



Havvindspotentialet i Danmark

- screening af de danske farvande for mulige placeringer til ny havvind

Kontor/afdeling
VE

Dato
26. april 2019

J nr. 2019-3254

Indhold

1 Indledning	2
2 Ramme for kortlægningen	3
2.1 Udvalgelseskriterier	3
2.2 Definition af arealbehov	4
2.3 Kortlægningens detaljeringsniveau og afgrænsning	6
3 Potentialeområde for havvind	7
3.1 Indsamling af data og kategorisering	7
3.2 Betydning af afstand til kyst og havdybde	11
4 Resultat af kortlægningen	12
4.1 Arealer til 12,4 GW	14
4.1.1 "Alternative teknologiske perspektiver"	16
5 Sammenfatning	17

Bilag A – Oversigtsskema med datainput til kortlægningen

Bilag B – Kortfigurer i stor størrelse (to grundkort, potentialekortlægning og et kort over de udpegede arealer)

Energistyrelsen

Amaliegade 44
1256 København K

T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk



1 Indledning

Danmark er globalt førende inden for havvind og er i en unik position til at udbygge med endnu flere havvindmølleparker.

Energi fra havvindmøller skal bidrage til at muliggøre, at 55 pct. af energibehovet i Danmark dækkes af vedvarende energi i 2030. Som en del af Energifaftalen af 29. juni 2018 skal der således opføres tre nye havvindmølleparker, der til sammen skal bidrage med mindst 2.400 MW grøn energi i energisystemet. Det svarer til, at de tre havvindmølleparker kan dække alle danske husstandes forbrug af strøm.

Med Energifaftalen 2018 er der bred politisk enighed om, at havvindspotentialet skal udnyttes bedst muligt, så Danmark kan bevare sin position med globalt førende virksomheder på vindområdet og samtidig sikre store og omkostningseffektive bidrag til den grønne omstilling. For at fremme denne udvikling fremgår det ligeledes af aftalen, at:

"Parterne er enige om, at der igangsættes en storstilet screening af de danske farvande i Nordsøen og Østersøen. Screeningen skal omfatte lokaliteter for op til 10 GW havvind for at opnå et omfattende udvalg af attraktive havvindplaceringer. Det skal sikre, at vi kan anvise gode, ledige placeringer, så nye møller hurtigt kan etableres og kobles på nettet, når udviklingen for alvor accelererer".

Energifaftalen angiver, at søterritoriet skal screenes for 10 GW havvind, men angiver også, at der skal udbydes tre havvindmølleparker på minimum 800 MW hver frem mod 2030 (minimum 2,4 GW). Der er således i medfør af Energifaftalen et samlet behov for at screene søterritoriet for en havvindkapacitet på minimum 12,4 GW.

Nærværende screening er udarbejdet af Energistyrelsen, og omfatter mulige havvindplaceringer for 12,4 GW. Screeningens hovedfokus er at identificere velegnede arealer til opstilling af nye havvindmølleparker under hensyntagen til øvrige gældende arealinteresser i de danske farvande, som de gør sig gældende per primo 2019. Det bemærkes, at det potentialeområde, der identificeres i analysen her udgør et øjebliksbillede, der kan ændre sig som følge af ændrede arealudlæg på andre ressortområder og politiske prioriteringer af nuværende bindingsområder mv.

Identificeringen af havvindsegne arealer indebærer ikke en prioritering eller udbygningsplan. Der er i screeningens metode taget højde for, at de endelige arealer til opstilling af havvindmøller vil skulle afvejes i forhold til andre formål, herunder EU-retlige og andre internationale forpligtelser. Det vil forventeligt som i dag ske i en myndighedsdialog, og en proces herfor forventes beskrevet i regi af



Havplanen. Havplanen er en samlet fysisk planlægning for det danske havareal¹, som følger af et EU-direktiv og skal træde i kraft senest d. 31. marts 2021². Der er med screeningen ikke taget stilling til, hvilken sektor eller andre formål, der har forrang til at anvende de i screeningen udpegede områder. Screeningen identificerer alene egnede arealer til etablering af 12,4 GW havvind og resultatet af screeningen vil indgå som en del af beslutningsgrundlaget for indmeldelse af havvindsegnede havarealer til den kommende Havplan.

Screeningen forholder sig heller ikke til system- og netværksmæssige forhold ved storskala udbygning med havvind samt øvrige markedsmæssige vilkår forbundet hermed. Disse emner adresseres i den Havvindanalyse, som også udarbejdes i henhold til Energiaftalen af 2018.

2 Ramme for kortlægningen

Vindmøllebranchen udvikler sig til stadighed, og analyser³ viser, at forhold, som har betydning for anlægs- og driftsomkostninger, herunder vindmøllehøjde, kapacitet og øvrige tekniske forhold, som gør det muligt at opstille møller på stadig større havdybde, ændrer sig løbende. Det betyder, at havarealer, der i dag ikke er teknisk eller økonomisk relevante at bruge til havvind, kan blive det inden for overskuelig tid. Den teknologiske og økonomiske udvikling er dermed afgørende for placering af havvindmølleparker, men også øget internationalt samarbejde omkring forbindelser mellem lande såvel som de såkaldte Hubs kan få betydning for, hvilke arealer der er kommercielt og samfundsøkonomisk attraktive til opstilling af fremtidige havvindmølleparker.

2.1 Udvalgelseskriterier

Afstand til kyst og havdybde vurderes at have stor betydning for hvilke arealer, der er relevante at udpege på nuværende tidspunkt, idet det antages, at jo nærmere land en havvindmøllepark skal etableres og jo lavere havdybde den skal etableres på, des lavere vil etablerings- og vedligeholdelsesomkostningerne være.

Udpegningen af de 12,4 GW baseres derfor på et "business as usual" teknologisk udviklingsforløb, som bygger på en løbende videreudvikling af kendte teknologier. Ved udpegningen er havarealer med en havdybde på under 50 m samt en maksimal afstand til kyst på 150 km prioriteret. Denne prioritering gør det muligt at anvende monopile-fundamenter og vekselstrømsløsninger, som teknologisk sikrer lavest mulige priser på havvind. I dag anvendes monopiles på op til 40 m dybde og vekselstrømsløsninger på op mod 80 km. På havdybder over 40-50 m er der behov

¹ Havplanen udarbejdes i regi af Erhvervsministeriet og følger EU-direktiv 2014/89/EU.

² Havplanen vil få en planperiode på 10 år og får retsvirkning fra det tidspunkt, hvor den sendes i høring. Ændringer til havplanen kan ske ved indmeldelse af tillæg.

³ Eksempelvis de løbende opdateringer af Energistyrelsens teknologikatalog.



for at anvende dyrere jacket-fundamenter⁴ og med kabellængder over 80 km er der behov for dyrere jævnstrømsløsninger⁵. Etablering af havvindmølleparker i udlandet peger på, at der kan ske en teknologiudvikling, som bl.a. kan muliggøre monopiles på større dybder. Den samme udvikling forventes at ske ift. vekselstrømsløsninger, hvor grænserne også hele tiden flyttes.

Analyser fra bl.a. Energinet viser, at indpasning af havvind i stor skala kan have netværksmæssige konsekvenser, som afhænger af hvorledes VE-produktionen tænkes anvendt. Transmissionsnettet på land vil skulle udbygges til at kunne modtage og indpasse kraftigt forøgede mængder af VE, og omkostningerne hertil er afhængig af anvendelse. Dette – samt den teknologiske udvikling og potentielt nye muligheder – gør, at det er relevant at se ud over de kriterier og arealer, som udpeges i forhold til en teknologiudvikling som beskrevet for "business as usual".

De "alternative teknologiske perspektiver" tilskriver sektorkobling i form af power-to-x løsninger⁶, hybridløsninger som ved Krigers Flak og Hubs a la North Sea Wind Power Hub udviklingsprojektet⁷. Sådanne alternative teknologiske løsninger muliggør, at ikke al den producerede strøm skal føres ind i det danske elsystem samtidig med, at der kan ske balancering og handel mellem forskellige markeder.

Sammenhængen mellem en havmølleparks beliggenhed nærmest muligt land og lavere etablerings- og vedligeholdelsesomkostninger vil fortsat gælde, men andre forhold kan tale for, at et område med stor afstand til kyst (dvs. over 150 km) kan være attraktivt. Ligeledes gælder, at den rigtige geografiske placering kan tale for et område med større havdybde end 50 m - sammen med den teknologiske udvikling - kan mindske betydningen af afstand til kysten generelt.

I et teknologisk udviklingsforløb baseret på "alternative teknologiske perspektiver", der kræver ny eller dyrere teknologi og/eller internationalt samarbejde, vurderes afstand til kyst og havdybde derfor at have mindre betydning, mens andre forhold, herunder aftaler mellem lande samt aftaler mellem havvindenergiproducenter og aftagere, er afgørende for, hvad der anses som attraktive placeringer.

2.2 Definition af arealbehov

Energistyrelsens erfaringer fra tidligere udlægning af arealer til havvindmølleparker viser, at der er behov for at udlægge et betydeligt større bruttoareal end det

⁴ Se fx http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/14-15/XL_Monopiles/technical.html

⁵ Siemens nævner en grænse i dag på op til 80 km for vekselstrøms-løsninger.

<https://www.energy.siemens.com/nl/en/power-transmission/grid-access-solutions/ac-technology.htm>

⁶ Ved Power-to-x-løsninger er perspektivet, at den producerede strøm kan konverteres til en lang række andre energibærere. Dette er særligt interessant i perioder med lave elpriser, hvor muligheden for omdannelse til andre produkter – fx brint – kan gøre det rentabelt at etablere yderligere havvind. Brint kan enten anvendes direkte, transporteres i et brintnet, tilføres gassystemet eller konverteres til højværdi-energi produkter som fx flydende brændstoffer.

⁷ <https://northseawindpowerhub.eu/studies/>



nettoareal, som i sidste ende skal anvendes til opstilling af de konkrete parker. Det skyldes, at der som følge af efterfølgende finscreening og forundersøgelser af de konkrete placeringer kan fremkomme oplysninger om hidtil ukendte miljøforhold, herunder trækfugleruter, marine pattedyr og/eller hensynet til overlappende arealinteresser, som kan indskrænke arealet så meget, at den oprindelige målsætning for de enkelte områder ikke længere vil kunne gennemføres.

Formålet med denne tilgang, som også ligger til grund for den seneste undersøgelse af arealer for de tre kommende havmølleparker⁸, som er aftalt i Energiaftalen, er at skabe tilstrækkelig robusthed og øge sikkerheden for, at de 12,4 GW kan realiseres på de bedst egnede lokaliteter. Metoden skal med andre ord skabe størst mulig fleksibilitet og sikkerhed for en optimal placering.

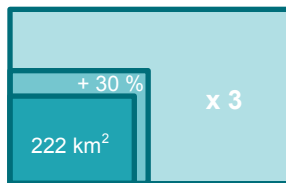
Efter denne fremgangsmåde skal der screenes for at udpege et havareal, som er tre til fire gange større end det endelig opstillingsområde for en havmøllepark - dvs. i alt godt 11.000 km². Baggrunden for denne beregning fremgår af nedenstående boks 1.

⁸ Finscreening af havarealer til etablering af nye havvindmølleparker. COWI 2018 ([https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/bilag_d - 114354-1-4_el - final.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/bilag_d_-_114354-1-4_el_-_final.pdf))

Boks 1

Behovet for arealudpegning er udregnet på baggrund af følgende forudsætninger, som også er lagt til grund for undersøgelser af mulige arealer til de tre kommende parker (jf. Energiaftalen 2018):

- Opstilling af havmøller med en mølletæthed på $0,22 \text{ km}^2/\text{MW}$ (dvs. 222 km^2 for hver 1 GW)
- Behov for udbud af et 30 % større areal. Det ekstra areal skal sikre, at koncessionshaver har et spillerum og skal give sikkerhed for, at opstilling kan lade sig gøre (dvs. $288,6 \text{ km}^2$ for hver 1 GW)
- Til de indledende, tekniske forundersøgelser tages udgangspunkt i et større areal, svarende til tre gange det forventede, udbudte areal (dvs. $865,8 \text{ km}^2$ for hver 1 GW). Dette bygger på erfaringer fra tidligere udbudsprocesser, som viser, at dele af de forundersøgte arealer må sorteres fra netop i denne fase, grundet andre forhold.
- Det samlede screeningsbehov ift. de 12,4 GW svarer derfor til 10.736 km^2 – dvs. godt 11.000 km^2 , udregnet som $222 \text{ km}^2 * 1,3 * 3 * 12,4 \text{ GW}$.



Figuren viser en principiel illustration af sammenhæng mellem nettoarealoptag til opstilling af 1 GW vindmøllepark, det areal, der udbydes og de arealer, der undersøges i forbindelse med miljøundersøgelser og tekniske forundersøgelser.

2.3 Kortlægningens detaljeringsniveau og afgrænsning

Screeningen af de 12,4 GW er gennemført som en grovscreening, der tager udgangspunkt i kendte, gældende arealinteresser på det danske søterritorium. Øvelsen skal ikke forveksles med den mere detaljerede finscreening, som foretages inden den endelige udpegning af arealer til statslige udbud af havvindmølleparker. Den mere detaljerede finscreening, som indeholder undersøgelser af miljø- og havbundsforhold iværksættes typisk først umiddelbart før udpegning af arealer til konkrete parker. Her inddrages også mere kvalitative aspekter, såsom vindforhold og nettilslutning foruden hensyntagen til mulige overlappende arealinteresser. Herefter, når et udbud igangsættes, pågår dybdegående geofysiske og geotekniske undersøgelser, samt VVM af et givent bruttoområde.

Denne gradvise vurdering af områdernes attraktivitet tilgodeser den teknologiske udvikling og sikrer tidssvarende afvejning af økonomiske hensyn og fysiske forhold.



Som nævnt indledningsvist, indebærer udpegningen af arealer, som præsenteres i denne rapport, ikke en prioritering mellem arealerne eller en udbygningsplan. Formålet er alene at pege på velegnede arealer til etablering af 12,4 GW havvind.

Det er en forudsætning for en markedsdrevet udbygning med havvind i stor skala, at bl.a. elinfrastrukturen følger med. Det gælder både inden for Danmarks grænser, hvor elsystemet skal kunne håndtere havvindparkernes store produktionsudsving bedre end i dag. Og det gælder især uden for Danmarks grænser, hvor elnettene skal integreres bedre for, at store mængder strøm fra havvind kan afsættes på udenlandske markeder. En massiv udbygning af havvind i ét koncentreret område kan være en udfordring for det danske elnet, herunder i forhold til systemdrift, forsyningssikkerhed mv. Denne arealscreening tager imidlertid ikke højde for de systemdrift- og netværksmæssige konsekvenser ved en storskala udbygning af havvind. Screeningen forholder sig heller ikke til, hvad der skal til for at understøtte en markedsdrevet udvikling af havvind i Danmark, hvor bl.a. værdien af den producerede strøm vil være central. Disse emner adresseres i den kommende havvindanalyse, som også udarbejdes i henhold til Energiaftalen 2018.

3 Potentialeområde for havvind

Screeningen er gennemført som en *skrivebordsøvelse*, hvor kendte, kortlagte arealinteresser og -bindinger er inddraget. Resultatet af øvelsen er en kortlægning af det samlede potentiale for opstilling af havvind i de danske farvande, samt en nuancering ift. de kriterier, der er opstillet med de to rammer for udviklingsforløb. Det skal bemærkes, at det potentialeområde, der identificeres i denne kortlægning, alt andet lige skal forstås som et øjebliksbillede, der kan ændre sig som følge af ændrede arealudlæg på andre ressortområder og politiske prioriteringer af nuværende bindingsområder mv.

3.1 Indsamling af data og kategorisering

Analysen af de arealmæssige bindinger på søterritoriet er kategoriseret og kortlagt som en GIS overlay-analyse. En række datasæt (kort-informationer) om kendte arealinteresser på søterritoriet er indhentet fra andre myndigheder. Blandt andet er de data, der er indmeldt til havplanarbejdet med udgangen af marts 2019, inddraget og lagt til grund for analysen.

De indhentede arealinteresser er opdelt efter følgende to kategorier:

1. *Bindingsområder for arealinteresser*
2. *Afvejningsområder for arealinteresser*

Arealinteresserne inden for bindingsområder er karakteriseret ved, at de ikke på nuværende tidspunkt umiddelbart er forenelige med etablering af nye havvindmøller. Bindingsområder omfatter eksempelvis nogle af Forsvarets

øvelsesområder, Natura 2000-områder, råstofområder og udvalgte sejlruiter. Dog er der eksempler på, at det ved konkrete lokaliteter til opstilling af havvind har været muligt at opnå enighed på tværs af sektorer om at anvende mindre områder, karakteriseret som bindingsområde til havvind. Eksempelvis i forbindelse med kabler, der føres gennem et Natura 2000-område, mulighed for råstofindvinding omgivet af vindmøller eller etablering af havvindmølleparker på et område, der delvist overlapper med Forsvarets øvelsesområder.

Afvejningsområder indikerer derimod, at de overlappende arealinteresser erfaringsmæssigt ikke udelukker etablering af havvindmøller. Disse afvejningsområder er eksempelvis strategiske råstofressourcer, udbudsområder for olie og gas, områder med kabler og rørledninger samt visse sejl/færgeruter.

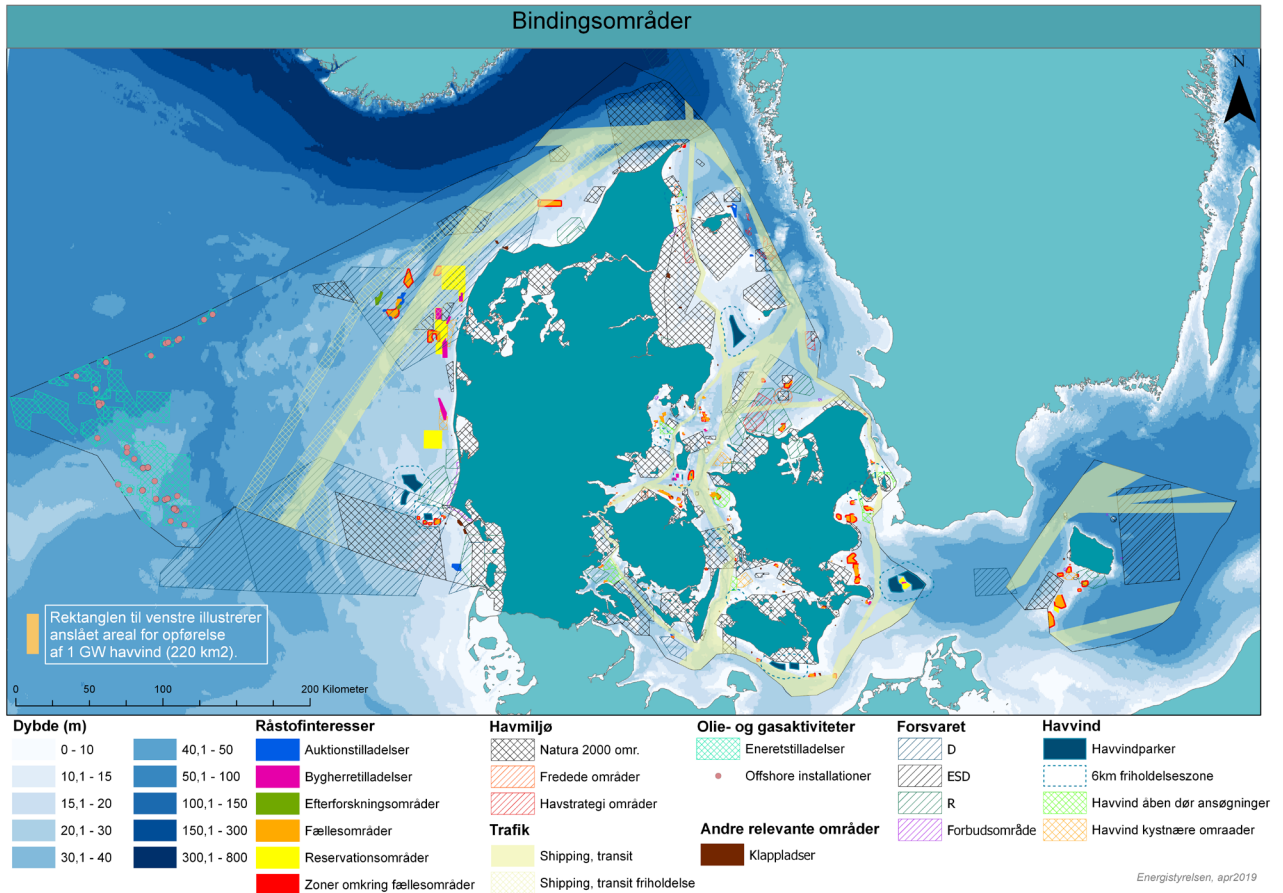
En oversigt over hvilke arealkategorier, der til denne screening er kategoriseret som henholdsvis bindingsområde og afvejningsområde, er angivet i nedenstående Tabel 1. Desuden er det uddybet i bilag A, hvordan de enkelte datasæt, som er anvendt til screeningen, er kategoriseret.

Tabel 1 Arealinteresser kortlagt i forbindelse med screening af mulige arealer

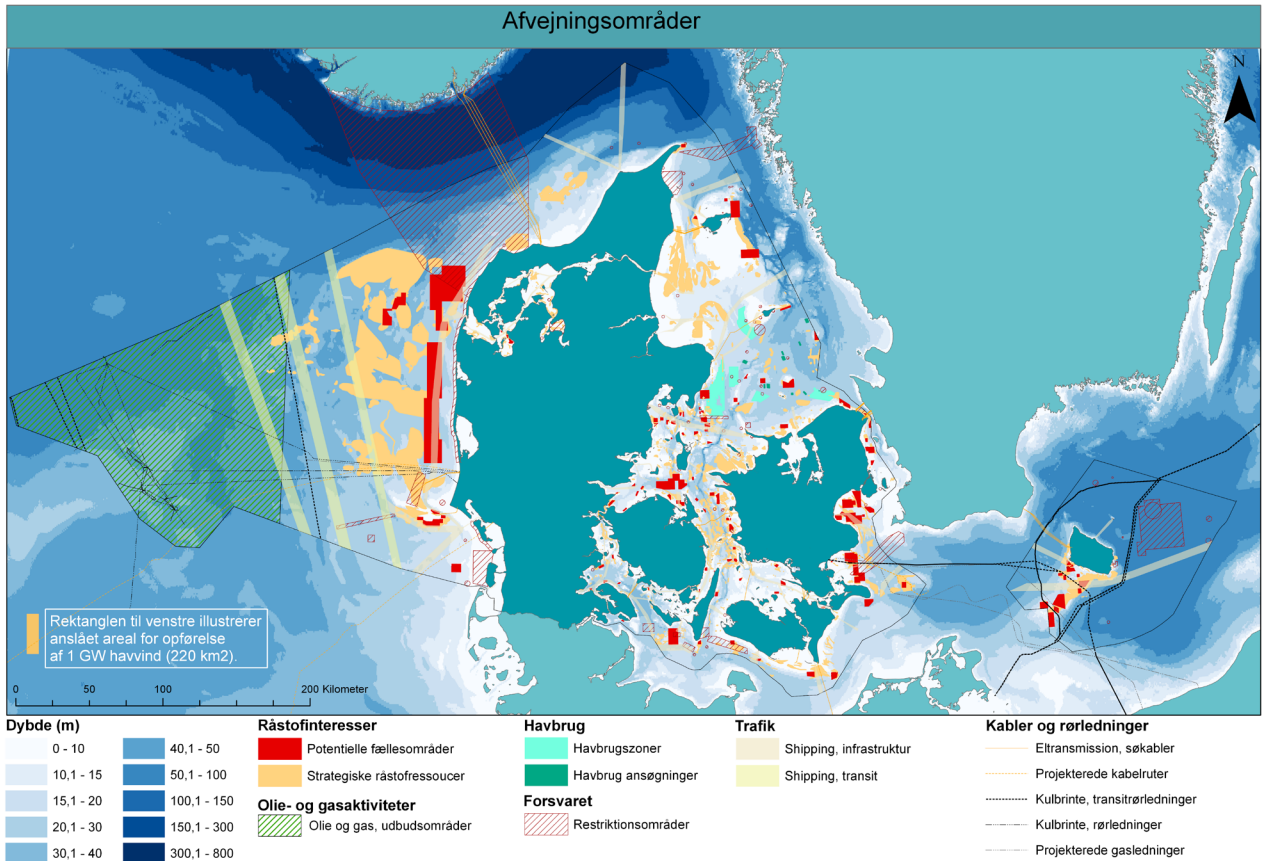
Arealinteresse	Bindings- område	Afvejnings- område	Bemærkning
Sejlruiter, infrastruktur		X	Omfatter internationale og nationale færgeruter samt udvalgte, mindre trafikerede ruter i Nordsøen
Sejlruiter, shipping/transit	X		Internationale fragtskibsruiter og stærkt trafikerede områder i Nordsøen
Råstofinteresser		X	Omfatter udlægninger af potentielle fællesområder og strategiske råstofressourcer
Råstofind- vinding og klappladser	X		Områder hvor der er udstedt efterforsknings- og indvindingstilladelser samt reservationsområder og klappladser.
Forsvarets øvelsesområder	X		Øvelsesområder af forskellig karakter.
Forsvarets restriktions- områder		X	Aktiviteter indenfor restriktionsområder kan være forenelige med udlæg af arealer til havvind

Olie- og gasområder samt offshore installationer	X		Udstedte eneretsområder er ikke forenelige med etablering af havvindmøller. Installationer som platforme mv. er etableret i tilknytning til enerestilladelser.
Olie og gas udbudsområde		X	På baggrund af udbudsrunder kan der tildeles enerestilladelser inden for udbudsområdet.
Havvind	X		Eksisterende parker inkl. 6 km afstandszone samt statsligt udbudsområde for Kriegers Flak 1
Kabler og rørledninger		X	Muligt samspil under hensyntagen til eksisterende strukturer. 200 m sikkerhedsafstand
Havmiljø	X		Natura 2000, havstrategiområder og fredede områder. Ikke forenelige hensyn

De forskellige datasæt (kortlag) er samlet i GIS og kan ses af de to følgende oversigtskort. Det første kort (Figur 1) viser de interesser, der til screeningen er kategoriseret som bindingsområder, mens det følgende kort (Figur 2) viser de interesser, der til screeningen er kategoriseret som afvejningsområder.



Figur 1 **Oversigt over kortlag, der betragtes som bindingsområder, dvs. interesser, der ikke umiddelbart er forenelige med etablering af nye havvindmøller.**



Energistyrelsen, apr2019

Figur 2 Oversigt over kortlag, der betragtes som afvejningsområder, dvs. interesser, som ikke erfaringsmæssigt udelukker etablering af havvindmøller.

3.2 Betydning af afstand til kyst og havdybde

I Nordsøen og Østersøen omkring Bornholm inddrager screeningen kun arealer minimum 20 km fra kysten svarende til den seneste politiske beslutning om placeringen af havvindmølleparken 'Thor' 20 km fra kysten i Nordsøen. Afstanden i de indre danske farvande, inkl. den sjællandske østkyst er sat til 15 km svarende til den udvidede kommunale indsigelsesret⁹. Her har hensynet bl.a. været at sikre, at de i kortlægningen identificerede områder til større fremtidige vindmølleudbud ikke begrænses som følge af indsigelsesretten.

Indsigelsesretten giver kystkommunerne mulighed for at gøre indsigelse mod, at der gives en forundersøgelsestilladelse til et konkret projekt. Det bemærkes, at hverken den kommunale indsigelsesret eller det forhold, at screeningen her ikke

⁹ Indsigelsesretten på 8 km er beskrevet i VE-lovens § 22b, mens den senere politiske beslutning om udvidelse til 15 km er beskrevet i Energiaftalen 2018.



udpeger arealer inden for 15 km indebærer, at der ikke fremover kan realiseres havvindmølleprojekter nærmere kysten end 15 km på egnede lokaliteter. Udover afstanden til kyst er det valgt at skelne mellem arealer med en havdybde, der er større eller mindre end 50 m, som er vurderet til at være den kritiske dybde for eksisterende teknologier, jf. afsnit 2.1. Etablering af havvind ved lavere havdybde (under 50 m) mindsker etablerings- og vedligeholdelsesomkostningerne, hvorfor det vurderes som et relevant udvælgelseskriterium for arealer til havvind.

4 Resultat af kortlægningen

Resultatet af kortlægningen er vist på kortet, som ses af Figur 3 nedenfor. Her er det danske søterritorium uden for den anførte kystafgrænsning overordnet opdelt i to områder: Arealer der ikke umiddelbart er forenelige med havvind (røde områder) og arealer med potentiale for havvind (grønne og orange områder). De røde områder svarer til de arealinteresser, der p.t. er kategoriseret som bindingsområder, mens de grønne områder viser afvejningsområder og arealer uden kendte arealinteresser og med en havdybde *under* 50 m. De orange områder viser afvejningsområder og arealer uden kendte arealinteresser og med en havdybde *over* 50 m.

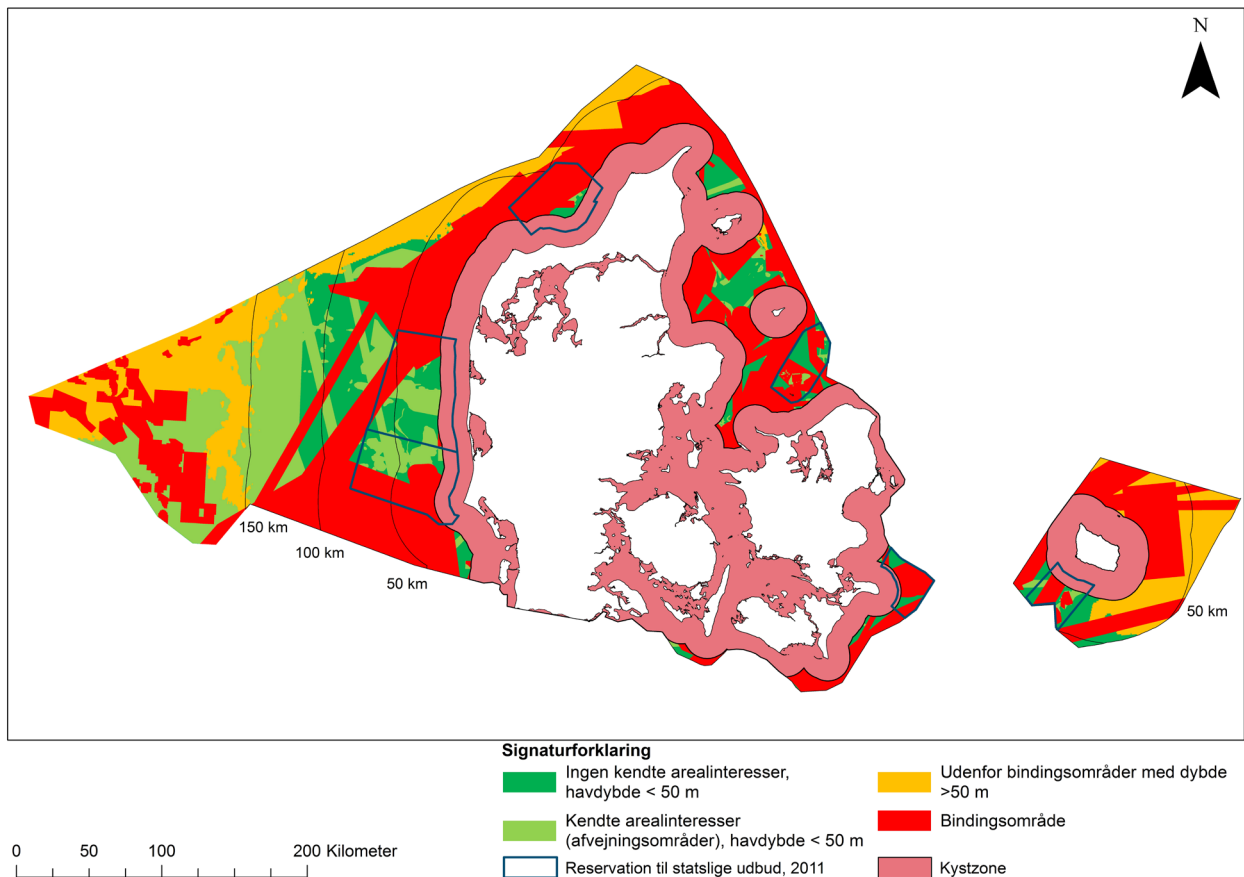
Afstanden til kysten skal *ikke* ses som en binding, men bruges som et udvælgelseskriterie i forhold til at udpege arealer. Afstanden til kysten fremgår af Figur 3 for henholdsvis 50 km, 100 km og 150 km.

Det samlede potentialeområde for placering af havvind på det danske søterritorium, under hensyntagen til eksisterende arealbindinger og afstand til kysten (dvs. de grønne og orange arealer) udgør i alt 34.914 km². Tages hele potentialeområdet i betragtning med screeningens forudsætninger for arealbehov (jf. boks 1 s. 6), ville de 34.914 km² kunne rumme ca. 40 GW. Imidlertid lyder opdraget i Energiaftalen 2018 på 12,4 GW, hvorfor der med denne screening identificeres godt 11.000 havvindsegnede km². Det vil sige, at de udpegede bruttoarealer til 12,4 GW havvind vil udgøre godt en tredjedel af det samlede potentialeområde. Der erindres i den forbindelse om de forudsætninger, der er lagt til grund for definitionen af arealbehovet (se boks 1 s. 6).

Ud af det samlede potentialeområde er 20.719 km² arealer svarende til ca. 24 GW med en havdybde mindre end 50 m (grønne områder), mens de resterende 14.195 km² svarende til ca. 16 GW er områder med havdybde over 50 m (orange områder).

Tabel 2 Oversigten viser kriterierne for de farver, som er brugt til kortlægning og nuancering af potentialeområdet.

Bindingsområde	Afvejning	Dybde [m]	Beskrivelse
Nej	Nej	<50	Udenfor bindings- og afvejningsområder, dybde under 50 m
Nej	Ja	<50	I afvejningsområde, dybde under 50 m
Nej	Ja + nej	>50	Udenfor bindingsområder, dybde over 50 m
Ja	-	-	I bindingsområde uanset dybde



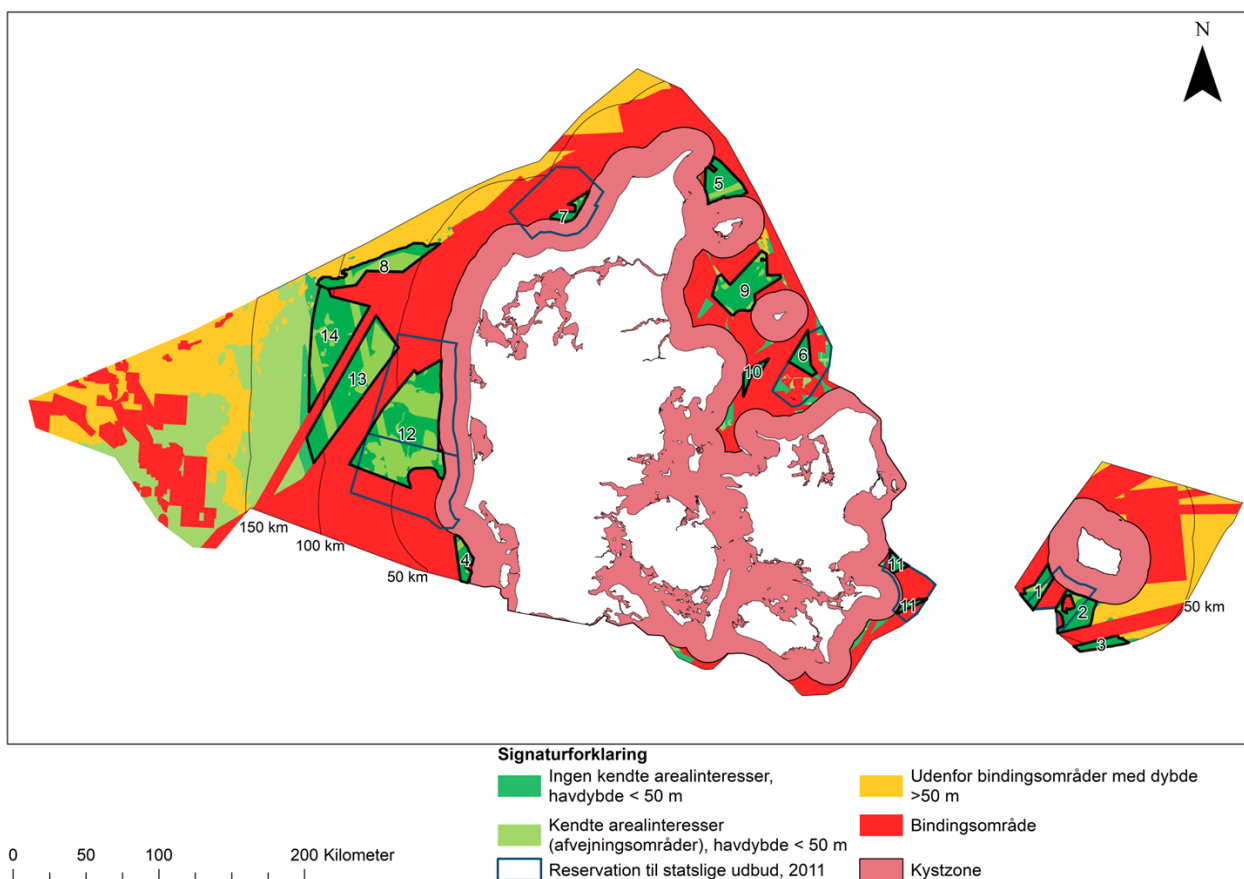
Figur 3 Kategorisering af det danske søterritorium. Orange og grønne områder udgør det, der her defineres som det samlede potentialeområde.

Det bemærkes, at potentialeområdet er baseret på gældende data primo 2019 og alt andet lige skal forstås som et øjebliksbillede, der kan ændre sig som følge af ændrede arealudlæg på andre ressortområder og politiske prioriteringer af nuværende bindingsområder mv. Bindingsområderne kan således ændre sig fx på grund af udløb af efterforsknings- og indvindingsstilladelser for råstoffer eller som følge af politisk omprioritering af anvendelsen af havarealet.

4.1 Arealer til 12,4 GW

Ud af det samlede potentialeareal er der udvalgt arealer, der til sammen giver mulighed for at placere minimum 12,4 GW havvind svarende til det før definerede bruttoarealbehov på ca. 11.000 km².

Udpegningen af arealerne er baseret på "business as usual" udviklingsforløbet. Det betyder, at havarealer med en havdybde på under 50 m samt en maksimal afstand til kyst på 150 km er prioriteret. Figur 4 viser de områder, der peges på og begrundelsen er uddybet nedenfor.



Figur 4 De udpegede områder er markeret med sort streg som afgrænsning.

Der er identificeret i alt 14 områder med forskellig beliggenhed og arealstørrelser i primært Nordsøen, men også i Østersøen og de indre farvande. I udgangspunktet er alle områder inden for godt 110 km fra kysten (som ikke er bindingsområder) udpeget, uagtet at der er overlappende arealinteresser, der vil skulle afvejes i en senere fase. Dette gælder for såvel de arealinteresser, vi kender i dag, og som er vist på kortene og ikke kortlagte interesser som fiskeri, helikopterruter mv.

Det samlede areal for de udpegede områder er 10.780 km² (målsætningen lød på 10.736 km²). Arealerne er markeret med en tyk sort streg uden om grønne arealer på kortet i Figur 4.

Af de udpegede arealer er det største samlede areal på 2.226 km², mens det mindste areal er på 122 km²¹⁰. Mindre arealer samt mere ukurante smalle strimler er sorteret fra og indgår ikke i opgørelsen. Velegnetheden af små områder er typisk mere usikker, da det kan blive nødvendigt at bortsortere områder som følge af forundersøgelserne (fx ved fugleproblematikker mv.). Den potentielle havvindkapacitet indenfor de enkelte arealer vil være forskellig, idet nogle arealer vil kunne rumme flere store havvindmølleparker, mens andre vil give mulighed for mindre parker. Størstedelen af de udpegede arealer er beliggende i Nordsøen, mens de mindre arealer findes i de indre danske farvande og Østersøen.

Af hensyn til forsyningsikkerhed af de større danske byer (elforbrugscentre) og behovet for netudbygning vil havvindudbygning i både Øst- og Vestdanmark formentlig være attraktivt. Dette gælder ligeledes i situationer med kraftig blæst, hvor der kan forekomme stor effektubalance i systemet, hvis størstedelen af de producerende havvindmøller er placeret i samme geografiske område. Udpegningen af de mindre områder i de indre danske farvande kan bidrage til at imødekomme denne udfordring.

Af tabellerne nedenfor er de udpegede arealer listet, og det er angivet, hvor store sammenhængende arealer, der udpeges for hver af lokaliteterne. Nummeret referer til kortet, jf. Figur 4.

Nordsøen – i alt 7.888 km²

Nr.	Navn	Areal [km ²]	Potentiale [MW]
4	Fanø Bugt	236	818
7	Jammerbugt	162	561
8	Jyske Banke	802	2.779
12	Nordsøen I	3174	10.998
13	Nordsøen II	1872	6.486
14	Nordsøen III	1642	5.690

Østersøen – i alt 1.087 km²

Nr.	Navn	Areal [km ²]	Potentiale [MW]
1	Bornholm I	270	936
2	Bornholm II	462	1.601
3	Bornholm III	182	631
11	Kriegers Flak (Nord og Syd)	173	599 ¹¹

Indre farvande – i alt 1.805 km²

Nr.	Navn	Areal [km ²]	Potentiale [MW]
5	Frederikshavn	522	1.809
6	Hesselø	247	856
9	Kattegat I	914	3.167
10	Kattegat II	122	423

Potentialet er et udtryk for, hvor mange MW der *potentielt* og *teoretisk* vil kunne etableres i hvert af de udpegede områder. Der tages udgangspunkt i, at arealet er 30 % større end det areal, der udnyttes (gives som råderum i forhold til optimering af projekt mv.), hvorfor produktion regnes som 3,47 MW pr. km². Eksempelvis er

¹⁰ Til sammenligning prioriteres 222 km² netto til 1 GW med et brutto forundersøgelserområde på ca. 866 km². Jf. boks 1 på s. 5.

¹¹ Kriegers Flak er tidligere undersøgt som placering for opstilling af 800 MW. Arealets størrelse vil ved etablering af 800 MW medføre en højere mølletæthed end ellers forudsat i screeningen.



det teoretiske potentiale for arealet Jyske Banke på 802 km² udregnet til 2.779 MW.¹² - dvs. svarende til tre store parker. Som tidligere beskrevet i boks 1 afsnit 2.2, viser erfaring, at de nærmere undersøgelser vil medføre indsnævring af de reelle placeringsmuligheder, ligesom det ikke er fastlagt hvor der skal etableres havvind.

4.1.1 "Alternative teknologiske perspektiver"

Potentialeområdet er stort og særligt, når de fysisk orienterede kriterier som afstand til kysten og havdybde spiller en mindre rolle. Baseret på kortlægningen af det samlede potentiale, som er vist af Figur 3, udgør potentialeområdet til havvind i alt 34.914 km².

Det nuværende kendskab til alternative teknologier peger ikke entydigt på specifikke geografiske placeringer, og kendte projektprospekter med hubs og interconnectorer med hel eller delvis beliggenhed inden for det danske søterritorium, er endnu ikke lokalitetskonkrete. Der er de senere år vist interesse på idéfaseniveau for lokaliteter ved bl.a. Dogger Banke og Bornholm. Endvidere kan sydlige arealer tættere på den tyske grænse også ses som interessante i det sådan perspektiv.¹³

Selvom alternative teknologiske perspektiver rummer nye muligheder, der kan reducere betydningen af kystnærhed og havdybde, er der på nuværende tidspunkt ikke tilstrækkeligt grundlag for at pege på, at et areal langt fra kysten er mere attraktivt og bedre egnet til at placere eksempelvis en power-to-x-løsning end et areal nær kysten. Dette ikke mindst ud fra en betragtning om, at forligskredsen bag Energiaftalen 2018 ønsker at stille arealer til rådighed til projekter, der kan producere grøn el på markedsvilkår. De mest attraktive arealer til havvind vurderes derfor for nuværende bedst udvalgt "fra kysten og ud" uanset hvilke antagelser om udviklingen, der lægges til grund.

¹² Det summerede potentiale for de 14 udpegede områder (på godt 37 GW) kunne fortolkes sådan, at områderne reelt rummer et langt større potentiale end de 12,4 GW, som de udpeges til. Imidlertid viser erfaringen, at store arealer må sorteres fra, når velegnede placeringer til havvind findes og udbygges. De i tabellen udregnede potentialer er alene en måde at omsætte arealstørrelse til kapacitet i MW.

¹³ I BEMIP (Baltic Energy Market Interconnection Plan) regi arbejdes der Baltic Energy Market Interconnection Plan på idestadiet med forskellige hybridløsninger bl.a. i Bornholmsområdet, se fx COWI-TEMA-EA studiet af potentialet for hybridløsninger Østersøen - https://vasab.org/wpcontent/uploads/2018/09/B.Tennbackk_BEMIP_Grid_Interconnectors.pdf



5 Sammenfatning

Med denne screening er der udarbejdet et potentialekort for havvind i Danmark, der dækker det danske søterritorium, og som tager højde for kendte arealinteresser på havet ved udgangen af marts 2019.

Resultatet viser, at det samlede havvindspotentiale på nuværende tidspunkt udgør ca. 34.914 km², som efter screeningens forudsætninger for arealbehov, ville kunne rumme en havvindskapacitet på minimum 40 GW. Baseret på tidligere erfaring med at identificere havvindsegne arealer, er der udpeget et bruttoareal på godt 11.000 km² til senere anvisning af 12,4 GW havvind. Arealerne er fordelt i både Øst- og Vestdanmark med store sammenhængende arealer i Nordsøen, mens der i de indre farvande og i Østersøen er betydelig færre og mindre arealer. De udpegede bruttoarealer udgør godt en tredjedel af det samlede potentialeområde, mens et betydeligt mindre areal i sidste ende vil blive anvendt til opstilling af de konkrete havvindmølleparker (jf. boks 1 s. 5).

De udpegede arealer er baseret på et teknologisk udviklingsforløb defineret som "business as usual", hvor afstand til kyst og havdybde har stor betydning for hvilke arealer, der er mest attraktive for opstilling af havvind. Som en del af den senere arealudvælgelsesproces vil der ske en afvejning og koordinering af de overlappende arealinteresser. Samtidig vil hensyn til kvalitative aspekter såsom vindforhold, nettilslutning, geofysiske og -tekniske forhold indgå i vurderingen af hvor attraktive de enkelte områder er.

I screeningen udpeges *ikke* arealer med en afstand til kysten på over 150 km og havdybde på over 50 m. Selvom sådanne områder potentielt kan være attraktive, anses områder nærmere kysten og med lavere havdybde alt andet lige som mere attraktive inden for den nærmeste tidsramme. Dette skyldes ikke mindst ønsket om at skabe gode markedsrammer, så havvind inden for kortest mulig tid kan producere grøn el på markedsvilkår uden støtte.

Med denne screening af velegnede lokaliteter på det danske søterritorium til opstilling af kommende havvind er der taget et vigtigt skridt i retning af at kunne anvisne gode, ledige placeringer for etableringen af kommende havvindmølleparker, når udviklingen for alvor accelererer.