

23. september 2008  
J.nr. 021102/21007-0001  
Ref. srm

Side 1/20

## Havmøllehandlingsplan 2008

### Opfølgning på kortlægningsrapporten ”Fremtidens havmølleplaceringer – 2025”

Energistyrelsen offentliggjorde den 23. april 2007 *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025* - en teknisk udvalgsrapport om kortlægning af fremtidens havmølleplaceringer med høringsfrist den 19. juni 2007. Kortlægningsrapporten peger på en række mulige placeringer, der vil kunne rumme en udbygning med havvindmøller med en samlet kapacitet på omtrent 4600 MW, som årligt vil kunne producere ca. 18 TWh, svarende til ca. 8 % af det samlede energiforbrug i Danmark eller godt 50 % af det nationale forbrug af el.

Energistyrelsen har haft formandskabet for udvalget. De øvrige deltagere har været Skov- og Naturstyrelsen (nu By- og Landskabsstyrelsen), Søfartsstyrelsen, Energinet.dk og Forskningscenter Risø. Der har endvidere været afholdt dialogmøder med vindmøllebranchen og øvrige interessenter fx Danmarks Fiskeriforening.

Udvalget har gennemført en vurdering af de samfundsmæssige interesser i relation til nettransmissionsforhold, sejlads, natur, landskab og råstofindvinding mv. Udvalget har endvidere vurderet mulighederne for nettilslutning af større vindmølleparker på havet, og herunder belyst de tekniske, økonomiske og planlægningsmæssige muligheder for ilandføring og konsekvenser for det bagvedliggende net ved de forskellige potentielle udbygningsområder. I den forbindelse har udvalget beskrevet scenarier for den teknologiske udvikling af vindmøller med mulighed for etablering på større havdybder. Udvalget har lagt vægt på en planlagt og koordineret udbygning af vindkraft og transmissionsnet med henblik på at opnå den bedste samfundsøkonomi.

Kortlægningen er blevet strategisk miljøvurderet i forhold til de overordnede danske målsætninger på miljøområdet efter reglerne i lov om miljøvurdering af planer og programmer.

Der er efter høringsperioden i sommeren 2007 gennemført en række følsomhedsvurderinger af de prioriterede placeringsforslag.

Læsø er desuden blevet diskuteret som mulig placering i de energipolitiske forhandlinger, skønt placeringen ikke blev belyst i havmølleudvalgets rapport, hvilket har givet anledning til at placeringen nu er medtaget i denne opfølgning.

Denne opfølgning danner, sammen med Elinfrastrukturudvalgets arbejde vedr. udbygning og kabellægning i eltransmissionsnettet (se [www.energinet.dk](http://www.energinet.dk)), grundlag for beslutning om en handlingsplan for en prioriteret udbygningsrækkefølge med henblik på at sikre en samfundsøkonomisk fornuftig udbygning, herunder placering af de første 400 MW 2012, jf. den energipolitiske aftale af 21. februar 2008.

Kortlægning af arealinteresser er en dynamisk proces hvor nye forhold og ny viden løbende ændrer på forudsætningerne. Denne opfølgning skal derfor betragtes ud fra de forudsætninger, der er gældende i 2008. Der vil i de kommende år kunne være forhold, der ændrer forudsætninger i en grad så en revurdering af placeringsforslagene aktualiseres.

## **Indhold**

Anbefalinger

Høringssvar

Følsomhedsvurdering af de prioriterede placeringsforslag

400 MW i 2012

Forslag til en prioriteret udbygningsrækkefølge – på længere sigt.

## **Anbefalinger**

### **På kort sigt**

Rapporten *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025* anbefaler en 1. prioriteret placering af 2\*200 MW ved Djursland-Anholt. Udvalget har fortsat efter behandlingen af høringssvarene og analyse af ændrede forudsætninger en præference for dette område. Det vurderes, at der er behov for en fleksibel gennemførelse af projektet, og at der tilrettelægges en gennemsigtig beslutningsproces i forbindelse med projektdesign og opstillingsmønster.

Kriegers Flak kunne være mere samfundsøkonomisk rentabel end beregnet i *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025* hvis Danmark, Tyskland og Sverige kan lave en koordineret nettilslutningsløsning for de planlagte parker i området. Det anses imidlertid for usandsynligt, at man kan nå at gennemføre et koordineret projekt i området inden 2012, der også tager hensyn til forskellige nationale lovgivninger. Endvidere skal der tages højde for, at der findes væsentlige råstofinteresser i området.

Som nævnt blev en placering ved Læsø diskuteret i de energipolitiske forhandlinger. En udbygning med havmølleparker Syd for Læsø med nettilslutning er vurderet også i forhold til koordination med Sverige. Det anses imidlertid også her for usandsynligt, at man kan nå et koordineret projekt inden 2012, da der dels er forbundet omfattende og omkostningstunge netløsninger til ombygning eller udbygning af nettet på land, dels på grund af behovet for nærmere at vurdere forskellige arealinteresser, herunder bl.a. naturbeskyttelsesinteresserne.

Både for Kriegers Flak og Læsø gælder, at det for optimeringen er væsentligt om der udbygges med 400 MW eller om udbygningen på placeringen fortsættes. Ligeledes er det af afgørende betydning om ilandføring af vindkraft kombineres med øget samkøring mellem Norden og Kontinentet.

### **På længere sigt**

Udvalget anbefaler, at efterfølgende udbygning med store havmølleparker sker i en prioriteret rækkefølge, hvor de mest omkostningseffektive parker og parker med færrest arealkonflikter etableres først – placeringsforslag der typisk er placeret på relativt lave havdybder og med fordelagtige netløsninger i forhold til ilandføring og tilslutningsmuligheder til elnettet.

Prioriteringsskemaet nedenfor viser følgende samfundsøkonomiske rækkefølge inkl. drift & vedligeholdelse: Djursland/Anholt, Horns Rev, Læsø, sideordnet: Jammerbugt, Ringkøbing, og derefter: Kriegers Flak, Store Middelgrund og Rønne Banke. Af hensyn til netforstærkningerne og startomkostninger anbefales det, at fortsætte udbygningen på hver plads inden der påbegyndes på en ny plads.

Hvis Danmark, Tyskland og Sverige kan lave en koordineret nettilslutningsløsning for havmølleparker i området ved Kriegers Flak, som kombineres med samkøringsforbindelse mellem Norden og Kontinentet, kan 3-4 x 200 MW imidlertid gå hen at vise sig mere samfundsøkonomisk fordelagtige, forudsat råstofinteresserne samtidig kan imødekommes.

Den opfølgende undersøgelse har også vist, at udbygning med 3 x 200 MW syd for Læsø kan være samfundsøkonomisk interessant, hvis naturbeskyttelseshensynet tillader en udbygning i området. Læsø vil også kunne kombineres med øget samkøringsforbindelse mellem Norden og Kontinentet.

Områderne ved Store Middelgrund og Rønne Banke vil kunne vise sig mere fordelagtige, hvis de sammenkobles med svenske og tyske projektforslag med dertilhørende fælles ilandføringsløsninger.

<b>Anbefalet udbygningsrækkefølge set i relation til de samfunds- mæssige produktionsomkostninger forudsat en samlet udbygning i hvert område</b>		
	MW	Kr. per kWh
Djursland	2 x 200	0,48
Horns Rev	5 x 200	0,53
Læsø	3 x 200	0,56
Jammerbugt	4 x 200	0,57
Ringkøbing	5 x 200	0,57
Kriegers Flak	4 x 200	0,59
Rønne Banke	2 x 200	0,63
Store Middelgrund	1 x 200	0,64

De angivne omkostninger per produceret kWh dækker installation, net og driftsomkostninger for produktion over en periode på 20 år, beregnet som et gennemsnit af omkostningerne ved en samlet udbygning i de enkelte områder. Det er væsentligt at fremhæve, at sammenligningstallene ikke indeholder alle omkostninger. Men de udeladte omkostninger vil være fælles for placeringerne og formodes derfor ikke at påvirke prioriteringsrækkefølgen. Det absolute prisniveau for såvel vindmøller som kabler er stærkt afhængige af markedssituationen på udbudstidspunktet.

I forlængelse af Elinfrastrukturudvalgets rapport anbefaler Energinet.dk, at der skitseres en koordineret langsigtet udbygningsplan som både omfatter elinfrastruktur og udbygning med havvindmøller. Planen vil løbende skulle ajourføres.

### **Høringssvar**

Høringssvarene, som er at finde på Energistyrelsens hjemmeside [www.ens.dk](http://www.ens.dk), har vist, at der er behov for at klargøre, at de foreslåede placeringer skal tolkes fleksibelt. Konkrete placeringsforslag bør således både tage hensyn til sejladsikkerhed og omkostningseffektivitet ligesom også øvrige arealinteresser bør inddrages i en VVM-proces. Ud over en række kendte synspunkter vedr. omkostninger afhængig af havdybde, netforhold og visuel påvirkning peger høringssvarene på en række forhold beskrevet i bilagte sammenfatningsnotat.

Blandt de væsentligste forhold fremkommet i forbindelse med høringen skal fremhæves, at arbejdet med at udpege marine habitatområder ikke er færdigt i Danmark. Fristen for supplerende udpegninger er af EU-kommissionen fastsat til 2. halvår af 2008 med mulighed for forlængelse frem til 2010, hvis der i 2008 ikke er tilstrækkelig viden til at foretage fuld udpeging.

Med den nye viden om sortandens evne til at tilpasse sig havvindmøller peges der endvidere på, at det er relevant at gennemføre en nærmere vurdering af muligheden for at udbygge med havvindmøller på lavere vanddybder, særlig i Nordsøen.

Det fremføres også, at de prioriterede placeringer generelt er langt fra kysten, hvilket vil fordyre kommende projekter væsentligt. Samtidig har flere kommuner udtrykt bekymring over de landskabelige forhold, for især de kortlagte placeringer der ligger tættere end 20 km fra kysten.

Der er endvidere udtrykt en bekymring om at havmølleudbygning medfører udbygning af transmissionsforbindelser på højspændingsmaster på land. Netspørgsmål er efterfølgende nærmere behandlet af ”Udvalget om udbygning og kabellægning i eltransmissionsnettet” (Elinfrastrukturudvalget).

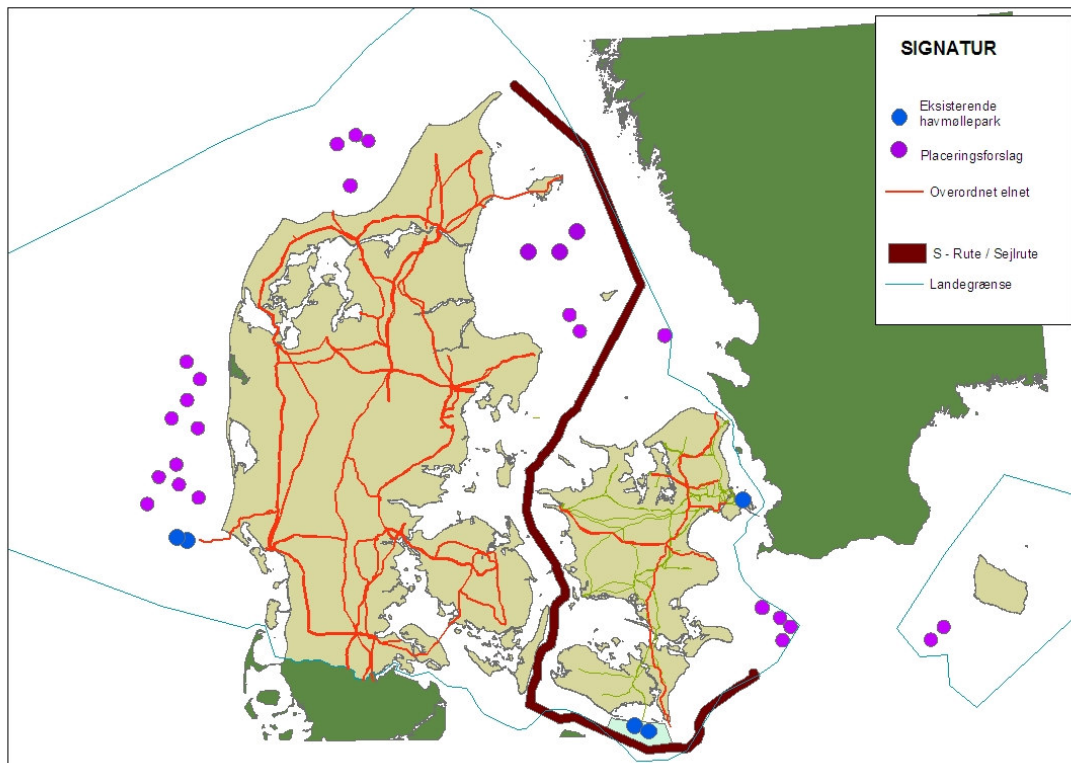
Efter gennemgang af høringssvarene inviterede havmølleudvalget vindmøllebranchen til et møde den 22. oktober 2008 for at indhente oplysninger om praktiske erfaringer til det opfølgende arbejde.

Samlet indikerede høringen et behov for opdatering og yderligere kvalificering af positioner og arealbehov for havvindmøller i forhold til øvrige sektorinteresser, særligt efter 2012.

### **Følsomhedsvurdering af de prioriterede placeringsforslag**

Udvalget har nu set nærmere på i alt 26 konkrete placeringsmuligheder á 44 km<sup>2</sup> svarende til et samlet areal på 1144 km<sup>2</sup> fordelt på 8 hovedområder (se nedenstående kort). Det skal understreges, at de angivne placeringer er resultat af en strategisk kortlægning og således ikke et

udtryk for konkrete projektforslag. Et konkret projektforslag vil først kunne gennemføres efter grundige forundersøgelser og VVM-process, (Vurdering af Virkning på Miljøet).



Nedenstående skema angiver placeringsforslagenes center koordinat. Radius på placeringsforslagene er 3,742 (km) svarende til et areal på 44 km<sup>2</sup>. Der er endvidere angivet et forslag til servicehavn med en estimeret afstand til center koordinat, hvilket er inddraget i den gennemførte følsomhedsvurdering.

OMRÅDE NAVN		X_COORD (m)	Y_COORD (m)	Servicehavn	Afstand ca. km
Horns Rev	A	399.653	6.171.739	Hvidesande	57
Horns Rev	B	406.084	6.186.918	Hvidesande	42
Horns Rev	C	417.380	6.182.609	Hvidesande	36
Horns Rev	D	415.846	6.193.728	Hvidesande	31
Horns Rev	E	428.362	6.175.284	Hvidesande	34
Ringkøbing	F	427.963	6.214.151	Hvidesande	19
Ringkøbing	G	413.291	6.219.655	Hvidesande	35
Ringkøbing	H	421.939	6.229.961	Hvidesande	34
Ringkøbing	I	429.097	6.241.620	Hvidesande	39
Ringkøbing	J	421.647	6.251.350	Hvidesande	51
Jammerbugt	K	513.374	6.350.041	Hanstholm	41
Jammerbugt	L	506.021	6.373.318	Hirtshals	54
Jammerbugt	M	523.451	6.375.118	Hirtshals	36

Jammerbugt	N	516.349	6.378.277	Hirtshals	42
Djursland/Anholt	O	641.935	6.268.512	Grenå	29
Djursland/Anholt	P	636.202	6.277.711	Grenå	31
Store Middelgrund	Q	689.457	6.266.123	Helsingør	63
Kriegers Flak	R	744.014	6.113.710	Rødvig	31
Kriegers Flak	S	759.934	6.102.982	Rødvig	49
Kriegers Flak	T	754.103	6.107.913	Rødvig	42
Kriegers Flak	U	755.418	6.095.453	Rødvig	51
Rønne Banke	V	838.513	6.095.713	Rønne	35
Rønne Banke	X	845.671	6.102.909	Rønne	25
Læsø 1	Y	643.892	6.324.153	Ålborg	86
Læsø 2	Z	633.903	6.314.019	Ålborg	74
Læsø 3	Æ	615.923	6.312.802	Ålborg	59

Ud fra en økonomisk betragtning bør havvindmøller placeres i områder relativt tæt på land og på relativt lave havdybder af hensyn til den mest omkostningseffektive etablering af fundament og kabelnet. Ud fra en landskabelig betragtning bør havvindmøller placeres således at de minimerer påvirkningen af de nærliggende kystlandskaber. Samtidig er der andre faktorer som sejlruter, færgeruter, råstofindvinding, fiskeri, arkæologi, naturbeskyttelsesområder - samt generelle naturbeskyttelsesinteresser, der også skal tages hensyn til. Det er derfor nødvendigt at foretage en afvejning af disse og andre hensyn.

## Økonomi

Nedenfor er investeringstallene gengivet fra *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025* med daværende anvendte forudsætninger (2007), hvor Læsø nu er medtaget i sammenligningen. Der var ikke taget højde for drift- og vedligeholdelse og de generelle prisstigninger, der siden har kunnet konstateres.

Oversigt over placeringsområderne.								
Middeltal for områderne (Tal fra <i>Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025 + Læsø</i> )								
Område	Kapacitet	NET udgift	Anlægs udgift	Samlet Investering	Vind ressource	Fulldlastimer (5 MW mølle)	Afstand til kyst	Havdybde
	MW	Mio.kr/MW	Mio.kr/MW	Mio.kr/MW	m/s	timer	Km	M
Djursland	2*200	3,3	12,7	16,0	9,65	4008	25	18
Horns Rev	5*200	4,4	12,8	17,2	10,22	4279	33	18
Jammerbugt	4*200	5,2	13,3	18,2	9,84	4097	26	20
Ringkøbing	5*200	4,2	15,3	19,5	10,26	4298	22	27
S.Middelgrund	200	3,3	16,1	19,4	9,70	4032	45	30
Kriegers Flak	4*200	5,6	14,9	20,5	9,73	4044	30	25
Rønne Banke	2*200	4,3	18,1	22,4	9,75	4056	30	35
Læsø	3*200	5,0	11,7	16,7	9,7	4032	40	10

Energistyrelsen har, som opfølgning på kommentarer afgivet i forbindelse med høringen, modtaget oplysninger fra vindmøllebranchen om anlægsomkostninger for fundamenter. Oplysningerne er dels kommercielt sensitive, dels meget følsomme overfor de angivne forudsætninger og en række anførte forbehold, fx tilgængeligheden af installationsfartøjer og stalleleverancer samt konkrete havbundsforhold. Det er vindmøllebranchens skøn, at anlægsomkost-

ninger for fundamenter stiger i størrelsesordenen 80 % ved at øge havdybden fra 10 til 30 m, og at de faktiske omkostninger til anlægsarbejde er dyrere end angivet i *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025*.

Energistyrelsen har endvidere modtaget oplysninger om omkostninger for drift og vedligeholdelse. Oplysningerne er også her meget følsomme overfor de angivne forudsætninger fx at erfaringsperioden er relativ kort (der er kun få års driftserfaringer fra store, moderne havmølleparker), arbejdsmarkedsforhold, regler for offshorearbejde og teknologiudvikling m.m. Det er vindmøllebranchens skøn, at omkostninger for drift og vedligeholdelse stiger i størrelsesordenen 35 % ved at øge afstanden til servicehavn fra 10 til 30 km.

Udvalget har på baggrund af de nye oplysninger på ny vurderet mulighederne for at prioritere potentielle områders egnethed i forhold til hinanden.

Nedenfor er de samfundsøkonomiske vurderinger angivet. Formålet med de økonomiske vurderinger er alene at skabe et beslutningsredskab for en mulig prioriteringsrækkefølge for fremtidens havmølleplaceringer, hvori der lægges vægt på havdybde, afstand til servicehavn og mulige netløsninger samt vindforhold. Vurderingerne er baseret på en lang række forudsætninger. Hvis disse forudsætninger ændres vil det have betydning for en samlet økonomisk vurdering af fremtidens havmølleudbygning.

De anførte samfundsmæssige omkostninger er beregnet som et gennemsnit for en samlet udbygning i de enkelte områder. I forhold til *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025* er der, som følge af de konstaterede prisstigninger på vindmøller, taget udgangspunkt i en 25 % højere møllepris, samtidigt med at årlige omkostninger til service og vedligeholdelse er inkluderet. Investering omfatter net, transformestation og havmøllepark. Nutidsværdien af driftsomkostningerne er beregnet over 20 år med en kalkulationsrente på 5 % og de samfundsøkonomiske produktionsomkostninger over møllens levetid er beregnet som summen af middelværdi af investering og nutidsværdi af driftsomkostninger.

Oversigt over placeringsområderne, middeltal for områderne (5 MW mølle)												
	Kapacitet	NET udgift	Anlægs udgift	Samlet Investering	Vind ressource	Fuldlast-timer	Drifts-omkostninger	Nutids-værdi af drifts-omkostninger	Nutid-værdi af omkostninger	Produktion-somkostninger	Afstand til servicehavn	Havdybden
	MW	Mio.kr/MW	Mio.kr/MW	Mio.kr/MW	m/s	timer	kr./kWh	Mio.kr/MW	Mio/MW	kr./kWh	Km	m
Djursland	2*200	3,3	13,9	17,1	9,65	4008	0,14	6,9	24,0	0,48	30	18
Horns Rev	5*200	4,4	14,5	18,9	10,22	4279	0,18	9,5	28,4	0,53	40	18
Læsø	3*200	5,0	13,5	18,5	9,7	4032	0,19	9,5	28,0	0,56	73	10
Jammerbugt	4*200	5,2	14,6	19,8	9,84	4097	0,18	9,3	29,1	0,57	44	20
Ringkøbing	5*200	4,2	16,4	20,6	10,26	4298	0,18	9,7	30,3	0,57	36	27
Kriegers Flak	4*200	5,6	16,6	22,2	9,73	4044	0,15	7,8	30,0	0,59	43	25
Rønne Banke	2*200	4,3	20,3	24,6	9,75	4056	0,14	7,1	31,7	0,63	30	35
S. Middelgrund	200	3,3	19,6	22,9	9,70	4032	0,18	9,3	32,2	0,64	63	30

Investeringsstillingerne kan ikke lægges ukritisk sammen. Visse transmissionsanlæg ville i så fald komme med flere gange, og der ville mangle andre netforstærkninger, som kunne indgå i en samlet transmissionsnetplan af andre årsager end havmølleudbygning. En række øvrige omkostninger er som tidligere nævnt ikke medtaget. Der kan her bl.a. fremhæves finansieringsomkostning, risiko præmie og forsikring samt systemomkostninger (regulerkraft, effektreserve m.v.). Men de udeladte omkostninger vil være fælles for placeringerne og formodes derfor ikke at påvirke prioriteringsrækkefølgen. Det absolutte prisniveau for såvel vindmøller som kabler er stærkt afhængige af markedssituationen på udbudstidspunktet.

### **Naturhensyn**

Der er med miljøovervågningsprogrammet for Horns Rev og Nysted havmølleparker undersøgt en række forhold omkring havmølleparkeres indflydelse på forskellige biologiske samfund. Den overordnede konklusion er, at der for disse to havmølleparker med den nuværende viden ikke umiddelbart kan siges at være væsentlige konsekvenser for naturen. Samtidig kan der ikke uden videre foretages generaliseringer ud fra disse undersøgelser, da resultaterne på nogle punkter viste sig forskellige de to steder. Med overvågningsprogrammet blev det understreget, at det er vigtigt at placere parkerne hensigtsmæssigt i forhold til naturen for at undgå unødige påvirkninger. Omfanget af konsekvenserne er blevet tydeliggjort. Der er dog stadig behov for mere viden. Fx om der er konsekvenser af de kumulative effekter ved en større udbygning med vindmølleparker på havet. Det kan her nævnes, at der i forbindelse med de tilknyttede overvågningsprogrammer for Horns Rev 2 og Rødsand 2 havmølleparker er forudsat gennemført undersøgelser af de eventuelle kumulative effekter.

I forbindelse med placering af havvindmøller skal der tages hensyn til naturen, og Danmark har forpligtelser i forhold til EU-habitat- og fuglebeskyttelsesdirektiverne. Der skal dels tages hensyn til de udpegede Natura 2000 områder (habitat- og fuglebeskyttelsesområder), dels til den generelle artsbeskyttelse, som direktiverne foreskriver. Udpegningerne af habitatområder på havet er endnu ikke afsluttet, og der forventes et behov for supplerende vurderinger i lyset af direktivforpligtelserne. Dette betyder, at det kan komme på tale at gennemføre mindre justeringer af den mere præcise placering af enkelte af de foreslåede parker, da der kan blive tale om overlap mellem parkernes placering og evt. nyudpegede habitatområder. Fristen for supplerende udpegninger er af EU-kommissionen fastsat til 2. halvår af 2008 med mulighed for forlængelse frem til 2010, hvis der i 2008 ikke er tilstrækkelig viden til at foretage fuld udpegning.

Siden offentliggørelsen af *Fremtidens Havmølleplaceringer - 2025* er en ny rapport blevet offentliggjort - "Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular emphasis on Common Scoter", Report request Commissioned by Vattenfall A/S, 2007, National Environmental Research Institute, University of Aarhus, Denmark. Rapporten dokumenterer, at der er et betydeligt antal sorttænder i den eksisterende havmøllepark på Horns Rev.

En modeleringsrapport udarbejdet af DMU - "Modelling total numbers and distribution of Common Scoter, *Melanitta Nigra* at Horns Rev", Report request Commissioned by Dong Energy 2007, Ib Krag Petersen, National Environmental Research Institute, University of Aar-



hus. Denmark, January 2008, er efterfølgende blevet udarbejdet. Denne rapport indikerer ud fra modellering af flere fortrængningsscenarier, at fordelingen af sortanden i selve Horns Rev 1 havmøllepark ikke adskiller sig væsentligt fra fordelingen på det omkringliggende hav.

Det er et overraskende resultat, fordi opfattelsen hidtil har været, at sortænder var særligt følsomme overfor menneskelige aktiviteter, og at vindmølleparker ville fortrænge den fra egnede levesteder. Det overraskende resultat kan skyldes, at de fouragerende sortænder har vænnet sig til havmølleparken i området.

Dette er umiddelbart særlig relevant i Horns Rev området, fordi tidligere undersøgelser på Horns Rev 1 har konkluderet, at bl.a. sortænder blev fortrængt fra mølleparkområdet i de første driftsår.

Der er en klar sammenhæng mellem anlægsomkostningerne og havdybder, således som det også beskrives i *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025*. I lyset af, at der ikke synes at være en vedvarende negativ effekt på eksempelvis sortænder, finder flere repræsentanter fra vindmøllebranchen, at det i et samfundsøkonomisk perspektiv er u hensigtsmæssigt, at fremtidens havmølleparker konsekvent placeres på vanddybder over 20 meter.

Denne nye viden har genoplivet diskussionen om, hvorvidt man alligevel kunne placere mølleparker på havområdet syd for Læsø. Læsø er ikke inkluderet i *Fremtidens havmølleplaceringer - 2025*, da havmølleudvalget på daværende grundlag vurderede, at området ikke umiddelbart egner sig til udbygning med store havmølleparker, så længe der er alternative placeringsmuligheder. By- og Landskabsstyrelsen har oplyst, at en del af området syd for Læsø er udpeget som internationalt naturbeskyttelsesområde med det formål at beskytte en lang række fuglearter og naturtyper – ikke alene sortand.

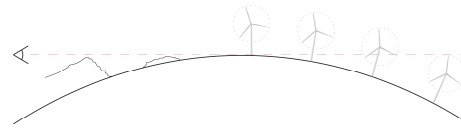
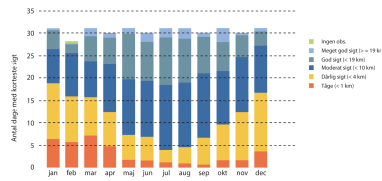
### **Visuelle aspekter**

De prioriterede placeringer er fortrinsvis minimum 20 km fra land, hvilket skyldes hensynet til de landskabelige interesser. Høringssvarene afspejler som sagt på den ene side vurderingen, at prioriteringsforslagene generelt er langt fra kysten, hvilket vil fordyre kommende projekter væsentligt. På den anden side har flere kommuner udtrykt bekymring over de landskabelige forhold for særlig de belyste placeringer, der ligger tættere end 20 km fra kysten.

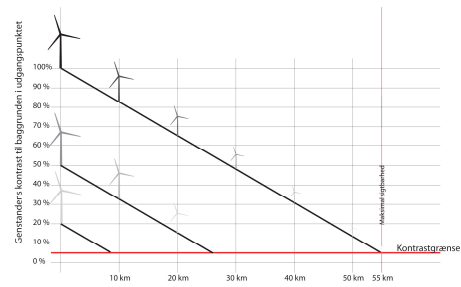
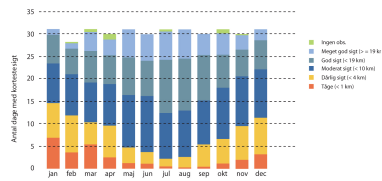
Det visuelle indtryk af vindmøller vil præges bl.a. af vindmøllernes opstillingsmønster og tæthed i et område. Vindmøller opstillet med afstand til kysten har færre visuelle konsekvenser end kystnære vindmøller og landvindmøller. Ved placering af forsøgsmøller på havet er det væsentligt at finde de mest robuste landskaber.

Der er udarbejdet en visualiseringsrapport – ”Fremtidens havvindmølleplaceringer 2025, - en vurdering af de visuelle forhold ved opstilling af store vindmøller på havet”, Birk Nielsen april 2007, der tager udgangspunkt i synlighed fra et givet strandniveau umiddelbart over havoverfladen. Det vurderes her, at afhængig af sigtbarhedsforhold vil store havmølleparker kunne ses i en afstand af 20 km for en 125 m høj mølle, 28 km for en 187 m høj mølle og 34 km for en 260 m høj mølle. De højeste kommercielle møller i dag er omkring 150 m til vingespids. Møllehøjden har således væsentlig betydning for synligheden. Som skitseret nedenfor (gengivet fra visualiseringsrapporten) er sigtbarheden under uforstyrrede forhold yderst god over havet, men de skiftende vejrforhold betyder, at der de fleste dage af året vil være delvis

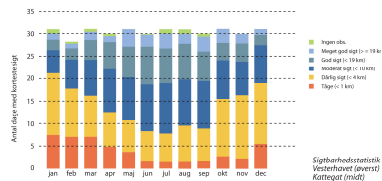
eller væsentlig nedsat sigtbarhed; dage med en sigtbarhed over 19 km optræder kun relativt få gange om året.



Jordens krumning har betydning for synligheden af havvindmøller, som på længere afstande forsvinder under horisontlinjen. (Illustration: Birk Nørløv)



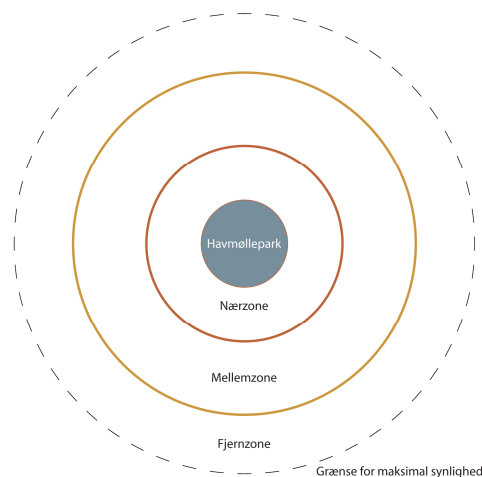
Graf over atmosfæriske partiklers påvirkning af synlighed over afstand. Med en kontrast mellem genstand og baggrund på mindre end 5 % (rød linje) kan øjet ikke længere opfatte genstanden. (Illustration: Birk Nørløv)



Sigtbarhedsstatistik for henholdsvis Vesterhavet (øverst) Kattegat (midt) og Skjervehavet (nederst) (Kilde: DMI, 2007)

Nedenfor er definition af forskellige synlighedszoner forsøgt kvantificeret:

Definition af afstandszoner				
Møllestørrelse	Nærzone	Mellemzone	Fjernzone	Maks. synlighed
3 MW (125 m)	0-9 km	9-20 km	Over 20 km	44 km
7,5 MW (187,5 m)	0-13 km	13-28 km	Over 28 km	53 km



I nærzonen vil møllerne kunne ses tydeligt og opfattes som værende tæt på. De enkelte møller, deres vinger og rotation fremstår tydeligt. Rækkeopstillinger af møller vil, hvor den enkelte række fremstår nogenlunde uforstyrret af andre møller, have en let opfattelig lineær form.

I mellemzonen vil møllerne fortsat fremstå tydeligt. Man kan erkende enkeltmøller og sammenfaldende rækker, ligesom vinger og rotation opfattes tydeligt. Rækkeopstillinger, hvor møllerne står tæt i forhold til synsvinklen, vil dog i højere grad fremtræde som 'klumper'. Opstillingen udviskes her efterhånden i et sammenfald af tårne og vinger, som fremtræder markant men uden nogen egentlig form. I mellemzonen begynder jordens krumning at have betydning for møllernes synlighed. De nederste dele af mølletårnene forsvinder efterhånden under horisonten og forkorter herved møllerne. Det får møllerne til at virke mindre og forstærker opfattelsen af, at møllerne ikke længere er tæt på.

I fjernzonen er møllerne så små, at det er svært at erkende dem som enkeltmøller. Vinger og rotation begynder også at blive svære at erkende på de store afstande. I fjernzonen forsvinder store dele af møllerne under horisontlinien og forkorter herved højden på møllerne drastisk. Det bevirker, at mølleopstillingen i højere grad virker som et bånd i horisonten med varierende tætheder af strukturer. Møllestrukturen fremstår uanset opstillingsmønster som et svagt flimmer uden nogen egentlig form og har ikke væsentlig indflydelse på den samlede landskabsoplevelse.

Jordens krumning bevirker, at der er en øvre grænse for møllernes synlighed, men allerede når mølletårnet er skjult af horisontlinien, må møllernes synlighed betragtes som minimal. Under forhold med meget god sigt kan man opfatte genstande i op til 55 km afstand, og dette kan derfor ses som en absolut øvre grænse for møllernes synlighed.

### **Transmissionsforhold**

Flere vindmøller kræver stærkere elnet. Kortlægningen af mulige placeringer for nye havmølleparker i Danmark er en af forudsætningerne for, at Energinet.dk kan løse sin opgave; at foretage en langsigtet og helhedsorienteret udbygning af elnettet på samfundets vegne.

For at kunne indpasse en markant større mængde strøm fra vindmøller i det danske elsystem er der to afgørende forudsætninger. For det første, at der sker den nødvendige forstærkning og udbygning af elnettet ud fra en langsigtet og helhedsorienteret plan i takt med, at vindmølleparker bygges og tilsluttes elnettet. For det andet et mere fleksibelt elsystem, der kan håndtere de store variationer i strømproduktionen fra vindmøllerne.

Forstærkningen og udbygningen af elnettet er nødvendig for, at der ikke opstår flaskehalse, når vindmølleenergi skal transporteres frem til forbrugerne.

Elnettet og udlandsforbindelserne skal desuden styrkes for, at udnytte, at Danmark er en del af et internationalt marked for el. Når det blæser meget, skal der være mulighed for at eksportere overskydende strøm til udlandet, og når vindproduktionen er lille eller når det blæser for meget til at møllerne kan producere (ved ca. 25 m/s), skal forsyningssikkerheden kunne opret-

holdes herunder ved at importere strøm. Desuden kan indenlandske reguleringsmuligheder udnyttes.

### **Sejladssikkerhed**

Trafikintensiteten er stor i de danske farvande. For så vidt angår de belyste placeringer må kommende detailundersøgelser vise, hvorvidt der sikres tilstrækkelig ”plads” til sejladsen mellem de enkelte havmølleparker.

Havmølleudvalget har i sin fremlæggelse af *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025* understreget, at der ved konkrete projektforslag om etablering af vindmølleparker skal gennemføres nærmere analyser i forbindelse med VVM, herunder analyse af sejladrisiko m.m.

Søfartsstyrelsen er indgået i et samarbejde med Farvandsvæsenet og de svenske søfartsmyndigheder om at optimere og justere sejladsruterne på dansk og svensk søterritorium, og herunder i de danske bæltter. Dette arbejde kan ændre på konklusionerne vedrørende de enkelte placeringer, men ikke på selve prioriteringsrækkefølgen. Dette vil eventuelt kunne have indflydelse på placeringen af de foreslåede mølleparker ved primært Store Middelgrund i Kattegat samt i Jammerbugt.

### **Fiskeri**

Opførelsen af havmølleparker kan have mærkbare konsekvenser for erhvervsfiskeri. Hvis dette er tilfældet, får fiskerne kompensation for deres tab. Størrelsen af kompensationen vil blive opgjort efter officielle fangsttal for det berørte område samt en vurdering af, hvilke typer af fiskeri området er vigtigt for. Tabet vil blive beregnet ud fra en 500 meters beskyttelseslinje omkring selve havmølleparken.

Det vil være hensigtsmæssigt at skelne mellem garnfiskeri og fiskeri med bundsløbende redskaber. Det kan overvejes, at der i kommende konkrete havmølleparker gives tilladelse til fiskeri med ikke bundsløbende redskaber – som det er tilfældet ved den eksisterende Nysted havmøllepark.

Der arbejdes i forskellige sammenhænge på at undersøge fremtidige erhvervs muligheder fx ved at lave fiske- og muslingeopdræt i forbindelse med havmølleparker.

### **400 MW i 2012**

Det skal indledningsvist understreges, at beregningsgrundlaget *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025* tager udgangspunkt i den grundlæggende forudsætning, at hvert område udbygges med det angivne potentiale inden udbygningen fortsætter i næste område. En isoleret vurdering af udbygning med 400 MW skal derfor tage højde for dette forhold.

Det fremgår af den energipolitiske aftale af 21. februar 2008, at der skal gennemføres udbud af to havmølleparker på hver 200 MW til idriftsættelse i 2012, hvor det overvejes om de to havmølleparker kan udbygges som én park. På den baggrund har udvalget set nærmere på de kortlagte placeringer, herunder særligt på Djursland-Anholdt, idet denne placering er den samfundsøkonomisk bedste placering, og at den ud fra en samlet betragtning falder mest gunstigt ud. Da der i løbet af energiforhandlingerne fremkom et politisk ønske om at overveje

placering af de 400 MW ved Kriegers Flak eller Læsø har udvalget endvidere vurderet disse placeringsforslag nærmere i denne opfølgingsrapport.

### **Djursland-Anholt**

Rapporten *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025* anbefaler en 1. prioriteret placering ved Djursland-Anholt. Udvalget har fortsat efter behandlingen af høringssvarene en klar præference for dette område. Området blev vurderet til at kunne rumme 400 MW. Det vil således som anbefalet være muligt at udbygge hele området færdigt, før der udbygges i et nyt område.

Den nordlige del af området er kendetegnet af havdybder på ca. 15 m medens den sydlige del af området indeholder dybder mellem 15 og 20 m. Det er endvidere kendetegnet ved, at der forefindes dybder på under 10 m i en afstand fra Anholt på 10 km.

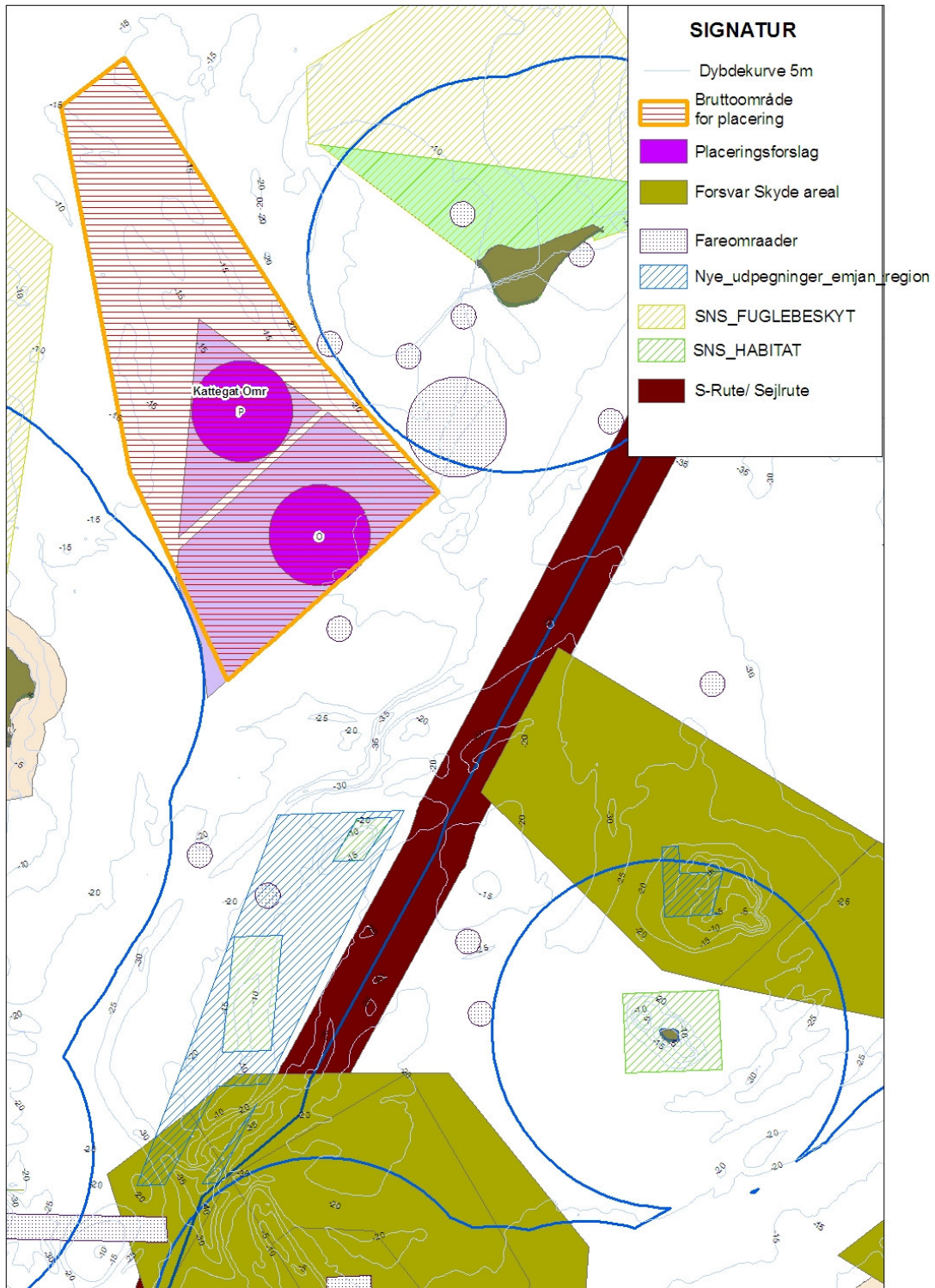
Farvandsvæsenet fremfører i deres høringssvar, at trafikintensiteten er stor i farvandet mellem Djursland og Anholt. Farvandsvæsenet bemærker imidlertid i den forbindelse, at kommende detailundersøgelser må vise, hvorvidt der er ”plads” til sejladsen mellem de enkelte havmølleparker. Havmølleudvalget har i sin fremlæggelse af *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025* understreget, at der ved konkrete projektforslag om etablering af vindmølleparker skal gennemføres nærmere analyser i forbindelse med VVM, herunder analyse af sejladsrisiko m.m.

Energistyrelsen har udarbejdet nedenstående forslag til et forundersøgelsesområde som foreslås udbudt. Forslaget har været behandlet i havmølleudvalget. Farvandsvæsenets ”Density plots” for sejladsintensiteten er blandt andet anvendt ved fastsættelse af koordinaterne.

Det vurderes, at der er behov for en fleksibel gennemførelse af projektet, og at der tilrettelægges en gennemsigtig beslutningsproces i forbindelse med projektdesign og opstillingsmønster. Der vil blandt andet være behov for at udarbejde en illustration af synligheden af en evt. havmøllepark for blandt andre beboerne på Anholt og Grenå.

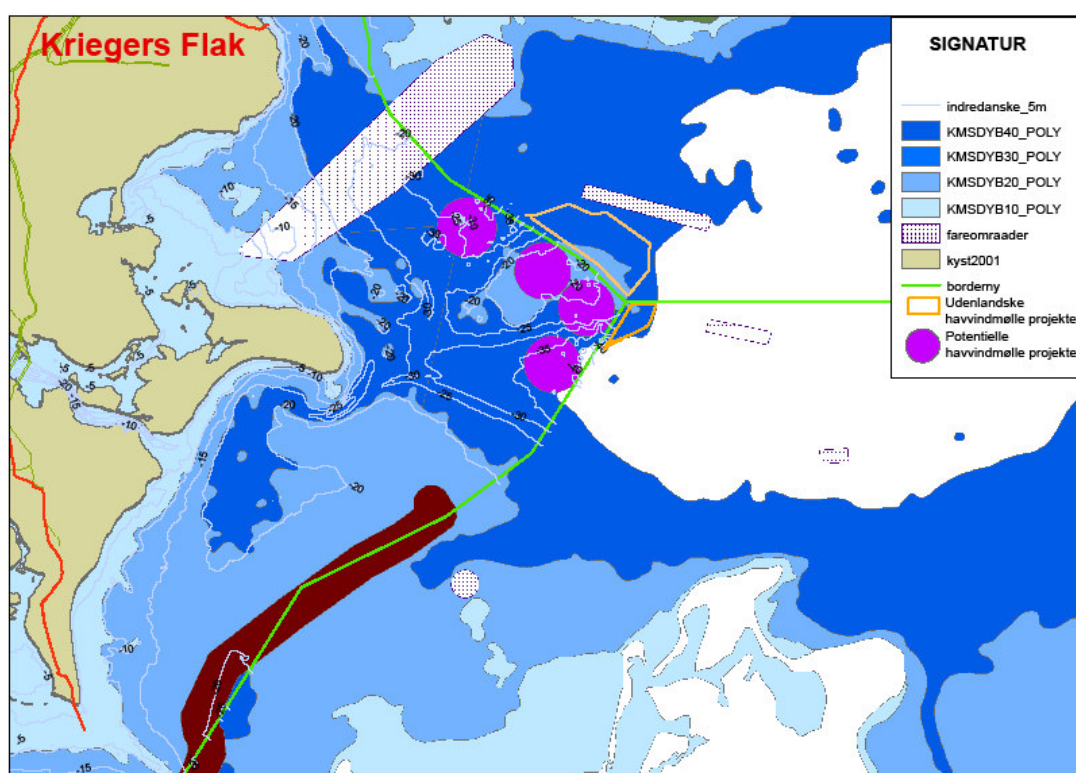
Specifikt har fiskerne i Østjylland i deres høringssvar frarådet at placere møllerne ved Djursland, Anholt og Store Middelgrund. I stedet peges på et område mellem Anholt og Læsø der er fri af fuglebeskyttelsesområdet, men af ringe betydning for fiskeriet.

Placeringen kræver formegentligt en stationsudvidelse, men ikke egentlige netforstærkninger på land.



Kriegers Flak kunne have lavere omkostninger end forudsat i *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025* hvis Danmark, Tyskland og Sverige kan lave en koordineret nettilslutningsløsning for havmølleparker i området. Det anses imidlertid for usandsynligt, at man kan nå at gennemføre et koordineret projekt i området inden 2012, der tager hensyn til forskellige nationale lovgivninger.

Processen vedr. den koordinerede netløsning, som fortsat diskuteres mellem projektudviklere, TSO'er og myndigheder i Danmark, Tyskland og Sverige vurderedes at blive for langstrakt til, at området egner sig til idriftsættelse af 400 MW i 2012.

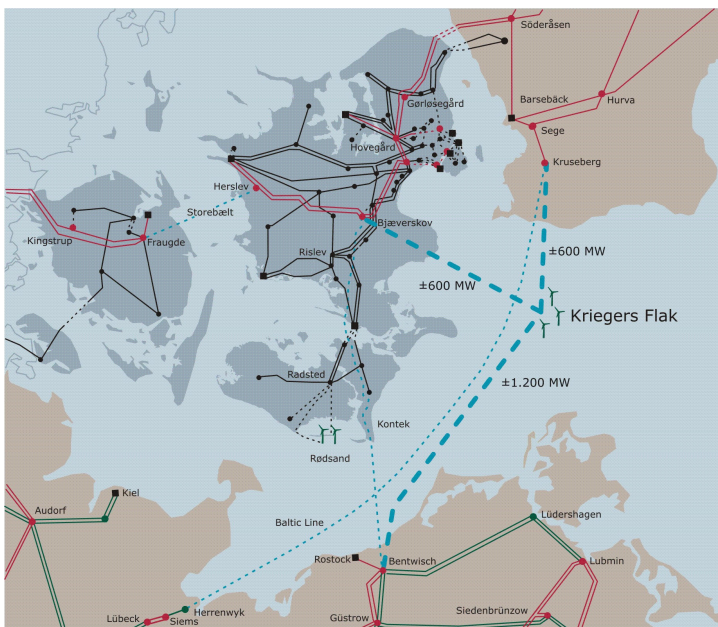


Langt den største del med vanddybder under 20 m, som er omkostningsmæssigt mest attraktivt at starte med, er på det danske område. Her forekommer dog også væsentlige råstofinteresser og naturbeskyttelsesinteresser. Som det fremgår af nedenstående skema er der et samlet potentiale på over 1500 MW, og Tyskland vurderes at være tættest på en investeringsbeslutning. Der er således gennemført VVM for både det tyske og svenske projektforslag.

	<b>Tyskland</b>	<b>Sverige</b>	<b>Danmark</b>
Projektejer	WDP Offshore	Vattenfall	
Størrelse	400 MW	640 MW	400-800 MW
Planlagt idriftsættelse	2010/2011	2012/2013	
Vanddybde	20-40 m	17-40 m	15-30 m
Godkendelse	Givet	Givet	

En koordinering med nabolandene kan have væsentlig betydning for udnyttelsen af området samt for løsningsvalg. Understøtning af effektive markeder for elektricitet ved at anvende tilslutningsforbindelserne for havmølleparker til handel mellem landene kan være af afgørende betydning.

I et evt. pilotprojekt vil effektkrav og udnyttelsesforhold være relevant at forhandle på plads mellem deltagerlandenes systemansvarlige virksomheder (TSO). Det for Energinet.dk afgørende er, at ledig kapacitet stilles til rådighed for markedet på ikke diskriminerende vilkår. Energinet.dk kan ved medejerskab af forbindelserne sikre, at disse stilles til rådighed for alle markedets aktører på lige vilkår. Endelig er der behov for en afklaring af forudsætninger for at vindkraft fra et land kan afregnes i et andet land som vindkraft som medtages i opgørelser over VE i henhold til EU's mål i 2020. Det er endvidere relevant at drøfte koordinering af de nationale lovgivninger mellem de enkelte landes myndigheder.



Repræsentanter for de tre landes TSO'er drøfter for øjeblikket den tekniske udformning af et transmissionsprojekt på Kriegers Flak med fokus på samkøringsforbindelser mellem Norden (Østdanmark og Sydsverige) og kontinentet - kombineret med ilandføring fra de danske, svenske og tyske vindmøller, herunder merudgifter ved udformning som samkøringsnet og de systemmæssige nytteværdier af samkøringen. Det er besluttet, at der gennemføres en indledende vurdering af teknik og økonomi i forbindelse med en fælles opsamlingsplatform med forbindelser til de tre lande. Det påregnes, at den indledende vurdering er klar til efteråret 2008.

Der eksisterer forskellige nettilslutningsløsninger. Enten 3 separate HVDC kabler med 3 separate HVDC transformerplatforme. Eller en samlet løsning som ovenstående kort eksemplificerer. Det ville kræve en merinvestering at ændre konstruktionen fra tre gange ilandføring til også at muliggøre samkøring mellem de tre lande. Det kunne udnyttes både når det blæser og



især, når det ikke blæser. Løsningen ville forbedre forsyningen af det sydsvenske og østdanske område. Løsningen ville bidrage til effektivisering af markedet.

Klima- og Energiministeren underskrev den 4. december 2007 en aftale – ”Joint Declaration” - med Sverige og Tyskland vedrørende samarbejde om havvindmøller. Det er forventningen, at man med videndeling vedr. miljø, forskning og udvikling samt netløsninger fremover vil styrke samarbejdet og finde fælles løsninger. Alene den geografiske beliggenhed af Kriegers Flak gør dette område til en oplagt mulighed for et samarbejde på tværs af de 3 landegrænser.

Projektet Nordvind, som hører under Task Force for Fornybar Energi nedsat af Nordisk Ministerråd, har i samarbejde med de relevante aktører anbefalet, at der gennemføres en nærmere analyse af muligheden for etablering af havmølleparker på Kriegers Flak. Formålet er at belyse, hvordan problemstillinger omkring planlægning, godkendelsesprocedurer, miljøundersøgelser og nettilslutning kan håndteres i projekter på tværs af landegrænser og plansystemer. I regi af Nordvindprojektet er der lagt op til at gennemføre en kortlægning af myndighedsprocesserne i de tre lande med udgangspunkt i Kriegers Flak projekterne.

### **Syd for Læsø**

I Havmøllehandlingsplanen fra 1997 var der anbefalet et meget stort område ved Læsø, og det blev efterfølgende planlagt at placere en demonstrationspark Syd for Læsø. Energistyrelsen screenede området i 2003 ved forberedelse af udbuddene for Horns Rev 2 og Rødsand 2. Bl.a. på baggrunden af en konstateret tilstedeværelse af sortand indgik området syd for Læsø ud fra et forsigtighedsprincip ikke som et prioriteret område i *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025*. Efter en samlet afvejning vurderede havmølleudvalget, at området ikke umiddelbart egner sig til udbygning med store havmølleparker, så længe der er mere attraktive placingsmuligheder.

Læsø er blevet diskuteret i de energipolitiske forhandlinger. Udvalget har derfor efterfølgende lavet en vurdering af hvorvidt der er plads på den del af havområdet syd for Læsø, som ligger på lavest mulig vand omkring 10 m dybdekurven, men udenfor habitat- og fuglebeskyttelsesområderne, og om disse placeringer kan ’konkurrere’ med en placering ved Djursland-Anholt, som den først prioriterede placering i *Fremtidens Havmølleplaceringer – 2025*.

Udbygges med en ca. 200 MW havmøllepark syd for Læsø, er det naturlige nettilslutningspunkt 400 kV station Ferslev. Nettilslutningen er tidligere blevet vurderet, og analysen pegede på et 150 kV vekselstrømskabel. En udbygning med flere havmølleparker i området vil imidlertid vanskeligt kunne nås til 2012, da det er forbundet omfattende og omkostnings-tunge netløsninger til ombygning eller udbygning af nettet på land.

Hvis det vælges at udbygge med én park på 200 MW syd for Læsø, så formodes tilslutningsomkostninger at ligge i størrelsesordenen ca. 4,0 mio. kr. per MW.

Hvis der planlægges med flere parker lægger Energinet.dk op til en alternativ udformning af ilandføringskablerne med HVDC-VSC, som kunne kombineres med en udvidelse af sammenbindingen af det kontinentale og de nordiske elsystemer og prisområder. Dette ville have klare markedsmæssige fordele uafhængigt af havmølleparkerne. Omkostningen til strækningen mellem Læsø og Sverige er ikke inkluderet i anlægsprisen. Dette skal i givet fald koordineres med den svenske TSO og de svenske myndigheder.

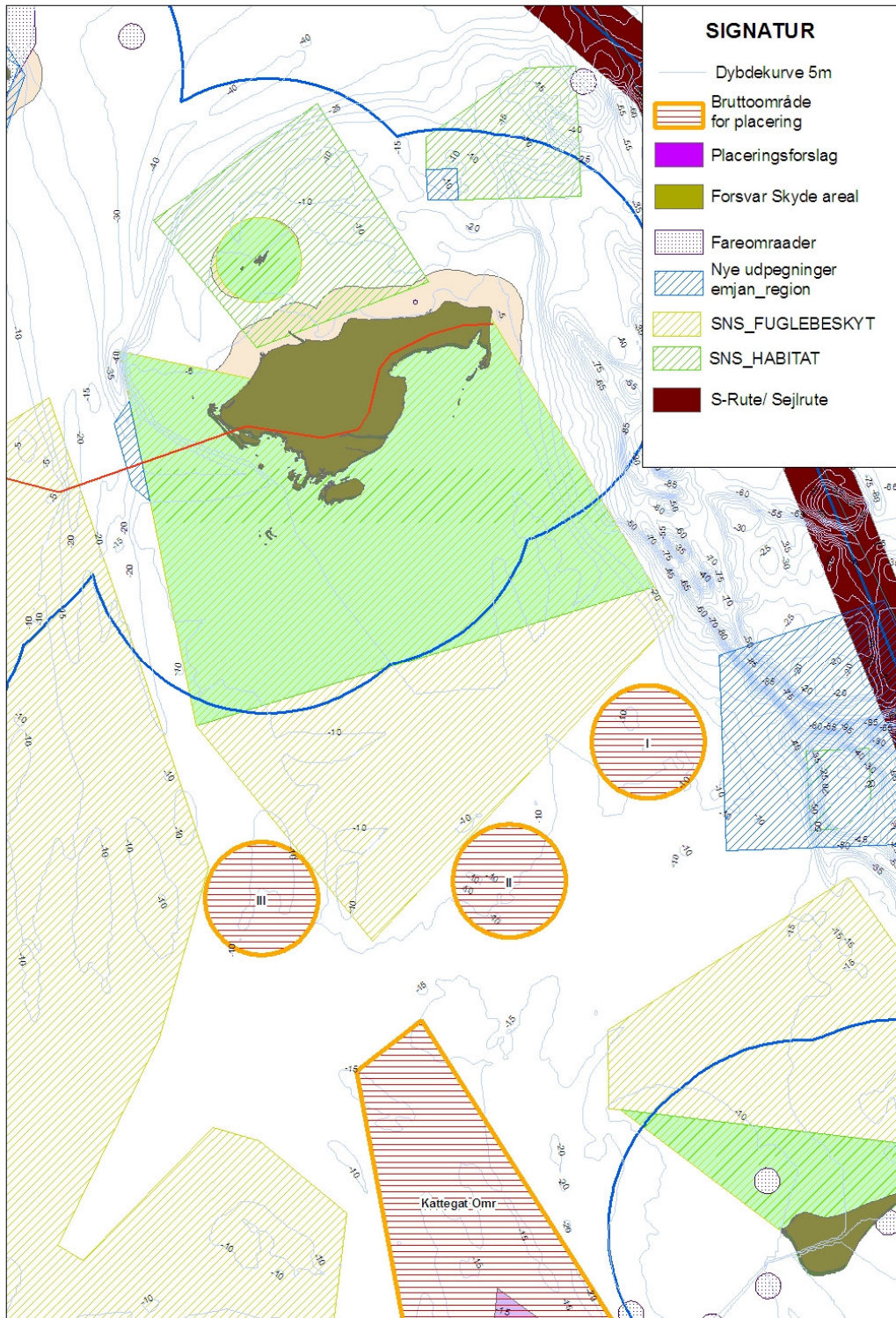
Hvis denne løsning med HVDC-VSC vælges, vil de samlede formodede omkostninger svare til omkostninger ved udbygning i Jammerbugten. Dog vil fundamenter på lidt lavere havdybder formodentligt gøre de samlede omkostninger lidt lavere end Jammerbugten.

By- og landskabsstyrelsen har af landskabelige grunde generelt ønsket at undgå placering af vindmøller i de indre danske farvande i det omfang, det kan lade sig gøre. Desuden stiller By- og landskabsstyrelsen sig meget skeptisk overfor placeringer af havvindmøller indenfor habitat- og fuglebeskyttelsesområderne syd for Læsø. By- og landskabsstyrelsen anser ikke data indsamlet ved Horns Rev som sammenlignelige med området syd for Læsø. Området syd for Læsø er et fældningsområde for sortanden, hvilket vil sige, at arten ikke kan flyve, når den raser her, og derfor er mere udsat. Desuden er områderne udpegede grundet en lang række andre fugle arter samt naturtyper.

Det skal endvidere bemærkes, at i områder syd for Læsø kan der evt. forekomme "boblende rev", som indgår på habitatdirektivets bilag 1 over naturtyper der skal beskyttes.

Læsø kommune indstillede i forbindelse med Energistyrelsens screening af området i 2003, at området syd for Læsø ikke udpegedes på det foreliggende grundlag. Forudsætningerne for en evt. senere positiv indstilling er, at der forinden er foretaget seriøse og uvildige undersøgelser af effekten for fiskeriet mht. det kommercielle fiskeri og områdets betydning for opvæksten for fiskeyngel.

Det skal endelig nævnes, at DONG Energy har ansøgt Energistyrelsen om at gennemføre forundersøgelser for etablering af en havmøllepark umiddelbart vest for Læsø. I en første fase har DONG Energy indgået et samarbejde med Læsø Kommune om undersøgelser af en projektidé bestående af en 9 kilometer lang vejdæmning med en ny færgehavn. Dæmningen vil kunne skabe fundament for 14-18 vindmøller. Der er praksis for, at vindmøller placeret på dæmninger teknisk set administreres som landvindmøller. DONG har oplyst, at møllerne forventes at blive højere end 150 m. Ansøgningen er derfor endvidere fremsendt til Miljøcenter Århus. Projektet forudsætter en transmissionsløsning til fastlandet. DONG har oplyst, at der er taget kontakt herom til Energinet.dk. DONG er endvidere på sigt interesseret i at etablere en yderligere række havvindmøller parallelt med dæmningen. Energistyrelsen forventer derfor at indgå i myndighedsbehandlingen i et samarbejde med Kystdirektoratet (myndighed for dæmningsprojektet), Miljøcenter Århus og Energinet.dk.



## **Forslag til en prioriteret udbygningsrækkefølge – på længere sigt**

Da der ved udvælgelsen af de potentielle områder er sket en afvejning af de fleste interesser, er det primært de samfundsøkonomiske konsekvenser - som følge af meromkostninger til fundering i forhold til vanddybde, ilandføring af strømmen, udbygningen af net på land samt den forventede energiproduktion - der er lagt til grund for anbefalingerne til en bestemt udbygningsrækkefølge.

En langsigtet og koordineret planlægning af havmølleudbygningen vil sikre den teknisk og samfundsøkonomisk optimale løsning. Såfremt nettet til hver enkelt park skal optimeres, bliver summen af omkostningerne til disse løsninger højere end en samlet transmissionsnetplan. Det forventes, at omkostningerne til systemydelse vil øges væsentligt i takt med vindmølleudbygningen. De systemdriftsmæssige forhold vil skulle analyseres nærmere, ved en egentlig en lokaliseringsplan for havvindmøller.

Prioriteringsskemaet viser følgende samfundsøkonomiske rækkefølge (inkl. O&M): Djursland/Anholt, Horns Rev, Læsø, sideordnet: Jammerbugt, Ringkøbing, og derefter: Kriegers Flak, Store Middelgrund og Rønne Banke. Af hensyn til netforstærkningerne og startomkostninger anbefales det, at fortsætte udbygningen på hver plads inden der påbegyndes på en ny plads.

Hvis Danmark, Tyskland og Sverige kan lave en koordineret nettilslutningsløsning for de planlagte parker i området ved Kriegers Flak, som kombineres med samkøringsforbindelse mellem Norden og Kontinentet, kan 3-4 x 200 MW imidlertid gå hen at vise sig mere samfundsøkonomisk fordelagtige.

Den opfølgende undersøgelse har også vist at udbygning med 3 x 200 MW syd for Læsø uden for de eksisterende internationale naturbeskyttelsesområder kan være samfundsøkonomisk interessant, hvis øvrige arealinteresser, herunder naturbeskyttelseshensynet, tillader en udbygning i området. Læsø vil også kunne kombineres med øget samkøringsforbindelse mellem Norden og Kontinentet.

Områderne ved Store Middelgrund og Rønne Banke vil kunne vise sig mere fordelagtige, hvis de sammenkobles med svenske projektforslag med dertilhørende fælles ilandføringsløsninger. Den svenske regering godkendte i maj 2008 ansøgning om placering af 108 havvindmøller på op til 200 m højde på den svenske del af Store Middelgrund.

I forlængelse af Elinfrastrukturudvalgets rapport anbefaler Energinet.dk, at der skitseres en koordineret langsigtet udbygningsplan som både omfatter elinfrastruktur og udbygning med havvindmøller. Planen skal løbende ajourføres.