAND [43]

Tyskland satte i 2002 et mål om 20-25 GW offshore vindkraft innen 2030. For å klare dette er loven om fornybar energi revidert flere ganger de siste ti år for å gjøre det lettere å bygge ut fornybar energi. Det er blant annet lovfestet at nettoperatører har tilknytningsplikt og plikt til å gjøre nødvendige nettforsterkninger med mindre dette er økonomisk urimelig. Kostnader i forbindelse med utbygginger og nettforsterkninger skal dekkes av nettoperatør.

Basert på myndighetenes strategi for utbygging av vindkraft til havs er det planlagt, søkt om og gitt tillatelse til en rekke havbaserte vindkraftverk. De vindkraftverkene som er realisert regnes som demonstrasjonsanlegg. I 2010 og 2011 vil tre større vindkraftverk settes i drift.

Det ble i 2009 utarbeidet nasjonale arealplaner for tysk sektor av Nordsjøen og Østersjøen. Disse dokumentene fastlegger kriterier for valg av arealer for havbasert vindkraft og peker ut områder for vindkraftetablering og annen arealbruk. I forbindelse med planarbeidet er det utarbeidet en strategisk konsekvensutredning. I de arealene som er pekt ut for vindkraft skal vindkraft ha prioritet. I andre områder må vindkraft avveies mot andre arealbruksinteresser. Regjeringens arealplaner gjelder utenfor territorialgrensen. Innenfor territorialgrensen er det de lokale delstatene som avgjør om det skal legges ut områder for vindkraft.

I arbeidet med arealplanene ble vindkraftverk som allerede hadde fått tillatelse eller der tillatelsesprosessen var i en avsluttende fase unntatt fra bestemmelsene i arealplanen.

Det er Bundesamt für Seeschiffahrt und Hydrographie (BSH) som gir tillatelse til bygging av vindkraft og kabler i den økonomiske sonen. BSH har en koordinerende funksjon overfor relevante myndigheter i forbindelse med høring og behandling av søknad. Anlegg med mer enn 20 vindturbiner krever en konsekvensutredning i henhold til lov om konsekvensutredninger. En konsesjon gis med en varighet på 25 år med krav til byggestart innen 2,5 år. Innenfor territorialgrensen er det de lokale delstatene som behandler søknader og gir tillatelser.

12.1.5 NEDERLAND [43]

I Nederland er det satt et mål om 6 TWh havbasert vindkraft innen 2020. Det antas at dette vil dekke et areal på ca 1000 km^2 med 1200 turbiner på 5 MW. Det er arealknapphet på land som gjør at havbasert vindkraft er en viktig del av myndighetenes satsing for å øke andelen fornybar energi og sikre energiforsyningen i landet.

Satsingen på habasert vindkraft er forankret i regjeringens nasjonale vannplan for perioden 2009-2015. Planen

definerer mål og gir føringer for forvaltning av vannressursene og vannarealer. Vannplanen fastslår at havbasert vindkraft er et av seks nasjonalt prioriterte økonomiske interesser i Nederlands sektor av Nordsjøen. Det er gjennom planen avsatt arealer for de ulike prioriterte interessene, herunder vindkraft. I forbindelse med planarbeidet ble det utarbeidet en strategisk konsekvensutredning.

Myndighetene legger vekt på kostnadseffektiv utbygging, noe som innebærer at vindkraftverk lokaliseres nær kysten og nær tilknytningspunkt i nettet. Vannplanen antyder også et minimumsareal på ca 80 km^2 med plass til 400-500 MW. Den nasjonale vannplanen sier videre at vindkraftverk som hovedregel skal lokaliseres mer enn 12 nautiske mil utenfor kysten. Det er vurdert fire større områder som er aktuelle for vindkraft. To av disse områdene er avsatt for vindkraftformål i vannplanen, mens det for de to andre områdene kreves ytterligere utredninger.

Inntil vannplanen ble utarbeidet kunne man i prinsippet søke om tillatelse i hele den økonomiske sonen, med noen unntak. Det som regnes som runde 1 er to vindkraftverk som ble bygget i 2007 og 2008. I runde 2, frem til 2008, ble det gitt tillatelser til ytterligere 12 vindkraftverk. I denne perioden ble ca 80 prosjekter lansert og utredet. Gjennom vannplanen ønsker myndighetene bedre kontroll og styring med omfang og lokalisering. De områdene som er valgt gjennom vannplanen vil legges ut på anbud. Det arbeides med en ny lovgivning som vil gi en mer integrert konsesjons- og støtteprosess. Det tas sikte på oppstart av runde 3 i 2012.

En gruppe innenfor *Directoraat-generaal Water* er ansvarlig myndighet for søknader om offshore vindkraftverk og tilknytningen til nett på land. Det er regionale myndigheter som håndterer nettanlegg på land. *Commissie voor de milieueffectrapportage* er en sakkyndig gruppe som har ansvar for vurdering av konsekvensutredninger.

Konsesjoner gis med en varighet på 20 år, og med krav om byggestart innen 3 år.

12.2 STØTTEORDNINGER

I Europa er det i dag flere ulike nasjonale støttesystemer for havbasert vindkraft. Her presenteres støtteordningene i de landene som per i dag har bygd ut mest havbasert vindkraft. Dette er også land det kan være aktuelt at et vindkraftverk i norsk sektor knyttes til, enten via en utvekslingskabel eller en dedikert kabel.

I forskningsprosjektet OffshoreGrid (se kapittel 11.3.3) er støtteordningene for havbasert vindkraft i Europa kartlagt, og man har blant annet prøvd å finne ut om dagens regelverk åpner for at et vindkraftverk bygd i et lands territorium kan motta støtte av et annet land gitt at kraftverket knyttes elektrisk til dette landet [9]. Konklusjonen er at dagens lovverk i de ulike land generelt ikke behandler eksplisitt relevante spørsmål knyttet til en slik løsning, og at det derfor må juridiske avklaringer og presisering av lovverket til hvis et slikt internasjonalt vindkraftverk skal bli aktuelt.

12.2.1 STORBRITANNIA

I Storbritannia er det et sertifikatsystem for fornybar elektrisitet som administreres av den britiske regulatoren, Ofgem. Systemet er utformet slik at produsenter av fornybar energi mottar Renewable Obligations Certificates (ROC) for hver produserte MWh. Inntil mars 2009 representerte en ROC en MWh produsert fornybar elektrisitet. Fra og med april 2009 er det innført en differensiering på produksjonsteknologi i bestemmelsen av hvor mange ROC man får per MWh produsert fornybar elektrisitet [46]. Offshore vindkraftanlegg som sto ferdige i 2009 får 2 ROC/MWh over hele levetiden. Prosjekter som ferdigstilles i 2010 vil motta 1,75 ROC/MWh, mens prosjekter som ferdigstilles etter dette vil motta 1,5 ROC/MWh. Disse sertifikatene kan selges til tilbydere av elektrisitet.

Ordningen stiller krav til at tilbydere av elektrisitet i Storbritannia må ha en økende andel av fornybar kraft i porteføljen. Andelen fornybar energi som kreves startet i 2002-2003 på 3 prosent av tilbudt elektrisitet for England, Wales og Skottland. Kravet i 2009-2010 er at tilbyderne skal fremvise 9,7 ROC per 100 MWh elektrisitet de selger, og i 2010-2011 øker det til 11,1 ROC per 100 MWh solgt. For Nord-Irland startet kravet på 2,5 prosent av tilbudt elektrisitet i 2005-2006. For 2009-2010 har dette økt til 3,5 ROC per 100 MWh og i 2010-2011 er kravet 4,27 ROC per 100 MWh.

For å tilfredsstille kravene kan tilbyderne av elektrisitet enten framvise nok sertifikater eller betale en bot (buy-out payment) for den andelen de ikke har sertifikater. Størrelsen for boten settes hvert år av Ofgem og er i 2010-2011 på £37,19 per MWh. Markedsprisen for sertifikatene varierer i 2010 mellom £45-£50 [47]. For offshore vindprosjekter som settes i drift i 2010 vil dette tilsvare en støtte på ca 78-87 øre/kWh.

I tillegg til sertifikatsystemet er fornybar elektrisitet unntatt visse skatter og tilgodeses med investeringsstøtte.

12.2.2 NEDERLAND

Dette avsnittet er basert på en rapport fra ASK om offshore vindkraft i Nederland og Tyskland [45].

Den økonomiske støtteordningen Stimuleringsregeling duurzame energieproductie (SDE - plan for insentiver til bærekraftig energiproduksjon) ble satt i verk i 2003 med et budsjett på 1,370 mill Euro for perioden 2008-2015. Midlene var øremerket som støttemidler til nye fornybare energikilder, energieffektivisering og til energieffektiv produktutvikling. Fra 1. november 2009 ble det etablert en ny støtteordning for selskaper med konsesjon for havbaserte vindkraftverk. Denne administreres av NL Agency, som er en avdeling av Ministerie van Economische Zaken (EZ). Utbyggere som har fått konsesjon til bygging av havbaserte vindkraftverk søker om«feed-in tariff» (innmatingstariff) for vindkraftverket. Etter en evaluering av prosjektsøknaden blir støtte tildelt eller søknaden blir avslått.

Etter sluttbehandling av konsesjonssøknader i runde 2 ble det i 2009 gitt konsesjon til totalt 12 offshore vindkraftverk med planlagt totalt installert effekt på 3200 MW. Disse fikk mulighet til å søke om økonomisk støtte gjennom SDE-ordningen. Til sammen var det avsatt støttemidler som skulle tilsvare 950 MW installert effekt. Det betyr at kun en tredjedel av kapasiteten kunne motta støtte. 1. juli 2010 underskrev det nederlandske finansdepartementet en avtale med to av søkerne, ZeeEnergie C.V og Buitengaats C.V, hvor utbyggerne forplikter seg å starte byggingen av to vindkraftverk innen august 2013 med en installert kapasitet på 600 MW [48]. For dette vil de motta en total støtte på til sammen 4,5 milliarder euro, som vil bli utbetalt over 15 år. I tillegg vil de bli gitt støtte til en eller flere av de andre aktørene som deltok i anbudsrunden, med et mål om å realisere ytterligere 100 MW.

Regjeringen vurderer for tiden finansiering av SDE-ordningen fram mot 2020 for å sikre måloppnåelsen om 6.000 MW offshore vindkraft innen 2020. Regjeringen ønsker å integrere den økonomiske støtteordningen i konsesjonsprosessen for å øke utbyggers sikkerhet.

12.2.3 TYSKLAND [47]

I Tyskland er støtte til fornybar energi regulert gjennom Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Støtten er gitt i form av innmatingstariffer. Gjeldene tariffer er gitt i endringsloven EEG 2009. For havbasert vindkraft er tariffene utformet slik at de prosjektene som realiseres tidligst vil få mest støtte. Prosjekter som realiseres før 2015 får en starttariff på €0,13 /kWh de 12 første årene, pluss en bonus på €0,02/kWh for de prosjekter som er i drift før 1. januar 2016 (til sammen ca. 120 øre/kWh NOK). For hvert år etter 2015 minker starttariffen med 5 %. Etter de 12 første årene gis det en tariff på €0,035/kWh. Perioden på 12 år med starttariff kan imidlertid forlenges avhengig av prosjektets avstand til land og dybde. Det gis 0,5 måneder ekstra for hver nautiske mil over 12 nautiske mil fra kystlinja, samt 1,7 måneder ekstra for hver meter over 20 meter dybde.

12.2.4 DANMARK

Danske støtteordninger for fornybar energi er regulert gjennom *Lov om fremme af vedvarende energi* [48]. Vindkraftverk til havs på statlig anbud får en fast avregningspris. Dette er en garantert pris hvor staten betaler mellomlegget over markedsprisen. Avregningsprisen fastsettes gjennom anbudsrunden. For Horns Rev II og Rødsand II er denne prisen hhv. 51,8 øre/kWh (54,9 øre/KWh NOK) og 62,9 øre/kWh (66,7 øre/KWh NOK).

Loven åpner også for at det kan bygges vindkraft til havs utenom de statlige anbudsrundene. Disse vil i så fall få samme støtte som nye vindturbiner på land. Denne er fastsatt til 25 øre/kWh (DKK) for elektrisitetsproduksjonen som tilsvarer produksjonen de første 22 000 timene med vindturbinens installerte effekt (fullasttimer).

Danmark er en del av den nordiske kraftbørsen, Nordpool. Som for andre produsenter skal antatt produksjon for de enkelte timer meldes inn til børsen. Dette gir vindkraftaktører en særlig utfordring grunnet vindens fluktuerende natur. Som andre som enten produserer for lite eller for mye i forhold til hva de har meldt skal vindkraftaktører betale for opp- eller nedregulering som feilen i innmeldingen forårsaker. På grunn av dette mottar vindkraftaktører som skal selge produksjonen på markedet et særskilt tilskudd på 2,3 øre per kWh (DKK).

12.3 INSTALLERTE PRODUKSJONSANLEGG

Den europeiske vindkraftforeningen (EWEA) samler inn data for vindkraftverk i Europa og gir hvert år ut statistikker på dette [49] [50]. I desember 2009 var det installert 76 152 MW vindkraft på land og til havs i Europa. Mye av dette er installert i landene rundt Nordsjøen (ca 50 prosent), med Tyskland som det landet som har mest utbygd kapasitet (25 777 MW).

Selv om det meste av vindkraften er installert på land, har man de siste årene sett en relativt stor utbygging til havs også. I europeiske farvann er det installert og knyttet til nettet 828 vindturbinder med en total ytelse på 2056 MW. Omtrent 30 prosent av den installerte kapasiteten ble knyttet til nettet i løpet av 2009. Mesteparten av dette er lokalisert i landene rundt Nordsjøen, og først og fremst i Storbritannia (882,8 MW), Danmark (639,15 MW) og Nederland (246,8 MW). Dette er vist i figur 12-1.

Det meste tyder på at den utviklingen man har sett for vindkraft til havs vil fortsette. Det er i dag 17 vindkraftverk under konstruksjon i europeiske farvann som til sammen utgjør mer enn 3500 MW installert kapasitet, se Figur 12-2. Av disse er det 10 parker (ca 1000 MW) som forventes å være ferdigstilt i løpet av 2010. I tillegg er det gitt konsesjoner til 52 vindkraftverk (over 16 000 MW) i europeiske farvann, se Figur 12-3.

12.4 BYGGING OG DRIFT AV HAVBASERTE VINDKRAFTVERK

Det er våren 2010 satt i drift 19 kommersielle havbaserte vindkraftverk i verden. De aller fleste av disse er i Europa, med unntak av ett prosjekt i Kina. Det er i forbindelse med direktoratgruppens arbeid innhentet erfaringsmateriale fra 16 av disse vindkraftverkene [51].

Prosjektene er utviklet mellom 1995 og 2008 og bygget ut i perioden 2000-2010. Siemens og Vestas er de dominerende turbinleverandørene og turbinene er i størrelse 2 til 5 MW. Monopæler er den dominerende fundamenteringsmetoden og brukt i 12 av prosjektene. Gravitasjonsfundament, quatropod/jacket og tripod er også benyttet. Prosjektene varierer fra 25 MW til 209 MW. Avstanden fra land varierer mellom 3 og 45 km, og vanndybden varierer mellom 0,5 og 30 meter. Seks av prosjektene har egne offshore transformatorstasjoner som transformerer strømmen opp til 132-150 kV. Investeringskostnadene varierer mellom 9,6 MNOK/MW og 32,8 MNOK/MW.

Gjennomgangen over viser at havbasert vindkraft er en ung bransje. Driftserfaringene fra større havbaserte vindkraftverk er på det meste 10 år, og for de fleste vindkraftverkene er erfaringen betydelig kortere. De installerte prosjektene varierer også betydelig i størrelse, både når det gjelder turbintype, installert effekt og avstand til land.

Selv om havbasert vindkraft er en bransje under oppbygging og driftserfaringen er begrenset, er det likevel mulig å trekke ut noen felles erfaringer knyttet til de vindkraftverkene som er i drift.

12.4.1 POLICY OG RAMMEBETINGELSER

Felles for alle prosjektene er at de er bygget med stor politisk vilje og betydelig økonomisk støtte. Støtteregimene i de landene der det har vært utbygging, primært Storbritannia og Danmark har vært tilpasset de forhold som er nødvendige for å få den utbygging som myndighetene har satt som mål. I de landene det vært utbygging har man også sett at det har vært viktig med prosjekter som kan demonstrere levedyktigheten til havbasert vindkraft. Eksempler på dette er Horns Rev, Lillgrund og Egmond an Zee. Samtidig ser man i noen land, for eksempel Nederland, at manglende arealbruksavklaringer har ført til en mengde urealistiske prosjekter.

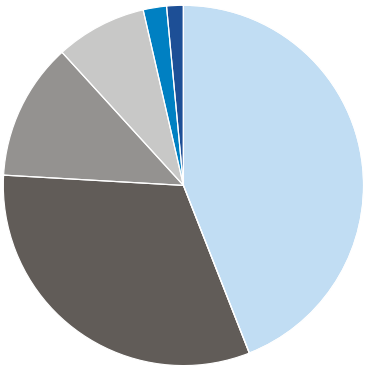
I de landene som satser stort på havbasert vindkraft, som Danmark, Storbritannia, Tyskland og Nederland, har erfaringene underveis ført til stadig sterkere statlig kontroll med arealbruk og valg av områder for vindkraft. Man har også sett behov for å sette større krav til gjennomføringsevne hos utbyggere, for å sikre nødvendig fremdrift i de prosjektene som tas under behandling og gis tillatelse. For å sikre en forutsigbar og effektiv saksbehandling har erfaringen vist at det er nødvendig med tillatelsesprosesser som involverer færrest mulig aktører og at man har et hensiktsmessig regelverk for konsekvensutredninger.

12.4.2 MILJØ, AREALBRUKSINTERESSER OG SOSIAL AKSEPTANS

Som påpekt over har man i større grad tatt i bruk arealbruksplanlegging for å sikre tilstrekkelige arealer for havbasert vindkraft samtidig som en søker å ta hensyn til andre arealinteresser. Bruk av GIS-verktøy har vist seg å være svært nyttig, som for eksempel MaRS-verktøyet som er tatt i bruk av The Crown Estate i Storbritannia.

Konsekvensutredningene som gjennomføres blir stadig mer poengterte ettersom en får erfaring. Samtidig har de fleste vindkraftverkene til havs vært i drift i så kort tid at det er begrenset hvilke miljømessige langtidsvirkninger man har klart å kartlegge. Virkninger på miljø vil også variere fra land til land og fra område til område. Det er derfor vanskelig å trekke noen generelle konklusjoner hva gjelder miljøvirkninger av havbasert vindkraft. Det synes derfor viktig å gjennomføre gode miljøoppfølgingsprogram i forbindelse med de vindkraftverk som blir bygget.

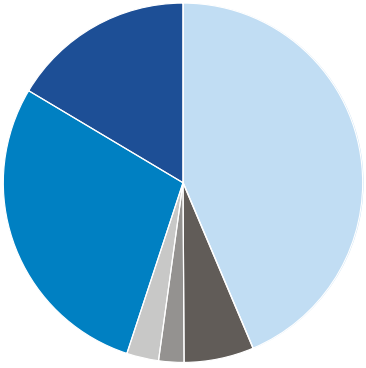
For de vindkraftverkene som er bygget er det to langstidsvirkninger knyttet til fisk som man ønsker mer kunnskap om. Det ene er effekten av at fundamenter fungerer som kunstige rev og



FIGUR 12-1

Installert kapasitet av offshore vindkraft i MW per desember 2009 for landene rundt Nordsjøen, samt Sverige (EWEA, jan 2010).

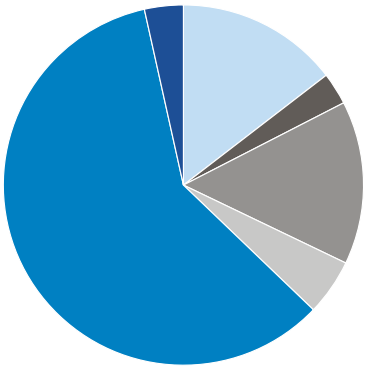
- Storbritannia; 883
- Danmark; 639
- Nederland; 247
- Sverige; 164
- Tyskland; 42
- Belgia; 30



FIGUR 12-2

Parker under konstruksjon per desember 2009 (EWEA, jan 2010).

- Storbritannia; 1592
- Danmark; 229
- Italia; 83
- Frankrike; 105
- Tyskland; 1040
- Belgia; 600



FIGUR 12-3

Gitte konsesjoner i MW per desember 2009 for landene rundt Nordsjøen samt Sverige (EWEA, jan 2010).

- Storbritannia; 2108
- Danmark; 418
- Nederland; 2123
- Sverige; 730
- Tyskland; 8589
- Belgia; 504

dermed kan tiltrekke seg mer fisk. Det andre er mulige virkninger av elektromagnetiske felt rundt kabler på fiskenes evne til å navigere. Reveffekten er dokumentert for de danske vindkraftverkene Horns Rev og Nysted, men her må det tas i betraktning at de er plassert på sandbunn i et område med i utgangspunktet lavt artsmangfold og lite biomasse. Når det gjelder mulige virkninger av elektromagnetiske felt, så har man ikke funnet noen holdepunkter for å si at dette vil påvirke fisk. Det gjøres fortsatt undersøkelser i enkelte vindkraftverk for å studere mulige effekter.

Når det gjelder virkninger på pattedyr har man der dette er undersøkt ikke funnet noen effekter i driftsfasen. Det er imidlertid særlig pæling i anleggsfasen som kan ha en forstyrrende effekt på sjøpattedyr og fisk.

Det er gjort fugleundersøkelser på vindkraftverk i flere land. Mulige virkninger kan være både forstyrrelser, kollisjoner og barriereeffekter ved trekk. Forstyrrelseseffekter har blitt registrert for noen arter, mens andre arter igjen ikke viser noen endret atferd. Det er behov for lengre tidsserier på undersøkelsene for å kunne trekke sikrere konklusjoner. Når det gjelder barriereeffekter viser de undersøkelsene som er gjort at de fleste fugl på trekk unngår et vindkraftområde ved å trekke over eller rundt. Et spørsmål som er reist i den sammenheng er om unnvikelse på trekk ved mange vindkraftverk langs en trekkrute vil ha en vesentlig betydning på trekkfugls kondisjon og dermed overlevelse.

Fiske er den arealbruksinteressen som kanskje blir mest påvirket av et havbasert vindkraftverk. Erfaringene fra de vindkraftverkene som er bygget er forskjellige, men felles er at god kontakt med fiskeinteressene før, under og etter bygging er vesentlig for å kunne gjennomføre et prosjekt med minst mulig ulempe for fiskeriinteressene. I noen vindkraftverk er det lov å fiske med redskap som ikke er til fare for kabler og utstyr, mens det i andre vindkraftverk er totalforbud mot fiske. I flere prosjekter er det inngått egne kompensasjonsavtaler, som enten er lovregulert eller rene privatrettslige avtaler.

Flere at de planlagte vindkraftverkene har blitt forsinket på grunn av folkelig motstand. Motstanden er i mange tilfeller knyttet til visuelle virkninger. Det er derfor en klar trend til at havbasert vindkraftverk som planlegges i dag trekkes lenger fra kysten. Både i Danmark, Storbritannia, Nederland og Tyskland planlegges de fleste anleggene mer enn 20 km fra kysten. Samtidig rapporteres det for noen etablerte vindkraftverk at andelen som støtter prosjektet øker etter at anlegget er bygget. I flere prosjekter er det opplegg rundt besøkssentre, guidete turer, og deltakelse i lokalsamfunn for å øke kunnskap og interesse for vindkraft til havs.

12.4.3 TEKNOLOGISK UTVIKLING

Siden havbasert vindkraft er en industri med omlag 10 års erfaring, vil man måtte forvente ulike tekniske utfordringer. Dette er både knyttet til valg av teknisk løsning, herunder turbintyper, og det faktum at de prosjektene som planlegges i dag er lenger fra kysten og dermed mer utsatt for vær og klima. Havdybden for de prosjektene som er bygget er i gjennomsnitt 11 meter, mens den for de prosjektene som er under bygging i dag er 22 meter. For de prosjektene som blant annet planlegges i Runde 3 i Storbritannia vil havdybden og avstand til land øke betydelig.

De fleste turbinene er i dag levert av Vestas og Siemens. Disse har en installert effekt på mellom 2 og 3,6 MW. Noen få turbiner er levert av Areva Multibrid og REpower og er på 5 MW. Begrenset tilgang på aktuelle leverandører har bidratt til å øke kostnadsnivået. Det forventes at turbinstørrelsen vil øke, ikke minst fordi dette vil gi lavere fundamentkostnad per installert MW.

En stor utfordring er tilgang på installasjonsfartøy. Det er behov for en omfattende økning i installasjonskapasitet og endring av installasjonsmetoder for å få ned kostnadene og kunne håndtere de planlagte utbyggingene de kommende ti år. Det er behov for metoder som kan operere i større værvindu enn dagens metoder. Det finnes i dag ingen enhetlig industristandard for installasjonsmetoder, noe som kjennetegner en ung industri i utvikling. I de fleste gjennomførte utbyggingene er det gjort tilpasninger basert på erfaringer fra tidligere prosjekter. Dette er tilpasninger knyttet til både produksjon, sammenstilling og montasje i felt.

Erfaringer fra Horns Rev viser at det er viktig å med god detaljplanlegging for å redusere vaketapet bak turbiner. Vaketapet er for enkelte anlegg stort, og i for eksempel Horns Rev 2 har man valgt en annen layout enn den tradisjonelle rektangulære gitterstrukturen.

12.4.4 STRATEGIER FOR KONTRAKTER OG VERDIKJEDER

Det er som nevnt tidligere få aktører i viktige deler av verdikjeden for vindkraft. Man har også sett at store utbyggere prøver å sikre kontroll over viktige deler av verdikjeden ved å kjøpe opp for eksempel installasjonsforetak.

I de 16 prosjektene som er gjennomgått, har åtte vært levert som nøkkelferdige kraftverk, mens åtte har hatt ulike typer

multikontrakt-tilnærminger. Interessant er det at de svenske og danske prosjektene alle har hatt multikontrakter, mens de britiske, med ett unntak, har hatt kontrakter om nøkkelferdige krafverk. Det kan virke som det går i retning av multikontrakter i de prosjektene som er under planlegging.

12.4.5 KOSTNADER

Kostnadene i de idriftsatte vindkraftprosjektene har økt siden 2005. Kapitalkostnadene har økt med rundt 100 prosent. Dette skyldes økt kompleksitet på grunn av dybde og avstand, manglende kompetanse og flaskehalser når det gjelder vindturbiner og installasjonsfartøy, økte råvarepriser (stål og kobber, samt økte valutakostnader).

En har også sett at drift og vedlikeholdskostnadene har økt. Det er imidlertid vanskelig å få full tilgang til data fra prosjekteierne. Samlet har Ernst & Young vurdert at de samlede kostnadene ved havbasert vindkraft har økt med 59 % fra 2006 til 2009. Det kan i den forbindelse nevnes at kostnadene ved annen kraftproduksjon som landbasert vindkraft, kull, gass og sol også har økt i samme periode.

Selv om kostnadene har økt, har flere prosjekter blitt levert på tid og budsjett.

Som et resultat av økte kostnader har flere land revidert sine støtteprogram. Både i Storbritannia og Tyskland har det vært betydelig økning av støtten som følge av økte kostnader ved havbasert vindkraft.

12.4.6 DRIFT- OG VEDLIKEHOLD

Det har i flere vindkraftverk vært redusert tilgjengelighet på grunn av feil ved turbinkomponenter. De vanligste feilene er på gir, generator og transformator. Det er også en utfordring å sikre tilgang til turbinene. Noen prosjekter har kun hatt adkomst 50 prosent av tiden på grunn av dårlig vær. Det er en utfordring å sikre atkomst i stadig mer krevende værvindu ettersom prosjektene etableres lenger fra land. Dette innebærer lenger tilkomsttid og større risiko for dårlig vær. Det er derfor behov for å utvikle adkomstfartøy og tilkomstteknikker som kan brukes i et dårligere værvindu.

Selv om noen prosjekter har opplevd tekniske problemer, så har andre, for eksempel Nysted og Prinses Amalia hatt svært god tilgjengelighet og produksjon. I de prosjektene der det har vært behov for å skifte vitale deler, så har produksjon og tilgjengelighet i hovedsak vært tilfredsstillende.

13 PÅGÅENDE INTERNASJONALE UTREDNINGER

Det er knyttet en rekke utfordringer til integrasjon av storskala vindkraft i det europeiske systemet. I dette kapittelet presenters noen utredninger initiert av europeiske organer som søker å finne løsninger på disse utfordringene.

13.1 THE NORTH SEAS COUNTRIES' OFFSHORE GRID INITIATIVE

Erklæringen, «The North Seas Countries' Offshore Grid Initiative», ble undertegnet 7. desember 2010 av ministre fra Belgia, Danmark, Frankrike, Irland, Luxemburg, Nederland, Storbritannia, Sverige og Tyskland. Norge sluttet seg til erklæringen 2. februar 2010.

Hensikten er å få utarbeidet en strategisk plan i form av en MoU (Memorandum of Understanding) for North Seas Offshore Grid Initiative. Det skal etter planen sammenkalles til et møte på høyt nivå i andre halvår 2010 for å få tilslutning til MoU-en.

Arbeidet med utforming av en MoU skal ha følgende målsetting:

- Identifisere nasjonale retningslinjer og målsettinger for fornybar energi offshore og begrensninger i nettkapasitet mellom landene.
- Forenkle en koordinert utvikling av infrastrukturen, offshore og på land, av hensyn til det store omfanget av vindkraft.
- Oppnå sammenfallende politisk og regulatorisk basis for utvikling av infrastrukturen i Nordsjøen.
- Fremme alle relevante parters engasjement i å løse alle tekniske, markedsmessige, regulatoriske og politiske hindringer.

13.2 INTEGRASJON AV VINDKRAFT I DET EUROPEISKE MARKEDET

I 2009 publiserte The Council of European Energy Regulators (CEER) en konsultasjonsrapport om regulatoriske aspekter ved integrasjon av vindkraft i det europeiske kraftmarkedet [52]. Formålet med rapporten var å presentere de europeiske regulatorenes tanker om hvordan vindkraft best skal integreres i kraftmarkedet og i nettet. I tillegg pekte de også på tema som bør vurderes nærmere ved økt andel vindkraft i systemet. Etter å ha invitert bransjen til å kommentere rapporten, publiserte CEER sommeren 2010 en konklusjonsrapport hvor tilbakemeldingene fra bransjeaktørene er presentert sammen med CEERs oppdaterte syn på temaet [53].

Gjennom arbeidet har CEER kommet med anbefalinger som de mener vil gjøre det lettere å integrere vindkraft i kraftsystemet. I forhold til anordninger i kraftmarkedet inkluderer dette en anbefaling til nasjonale regulatorer og markedsaktører om å vurdere muligheten for å korte ned tidsrommet mellom markedsklareringstidspunktet og den reelle produksjonstimen. Dette kan redusere ubalansen mellom meldt produksjon og faktisk produksjon, da en vil ha bedre prognoser for vind jo nærmere en kommer den aktuelle produksjonstimen. Nasjonale regulatorer oppfordres også til å vurdere om dagens nettregulering gir tilstrekkelig insentiver til at nødvendige investeringer i nettet gjøres.

Videre konkluderes det med at det blant annet trengs mer arbeid og kunnskap rundt:

- hvordan uregulert produksjon påvirker investeringsmulighetene for konvensjonell produksjon (f.eks gjennom mer volatile priser).
- å sikre at nødvendige investeringer i overføringsnettet skjer i forkant av investeringer i produksjon og utvekslingsforbindelser mellom land.
- Konsekvenser av at en har ulike nasjonale støtteregimer til fornybar kraft.
- Utvikling av et «supergrid»

Når det gjelder det siste punktet legges det til at ERGEG (European Regulators' Group for Electricity and Gas) har akseptert en invitasjon om å delta i arbeidet til «the North Seas Countries Offshore Grid Initiativ», og at de europeiske regulatorene er villige til å bidra i arbeidet med å utvikle løsninger på de regulatoriske spørsmål knyttet til dette.

13.3 EWIS

Utbygging av vindkraft i Europa har de siste årene ført til utfordringer for operatørene av det elektriske overføringssystemet, og en har sett et økende behov for forsterkninger av nettet for å kunne integrere ny vindkraft i systemet. Ved realisering av utbyggingsplanene som foreligger for vindkraft vil disse utfordringene øke i tiden framover. The European Wind Integration Study (EWIS) [54], initiert av en rekke europeiske transmission system operators (TSOer) i 2007, har forsøkt å identifisere de utfordringene en så i 2007, og å analysere hvordan en best kan integrere storskala vindkraft i det europeiske kraftsystemet på kort sikt (fram mot 2015). Resultatene av dette er brukt til å identifisere ytterligere nødvendige forsterkninger i nettet for å kunne oppfylle europeiske 2020 mål.

De utfordringene som er identifisert og adressert i rapporten er blant annet:

- hvordan effektivt integrere vindkraft i kraftsystemet når systemet er utviklet med hensyn på behovene til tradisjonell kontrollerbar produksjon
- hvordan opprettholde forsyningssikkerheten med varierende vind (etablere nødvendig reserver for dager med lite vind og tidspunkt med avvik mellom vindprognose og faktisk produksjon, i tillegg til å kunne håndtere flaskehalser i nettet når det blåser mye).
- Hvordan opprettholde leveringskvalitet og påliteligheten i kraftsystemet gitt den nye karakteristikken til produksjonen.
- Hvordan oppnå lavest mulig nettkostnader gjennom optimal utforming og drift av kraftsystemet.

For analysene er det utformet to scenarioer for vindkraftutbygging i 2015, *Best Estimate og Optimistic Wind* med totalt henholdsvis ca 140 GW og ca 185 GW installert vindkraftkapasitet i Europa. Resultatene fra analysene viser at den årlige nytten av vindkraftproduksjon i Europa, som oppstår ved redusert bruk av fossile brensler og redusert CO_2 utslipp, er mye høyere enn kostnadene knyttet til balansetjenester og nettforsterkninger som direkte kan knyttes til vindkraftproduksjon.

13.4 CONNECTING TO OFFSHORE WIND POWER IN NORTHERN EUROPE

6. September 2006 vedtok Europaparlamentet og Europarådet «TEN-E guidelines» (guidelines for trans-European energy networks). Formålet med disse retningslinjene er å akselerere implementering og bygging av kraftnett mellom landene i Europa. Utbyggingen må ses i sammenheng med EUs mål om 20 prosent fornybarandel innen 2020, hvor vindkraftverk til havs forventes å bidra i betydelig grad.

Den 12. september ble Georg Adamowitsch, sammen med tre andre personer, 12. september 2007 utpekt av Europa Kommisjonen som koordinatorer for en periode på fire år (2007-2011). Deres oppgave er oppfølging av prosjekter som av tekniske, økonomiske eller politiske årsaker synes utfordrende å gjennomføre. Adamowitsch ble utnevnt til koordinator for nett i tilknytning til vindkraftverk i Østersjøen og Nordsjøen. Hovedoppgaven til Adamowitsch er å fremme utviklingen av et hensiktsmessig kraftnett i Nord-Europa, både på land og til havs. I denne sammenheng er nettilknytning mellom landene avgjørende, og en del av arbeidet hans innebærer å få medlemslandene og Norge til å prioritere nettforbindelser mellom landene. Koordinatoren har også fokus på politiske prosesser, da dette er et viktig element for å forsere utbyggingen av kraftnettet. I tillegg skal koordinatoren bidra til dialog mellom myndigheter, regulatorer, sentralnettsoperatører, industri, organisasjoner etc. på tvers av landegrensene.

Adamowitsch har utgitt to årsrapporter [55] og [56] som oppsummerer arbeidet så langt. Det første året gikk i hovedsak med til å avholde informasjonsmøter med myndighetene i landene rundt Nordsjøen og Østersjøen. I den sammenheng ble det avholdt et møte i Oslo 13.3.2008 hvor representanter fra Olje og energidepartementet, Norges vassdrags- og energidirektorat, Statkraft og Statnett var tilstede. I tillegg til dette ble arbeidsgruppen «Offshore/onshore grid development group» etablert. Det andre året ble arbeidet videreført med flere møter i arbeidsgruppen. Videre ble det arrangert en workshop 17.3.2009 i tilknytning til EWEC konferansen i Marseille. I tillegg til arbeidet med tilknytning av vindkraftverk til havs i Nord-Europa, ble mandatet til Adamowitsch utvidet til også å omfatte den planlagte 380 kV «Salzburgkraftledningen» i Østerrike.

I arbeidet benyttes vindkraftverket Kriegers Flak (Tyskland, Danmark og Sverige) som en «case study» for utvikling av et felles kraftnett mellom flere land, og det påpekes at det er viktig for videre utvikling av det felles kraftnettet at dette prosjektet ikke mislykkes.

Arbeidet til Adamowitsch avsluttes i 2011, men følgende momenter fremheves i årsrapportene så langt:

- Utbygging av fornybar elektrisitetsproduksjon, herunder vindkraftverk til havs, må sees i sammenheng med utbyggingen av kraftnettet på land.
- Utviklingen av vindkraft til havs i Nord-Europa er et europeisk prosjekt, og det er derfor nødvendig med en integrert europeisk tilnærming for å utløse hele produksjonspotensialet. I den sammenheng påpekes dagens manglende planlegging av et felles offshore kraftnett.
- En videreføring av dagens fragmenterte og ukoordinerte nasjonale rammeverk vil begrense utbyggingen av vindkraftverk til havs.
- Lange konsesjonsprosesser hindrer utvikling av kraftnettet, og det pekes på muligheten til å endre lovverket i EU for å kunne forsere behandlingen av de viktigste prosjektene.

VEDLEGG – INNSAMLEDE KARTDATA

INNSAMLEDE KARTDATA

I forbindelse med dette prosjektet er det samlet inn en rekke kartdata. Oversikt over kilder og kvalitet på dataene er gitt i tabell 1.

SAMMENSTILLING AV DYBDEDATA

Et av de viktigste fysiske kriteriene for oppretting av vindkraftverk til havs er havdybde. Forskjellige vindkraftturbiner krever ulike dyp for festeanordninger, drift og vedlikehold. Det var derfor viktig å få et så godt dybdegrunnlag som mulig. De tilgjengelige dybdedataene for den norske økonomiske sone var av varierende kvalitet, dekningsgrad, og oppløsning, og dataene måtte derfor sammenstilles på best mulig måte slik at en oppnådde en så god dybdemodell som mulig for hele det geografiske området.

Det ble besluttet å produsere en dybdemodell med 100×100 m oppløsning, basert på:

1. Asplan Viaks dybdemodell for kysten (25×25 m oppløsning)
2. Sjøkartverkets dybdepunkt
3. Sjøkartverkets grunnepunkt
4. Sjøkartverkets dybdekonturer
5. Manuelt utledede dybdepunkt basert på Sjøkartverkets dybdeflater
6. IBCAO[1]-modellen for nordområdene (1500×1500 m oppløsning)

Datasettene er listet opp i prioritert rekkefølge, der de øverste datasettene er antatt å ha best kvalitet, og de nederste dårligst kvalitet.

Først ble en TIN[2]-modell beregnet. Den brukte data fra datasettene 2-5 i listen over der disse fantes, og ble supplert med data fra datasett 6 der det ikke fantes andre data. TIN-modellen ble så konvertert til et 100×100 m rasterdatasett. Asplan Viaks dybdemodell ble aggregert[3] fra 25×25 m til 100×100 m, og brent inn i rasterdatasettet. På denne måten ble det klart beste datasettet (Asplan Viaks dybdemodell) bevart i den endelige dybdemodellen (om enn i en aggregert form), og områder ikke dekket av dette datasettet fikk en best mulig dybdeangivelse basert på de andre tilgjengelige datasettene.

UTLEDNING AV NY INFORMASJON BASERT PÅ INNSAMLEDE DATA

En del informasjon ble utledet fra de innsamlede dataene beskrevet i avsnitt 2.2. Disse utledede datasettene ble brukt for visualisering og videre GIS-analyse.

- **Avstand fra kyst**
  Automatisk beregning av avstanden fra en definert kystlinje for hele den økonomiske sonen. Resultatdatasettet var et raster med 200×200 m oppløsning, der hver rute har en verdi som representerer avstand fra nærmeste punkt på kystlinja til rutas midtpunkt. MERK: Kystlinjen ble i denne analysen definert som kystlinjen fra Statens kartverks 1:50 000 kartserie minus kystlinjene for alle øyer med areal på mindre enn 20 km^2. Dette ga et datasett med høy detaljgrad som samtidig ikke var for detaljert til å egne seg for avstandsanalyser for det store geografiske området den norske økonomiske sone representerer.
- **Avstand til transformatorstasjon**
  Automatisk beregning av avstanden fra transformatorstasjoner av en viss størrelse (132 kV, 300 kV, 420 kV) for hele den økonomiske sonen. Resultatdatasettet var et raster med 200×200 m oppløsning, der hver rute har en verdi som representerer avstand fra nærmeste transformatorstasjon til rutas midtpunkt.
- **Avstand til bebodde områder**
  Automatisk beregning av avstanden fra bebodde område for hele den økonomiske sonen. Resultatdatasettet var et raster med 200×200 m oppløsning, der hver rute har en verdi som representerer avstand fra nærmeste bebodde område til rutas midtpunkt. MERK: Bebodde områder ble i denne analysen definert som ethvert bygningspunkt som identifisert i Statens kartverks 1:50.000 serie, tema Bygninger. Dette inkluderer alle typer bygg, inkludert næringsbygg og hytter, ikke kun bolighus. Dette ble ansett som en tilstrekkelig god tilnærming for å identifisere områder med menneskelig aktivitet for disse analysene i dette prosjektet. En mer detaljert tilnærming må selvsagt benyttes i en eventuell konsekvensutredning.

1. International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean
2. Triangulated Irregular Network (TIN) – en godt innarbeidet modelleringsalgoritme som egner seg til modellering av terreng, spesielt der datagrunnlaget er av varierende karakter.
3. Aggregeringen ble foretatt med en Resample, Nearest Neighbor-algoritme.

> **Aggregering av fiskeritetthet**
Gjennomsnittlig tetthet for perioden 2001-2009 ble utarbeidet basert på Fiskeridirektoratets årlige beregninger av fiskeriaktiviteter fra store fiskebåter. Resultatdatasettet var et raster med 2,5×2,5 km oppløsning.

Til avstandsberegningene ble det benyttet euklidsk distanse.

For aggregeringen av fiskeritetthet ble en Mean-funksjon benyttet. Det ble i denne tatt hensyn til at det ikke var gjort registreringer i alle områder i alle år i tidsserien. Gjennomsnittet er derfor kalkulert for hver enkelt rute basert på de årene det finnes registrerte data i ruta. Antall år beregningen baserer seg på varierer derfor fra rute til rute.

TABELL 1
Oversikt over kilder og kvalitet på innhentet kartdata.

KILDE	DATA	FORMAT	MÅLESTOKK/OPPL.	DEKNING	KILDEDATO	BESKRIVELSE OG KOMMENTARER
Statens kartverk	Kystlinje	Vektor, linje	1:50.000, 1:250.000		2009	Fra N50- og N250-kartseriene
	Bebodde hus	Vektor, punkt	1:50.000	Nasjonalt datasett	2009	Fra N50-kartserien
NVE	Transformatorstasjoner	Vektor, linje		Nasjonalt datasett	2010	
	Kraftledninger	Vektor, linje		Nasjonalt datasett	2010	Varierende kvalitet på nøyaktigheten av dataene, men god nok kvalitet for visualisering av kraftlinjer i Havvind-sammenheng
	Utbygde vindkraftverk	Vektor, punkt		Ikke komplett		Digitalt kartlagte vindkraftverk på land. Datasettet er ikke komplett.
	Planlagte vindkraftverk				2010	Sammenstilling av lokalisering av planlagte vindkraftverk som NVE har kjennskap til. Lokalisering er hentet fra diverse dokumenter, med varierende posisjoneringskvalitet.
Statistisk sentralbyrå	Energiforbruk	Tabell		Nasjonalt datasett	2007	Kommunevis energiforbruk per næring og privat. Data innsamlet i 2007, statistikk publisert 2008.
Avinor	Flyrestriksjonsområder	Vektor, flate		Nasjonalt datasett	2010	
	Radarstasjoner	Vektor, punkt		Vega	2010	
UNESCO	Verdensarv	Vektor, flate		Vega	2010	Området rundt Vega som står på UNESCOs verdensarvliste.
IBCAO	Digital dybdemodell	Raster	1500×1500 m	Norskehavet og Barentshavet		Litt grov batymetrimodell, der datagrunnlaget for havområdene er mangelfullt.
Asplan Viak	Digital dybdemodell	Raster	25×25 m	Nasjonalt datasett		God batymetrimodell basert på data bl.a. fra Sjøkartverket. Dekker kystnære områder, men ikke de store havområdene.
Sjøkartverket	Dybdekonturer	Vektor, linje		Nasjonalt datasett, inkludert Svalbard og Jan Mayen		
	Dybdepunkt	Vektor, punkt		Deler av Nordsjøen, noe data i Barentshavet		
	Grunnepunkt	Vektor, punkt		Kun sporadiske data		
Kystverket	Ankringspunkt	Vektor, punkt		Fra Rogaland til Nord-Trøndelag	2010	
	Farleder	Vektor, linje		Nasjonalt datasett	2010	
	Farled – Forvaltningsarealer	Vektor, flate		Nasjonalt datasett	2010	
	Fiskehavn	Vektor, punkt		Nasjonalt datasett	2010	
	Losbording	Vektor, punkt		Nasjonalt datasett	2010	
	Nødhavn	Vektor, punkt		Nasjonalt datasett	2010	
	Hovedfarled	Vektor, flate		Nasjonalt datasett	2010	Hovedfarleden er ikke vedtatt langs hele kysten, men er til høring og ventes vedtatt innen utgangen av 2010.
	Hovedfarled – Noder	Vektor, linje		Nasjonalt datasett	2010	Se Beskrivelse og kommentarer til Hovedfarled
	Tett risikotrafikk	Vektor, flate		Nasjonalt datasett	2010	

KILDE	DATA	FORMAT	MÅLESTOKK/OPPL.	DEKNING	KILDEDATO	BESKRIVELSE OG KOMMENTARER
Meteorologisk institutt	Radarstasjoner for værobservasjon	Vektor, punkt		Nasjonalt datasett		
NGU	Bunnforhold	Vektor, flate		Nordsjøen, Sør-Trøndelag, deler av Barentshavet		
Direktoratet for naturforvaltning	Marine naturtyper	Vektor, flate	1:50.000	Nasjonalt datasett	12.01.2010	Viktige marine naturtyper langs kysten.
	Marin verneplan - områder	Vektor, flate		Nasjonalt datasett	20.01.2010	Områder som vil inkluderes i den kommende marine verneplanen
	Særlig viktige områder (SVO)	Vektor, flate		Nasjonalt datasett, inkludert Svalbard og Jan Mayen	2010	
NINA	Myteområder – Gjess og ærfugl	Vektor, flate		Nordsjøen og Norskehavet		
	Rasteområder – Gjess og ærfugl	Vektor, flate		Nordsjøen og Norskehavet		
	Sårbarhetsindeks for havfugl	Raster (konvertert til vektor, flate)	1000x1000 m	Nasjonalt datasett		
	Sårbarhetsindeks for kystfugl	Raster (konvertert til vektor, flate)	1000x1000 m	Nasjonalt datasett		
	Utbredelse av hubro	Raster	500x500 m	Nordsjøen og Norskehavet		
	Utbredelse av havørn	Raster	500x500 m	Nordsjøen og Norskehavet		
Havforsknings-instituttet	Blåkveite	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Hyse	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Kysttorsk	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Nordøstarktisk sei	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Snabeluer	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Tobis – Fiskeområder	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Fiskefelt.
	Tobis – Gyteområder	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Gyteområder.
	Torsk	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Vanlig uer	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.

KILDE	DATA	FORMAT	MÅLESTOKK/OPPL.	DEKNING	KILDEDATO	BESKRIVELSE OG KOMMENTARER
Fiskeridirektoratet	Oppdrettsanlegg	Vektor, punkt	Koordinatliste, trolig GPS	Nasjonalt datasett		
	Fiskeplass - Aktive metoder	Vektor, flate		Finnmark, Nord-Troms, Hordaland		
	Fiskeplass - Passive metoder	Vektor, flate		Finnmark og Nord-Troms		
	Gyteområde	Vektor, flate		Finnmark, Nord-Troms, Sogn og Fjordane, Hordaland, Rogaland		Flere fiskearter, reke og krabbe
	Låssetting	Vektor, flate		Finnmark, Nord-Troms, Sogn og Fjordane, Hordaland, Rogaland		
	Skjellforekomster	Vektor, flate		Finnmark og Nord-Troms		
	Vrak	Vektor, punkt		Nasjonalt datasett		
	Korallrev	Vektor, punkt		Nasjonalt datasett		
	Korallverneområder	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		
	Breiflabb	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Brisling	Vektor, flate		Nordsjøen		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Hvitting	Vektor, flate		Nordsjøen		Utbredelse. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Makrell	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Øyepål	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Sei	Vektor, flate		Nordsjøen		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Sild	Vektor, flate		Nordsjøen		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Taggmakrell	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Tobis	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Torsk	Vektor, flate		Nordsjøen		Utbredelse. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Havert	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Steinkobbe	Vektor, flate		Nasjonalt datasett		Utbredelse, livsstadier. Meget grove kartdata. Viser generell utbredelse tegnet i stor målestokk.
	Sporings av store fiskefartøy	Vektor, flate		Nasjonalt datasett	2001 - 2009	Årlig registrert sporing av fiskeriaktivitet fra store fiskebåter. Tetthet registrert i 2,5×2,5 km ruter.

KILDE	DATA	FORMAT	MÅLESTOKK/OPPL.	DEKNING	KILDEDATO	BESKRIVELSE OG KOMMENTARER
Oljedirektoratet	Rammer for petroleums-virksomhet	Vektor, flate		Nasjonalt datasett, inkludert Svalbard og Jan Mayen		
	Olje-/gassplattformer	Vektor, punkt		Nasjonalt datasett	Aug. 2010	
	Olje-/gassbrønner	Vektor, punkt		Nasjonalt datasett	Aug. 2010	
	Olje-/gassfelt i drift	Vektor, flate		Nasjonalt datasett	Aug. 2010	
	Olje-/gassfunn	Vektor, flate		Nasjonalt datasett	Aug. 2010	
	Rørledninger	Vektor, linje		Nasjonalt datasett	Aug. 2010	
	Installasjoner under vann	Vektor, punkt		Nasjonalt datasett	Aug. 2010	
	Letebrønner	Vektor, punkt		Nasjonalt datasett	Aug. 2010	
	Lisensierte områder	Vektor, flate		Nasjonalt datasett	Aug. 2010	
	Produksjonslisens-områder	Vektor, flate		Nasjonalt datasett	Aug. 2010	
	Seismikkområder	Vektor, flate		Nasjonalt datasett	Aug. 2010	Områder der det har blitt foretatt og/ eller foretas seismikkundersøkelser av havbunnen.
	Strukturelement-kart	Papir/Bildefil		Nasjonalt datasett, inkludert Svalbard og Jan Mayen		Ikke mottatt i GIS-format. Kart over geologiske strukturer på havbunnen i norske farvarnn.
Kjeller Vindteknikk	Gjennomsnittlig bølge-høyde	Raster	10 10 km	Nasjonalt datasett, inkludert Svalbard og Jan Mayen		Beregnet gjennomsnittlig bølgehøyde.
	50-års bølgehøyde	Raster	10 10 km	Nasjonalt datasett, inkludert Svalbard og Jan Mayen		Beregnet gjennomsnittlige signifikante høy-este bølgehøyde som ventes å forekomme hvert 50. år.
	Vindproduksjon – 50m	Raster	1000 1000 m	Nasjonalt datasett	2009	Beregnet vindproduksjon ved vindturbin plassert 50 m over havet/bakken.
	Vindproduksjon – 80m	Raster	1000 1000 m	Nasjonalt datasett	2009	Beregnet vindproduksjon ved vindturbin plassert 80 m over havet/bakken.
	Vindproduksjon – 120m	Raster	1000 1000 m	Nasjonalt datasett	2009	Beregnet vindproduksjon ved vindturbin plassert 120 m over havet/bakken.
	Vindhastighet – 50m	Raster	1000 1000 m	Nasjonalt datasett	2009	Beregnet gjennomsnittlig vindhastighet ved vindturbin plassert 50 m over havet/ bakken.
	Vindhastighet – 80m	Raster	1000 1000 m	Nasjonalt datasett	2009	Beregnet gjennomsnittlig vindhastighet ved vindturbin plassert 80 m over havet/ bakken.
	Vindhastighet – 120m	Raster	1000 1000 m	Nasjonalt datasett	2009	Beregnet gjennomsnittlig vindhastighet ved vindturbin plassert 120 m over havet/ bakken.
Forsvaret	Skyte- og øvingsfelt - på land	Vektor, flate		Nasjonalt datasett	2010	
	Skyte- og øvingsfelt - til sjøs	Vektor, flate		Nasjonalt datasett	2010	

REFERANSER

1. Kjeller Vindteknikk, 2010. *Analyse av offshore modellsimuleringer med vind.*
2. Douglas-Westwood, 2010. *Offshore Wind Asessment for Norway.*
3. Olje- og energidepartementet, 2009. *Kostnader for vindkraft*, Om lov om fornybar energiproduksjon til havs (havenergilova).
4. Department of Trade and Industry (DTI), 2007 *Study of cost of offshore wind generation*
5. Lyse produksjon AS, 2010. *Oppdatering av mulighetsstudie vindkraft.*
6. Statnett, 2010. *Bidrag til NVE-ledet direktoratgruppe.* (Notat)
7. Energistyrelsen, 2007. *Fremtidens havmølleplaceringer – 2025*
8. Transpower, 2009. *Press releases: Installation of BorWin 1 completed.*
9. OffshoreGrid, 2010. *Analysis Offshore Grid Design Drivers in Europe (D2.2).*
10. Trötscher, T., Mindeberg, S. K., 2010. *Økonomisk vurdering av sjøkabel til Tyskland med tilknytning av offshore vindpark.* Notat SINTEF Energi AS, prosjektnr. 12X70007.
11. Klimakur 2020, 2010. *Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020.*
12. Oljedirektoratet, *Petroleumsressursene på norsk kontinentalsokkel,* Ressursrapport 2009.
13. Publishable Executive Summary, DOWNVInD Coordinator: Talisman Energy (UK) Limited, www.downvind.com
14. Lyse Produksjon AS, 2009: Kanestrøm M.K. og Weider P., *Mulighetsstudie - vurdering av vindkraft offshore til reduksjon av klimagassutslipp.*
15. Korpås M., Pleym, A., Styve J., Svendsen H. og Trötscher T., 2010. *Offshore vindkraft og elektrifisering i nordlige Nordsjø – En mulighetsstudie.* Teknisk rapport TR F6993, SINTEF Energi AS.
16. Christensen-Dalsgaard, S., Lorentsen, S.-H., Dahl, E.L., Follestad, A., Hanssen, F.O. & Systad, G.H., 2010. *Offshore vindenergianlegg – sjøfugl. En oppdatering av screening av potensielle konfliktområder på nasjonal skala – NINA Rapport 616.* Norsk institutt for naturforskning (NINA), Trondheim.
17. Garthe, S. & Hüppop, O. 2004. *Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds:developing and applying a vulnerability index.* J. Appl. Ecol. 41: 724-734
18. Havforskningsinstituttet, 2010. *Marine forutsetninger – marinbiologiske ressurser.* Notat til direktoratsgruppen for havvind.
19. Steen et. al., 2006. *Marinøkologiske ringvirkninger av vindmølleparker til havs.* Rapport Havforskningsinstituttet.
20. DN-håndbok nr. 25-2004. *Kartlegging og verdsetting av friluftsområder*
21. Ask Rådgivning, 2010. *Visuelle virkninger av vindkraftverk til havs.*
22. Fiskeriaktiviteten i området Lofoten - Barentshavet , Forvaltningsplan for Barentshavet
23. Fiskeriaktiviteten i Norskehavet, Forvaltningsplan for Norskehavet
24. Beskrivelse av fiskeriaktiviteten, Forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak
25. Vågane, L., Rideng, A., 2009. *Transportytelser i Norge 1946-2008.* TØI rapport 1046/2009
26. Miljøverndepartementet og Olje- og energidepartementet, 2007. *Retningslinjer for planlegging og lokalisering av vindkraftverk.*
27. Metrologisk institutt (MET): www.met.no
28. OPERA II programme, 2006. *Impact of Wind Turbines on Weather Radars.*
29. Statnett, 2010. *Nettutviklingsplan for sentralnettet.*
30. Hålogaland kraft, 2010. *Kraftsystemutredning for Nordre Nordland og Sør-Troms.*
31. European Wind Energy Technology Platform: Strategic Research Agenda – Market Deployment Strategy
32. Energi 21, 2010: Innsatsgruppe fornybar kraft. Rapport fra vindkraftgruppen av 28.5.2010
33. Norges forskningsråd, 2009. *De åtte første FME-sentrene*
34. NOWITECH: www.nowitech.no
35. NORCOWE: www.norcowe.no
36. IFE, 2010. *Forente krefter for nytt offshore vind testanlegg*
37. Windspeed: www.windspeed.eu
38. TradeWind, 2009. *Integrating Wind – Developing Europe's power market for the large-scale integration of wind power*
39. OffshoreGrid, juli 2010. *D8.1 – Draft Final Report*
40. OffshoreGrid: www.offshoregrid.eu
41. Ask Rådgivning, 2008. *Offshore vindkraft og araelprosesser – sammenliknende metodestudie.* Rapport til Olje- og energidepartementet og Miljøverndepartementet
42. NordVind, 2010. *Vindkraft i Norden. Vilkår för utbyggning av vindkraft i de nordiska länderna*
43. Ask Rådgivning, 2010. *Offshore vindkraft og arealprosesser – erfaringer fra Tyskland og Nederland.* Rapport til NVE
44. Ofgem, 2010. *The Renewables Obligations Buy-out price and Mutualisation Ceiling 2010-11.*
45. e-ROC, 2010. *Average ROC prices.* Tilgjengelig fra: http://www.e-roc.co.uk/trackrecord.htm
46. Reuters, 2010. *Bard agrees deal for two Dutch offshore wind parks*
47. Offshore-wind.de, 2010. *The political setting for wind energy*
48. Retsinformation, 2008. *Lov om fremme af vedvarende energi*
49. EWEA, februar 2010. *Wind in power – 2009 European statistics*
50. EWEA, januar 2010. *The European offshore wind industry – key trend and statistics 2009*
51. OceanWind. 2010. *Offshore wind experiences. A bottom-up review of 16 projects.*
52. CEER, 2009. *Regulatory aspects of the integration of wind generation in European electricity markets – A CEER Public Consultation*
53. CEER, 2010. *Regulatory aspects of the integration of wind generation in European electricity markets – A CEER Conclusions Papert*
54. EWIS, 2010. *European wind integration study*
55. European coordinator's first annual report. September 2007 – September 2008
56. European coordinator's second annual report. October 2008 – November 2009