



Energistyrelsen

Havvindanalyse

Langsigtede potentialer og rammer for
konkurrenceudsættelse af dansk havvind



Havvindanalyse

ISBN: 978-87-94447-30-0

Udgivet af Energistyrelsen i april 2025.

Energistyrelsen
Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

Telefon: +45 3392 6700

E-mail: ens@ens.dk

ens.dk

Design og produktion: Energistyrelsen



Indhold

Analysens ophav, tilgang og bidragsydere	5
Analysens ophav og tilgang	5
Bidragsydere	5
Sammendrag	7
Kapitel 1: Fremtidens udbygningspotentiale	7
Kapitel 2: Overvejelser om fremtidige policy-designs for tildeling af havarealer til VE-produktion på langt sigt	10
Introduktion	17
Kapitel 1: Fremtidens udbygningspotentiale for havvind	20
Introduktion til potentialeanalysens model	20
Hovedresultater	22
Nye tekniske og grænseoverskridende koncepter udvider potentialet	23
Afledte effekter ved massiv udbygning af havvind	27
Europæisk udvikling har stor betydning for dansk havvindpotentiale	28
Kapitel 2: Overvejelser om fremtidige policy-designs for tildeling af havarealer til VE-produktion på langt sigt	31
Introduktion	31
Udviklingen i den danske model for tildeling af havarealer til VE-produktion	31
Nye forudsætninger for opstilling af VE-produktion på havet	33
Hensyn i modeller for udbygningen af VE på havarealer frem mod 2050	34
Analyseafgrænsninger	35
Indhold i en model for tildeling af havareal til VE-produktion	36
1. Arealplanlægning og definerings af projektområde	38
2. Forberedelse af havarealer (risikominimering)	41
3. Projektdefinering og forpligtelse	45
Grundmodeller for tildeling af havarealer til VE-produktion	46
Model A: Mest fleksibilitet	49
Model B: Fleksibilitet og planlægning	50
Model C: Fleksibilitet, planlægning og risikominimering	50
Model D: Direkte forbindelse til udlandet – statsligt arealvalg og planlægning	51
Tildeling af havareal til VE-produktion skal ske ved konkurrence	55
Vurdering af grundmodeller for tildeling af havarealer til VE-produktion	55
Samlet vurdering af grundmodeller	60
Yderligere valg i grundmodeller og tiltag uden om grundmodeller	62
Betalings- og tildelingsmodeller	63
Plan for konkurrence	67
Tilvalg til fremme af brintproduktionskapacitet	68
Kapitel 3: Videre analyser	70

Analysens ophav, tilgang og bidragsydere

Analysens ophav, tilgang og bidragsydere

Analysens ophav og tilgang

Det blev med *Klimaaftale om grøn strøm og varme 2022* (herefter Klimaaftale 2022 eller klimaaf-talen) aftalt, at der ” (...) igangsættes analysearbejder, der hurtigst muligt skal belyse og udfolde, hvordan nyttiggørelsen af Danmarks havarealer og havvindsressourcer skal gennemføres i fremtiden.” Endvidere, at der skal ”udvikles modeller for nyttiggørelsen af ressourcerne (...)”. Det fremgår af klimaaf-talen om nyttiggørelsen af havvindpotentialet, at ”Danmark skal gå til opgaven på en måde, der forener ambitionerne om massiv grøn omstilling med godt købmandskab og øvrige samfundshensyn.” Øvrige samfundshensyn består af ”forsynings-sikkerhed, øget tempo i udbygning, systemintegration og innovation, borgerhensyn, bæredygtighed og sameksistens med natur-, miljø og erhvervsinteresser samt hensyn til kritisk infra-struktur.”

Med denne rapport afsluttes disse analyser, der herudover også tæller analyser i regi af Åben-dør-ordningen, energijørerne samt udbud af 6 GW i *Tillægsaftale om udbudsrammer for 6 GW havvind og Energjøl Bornholm fra 2023*.

Bidragsydere

Analyse af langsigtede rammer for konkurrenceudsættelse af dansk havvind er udarbejdet af Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet og Energistyrelsen med inddragelse af relevante mi-nisterier, navnlig Finansministeriet, Skatteministeriet, Udenrigsministeriet og Erhvervsmini-steriet. Analyser af fordele og ulemper ved forskellige organiseringsformer er foretaget af kon-sulenter. Herudover har danske ambassader i UK, Tyskland, Nederlandene, Frankrig, Norge og Finland bidraget med afrapporteringer om disse landes udbudsdesign for havvind. En række brancheorganisationer, tænketanke og naturbeskyttelsesorganisationer har haft mu-lighed for at give input til analysen.

Sammendrag

Sammendrag

Analyse af langsigtede rammer for dansk havvind følger op på Klimaaf tale om grøn strøm og varme 2022, hvor det blev besluttet, at det skulle analyseres, hvordan det danske havvindpotentiale kan nyttiggøres på langt sigt under hensyn til bl.a. samfundsøkonomi, forsyningsikkerhed, hastighed, miljø mv.

Rapporten dækker over to delanalyser og har et langsigtet perspektiv. Første del (kapitel 1) handler om en vurdering af potentialet for udbygning af havvind i Danmark i 2050. Anden del (kapitel 2) kigger på karakteristika, fordele og ulemper ved mulige modeller for tildeling af havarealer til produktion af vedvarende energi (VE) ud fra de givne potentialer.

Kapitel 1: Fremtidens udbygningspotentiale

En central del af analysen har været fokus på den danske havvindressource. Mere specifikt hvordan potentialet for konkurrencedygtig udbygning af dansk havvind set i et samlet europæisk energisystem realiseres bedst muligt. Det er med andre ord ikke et skøn over et teknisk potentiale, men over hvordan et rentabelt potentiale kan realiseres. Til det formål anvendes en langsigtet investeringsmodel for det fremtidige energisystem, den såkaldte *Partial Energy Equilibrium Resource System* (PEERS)-model, som viser hvor meget havvind, det under en række antagelsestunge forudsætninger vil være samfundsøkonomisk optimalt at opstille på markedsvilkår – dvs. støttefrit – i 2050. Det er således et bud på et billede af udbygningen i 2050, men *ikke* af vejen derhen.

Modellen tager udgangspunkt i en forventet efterspørgsel på el og brint i Europa i 2050, hvorfor resultaterne vedrørende potentialet for dansk havvindudbygning er afhængige af den forventede efterspørgsel efter el og brint, men også andre landes VE-udbygning, den teknologiske udvikling mv. Resultaterne bygger bl.a. på data fra European Network of Transmission System Operators' *Ten Year Network Development Plan 2022*, vindserier fra DTU Vind, Energistyrelsens teknologikatalog og *Analyseforudsætninger til Energinet* (AF).

Da 2050 er en relativt fjern fremtid, er der meget stor usikkerhed forbundet med ovenstående forudsætninger og dermed også de skønnede potentialer, som alene skal ses som retningsgivende. Modellen er derfor alene egnet til at give kvalitative indikationer om, hvad der kan påvirke omfanget og værdien af det danske havvindpotentiale. Potentialerne bør derfor ikke anvendes som udgangspunkt for fastsættelse af konkrete mål eller ambitioner om udbygning med en bestemt kapacitet.

Under de givne modelforudsætninger vurderes potentialet for støttefri havvind i Danmark at være på 40-80 GW i 2050. Det er på dette udbygningsniveau, at havvindens langsigtede bidrag til dansk samfundsøkonomi forventes at toppe. Havvindudbygningen indebærer et muligt, dansk, samfundsøkonomisk overskud fordelt på en række forskellige, tekniske havvindkoncepter. Det omfatter primært havvind ilandført direkte til Danmark med hel eller delvis tilslutning til kollektiv infrastruktur sammen med fleksibel brintproduktion samt havvind sluttet direkte til udlandet uden tilkobling til Danmark. Selvom det støttefri havvindpotentiale er meget følsomt over for den fremtidige udvikling af det europæiske energisystem, vurderes de første 20 GW dansk havvindudbygning at være relativt robuste over for ændringer i analysens antagelser. En række relevante følsomhedsanalyser viser, at de mest robuste tekniske koncepter er havvind opstillet relativt tæt på kysten og ilandført direkte til hhv. Danmark og Tyskland,

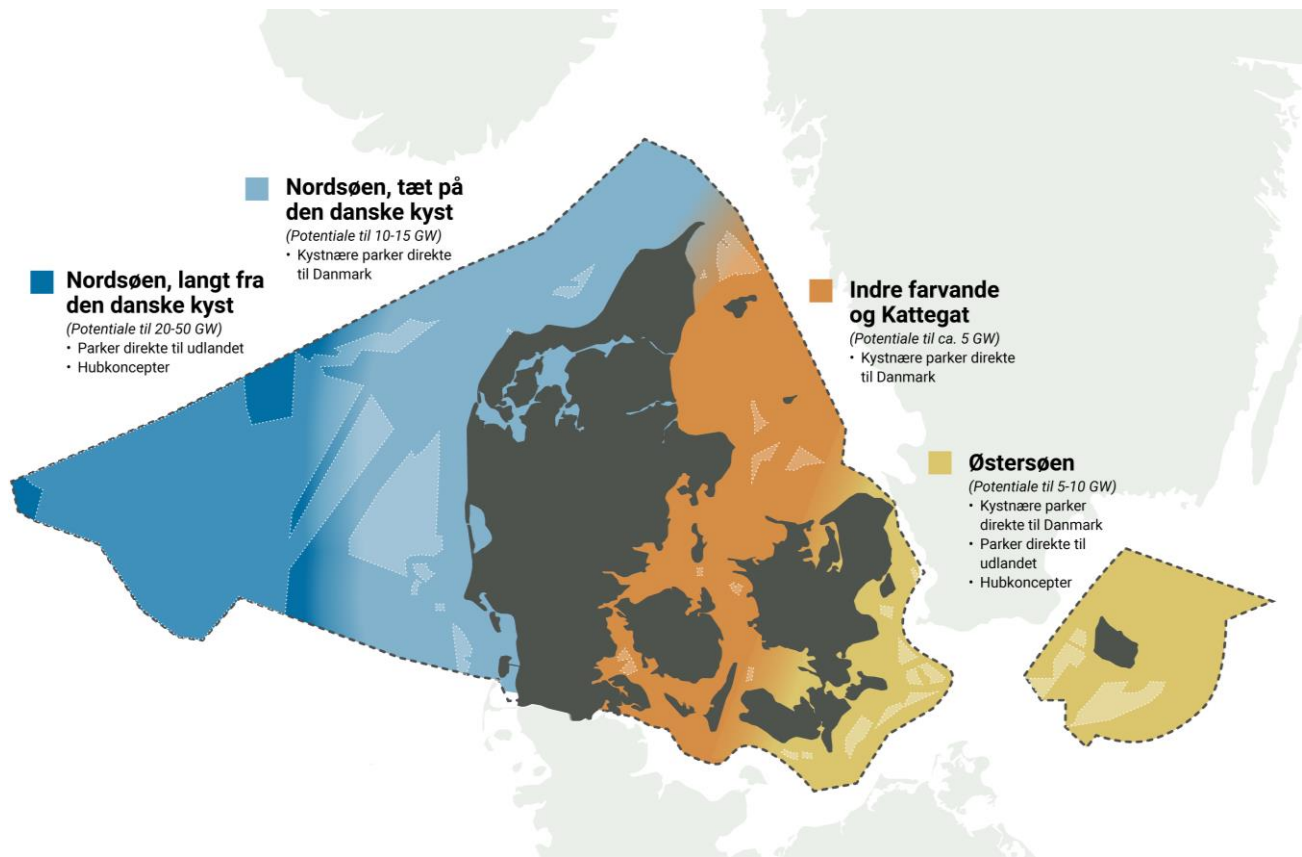
hvilket peger på, at denne type havvindudbygning fortsat vil være relevant i 2050 på tværs af en lang række scenarier. Koncepterne med el- og brinthubs¹ er mere følsomme over for bl.a. udviklingen i teknologiomkostninger, men de kan bidrage til at skalere havvindudbygningen længere ude på havet, såfremt efterspørgslen på energi i Europa bliver høj.

Realiseringen af potentialet afhænger af, at de tekniske koncepter muliggøres. Bl.a. forudsætter havvind tilsluttet direkte til udlandet samt el- og brinthubs ny lovgivning, mellemstatslige aftaler, teknologisk udvikling (fsva. brinthubs) samt at det fysisk kan lade sig gøre ift. evt. plan- og miljømæssige begrænsninger, begrænsninger i infrastruktur osv. Realisering af potentialet forudsætter samtidig, at private VE-projektudviklere vælger at investere i dansk havvind frem for i alternative VE-investeringer, herunder i andre lande.

De analyserede tekniske koncepter fordeler sig forskelligt på de danske havarealer, der er udlagt til vedvarende energi i Danmarks havplan (herefter "havplanen"), men alle vurderes væsentlige for at maksimere havvindpotentialet, *jf. figur 1*. Der forventes samtidig et europæisk, samfundsøkonomisk overskud ved dansk havvindudbygning, idet danske havarealer er konkurrencedygtige ift. andre landes arealer pga. gunstige vind-, dybde- og pladsforhold. Analysen viser f.eks., at det er mere omkostningseffektivt, hvis Tyskland bygger mindre havvind end planlagt og i stedet importerer havvindproduktion fra Danmark, fordi det begrænser de samlede skyggeeffekter og dermed øger produktionen per mølle. Dermed kan Danmark producere konkurrencedygtig el og brint til det tyske marked.

¹ Til denne analyse defineres hybride elhubs som offshore havvindproduktion, der ilandføres til to eller flere lande via kabler, som også kan fungere som handelsforbindelser, når elproduktionen ikke udnytter kapaciteten. Brinthubs er defineret som et havvindprojekt med havbaseret storskala brintproduktionsanlæg, hvorfra brint ilandføres via rør til ét land og el kan ilandføres med en delvis nettilslutning, som muliggør køb og salg af el. Modellen har dog ikke fået adgang til at foretage investeringer i et sammenkoblet offshore infrastrukturnetværk og havvindproduktion i flere lande (også kaldet *hubs-and-spokes*).

Figur 1
Anvendelsesmuligheder af danske havarealer og anslået privatøkonomisk rentabelt og støttefrit havvindspotentiale i 2050



Anm.: Figuren er baseret på et samlet spænd for dansk havvindudbygning i Danmark på ca. 40-80 GW i 2050. Havvind på de kystnære arealer (under ca. 80 km fra kysten) kan ilandføres med den relativt billigere vekselstrømsteknologi, mens havvind på kystfjerne arealer (over ca. 80 km fra kysten) ilandføres med den dyrere jævnstrømsteknologi.

Udbygningspotentialet tager ikke højde for plan- og miljømæssige begrænsninger på land og hav, herunder begrænsninger i energiinfrastrukturen, som den konkrete udbygning vil skulle tage højde for. Realisering af udbygningspotentialet kan understøttes af en større grad af statslig planlægning. Forskellige grader af statslig planlægning beskrives og vurderes i kapitel 2.

At der på lang sigt under en række forudsætninger er et stort potentiale for at etablere støttefrit havvind i Danmark, udelukker ikke, at der vil være perioder, hvor havvindssektoren er udfordret. Som alle andre sektorer vil havvindssektoren opleve op- og nedture. Det kan derfor også være nødvendigt kortvarigt eller over en længere periode at bringe støtte eller anden form for statslig risikominimering i spil, hvis der er ønske om løbende at holde gang i havvindsudbygningen. Analysen viser dog, at der på lang sigt kan forventes et betydeligt, støttefrit udbygningspotentiale, hvis der etableres de rette rammevilkår.

Kapitel 2: Overvejelser om fremtidige policy-designs for tildeling af havarealer til VE-produktion på langt sigt

Analysen i kapitel 1 indikerer et stort potentiale for havvind, som kan realiseres gennem flere forskellige tekniske koncepter. Kapitel 2 følger op med forskellige nye modeller for tildeling af havarealer til VE-produktion, der indebærer nye tilgange til især ansvarsfordeling og risikotagning i havvindprojekterne.

I Danmark har havvindudbuddene traditionelt indebåret en høj grad af fysisk planlægning, statslig risikominimering og mindre fleksibilitet for projektudvikler. Projektudviklers fleksibilitet er blevet større i de seneste udbud, fx med multisiteudbud ved Vesterhav Syd og Nord, fleksibilitet i installeret kapacitet for Thor Havvindmøllepark og mulighed for overplanting i de afholdte 6 GW-udbud. I andre lande findes forskellige eksempler på konkurrenceudsættelsesmodeller med både høj og lav grad af statslige planlægning og risikominimering. Der er ligeledes eksempler på høj grad af fleksibilitet til projektudviklerne, om end det dominerende billede er større grad af statslig planlægning, som det har været tilfældet i Danmark.

I et 2050-perspektiv, hvor Danmark har mulighed for at producere mere støttefri havvind end eget forbrug kræver, vil projektudviklerne i højere grad end tidligere have behov for at sikre afsætning uden for det danske, kollektive net til deres havvindproduktion. Det kan understøttes ved, at projektudviklerne i højere grad selv definerer og forbereder de konkrete projekter ift. kapacitet, forundersøgelser af projektområdet på havet, etableringstidspunkt, tilslutning til infrastruktur i Danmark eller udlandet mv. Tilsvarende kan projektudviklerne i højere grad selv håndtere de projektrisici, som staten tidligere har håndteret, idet staten med den øgede frihed for udviklerne kun vanskeligt kan håndtere risici for projekter, hvor form og specifikation er ukendt på tidspunktet for konkurrencen. Den øgede risiko hos projektudvikler kan håndteres ved, at der tildeles en ret – men ikke en pligt – til udnyttelse af et havareal, hvor opstiller fx kan trække sig fra projektet inden for en fastsat periode, hvis arealet viser sig ikke at være rentabelt. Dermed kan havvindprojekterne nærme sig de forhold, der gælder for opstilling af VE på land, hvor den private opstiller selv styrer hvor meget eller hvor hurtigt, der realiseres ny VE-kapacitet.

Staten vil til gengæld fortsat kunne have en vigtig rolle i at sikre transparente regulatoriske rammer, fx i form af en pipeline, som bringer havarealerne i spil, og fleksible forhold for konkurrence af havarealer. Særligt for så vidt angår ny havvind, der etableres med sigte på direkte eksport til udlandet, vil staten fortsat spille en central rolle i forhold til bl.a. nødvendige mellemstatslige aftaler om vilkår og eventuel etablering af energiinfrastruktur til udlandet.

Nye mulige grundmodeller for havvind

Der indgår i *Klimaaftale 2022* ønsker om at forene ambitioner om massiv grøn omstilling med godt købmandskab og en række øvrige hensyn. Analysen viser, at flere af disse hensyn i nogen grad er modstridende. Én model kan således ikke optimere for samtlige hensyn, hvilket tilsiger, at ét eller flere hensyn må prioriteres, eller at flere modeller må bringes i spil samtidigt.

I analysen er der skitseret fire mulige grundmodeller for tildeling af dansk havareal til VE-produktion. Grundmodellerne skal forstås som nedslagspunkter på et kontinuum af mulige modeller for havvind, hvor der i den ene ende er stor fleksibilitet til udformning af projektområde til projektudviklere og derfor lavt niveau af statslig planlægning og risikominimering i form af indsamling af fx miljødata, og forundersøgelser. I den anden ende af kontinuumet er der omvendt større risikominimering og lavere fleksibilitet til udformning af projektområder for pro-

jektudvikler pga. højere niveau af statslig planlægning af havarealet i forhold til fx miljø, forsvaret, fiskeri, mv., for at understøtte en på lang sigt bedre samlet nyttiggørelse af havarealet og mere optimal udbygning af den tilhørende energiinfrastruktur på land og hav.

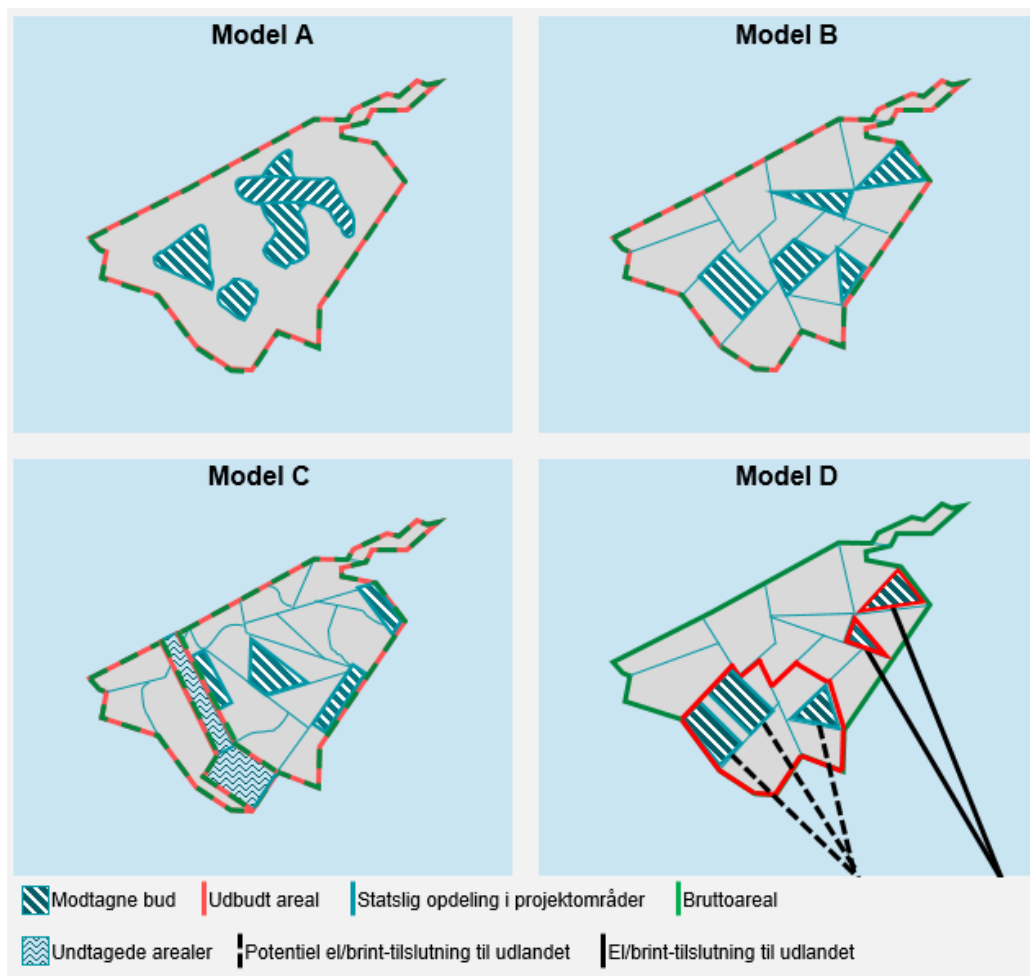
De viste modeller er ikke udtømmende for de mulige modeller, der findes, men de illustrerer nogle af de valg, der kan træffes. Analysen identificerer fordele og ulemper ved de forskellige modeller samt synliggør valg og vægtninger af hensyn, som er nødvendige for at kunne træffe beslutninger om én eller flere fremtidige modeller. I praksis kan flere modeller sameksistere på samme tid på forskellige arealer, ligesom der indledningsvist kan implementeres én model og på sigt implementeres andre.

Grundmodellerne er ikke modnet i en sådan grad, at konkrete konkurrencer kan afholdes på kort sigt. De vurderes mulige at implementere, men de skal videreudvikles for at være implementeringsklare, hvis der måtte blive taget politisk beslutning herom.

Figur 2 viser forskellene mellem grundmodellerne i forhold til fleksibilitet for projektudvikler til udformning af projektområder og statslig planlægning af havarealet. Modellerne varierer primært på måden, havarealer stilles til rådighed, på graden af statslig risikominimering samt på graden af helhedsorienteret planlægning i forhold til langsigtet, effektiv anvendelse af arealet og fx miljø-, natur- og øvrige arealinteresser.

I alle grundmodeller udfører staten en lovpligtig strategisk miljøvurdering (SMV) af planen for hele bruttoarealet, dvs. en samlet vurdering, som potentielt kan gælde for alle de havarealer, der er udlagt til vedvarende energi i havplanen. I model A byder projektudviklerne ind på projektområder, de selv specificerer ift. placering, form, størrelse mv. inden for et statsligt udlagt bruttoareal. I model B og C har staten opdelt bruttoarealet i projektområder. Det kan ske på baggrund af dialog med projektudviklere, Energinet, miljøorganisationer mv. samt efter yderligere indsamling af data om fx miljøfaktorer. Projektudviklerne byder herefter ind på specifikke projektområder, men de har fleksibilitet til at definere kapacitet, teknologi mv. for projektet.

Figur 2



Model C adskiller sig fra model B ved, at staten som grundlag for opdelingen af bruttoarealet i projektområder ud over inddragelse af relevante aktører kan udføre et antal analyser, fx en udvidet følsomhedskortlægning og dataindsamling, udvikling af en metode til vurdering af kumulative effekter ift. miljø, analyser af skyggeeffekter mv., for at opdelingen i projektområder kan tage højde for disse forhold. Denne tilgang er bl.a. delvist kendt fra tyske havvindauktioner. Det forventes isoleret set at øge det samlede udbygningspotentiale, fordi udbygningen sker på et mere oplyst grundlag, hvilket muligvis kan øge potentialet for koncessionsbetaling. Samtidig kan projektudviklerne have større forudsigelighed ift. miljø, andre parkers skyggeeffekter mv. på de projektområder, de har budt på. Afhængigt af ambitionsniveauet i dataindsamlingen kan det potentielt også muliggøre udpegning af fremskyndelsesområder og øge tempoet i tilladelsesprocesserne. Omvendt øges statens risiko for spildte udgifter til analyserne, og projektudviklers fleksibilitet reduceres ift. udformning af projektområder.

Model D sigter på at muliggøre direkte tilslutning af dansk havvind til udlandet uden om det danske energisystem. Dette er i tråd med resultaterne fra potentialeanalysen i *kapitel 1*, som tilsiger, at en stor del af produktionen ud fra en økonomisk betragtning med fordel kan eksporteres til udlandet. Havvind tilsluttet i udlandet vil øge det rentable potentiale for dansk havvindudbygning, bidrage til at reducere Europas klimaudledninger og understøtte europæisk energuafhængighed. Direkte eksport af strøm eller brint til udlandet vil kræve mellemstatslige aftaler, og den præcise model for udbud vil afhænge af de aftaler, der indgås. Det kan fx indebære en forpligtelse til opstilling af en bestemt kapacitet på et bestemt tidspunkt, idet det

er sandsynligt, at udlandet vil betinge egne investeringer i projekterne af, at havvinden (og evt. brintproduktion) rent faktisk realiseres til et bestemt tidspunkt. Det kan derudover indebære aftaler om omkostnings- og gevinstdeling, risikominimering, mv. Direkte tilslutning til udlandet er et nyt koncept, som hverken projektudviklere eller stater har erfaring med, ligesom hverken dansk eller europæisk regulering er designet med konceptet for øje. Det forventes derfor i første omgang at indebære en høj grad af statslig involvering og definering. I takt med at der opbygges erfaring med konceptet, kan muligheden for at give mere frihed til opstillere i stil med modellerne A, B og C afsøges.

Ud over forskelle ift. arealplanlægning, udpegning af projektarealer og forundersøgelser kan modellerne suppleres med en række tilvalg, som former dem yderligere. Det gælder fx ift. loft over samlet udbudte mængde, nye krav til miljø, bæredygtighed og sikring af kritisk infrastruktur i kommende havvindparker samt valg om faste udbudsrunder, auktionstype mv.

Vurdering af grundmodeller

Det er ikke muligt at vurdere, om der vil være højere *statslige indtægter eller bedre samfundsøkonomi* i en eller flere af grundmodellerne, fordi forhold inden for modellerne trækker i hver sin retning. Fx vil det isoleret set kunne føre til højere statslige indtægter, hvis byderne selv får lov at definere deres projektområde, da de bedre kan optimere deres projekt og business case. Dog er der risiko for, at denne fleksibilitet for den enkelte aktør kan føre til suboptimal planlægning på havet eller ift. udbygning af infrastruktur. Dette kan reducere det samlede udbygningspotentiale og værdien for øvrige aktører, og dermed samfundsøkonomien, hvilket potentielt vil reducere de statslige indtægter. Den samlede effekt vil afhænge af projektudviklernes business cases, som ikke kendes, og af de risici, som modellerne og projekterne indebærer.

Grundmodel A-C adskiller sig heller ikke væsentligt ift. *hvor meget risiko, staten påtager sig*, idet statens risiko traditionelt har været særligt knyttet til de statslige forundersøgelser af de udbudte projektområder på havet og forberedelse af nettilslutning. For alle modellerne A-C er det lagt til grund, at staten ikke længere varetager disse opgaver. Hvis der ønskes et meget udvidet datagrundlag som grundlag for arealplanlægningen på havet i model C, kan der dog være en større initial udgift for staten. Alt efter ambitionsniveauet forventes udgifterne til dataindsamling at udgøre en mindre del ift. fx udgifterne til forundersøgelserne af et konkret projektområde på havet, som de typisk gennemføres i dag. Når der tilvejebringes mere data, vil det give større sikkerhed for byderne og potentielt bedre budpriser, ligesom data kan tjene et bredere formål i relation til planlægning af den overordnede anvendelse af danske havarealer, overholdelse af direktivforpligtelser ift. EU's miljø- og naturregulering mv. Risikoen for strandede omkostninger i model D vil afhænge af det konkrete indhold om omkostnings- og risikofordeling i en mellemstatslig aftale.

Model A vurderes at have lavest potentiale for en *på lang sigt effektiv udnyttelse af det danske havareal* grundet fraværet af planlægning for udnyttelse af havarealet, der kan betyde, at gode arealer spildes. Selvom analysen peger på, at ikke alle VE-arealer udnyttes, er det stadig relevant at undgå spildarealer, da nogle arealer er bedre end andre og ikke kan erstattes én-til-én med andre områder. I model B øges planlægningen, hvormed risikoen for spildarealer mv. mindskes. I model C øges planlægningen yderligere til en mere helhedsorienteret tilgang baseret på ny data, som kan reducere spildarealer og effektivisere arealanvendelsen, dog på bekostning af fleksibilitet til udformning af projektarealer for de enkelte opstillere, som nævnt ovenfor.

Alle grundmodeller indebærer en længere *implementeringsperiode* første gang de anvendes, og den nødvendige tid til dette er vanskelig præcist at opgøre. Det forventes umiddelbart, at model A og B vil have en ca. lige lang implementeringsperiode, dog med forbehold for, at der i model A skal udvikles flere nye elementer end i model B for at håndtere evt. overlap mellem budområder mv., hvilket kan kræve længere tid. Det er alt andet lige forventningen, at model C vil tage længere tid at implementere end A og B, da den inkluderer en længere dataindsamlingsperiode. Implementeringshastigheden af model D afhænger i første omgang af forløbet for indgåelse af den mellemstatslige aftale om det enkelte projekt med aftagerlandet.

Ift. *systemintegration, infrastruktur og forsyningssikkerhed* adskiller model D sig mest. I model D tilsluttes den danske VE-produktion direkte til i udlandet. Modellen kan bidrage til at realisere det danske havvindpotentiale, da elprisen i særligt Tyskland gennemsnitligt er højere end i Danmark, hvilket øger rentabiliteten af havvindprojekterne. Samtidig spares omkostninger til systemintegrationen i Danmark. For de øvrige modeller vurderes der kun at være marginal forskel på hensyn til systemintegration, infrastruktur og forsyningssikkerhed, idet teknologineutralitet og frihed i projektdefinering er en tværgående forudsætning og dermed har ens påvirkning i alle modeller. For model C kan den mere detaljerede og underbyggede opdeling af bruttoarealet give en vis sigtbarhed for Energinet og projektudviklere.

I relation til *gevinster og hensyn til borgere såvel som for erhverv* understøtter de forskellige valg inden for modellerne forskellige hensyn. Modellernes effekt på producent- og forbrugstarifferne vil afhænge af, hvorvidt reguleringen skaber retvisende og rettidige incitament, så der i udviklingen af projekterne ageres samfundsøkonomisk optimalt. Det vil derudover være afgørende, om tilslutning til og eventuelle forstærkninger af bagvedliggende infrastruktur og omkostninger til balancering, særligt af det samlede elsystem, kan gennemføres samfundsøkonomisk optimalt. Med en mere dataunderstøttet og helhedsorienteret udbygning på havet, som i model C, vil der være bedre mulighed for at tage højde for andre erhvervsinteresser på havet, fx fiskeri.

Det samme gælder for *natur og miljø*, hvor øget planlægning og flere data giver bedre mulighed for at tage højde for fx kumulative miljøeffekter. Dermed forventes model C at have den mindst negative påvirkning af miljøet. Det gældende regelsæt om overholdelse af miljøvurderinger, beskyttelse af arter osv., gælder alle modeller, men definerer alene et minimumsniveau for, hvad projekterne skal leve op til. De største positive effekter for miljøet fås således ved at sikre, at der slet ikke opstilles havvind i de *mest* følsomme områder, men i stedet stilles op i de *mindre* følsomme områder, og det forudsætter data, viden og planlægning at sikre dette. For så vidt angår *bæredygtighed* forventes der ikke at være forskel på grundmodellerne.

Afsluttende kan det opsummeres, at det ikke er muligt at rangliste grundmodellernes effekt på den overordnede samfundsøkonomi eller statslige indtægter. Det skyldes bl.a. manglende indsigt i projektudvikleres potentielle business cases frem mod 2050, samt manglen på metoder til at vurdere effekterne af en endelig tildelingsmodel. Det omfatter også, hvordan forskellige elementer i en grundmodel interagerer med de øvrige mange mulige valg i en overordnet tildelingsmodel. Det er dog den klare forventning, at det arealmæssige udbygningspotentiale stiger i model C grundet den helhedsorienterede planlægning på baggrund af et forbedret datagrundlag, kvalificeret vurdering af kumulative miljøeffekter og skyggeeffekter samt inddragelse af hensyn til effektiv arealanvendelse, infrastrukturhensyn mv.

En betalingsmodel indgår ikke som et selvstændigt element i en grundmodel, jf. næste afsnit.

Betalingsmodeller

Da udgangspunktet er støttefri havvind i 2050, behandler analysen kun betalingsmodeller og ikke støtte modeller, også selvom der kan opstå udfordringer for havvindssektoren frem mod 2050, som kan begrunde støtte i en kortere eller længere periode. En betalingsmodel indgår ikke som et selvstændigt element i en grundmodel, da der ikke fagligt er noget der tilsiger, at betalingsmodellen skal variere mellem modellerne, om end model D potentielt kan kræve en særlig model, afhængigt af hvilke aftaler der indgås med udlandet. Indretningen af en betalingsmodel kan have mere eller mindre hensigtsmæssige effekter, som dog er uafhængige af grundmodellen.

Et formål med at anvende en betalingsmodel i en konkurrence er, at der kan findes en entydig vinder af konkurrencen, som opnår rettigheden til at udvikle området. Betalingsmodeller med en fast betaling vurderes bedst egnet som tildelingskriterie, da de er simple, teknologineutrale og ikke skaber forvriddninger af producenterens incitamenter. En betalingsmodel, som tager udgangspunkt i en fast betaling til staten, vil, hvis der er konkurrence mellem projektudviklerne, afspejle hele projektudviklerens *forventede* ressourcerente på budtidspunktet (dvs. overskud ud over et afkastkrav).

Ønskes det også at få del i den *faktisk realiserede* ressourcerente eller at afdække en del af projektudviklers risiko, kan en fast betaling kombineres med en variabel betaling. Juridisk vurderes det, at betalingen i én af modellerne skal fastsættes via konkurrence, mens øvrige betalinger fastsættes af staten. En variabel model kan fx være en indtægts- eller profitbaseret betalingsmodel. Valg af betalingsmodel vil afhænge af hvilke hensyn, der ønskes tilgodeset. For alle kombinationsmodeller gælder, at det er uvist, *hvorvidt* staten vil opnå en merindtægt herved (det modsatte kan også være tilfældet), og *hvor mange* merindtægter staten vil opnå i praksis, samt hvor meget risikodeling, der opnås. Der er desuden fortsat store usikkerheder relateret til implementering og administration af indtægts- og profitbaserede betalingsmodeller.

Introduktion

Introduktion

Den danske havvindsucces startede i 1991 med etableringen af Vindeby Havvindmøllepark med en kapacitet på 5 MW. 34 år senere i 2025 har Danmark en samlet havvindkapacitet på ca. 2,7 GW. Teknologien har udviklet sig, kapaciteterne er blevet større og den danske udbudsmodel har fulgt med for at sikre, at havvindudbygningen understøtter de danske energi- og klimapolitiske målsætninger. Der har været politisk ønske om, at havvindmølleparker etableres med en bestemt kapacitet til et bestemt tidspunkt, og der har historisk været fokus på risikominimering og støtte til havvinden som led i at sikre tempo, realisering og fremme af teknologien.

Med Esbjergerklæringen (2022) og Oostendeerklæringen (2023) trådte Danmark sammen med bl.a. Tyskland, Belgien og Nederlandene ind i den næste fase for dansk og europæisk havvind. Her tilkendegav landene ambitioner om at etablere mindst 300 GW havvind i Nord-søen frem mod 2050. Samtidig forventes det efter 2030, at en forøgelse i efterspørgslen efter strøm fra havvind i danske farvande i vid udstrækning vil blive drevet af store potentielle elforbrugere som elektrolyseanlæg, datacentre, mv. samt efterspørgsel efter energi fra udlandet og ikke kun af den løbende elektrificering af det danske samfund. Det er derfor væsentligt for den ambitiøse udnyttelse af det danske havareal, at opstillingen af havvind kan ske i takt med en øget efterspørgsel efter strøm og brint på måder, der understøtter sammentænkning af produktion og forbrug.

I årene frem mod 2050 og efter, er der en opgave i at nyttiggøre potentialet for dansk havvind på en måde, som skaber gevinster og fordele for danskerne, *jf. Klimaaftale om grøn strøm og varme fra 2022*. Denne analyse af langsigtede rammer for konkurrenceudsættelse af dansk havvind har undersøgt potentialet for støttefri udbygning af havvind på lang sigt, hvordan statens og projektudviklernes roller i udbygningen kan udvikles, og hvilke fordele og ulemper der er ved at fordele opgaver i udbygningen på nye måder. Det bemærkes, at analysen primært omtaler havvindmølleparker. Såfremt der indføres teknologineutrale konkurrencer for VE-produktionen på havet, vil disse dog også kunne omfatte andre elproduktionsformer, som fx flydesol.

Som kapitel 1 viser, forventes der under de givne forudsætninger ikke umiddelbart at være behov for støtte i et 2050-perspektiv, hvis der fx udvikles internationale aftaler samt måder at tildele havarealer på, der understøtter sammentænkningen af produktion og forbrug. Udgangspunktet for analysen har derfor været at undersøge, hvordan havvind efter 2030 mest optimalt kan udbygges støttefrit, og hvordan udbygningen kan tilgodese en række andre hensyn.

Internationalt perspektiv

EU har med den Europæiske Klimalov sat et mål om et klimaneutralt EU i 2050. Som reaktion på den amerikanske Inflation Reduction Act (IRA) har EU også vedtaget Net-Zero Industry Act (NZIA), som er rammesættende lovgivning, der skal booste konkurrenceevnen hos industrier og teknologier i EU, der er central for den grønne omstilling, herunder havvind og anden energiproduktion på havet. Den tidligere formand for den Europæiske Centralbank, Mario Draghi's rapport fra september 2024 forventes at være væsentlig for den nye Kommissions arbejde. Rapporten peger på, at EU sakker bagud i den globale konkurrence inden for fx clean

tech, og fremhæver på energiområdet bl.a. behovet for massive investeringer i grønne elproduktionsteknologier og i grænseoverskridende infrastruktur finansieret ved offentlige og private midler og herunder en stærkere rolle for EU på infrastrukturområdet.

I et globalt perspektiv er det ikke kun i Europa, der er store ambitioner og planer om udbygning med havvind. Både den globale udbygning af havvind og relevant sektorlovgivning fx NZIA, har effekt på danske havvindskonkurrencer, bl.a. ved at priser på råvarer og komponenter til havvind presses op. Samtidig kan danske udbud af havvind ses som værende i konkurrence med havvindudbud i andre lande. Det indebærer, at det danske havareal kun udbygges, såfremt det vurderes attraktivt af projektudviklere, der skal vælge at udbygge havvind i Danmark frem for andre steder. Tilsvarende skal udviklerne kunne tiltrække kapital fra investorer, som har mulighed for at investere i grønne projekter i stort set hele verden. Skal der investeres i Danmark, skal rammevilkårene dermed være attraktive.

Energipolitik er sikkerhedspolitik i Europa

Ruslands invasion af Ukraine har tydeliggjort, at europæisk energisamarbejde er vigtigere end nogensinde før. Investeringer i energi-uafhængighed er også investeringer i fælles sikkerhed, som afspejlet i de europæiske ambitioner om en energiunion. Udbygning af havvind i Danmark bidrager således ikke kun til grøn omstilling men øger også EU's uafhængighed fra lande, der producerer fossile brændsler.

Kapitel 1

Fremtidens udbygningspotentiale for havvind

Kapitel 1: Fremtidens udbygningspotentiale for havvind

Introduktion til potentialeanalysens model

Energistyrelsen har anvendt PEERS-modellen til at analysere udfaldsrummet for det langsigtede danske havvindpotentiale. PEERS-modellen² er en optimeringsmodel, der kan sammensætte et fremtidigt energisystem, som dækker en antaget energiefterspørgsel mest omkostningseffektivt. Til analysen er det undersøgt, hvordan det europæiske energisystem kunne se ud i år 2050, hvis en given efterspørgsel efter el og brint³ skal mødes alene ved hjælp af klimaneutrale teknologier.

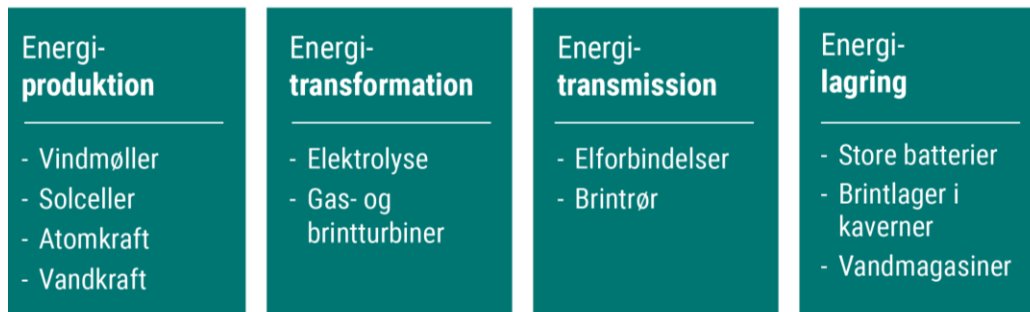
Geopolitisk udvikling kan påvirke implementeringen af klimamål i EU og samarbejdslandene, og udfaldsrummet for det fremtidige, europæiske energisystem vil derfor være stort. Det fremtidige scenarie, som ligger til grund for denne analyse, er et energisystem baseret på store mængder af vind og sol, med en relativt lav indfasning af atomkraft samt begrænsning på import af energi til Europa. Det antages, at europæisk industri bibeholdes og omstilles vha. store mængder el og grøn brint. Der er ikke i potentialevurderingen indlagt hensyn til evt. plan- og miljømæssige begrænsninger eller begrænsninger i energiinfrastrukturen.

Modellen simulerer markedsmæssige investeringer i energisystemet, som tilsammen dækker den antagne, fremtidige efterspørgsel på el og brint i år 2050 og i alle medtagne lande/regioner mest omkostningseffektivt. *Figur 3* viser de vigtigste teknologier, som modellen bruger som byggeklodser i det fremtidige, fossilfrie energisystem. Atomkraft- og vandkraftkapaciteterne lægges ind på forhånd, hvorefter kapaciteterne for de øvrige teknologier optimeres, så der dannes et sammenhængende energisystem.

² PEERS står for 'Partial Equilibrium Energy Ressource System'

³ Analysens efterspørgsel på el og brint er baseret på ENTSO-E's TYNDP22 scenarie 'Distributed Energy', som i store træk stemmer overens med visionen i Kommissionens Net-Zero Industry Act (NZIA),

Figur 3



Figuren viser eksempler på modellens byggeklodser. Der anvendes begrænsninger for f.eks. sol, landvind, grøn gas til elproduktion og udbygning af elforbindelser i 2050, for at afspejle et realistisk scenarie.

Modellen investerer kun i rentable energianlæg, hvorfor den simulerede havvindudbygning vil kunne realiseres uden statsstøtte⁴ under de anvendte forudsætninger. Simuleringerne baserer sig på en lang række forudsætninger, herunder fx geografisk opdeling, energiefterspørgsel, de enkelte energianlægs omkostninger og effektivitet, klimadata (vind, sol, nedbør) mv. Hertil kommer en række restriktioner, som modellens løsning skal operere indenfor, fx begrænsninger på landenes VE-potentialer.

Resultaterne er således bud på, hvordan et balanceret, *færdigudbygget dansk og europæisk* energisystem kunne se ud i 2050, hvis den antagne energiefterspørgsel skal mødes billigst muligt. Da analysen er baseret på ét nedslagsår (2050), kan der ikke udledes en udbygningssti frem mod 2050. Dog kan analysen pege på hvilke tekniske havvindskoncepter, som vurderes mere eller mindre robuste på lang sigt.

Havarealerne udlagt til VE-produktion i Danmarks havplan samt i andre landes planer er repræsenteret i modellen. Modellen kan frit vælge mellem flere koncepter for havvindudbygning/tekniske anvendelsesmuligheder på hvert areal; herunder havvind ilandført direkte til Danmark, herunder med fleksibel brintproduktion, havvind ilandført direkte til udlandet, hub-/hybridkoncepter⁵ og brintproduktion på havet.

Dermed giver modellen bud på, hvor meget dansk havvind, der er samfundsøkonomisk optimalt for hhv. hele Europa og Danmark, samt hvilke anvendelsesmuligheder, som er relevante på de overordnede typer af havarealer i Danmark. Modellen er desuden velegnet til at vurdere den relative konkurrencedygtighed af de enkelte landes havvindressourcer og til at identificere de mest oplagte samarbejdslande til bl.a. opstilling af havvind og udbygning af infrastruktur.

Modellens resultater afhænger af de forudsætninger, der anvendes i analyserne og ændrer sig naturligvis, hvis forudsætningerne ændres, fx hvis brintefterspørgslen eller mulighederne for at etablere alternativ VE-kapacitet som fx solceller og landvind viser sig anderledes end

⁴ For vandkraft og atomkraft er kapaciteterne dog fastlagt eksogent, hvorfor nogle af disse anlæg kan være urentable.

⁵ Til denne analyse defineres hybride elhubs som offshore havvindproduktion, der ilandføres til to eller flere lande via kabler, som også kan fungere som handelsforbindelser, når elproduktionen ikke udnytter kapaciteten. Brinthubs er defineret som et offshore storskala brintproduktionsanlæg, hvorfra brint ilandføres via rør til ét land og el kan ilandføres med en delvis nettilslutning, som muliggør køb og salg af el. Modellen har dog ikke fået adgang til at foretage investeringer i et sammenkoblet offshore infrastrukturnetværk og havvindproduktion i flere lande (også kaldet *hubs-and-spokes*).

antaget. De bedste bud på den langsigtede el- og brintefterspørgsel, importmuligheder og teknologiomkostninger kan selv sagt ændre sig mange gange fra i dag til 2050. Usikkerheden om forudsætningerne for det fremtidige energisystem gør, at analysens konklusioner primært er udformet som kvalitative pointer om, hvad der kan hhv. øge eller mindske størrelsen og værdien af det danske havvindpotentiale. Havvindpotentialerne angives i spænd, som afspejler det udbygningsniveau, hvor bidraget til dansk samfundsøkonomi forventes at toppe, givet de centrale forudsætninger. De kapacitetsmæssige potentialer bør alene forstås som retningsgivende og ikke som specifikke mål for udbygningen i 2050.

I denne analyse dækker begrebet *samfundsøkonomi* over summen af ændringer i forbruger- og producentoverskud (i Europa eller udvalgte lande), som genereres af ændringer i udbygningsniveauet for dansk havvind – og de afledte ændringer i andre produktionskapaciteter i Europa.

Forbrugeroverskuddet dækker over de ændringer i omkostninger til energi, som forbrugere (fx husholdninger og virksomheder) kan forventes at opleve, som følge af ændringerne i energisystemets sammensætning.

Producentoverskuddet afspejler ændringerne i den økonomiske profit, som energiproducenter opnår som følge af ændringer i energisystemets sammensætning. Producentoverskuddet inkluderer også ændringer i flaskehalsindtægter på transmissionssystemer såsom kabler og rør mellem priszoner.

Ressourcerenten afspejler den overnormale profit (ud over investorernes afkastkrav), der for havvind potentielt kan omsættes af staten til koncessionsindtægter eller danne grundlag for virksomhedsbeskatning. Ressourcerenten afhænger af de specifikke arealforhold og er derfor ikke ens på tværs af arealer.

Da der er stor usikkerhed forbundet med langsigtede teknologiomkostninger og afkastkrav, afrapporteres de samfundsøkonomiske effekter ikke i tal, men kun i overordnede, relative termer.

De samfundsøkonomiske effekter afspejler ikke afledte skatte- eller afgiftseffekter i samfundet, ligesom beskæftigelses-, erhvervs-, miljø-, klima-, forsyningssikkerheds-, og systemresilienseffekter ikke er indregnet. En markant VE-udbygning forventes dog at have afledte effekter for fx beskæftigelsen og erhvervsudviklingen, som kan have statsfinansielle effekter, fx i form af ændret skatte- eller afgiftsgrundlag.

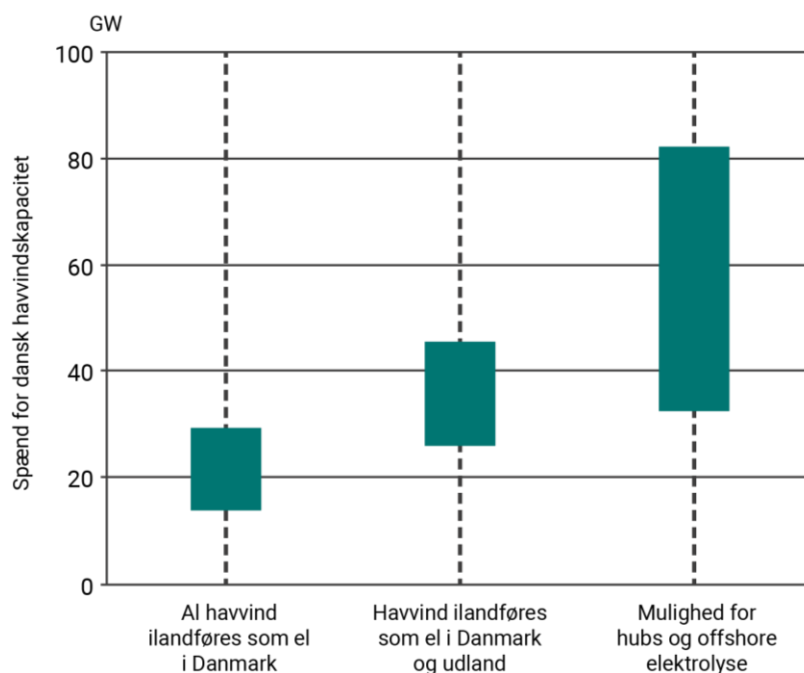
Hovedresultater

I de følgende afsnit gennemgås konklusioner fra analysen af det danske havvindpotentiale ved brug af PEERS-modellen, som kan have relevans for tilgangen til udbud af havvind i Danmark. Den samlede konklusion er, at der med stor usikkerhed og under de givne modelforudsætninger vurderes at være et potentiale for støttefri havvind i Danmark på 40-80 GW i 2050. Et niveau på 40 GW forudsætter at havvind direkte tilsluttet til udlandet muliggøres, og en storskala-udbygning på 80 GW forudsætter at hubkoncepter (el- og brinthubs) bliver teknisk modnede og falder i pris. På den anden side viser analysen, at det er begrænset, hvor meget havvind der uden statsstøtte vil kunne ilandføres i Danmark i 2050 – det vil i analysen udgøre ca. 20 GW af det fulde potentiale, svarende til den mængde havvind, der vil kunne opføres relativt tæt på den danske kyst. Såfremt dansk havvindudbygning skal ske støttefrit, må der til enhver tid være balance mellem produktion og forbrug, herunder ved eksportmuligheder til udlandet for både el og brint.

Nye tekniske og grænseoverskridende koncepter udvider potentialet

Analysen viser, at dansk havvindudbygning i fremtiden med fordel kan bestå af en kombination af havvind ilandført i Danmark, havvind med direkte elforbindelser til udlandet samt potentielt hubs med produktion af el og/eller brint som forbindes til udlandet. Kombinationen af offshore el- og brintproduktion kan være hensigtsmæssig fra et økonomisk og energisystemmæssigt perspektiv, givet de anvendte forudsætninger.

Figur 4



Figuren viser tre forskellige scenarier, hvor mulighederne for tilslutning af dansk havvind øges gradvist. - I det første scenarie ilandføres al havvind i Danmark, derefter muliggøres tilslutning i udlandet og til sidst muliggøres hubkoncepter i Nordsøen og Østersøen. Figuren viser de niveauer af havvindudbygning, hvor dansk samfundsøkonomi topper, givet de øvrige centrale forudsætninger.

Hvis al havvind tilsvarende i dag ilandføres til Danmark, vil potentialet være begrænset til omkring 20 GW havvind, hvoraf en del vil gå til fleksibel brintproduktion på land. Nye koncepter, som fx havvind tilsluttet direkte til udlandet, kan øge det rentable havvindpotentiale til ca. 30-40 GW samt bidrage til dansk samfundsøkonomi. Ligeledes kan elhubs og brintproduktion på havet skalere havvindudbygningen langt ude i Nordsøen, hvis den europæiske efterspørgsel bliver høj på langt sigt – hvilket giver et spænd på 40-80 GW. Danmark kan altså selv påvirke mulighederne for at bygge rentabel havvind ved at muliggøre nye koncepter og indgå samarbejdsaftaler med udlandet. Den nedre del af potentialerne er relativt robuste. Især den øvre del er meget følsomt overfor bl.a. den europæiske el- og brintefterspørgsel, atomkraftkapacitet og potentialet for VE på land – derfor er der en stor usikkerhed.

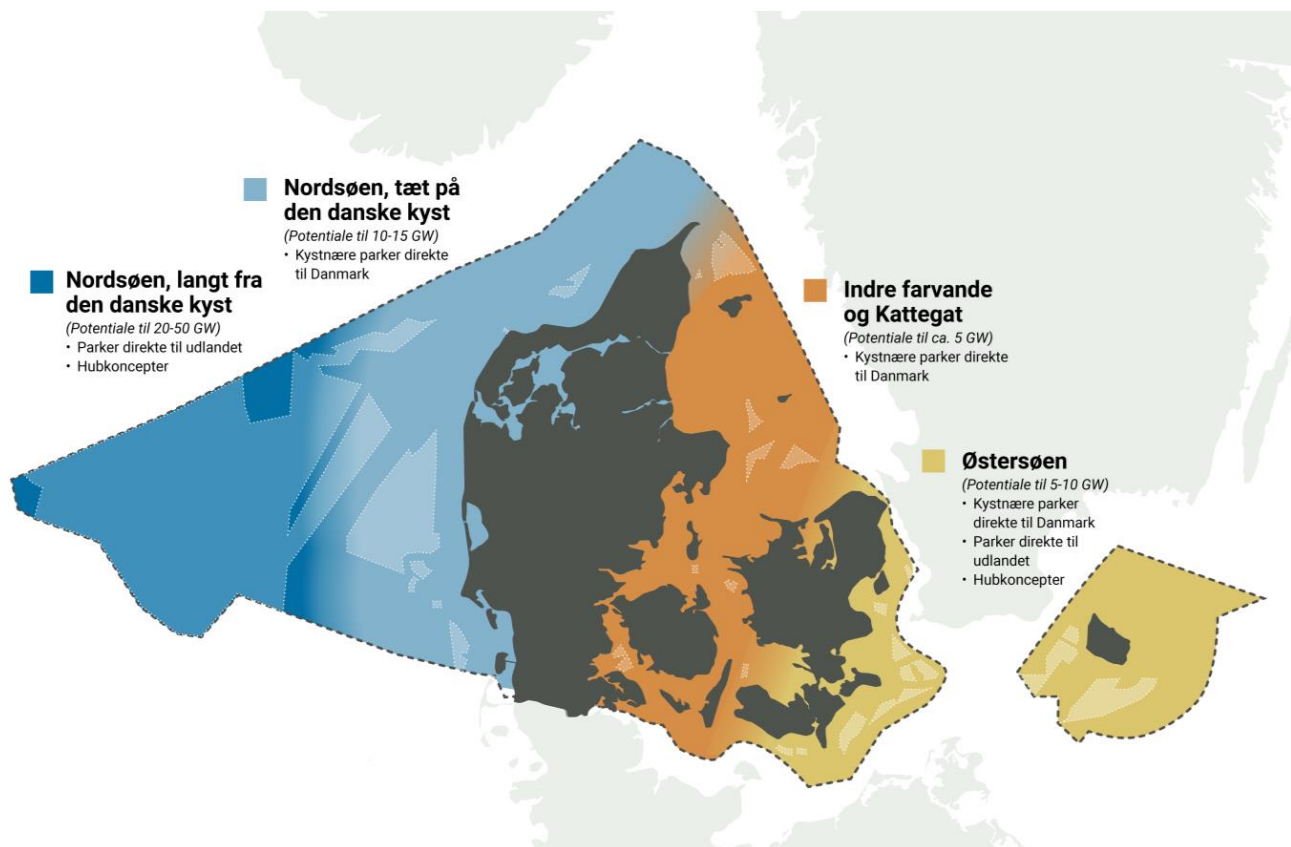
Indikationer for optimeret udnyttelse af de danske havarealer

Nedenfor er analysens konklusioner opdelt efter kategorier af danske havarealer. For hver kategori angives relevante anvendelsesmuligheder, herunder havvind til indenlandsk forbrug og viderekonvertering, havvind til direkte eksport af el til udlandet samt energiøer/ hubs som

forbindes til flere lande. Det skal alene forstås som en foreløbig indikation af, hvilke teknologier, der kan være relevante i hvilke områder, og analysen er ikke egnet som konkret planlægningsværktøj.

Havarealernes anvendelsesmuligheder gives af modellen ud fra lokale geografiske, teknologiske og økonomiske forhold, herunder dybdeforhold, afstand til kysten, afstand til andre lande og vindforhold. Disse faktorer har ligeledes stor betydning for værdien af arealet og dermed det potentielle bidrag til dansk samfundsøkonomi.

Figur 1



Anm.: Figuren er baseret på et samlet spænd for dansk havvindudbygning i Danmark på ca. 40-80 GW i 2050. Havvind på de kystnære arealer (under ca. 80 km fra kysten) kan ilandføres med den relativt billigere vekselstrømsteknologi, mens havvind på kystfjerne arealer (over ca. 80 km fra kysten) ilandføres med den dyrere jævnstrømsteknologi.

Arealer til indenlandsk elforbrug og viderekonvertering

Analysen viser, at det er væsentligt mere omkostningseffektivt at ilandføre havvind fra mere kystnære arealer (maks. ca. 80 km fra kysten) til Danmark sammenlignet med at føre energien fra de kystnære arealer til andre lande, som ligger længere væk og som ville kræve ilandføring med jævnstrømsteknologi. Det peger på, at havplans-arealer udlagt til VE mindre end 80 km fra kysten med fordel kan reserveres til ilandføring direkte til Danmark. Værdien af den ilandførte strøm skabes dels ved at sælge strømmen i elmarkedet i timer med høje elpriser, dels at udnytte el til brintproduktion i timer med lave elpriser. Ud fra de anvendte forudsætninger kan det derfor være optimalt, at en stor del af havvinden ikke har fuld opkobling til det danske elnet, men i stedet forbindes til fleksible elektrolyseanlæg på land med delvis nettilslutning.

Dette kan begrænse omkostningerne til udbygning af elnettet. Omvendt kan det kræve finansiering af rørbunden infrastruktur til eksport af brint, hvor det kan overvejes, at modtagerlande, der får gavn af energien, også medfinansierer adgangen til den.

I analysen vurderes det langsigtede potentiale på de kystnære arealer ilandført i Danmark at være ca. 20 GW i 2050. Potentialet ved denne type udbygning synes relativt robust på tværs af scenarier og følsomheder og kan potentielt bidrage i relativt stor grad til dansk samfundsøkonomi, hvis der til stadighed skabes balance mellem dansk produktion, forbrug og afsætningsmuligheder, herunder adgang til at transportere den producerede el og brint gennem nødvendig infrastruktur. Analysen finder også, at offshore brintproduktion ikke vurderes omkostningseffektivt på kystnære arealer, da det er dyrere end at ilandføre strømmen og producere brint på land.

Arealer til direkte eksport og samhandel

Analysen peger på, at hvis efterspørgslen på energi bliver høj, kan der være et stort potentiale for dansk udbygning af havvind til eksport på arealer længere fra kysten (over 80 km). For at spare omkostninger til infrastruktur, bør denne energi i form af el eller brint eksporteres over havet direkte til modtagerlandet, så energien ikke transporteres via den danske landbaserede infrastruktur. Havvind til eksport kræver længere kabler til ilandføring direkte til udlandet, samt evt. platforme til elteknisk udstyr eller elektrolyse, og vil dermed være dyrere at bygge end mere kystnær havvind. Dermed vil den danske samfundsøkonomiske gevinst af havvind til eksport generelt være mindre per GW end gevinsten ved kystnær havvind til forbrug og viderekonvertering i Danmark. Dog kan havvind ilandført som el i Tyskland forventeligt opnå højere afregningspriser og dermed sikre en højere indtjening, som kompenserer for merudgiften til ilandføring. I den danske Nordsø er der i kraft af gode vindressourcer og rigeligt areal god mulighed for skalering af havvindprojekter, hvorfor den kan dermed blive en vigtig brik i omstillingen af det samlede europæiske energisystem.

Samtidig kan dansk eksport af havvindsproduktion lede til væsentlige samfundsøkonomiske gevinster for Europa, fordi dansk havvindsproduktion er konkurrencedygtig med VE-import fra lande udenfor EU og i nogle tilfælde med importlandets egen produktion fra havvind⁶. Andre lande kan have interesse i, at Danmark stiller havarealer til rådighed for VE-projekter, hvor energien går til eksport. Dette kan afspejles i fordelingen af projekternes gevinster og omkostninger mellem de involverede lande.

Det samlede eksportpotentiale for de kystfjerne arealer vurderes at være produktion fra ca. 20-50 GW havvind eksporteret som el og brint. Det danske samfundsøkonomiske bidrag fra hubs vurderes at være mindre per GW opført havvind end bidraget fra havvind ilandført i hhv. Danmark eller Tyskland.

Resultaterne ift. potentialet for havvindudbygning til eksport er markant mere følsomme over for den europæiske brint- og el-efterspørgsel, udbygning af landbaseret VE og atomkraft sammenlignet med udbygningen til indenlandsk forbrug. Det skyldes bl.a., at kystfjern udbygning er markant dyrere end udbygning tættere på kysten.

Derudover viser analysen, at hybride el- og brinthubs på havet kan skalere havvindudbygningen på kystfjerne arealer, hvis efterspørgslen på energi i Europa bliver høj. Potentialet for hubs er dog særdeles følsomt over for omkostningerne til at bygge hubs, som er forbundet

⁶ Dette kan være tilfældet såfremt modtagerlandet har mindre gode vindressourcer eller bygger med højere effektivitet end i Danmark.

med stor usikkerhed. Den langsigtede havvindudbygning i de ydre farvande kan potentielt bestå af en kombination af flere koncepter; herunder fx havvind direkte tilsluttet til udlandet, brinthubs og elhubs, der forbinder flere landes energimarkeder. Teknologiudviklingen, udbygning af el- og brintinfrastruktur på land, regulering og graden af internationalt samarbejde om grænseoverskridende projekter vil afgøre, hvilke havvindkoncepter der vil blive de fremherskende i 2050.

Endelig viser analysen, at der selv ved meget høje danske udbygningsniveauer fortsat er arealer i den nordvestligste del af Nordsøen, som ikke umiddelbart er attraktive at udbygge med havvind, hvilket skyldes arealernes mindre gunstige dybdeforhold og afstande til kyst. Ud over dybdeforhold og afstande vil det egentlige *anvendelige* havareal til vedvarende energi forventeligt reelt være mindre end bruttoarealerne udlagt i havplanen, grundet særligt miljø- og planmæssige forhold, som ikke er indregnet i potentialeanalysen. Dog viser følsomhedsanalyserne, at det rentable danske havvindpotentiale ikke påvirkes, selv hvis 30 pct. af de arealer, der i dag er udlagt til VE-produktion i havplanen, anvendes til andre formål.

Særlige konkurrencefordele for arealer til direkte eksport af strøm til Tyskland

Dansk havvind forbundet direkte til Tyskland udgør en stor del af det samlede potentiale til direkte eksport og samhandel. Analysen indikerer, at der er økonomisk potentiale for at eksportere op til 20-30 GW grøn strøm fra dansk havvind direkte til Tyskland. Således kan Tyskland blive Danmarks primære afsætningsmarked for el baseret på havvind i dansk farvand. Analysen viser også, at en del af de danske havarealer vil være konkurrencedygtige med flere af Tysklands egne havarealer, trods længere afstande til Tysklands kyst. Dette skyldes, at der i Danmark kan bygges med lavere mølletæthed end Tyskland p.t. planlægger, hvilket begrænser skyggeeffekter og øger produktionen per opstillet mølle.

Den tyske efterspørgsel efter grøn energi fra havvind forventes at stige markant på sigt og blive væsentligt større, end hvad Tyskland selv kan producere konkurrencedygtigt. Realisering af så stort et potentiale af dansk havvind til Tyskland vil dog forudsætte, at Tyskland reducerer egne udbygningsmål for havvind, da planlagt, tysk havvindudbygning aktuelt lægger beslag på den fysiske udlagte plads til ilandføringskabler i den tyske havplan. Hvis Tyskland gennemfører den planlagte havvindudbygning, vil det altså begrænse det danske havvindpotentiale markant.

Ved at sprede havvindmølleparkerne forbundet til Tyskland over et større areal i Nordsøen ville der kunne opnås et mindre skyggetab samlet set, hvilket fører til lavere samlede produktionsomkostninger for havvinden. Analysen indikerer derfor, at samarbejde om eksport af dansk havvind direkte til Tyskland vil kunne give samfundsøkonomiske gevinster i begge lande og for Europa samlet set.

Det bemærkes dog, at de danske gevinster af dansk havvind forbundet til Tyskland er yderst afhængige af en række forudsætninger, herunder bl.a. omkostningsfordelingen mellem landene for de enkelte projekter, og hvorvidt Tyskland fastholder sin ene budzone eller på sigt deles op i flere budzoner⁷.

⁷ En budzone er et geografisk område i elmarkedet med en fælles elpris. Danmark har to forskellige budzoner (DK1 og DK2), mens Tyskland har én (DE). Prisvariationer mellem budzoner kan påvirke indtjeningen og optimal placering af produktion og handel. Opdeles fx Tyskland i flere budzoner, vil det kunne påvirke afsætningsprisen for dansk havvind ilandført i Tyskland.

Afledte effekter ved massiv udbygning af havvind

Behov for effektiv udnyttelse af infrastruktur

Den massive udbygning af havvind vil højst sandsynligt medføre et stort behov for udbygning af elnettet i Danmark. Der eksisterer i dag tiltag, som i et vist omfang understøtter omkostningseffektiv udnyttelse af elnettet, fx samplacering af produktion og forbrug, direkte linjer fra elproduktion til forbrug uden om det kollektive elnet, fleksible tarifsystemer mv. Disse tiltag giver incitament til mere hensigtsmæssig adfærd for både producenter og forbrugere og er, sammen med fx direkte tilslutning til udlandet, med til at reducere behovet for udbygning af det danske elnet, men kan resultere i et øget behov for udbygning af brintinfrastruktur. Den eksisterende regulering af el- og brintmarkedet herunder tarif- og finansieringsmodellen for infrastrukturen er dog ikke gearret til en massiv havvindudbygning, og derfor kan reguleringen skulle genbesøges i de kommende år. Uagtet hvilke tekniske koncepter, der kommer til at dominere udbygningen af dansk havvind, vil der dog være behov for væsentlig udbygning af dansk og udenlandsk energiinfrastruktur og dermed behov for finansiering og for at arbejde med fordeling af omkostninger og risici forbundet med udbygningen.

Elforsyningssikkerhed og reservekapacitet

I takt med at regulerbar, termisk kapacitet som kraftværker udfases til fordel for fluktuerende sol- og vindenergi samt et forventet stigende elforbrug til elektrificering af samfundet og udbygningen af datacentre og PtX-anlæg, forventes elforsyningssikkerheden i Danmark at blive gradvist udfordret. Da der allerede er meget havvind i det danske energimiks, forventes yderligere havvindudbygning ikke at forbedre effekttilstrækkeligheden⁸ væsentligt, da perioder med effektmangel typisk forekommer i perioder med begrænset vind.

Ligeledes vil massiv udbygning af havvind medføre et øget behov for indkøb af ekstra kapacitet, der opretholder balancen i elsystemet ved pludselige ændringer i udbud og efterspørgsel af strøm (såkaldt reservekapacitet). Behovet øges yderligere af, at vedvarende energi i flere tilfælde end regulerbar kapacitet er udsat for prognoseafvigelse i produktionen, fordi det er vejrafhængigt. Derudover vil opførelsen af større udlandsforbindelser til eksport eller større, individuelle produktionsanlæg medføre et øget behov for sikring af systemet mod mulige udfald af disse enheder. Det skyldes, at de kan komme til at udgøre den største enhed tilsluttet i Danmark og dermed vil være afgørende for, hvor meget reservekapacitet, der er brug for.

Tilvejebringelsen af den forøgede mængde systemydelser til at sikre elsystemet vil være Energinets ansvar. De øgede udgifter hertil vil blive betalt delvist af projektudviklerne, delvist af forbrugerne via tarifferne alt efter, hvad det øgede reservekapacitetsbehov kan henføres til. De overordnede rammer herfor følger af EU-regulering.

Det er Energinets opgave at sikre systemdriften og elforsyningssikkerheden i Danmark. Det kan derfor i samarbejde med Energinet overvejes, om der i konkrete havvindkonkurrencer eller i reguleringen generelt skal stilles krav, som understøtter forsyningssikkerhedsrelevante forhold.

Skyggeeffekter samt natur og miljø

Derudover er det relevant at bemærke, at det ikke er muligt nøjagtigt at forudsige omfanget af de akkumulerede, negative effekter såsom skyggeeffekter mellem parker eller påvirkning af natur og miljø ved forskellige udbygningsniveauer. Det kan udgøre en risiko for både de

⁸ Effekttilstrækkelighed er elsystemets evne til at dække elforbrugernes samlede efterspørgsel på el.

samfundsøkonomiske gevinster ved havvindudbygningen og for projektøkonomien i den enkelte havvindpark. Det vil kræve yderligere analyse at undersøge effekternes betydning for det danske havvindpotentiale.

Europæisk udvikling har stor betydning for dansk havvindpotentiale

Mulighederne for at etablere havvindmøller i de danske farvande forventes langt større end det danske behov for energi fra havvind. Det danske udbygningspotentiale skal derfor ses i en europæisk kontekst.

I et fremtidigt grønt og klimaneutralt Europa vil energi fra havvind være én mulig energikilde til at dække den efterspørgsel på energi, som ikke kan dækkes af andre billigere kilder til vedvarende energi, såsom sol, landvind og vandkraft. Det vil i høj grad være størrelsen af denne resterende energiefterspørgsel i Europa, der ikke kan dækkes af anden VE på land, import til Europa fra lande uden for Europa eller atomkraft, som kommer til at afgøre, hvor meget havvindkapacitet, der rentabelt kan etableres i dansk farvand. Potentialet for rentabel, dansk havvindudbygning på lang sigt er derfor meget følsomt ift. hvor store kapaciteter af konkurrerende teknologier, der etableres eller bibeholdes. Hvis eksempelvis udbygningen af solenergi i Europa når et niveau i 2050, der ligger 20 pct. højere end forudsat i analysen, vil det danske havvindpotentiale blive reduceret med mere end en tredjedel. Omvendt kan en tilsvarende lavere udbygning af sol alt andet lige medføre et væsentligt større potentiale for havvind. Såfremt 2025-niveauet for europæisk atomkraftkapacitet fordobles frem mod 2050, kan det betyde, at det rentable, danske havvindpotentiale falder med 50 pct.

Dansk havvindudbygning er i særlig grad følsom over for den europæiske efterspørgsel på el og brint. Efterspørgslen udvikling er behæftet med stor usikkerhed, og den afhænger bl.a. af forholdet mellem direkte og indirekte elektrificering af transport og industri. Såfremt elefter-spørgslen falder med 10 pct., eller brintefterspørgslen falder med 20 pct., reduceres det danske havvindpotentiale markant, idet de andre nordsølande i højere grad vil kunne dække deres forbrug med egen havvindproduktion. Hvis den europæiske brintefterspørgsel derimod bliver 20 pct. højere end forudsat i analysen, vil potentialet for etablering af dansk havvind øges med knap 30 pct.

Følsomheden peger på, at fleksibel brintproduktion, som benytter overskydende el fra sol, landvind og kystnær havvind, vil være konkurrencedygtig på europæisk plan, også hvis brintefterspørgslen bliver lavere, end hvad analysen forudsætter. Det underbygger, at der selv ved en lav europæisk brintefterspørgsel vil være økonomiske og systemiske fordele for dansk havvind ved samplacering af el og brint – herunder ved at samtænke den nødvendige el- og brintinfrastrukturudbygning.

Trods usikkerheder i udviklingen af det europæiske energisystem på sigt, vurderes der at være et relativt robust potentiale for de første 30-40 GW dansk havvind i 2050 på tværs af følsomheder og under de givne forudsætninger. Det skyldes, at en stor del af Danmarks havarealer har gunstige dybde- og vindforhold og derfor er konkurrencedygtige ift. anden havvind på europæisk plan.

Dog er realisering og afsætning af det danske havvindpotentiale afhængig af en række forudsætninger og indsatser. Det er bl.a. fokus på rettidig planlægning og udbygning af den euro-

pæiske el- og brintinfrastruktur, samt en realistisk omkostnings- og risikodeling heraf. Heri gennem kan muligheden for afsætning – og dermed værdiskabelse for storskala udbygning af vedvarende energi i Danmark og Europa – understøttes.

Kapitel 2

Overvejelser om
fremtidige policy-designs
for tildeling af havarealer
til VE-produktion på
langt sigt

Kapitel 2:

Overvejelser om fremtidige policy-designs for tildeling af havarealer til VE-produktion på langt sigt

Introduktion

Analysen i det foregående kapitel indikerer både et stort potentiale for havvind, og at potentialet vil skulle realiseres gennem flere forskellige tekniske koncepter. Dette kapitel skitserer nogle forskellige, nye modeller for tildeling af havarealer til VE-produktion på havet, hvormed de forskellige tekniske koncepter vil kunne realiseres.

Først skitseres udviklingen i den danske model for havvindudbygning frem til den model, som senest er anvendt. Dernæst skitseres de hensyn, som fremtidens tildelingsmodeller afvejes i forhold til, samt de grundlæggende elementer, modellerne udgøres af. Sidst præsenteres fire nye, mulige grundmodeller, der vurderes i forhold til de skitserede hensyn.

Udviklingen i den danske model for tildeling af havarealer til VE-produktion

Den danske model for udbud af arealer til havvind er udviklet løbende med fokus på at understøtte en udbygning af havvind, som skulle levere grøn strøm til de danske forbrugere via det kollektive elnet og understøtte danske, politiske energi- og klimamålsætninger, *jf. boks 1*. Statslige havvindudbud har derfor været tilrettelagt med henblik på at sikre realisering af de udbudte parker hurtigt, til et bestemt tidspunkt, med specifikke kapacitetskrav, med en bestemt teknologi og til lavest mulige støtteomkostninger. Den danske stat har i den forbindelse taget en styrende rolle i planlægningen og udbygningen samt båret væsentlige økonomiske risici til fx forundersøgelser og forberedelse af nettilslutning. Det er sket med henblik på at fremme udbygningen, drive teknologiudviklingen og presse støtteudgifterne ned.

Boks 1

Historiske modeller for havvindudbygningen i DK

Åben dør-ordningen

I Åben dør-ordningen, der nu er lukket for nye forundersøgelsestilladelser, indsendte projektudviklere en uopfordret ansøgning om at få forundersøgelsestilladelse til et selvvalgt område på egen risiko og regning og uden krav om betaling til staten. Der var ingen kapacitetskrav eller lignende. Efter forundersøgelserne indsendte projektudvikler en miljøkonsekvensvurdering (VVM) til Energistyrelsen. Hvis projektet blev godkendt, ansøgte projektudvikler om etableringstilladelse og efter etablering om elproduktionstilladelse. Energistyrelsen tildelte forundersøgelsestilladelsen (eksklusiv ret til at forundersøge) på baggrund af et først-til-mølle-princip uden konkurrence. I en årrække har det været muligt at ansøge om støtte efter forskellige, ikke længere aktive ordninger. Det blev i 2023 vurderet, at ordningen ikke er i overensstemmelse med EU-reguleringen, og det blev besluttet samme år, at ordningen skulle lukkes endegyldigt.

Vesterhav Nord og Vesterhav Syd

Udbuddet var et multisite-udbud, hvor der blev udbudt fem forskellige projektområder, og der var sat et samlet loft på 350 MW. Der kunne maks. etableres 200 MW pr. projektområde, hvilket betød, at flere projektområder kunne vindes for at nå 350 MW. Der var således ikke vished om antal projektområder eller samlet kapacitet, der ville blive vundet inden for loftet. For alle områder var Energinet pålagt at foretage forundersøgelser på havet, gennemføre miljøkonsekvensvurdering (VVM) for både hav- og landanlæg samt tilvejebringe nettilslutning til elnettet inkl. plangrundlag. Udbuddene blev vundet af dem, der kunne etablere havvind til lavest mulige støtte pr. kWh. Der var krav om fast etableringstidspunkt og boder, både hvis projektudvikler droppede et projekt eller blev forsinket.

Udbuddet af Thor Havvindmøllepark

Thor-projektet blev udbudt med en fleksibel kapacitet mellem 800-1000 MW. Energinet blev pålagt at foretage forundersøgelser for både hav- og landanlæg, at gennemføre miljøkonsekvensvurdering (VVM) af landanlæggene og at tilvejebringe nettilslutningspunkt til elnettet inkl. plangrundlag. Byderne konkurrerede på laveste afregningspris i en tosidet CfD. Der er krav om fast etableringstidspunkt og boder, hvis projektudvikler dropper projektet og ved forsinkelse.

Udbuddene af 6 GW

I 2024 blev seks havvindområder udbudt. Udbuddene vedrørte havvindmølleparker med en minimumskapacitet på 1 GW (0,8 GW for Hesselø), men med mulighed for fri overplanting (for Hesselø op til 1,2 GW), og hvor ikke-benyttede arealer skulle gå tilbage til staten for tre store projektområder udbudt i Nordsøen. For alle områder var Energinet blevet pålagt at foretage forundersøgelser for både hav- og landanlæg og VVM og plangrundlag for landanlæggene smat at forberede tilslutningspunkt til elnettet for 1 GW, men ikke for overplantingen. Byderne konkurrerede på største årlige koncessionsbetaling over 30 år for retten og pligten til at udnytte projektområdet til opstilling af havvind, og der var ingen mulighed for støtte. Der var krav om fast etableringstidspunkt samt boder, hvis projektudvikler droppede projektet, eller ved forsinkelse. Dette var gældende både for minimumskapaciteten og overplantingskapacitet. Staten ville indgå med et medejerskab på 20 pct. i de omfattede projekter. På de første 3 GW blev der i 2024 ikke modtaget tilbud, og udbuddene af de resterende 3 GW blev annulleret.

Nye forudsætninger for opstilling af VE-produktion på havet

Hvis Danmark i fremtiden bliver nettoeksportør af VE, vil der i gennemsnit over året blive produceret mere grøn strøm i Danmark, end der forbruges. Øget produktion i Danmark i denne situation vil dermed reducere afsætningspriserne for strømmen og påvirke rentabiliteten af nye og eksisterende havvindparker og anden elproduktion. Det kan isoleret set være en fordel for forbrugerne, men det kan risikere at sætte udbygningen i stå. Der forventes fortsat at være perioder, hvor indenlandsk VE-produktion ikke dækker den indenlandske efterspørgsel, og hvor der vil være behov for import. Det kan være i perioder, hvor det ikke blæser og solen ikke skinner, hvorfor den efterspørgsel i mindre grad forventes at kunne blive dækket af ny dansk havvind. Fremtidig indenlandsk udbygning af ny havvind vil dermed afhænge af ny efterspørgsel fra mulige, nye store elforbrugere såsom datacentre og fleksible brintproducenter, samt forbrugere af brint. Herudover må produktion fra ny havvind forventes at skulle eksporteres som el og brint til udlandet, forventeligt primært til Tyskland.

Dermed ændres forudsætningerne for etablering af havvind i Danmark. Det kan tale for, at den danske model for konkurrence om havarealer til VE-produktion gentænkes. Der er ikke et enkeltstående svar på, hvordan den danske havvindsmode skal gentænkes, men en række ændrede forudsætninger kan trække i forskellige retninger:

- Begrænset indenlandsk efterspørgsel efter ny VE fra klassisk elforbrug og løbende elektrificering kan tilsige øget sammentænkning af forbrug og produktion, og at sammentænkningen lægges ud til projektudviklerne.
- Behovet for at sammentænke forbrug og produktion, periodevise flaskehalse i forsyningskæderne, nye teknologiske muligheder, flere muligheder for afsætning (el, brint etc.) samt mulighed for støttefri havvind kan tilsige, at projektudviklere får øget fleksibilitet til at designe deres projekt og fastlægge deres tidsplaner.
- Øget fleksibilitet til udviklerne og nye muligheder for afsætning vil omvendt udfordre den statslige planlægning på nogle punkter – fx vil det være vanskeligt på forhånd at planlægge infrastrukturtilslutning til et projekt, som staten ikke kender. Hvis projektudvikler i stedet selv skal foretage forundersøgelser samt sikre, at tilslutning og infrastruktur er på plads, vil det øge deres risiko, som vil påvirke betalingen til staten negativt.
- At en stor del af den fremtidige VE-produktion på havet direkte eller indirekte forventes eksporteret til udlandet, og dermed ikke understøtter danske forbrugere, kan tale for, at producenter eller aftagere i højere grad bærer projektrisici i form af forundersøgelser på havet, hvilket dog vil reducere potentialet for betaling til staten for områderne.
- Massiv opskalering øger parkers indbyrdes påvirkning af hinanden og på det omkringliggende miljø. Det kan tilsige indsamling af flere data og øget statslig styring med arealplanlægningen for at mitigere påvirkningerne.
- Under forudsætning af at havvinden kan etableres støttefrit, kan staten vælge at give projektudviklerne fleksibilitet til at udbygge efter den efterspørgsel, der er, og på en måde, hvor projektudvikler selv kobler produktion og forbrug. Det kan tilsige, at staten løbende stiller tilstrækkeligt areal til rådighed, så projektudviklerne i højere grad bestemmer udbygningstakten. Dermed kan det også forekomme, at der ikke indkommer bud på udbudte arealer. Det kan i givet fald pege på, at det på det pågældende tidspunkt fx ikke har været muligt for markedet at identificere konkret afsætning med en acceptabel risikoprofil, som kan skabe økonomi i nye projekter. Langsigtet forudsigelighed om planlægningen af arealer og frekvens af havvindskonkurrencer kan desuden øge projektudvikleres mulighed for at planlægge investeringer i såvel havvind som forbrug.

- De nye forudsætninger for VE-produktion på havet vil, uagtet hvilket tekniske koncept, der anvendes, medføre behov for væsentlig udbygning af dansk og udenlandsk energiinfrastruktur. Der vil være behov for finansiering af denne udbygning og for, at der arbejdes med fordeling af omkostninger og risici forbundet med udbygningen. Koordinering af offshore kabler og kabelkorridorer, samtænkning med fremtidig infrastruktur på havet, Energinets rolle og TSO-planlægningsforudsætninger vil være relevant. Det indgår dog ikke i nærværende analyse.

Hensyn i modeller for udbygningen af VE på havarealer frem mod 2050

Analysen af mulige, nye modeller for havvindsudbygning i Danmark har taget udgangspunkt i ovenstående overvejelser. Herefter er modellerne forsøgt vurderet op mod de politiske hensyn fra *Klimaaftalen om grøn strøm og varme 2022*, jf. boks 2.

Boks 2

Hensyn i analysens vurderinger

1. Samfundsøkonomi og statslige indtægter
2. Effektiv udnyttelse af arealmæssigt udbygningspotentiale
3. Hastighed i udbygningen (administrativ)
4. Gevinster og hensyn til erhverv, herunder innovation og teknologiudvikling
5. Bæredygtighed og sameksistens med natur og miljø
6. Gevinster og hensyn til borgere
7. Systemintegration og forsyningssikkerhed
8. Kritisk infrastruktur

Nedenfor defineres og operationaliseres hensynene fra *Klimaaftalen 2022*, som ligger til grund for vurderingen af tildelingsmodeller senere i rapporten.

Samfundsøkonomi og statslige indtægter

Vedrører effekten af tildelingsmodellen på den samlede danske samfundsøkonomi – herunder på energiforbrugere, energiproducenter (eksisterende og nye), samt den betaling, som staten kan modtage for brugen af arealet, fratrukket omkostninger forbundet med udbuddene (de statslige indtægter er altså et delelement i samfundsøkonomien). I visse tilfælde kan hensyn til at maksimere hhv. samfundsøkonomi og statslige indtægter være modsatrettede.

Effektiv udnyttelse af arealmæssigt udbygningspotentiale

Indebærer, at de enkelte arealer udnyttes mest effektivt i forhold til det samlede havareal, der er egnet til havvind, inden for rammerne af havplanen. Dvs. modellernes evne til at understøtte en arealudbygning med et helhedsperspektiv, der maksimerer det samlede arealmæssige udbygningspotentiale ved at reducere fx spild-arealer og skyggeeffekter imellem parker og tage hensyn til miljø, anden arealanvendelse m.v.

Hastighed i udbygningen

Forstås i denne rapport som hastigheden i processen frem til, at projektudvikler opnår en ret til et projektområde på havet. Det inkluderer fx hvor lang tid, det administrativt tager at færdigudvikle en tildelingsmodel, gennemføre relevante lovændringer, gennemføre en strategisk miljøvurdering (SMV) og gennemføre en konkurrence m.v. frem mod, at en projektudvikler kan underskrive kontrakt om VE-produktion på et projektområde på havet. Hastighed vurderes således ikke i rapporten på, om modellen har den hurtigste slutrealisering (tidligste idriftsættelse) for de konkrete projekter, da tidspunktet for slutrealisering i nogle af modellerne afhænger af projektudvikler, fordi opstiller gives fleksibilitet i timingen.

Gevinster og hensyn til erhverv, herunder innovation og teknologiudvikling

Operationaliseres som konsekvenser for projektudviklere og underleverandører mv. Herved forstås dels projektudviklers mulighed for at udpege rentable forretnings-muligheder, fx ved brug af nye teknologier eller forretningsmodeller, og muligheden for at handle på disse rettidigt. Samtidig forstås, hvordan modellerne understøtter investeringsmiljøet for havvindsprojekter, fx i form af sikkerhed eller forudsigelighed om kommende infrastruktur, langsigtet planlægning på havet, mv.

Bæredygtighed og sameksistens med natur og miljø

Forstås som modellernes evne til at understøtte, at udbygningen sker under hensyntagen til de miljømæssige forhold og begrænsninger, der er på havet. Vurderingen af modellens evne til denne understøttelse er ud over gældende regler i EU-lovgivning og nationalt fastsat lovgivning på området, da disse skal overholdes i samtlige modeller.

Gevinster og hensyn til borgere

Forstås som, hvordan borgerne påvirkes af udbygningen, især hvad angår havvindmølleparker, der ligger, så de evt. kan ses og høres fra land, og de tilknyttede anlæg på land, såsom PtX-anlæg og infrastruktur. Det gælder fx i forhold til visuelle gener mv. (Borgernes gevinst som følge af evt. elprisreduktioner er inkluderet under hensynet om samfundsøkonomi.)

Systemintegration og forsyningssikkerhed

Forstås som modellernes påvirkning af Energinets muligheder for at analysere behov for og planlægge en omkostningseffektiv udbygning af infrastruktur hensigtsmæssigt, samt modellernes betydning for omkostningerne til at udbygge, drifte og balancere systemet samt deres indvirkning på forsyningssikkerheden.

Kritisk infrastruktur

Omhandler produktion og infrastruktur i energisektoren, som er nødvendig for at opretholde eller genoprette samfundsvigtige funktioner. Det kan fx være produktion eller transmission af diverse energityper, hvorfor dele af fx eltransmissionsnettet ud fra en konkret vurdering kan blive betragtet som kritisk infrastruktur. I takt med en massiv udbygning af vedvarende energi er det vigtigt at sikre en høj robusthed af kritisk energiinfrastruktur, som er proportionel med hastigheden i udbygningen, omkostninger og gældende trusselsniveauer, der kan ændre sig på kort tid. Hensynet forholder sig til forskelle i, hvordan modellerne kan hænge sammen med myndighedernes bredere arbejde med kritisk infrastruktur på havet.

Analyseafgrænsninger

I en analyse af, hvordan Danmark udnytter VE-ressourcerne på havet i fremtiden, kan der i princippet inddrages en lang række analytiske emner. Herunder nævnes nogle til- og fravalg i analysen.

Støttefri havvind

Udgangspunktet for udviklingen af modellerne har været, at havvind kan etableres støttefrit, *jf. kapitel 1*. Det er i den forbindelse vigtigt at huske på, at rapporten omhandler udbygningen på lang sigt. I øjeblikket oplever havvindindustrien udfordringer med stigende priser og presede leverandørkæder, men de rette værktøjer for nyttiggørelse af de danske havarealer på langt sigt kan godt være anderledes end på den korte bane. Frem mod 2050 vil der også kunne opstå nye udfordringer, som indebærer, at der enten kortvarigt eller over en længere periode bringes andre værktøjer i spil, fx støtte eller anden statslig risikominimering. Ingen af de skitserede modeller er uforenelige med, at staten i fremtiden kan støtte havvindsprojekter eller løfte risiko af projekter, hvis der politisk måtte være ønske herom i en konkret situation eller på et konkret tidspunkt.

Udlagte havarealer

Der er i denne rapport taget udgangspunkt i havarealer udlagt til VE-produktion i Danmarks havplan. Det er ikke vurderet, om der er danske havarealer, som ikke er udlagt til VE-produktion i havplanen, der vil kunne understøtte en udbygning af havvind i endnu højere grad.

Kollektiv infrastruktur

Analysen beskæftiger sig ikke med den større planlægning af kollektiv energiinfrastruktur, der er nødvendig for havvindudbygningen, uagtet tildelingsmodel. Dvs. at analysen primært beskæftiger sig med processen frem til, at et VE-projekt på havet opnår etableringstilladelse, uden at se på forhold vedrørende infrastrukturtilslutning og den større bagvedliggende infrastrukturudbygning, herunder hvordan regningen skal fordeles mellem forbrugere og producenter.

Krav

Endelig beskæftiger analysen sig ikke med konkrete nye krav til fx miljø, bæredygtighed eller kritisk infrastruktur, da de kan være ens på tværs af modellerne.

Indhold i en model for tildeling af havareal til VE-produktion

I resten af dette kapitel gennemgås de justerbare grundelementer og forskellige kombinationer af valg inden for elementerne – hvilket til sammen udgør forskellige, nye grundmodeller for tildeling af havareal til VE-produktion.

De præsenterede grundmodeller skal ikke betragtes som endeligt afgrænsede og fastdefinerede modeller. De er nærmere at forstå som eksempler og mulige nedslagspunkter på et kontinuum for modeller, hvor man i den ene ende af kontinuummet har vid fleksibilitet og frihed samt maksimal risiko for havvindopstillere, og hvor der er minimal statslig planlægning. I den anden ende af kontinuummet er der omvendt en større grad af statslig risikominimering og statslig planlægning af havarealet, blandt andet for at understøtte en bedre udnyttelse af det samlede danske havareal såvel som bedre forudsætninger for udbygning af tilhørende infrastruktur.

Der er truffet en lang række valg i modellerne, som kunne se anderledes ud. For at modellerne bliver så klare og forståelige som muligt, præsenteres alle alternativer dog ikke. Frem for de enkelte valg ønskes opmærksomheden henledt på det overordnede hensyn og formål, der er forsøgt italesat i hver model. De præsenterede modeller er implementeringsbare, men de vil skulle videreudvikles nærmere for at blive implementeringsklare, såfremt der måtte blive taget politisk beslutning herom.

Med en *grundmodel* for tildeling forstås en overordnet tilgang til at tildele en ret til et projektområde på havet med det formål at producere VE. Hver grundmodel består af tre elementer, der i de forskellige grundmodeller er varieret inden for:

1. Arealplanlægning og definerings af projektområder
2. Forberedelse af havarealer (risikominimering)
3. Projektdefinerings og forpligtigelse

Disse elementer vurderes tilsammen at udgøre kernen i en *grundmodel* for tildeling af havarealer. Det skyldes, at der er en indbyrdes sammenhæng mellem elementerne, idet variationen i ét element afhænger af variationen i et andet. Øvrige elementer i en samlet tildelingsmodel, fx hvorvidt der skal inkluderes særlige krav til bæredygtighed, er uafhængig af variationen i andre elementer eller ens på tværs af modellerne. I hver enkelt model er valgene inden for elementerne varieret, og det er kvalitativt vurderet, hvordan denne variation kan understøtte de politiske hensyn fra klimaaftalen fra 2022, *jf. boks 2*. De tre elementer er beskrevet i *tabel 1*.

Tabel 1
Overblik over elementer i en model for tildeling af havarealer til VE-produktion

Grundelementer	Grundlæggende valg i grundmodel
1. Arealplanlægning og definerings af projektområder	Staten planlægger, hvilke bruttoarealer eller projektområder, der skal udbydes. Det kan besluttes, at enten staten eller projektudvikler definerer de konkrete projektområder ift. størrelse og placering.
2. Forberedelse af havarealer (risikominimering)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Det kan besluttes, at staten skal foretage visse forundersøgelser af havarealer forud for konkurrencen, og den strategiske miljøvurdering (SMV) kan gennemføres på forskellige måder. 2) Det kan besluttes, at staten forud for konkurrencen forundersøger ilandføringskorridorer og forbereder tilslutningspunkter til infrastruktur til et garanteret tidspunkt, eller at det overlades til projektudvikler at indgå i dialog med Energinet herom, hvorefter tilslutning sker når muligt.
3. Projektdefinerings og forpligtelse	Det kan besluttes, at enten staten eller projektudvikler bestemmer teknologi, etableringstidspunkt, kapacitet, mm. Forpligter staten opstiller til fx et bestemt etableringstidspunkt, skal det ledsages af bod eller anden sanktion ved manglende overholdelse.

Ud over valgene inden for de tre grundelementer findes der en lang række *yderligere valg*, der vil skulle tages stilling til i en endelig model for konkurrenceudsættelse af havarealet, herunder for at understøtte visse politiske hensyn yderligere, hvilket beskrives længere nede. Der kan også besluttes en række andre *tiltag uden om modellerne*, fx anden regulering, lovændringer osv. De er ikke en del af en tildelingsmodel, men de kan stadigvæk være vigtige for at kunne understøtte en række hensyn set i lyset af en massiv VE-omstilling.

I de nedenstående afsnit udfoldes elementerne fra ovenstående tabel nærmere, og de konkrete tildelingsmodeller gennemgås.

1. Arealplanlægning og definerings af projektområde

Elementet dækker tilgangen til at planlægge hvilke bruttoarealer, der skal indgå i fremtidige planer for udbygning af VE på havet. Elementet dækker også over arbejdet med at definere de konkrete projektområder. Det vil altid være staten, der planlægger, hvilke bruttoarealer der skal udbydes, og hvornår konkurrencen skal finde sted, evt. efter dialog med relevante aktører. Dernæst kan det være enten staten eller projektudvikler, der bestemmer størrelsen, udformningen og placeringen af de konkrete projektområder, som projektudvikler vinder retten til i en konkurrence.

I en model med størst mulig arealfrihed for projektudviklerne vil staten konkurrenceudsætte et bruttoareal og give projektudvikler mulighed for - inden for bruttoarealet - at byde på projektområder, de selv udpeger under konkurrencen ift. placering, størrelse og udformning. Det giver mulighed for at optimere projektudviklers business case. Denne måde at udpege projektområder på er kendt fra blandt andet UK. Hvis denne tilgang skal anvendes i Danmark, vil der skulle udvikles en model for, hvordan projektområder tildeles i tilfælde af overlap.

Tilgangen giver risiko for spildarealer og for, at det samlede potentiale for udbygning med VE mindskes, hvis de "første" projekter placeres uhensigtsmæssigt ift. fx kumulative miljøeffekter, effekter for radarer, kabel- og rørføring, skyggeeffekter el. lign. Samtidig kan modellen indebære, at der enten skal laves en meget omfattende planlægning ift. bruttoarealet inden udbuddet igangsættes – fx omlægning af sejlruiter – for at sikre, at havvindopstillerne reelt kan placere sig på hele bruttoarealet. Alternativt kan der være et betydeligt oprydningsarbejde *efter* arealtildeling, hvor evt. arealkonflikter håndteres, da projektudvikler ikke har økonomisk incitament til (og heller ikke mulighed for) at tage højde for fx samlet hensigtsmæssig sejlads, rør- og kabelføring. UK har ved deres seneste udbud bevæget sig væk fra denne model igen.

Alternativt kan staten arealplanlægge og opdele bruttoarealet i projektområder. Det kan understøtte en mere optimal udnyttelse af havarealerne med reduceret arealspild og derved et arealmæssigt større potentiale for VE-udbygning, såvel som en større forudsigelighed for projektudviklerne om potentielt andre kommende projekter. Samtidig kan opdelingen i projektområder i nogen grad foretages ud fra relevante aktørers ønsker baseret på markedsdialog.

Hvis der udarbejdes en geografisk udbygningsplan, kan det understøtte en mere helhedsorienteret og samfundsøkonomisk hensigtsmæssig udnyttelse af arealet. En geografisk udbygningsplan kan inddrage tilgængelige miljødata, eller der kan indsamles nye data, så de miljømæssigt mest sårbare områder undgås; der kan inddrages planlægning af infrastruktur på havet, hensyn til andre arealinteresser, fx fiskeri m.v., og ud fra det kan staten opdele de udlagte områder i projektområder.

Statslig opdeling i projektområder vil dog ske på bekostning af projektudviklernes mulighed for selv at vælge deres konkrete projektområde, hvilket kan udfordre den fulde optimering af forrentningsmodellen for det individuelle projekt.

Forskellige relevante aspekter, der kan indgå i den statslige arealplanlægning, og herunder i en geografisk udbygningsplan, uddybes nedenfor i *boks 3*.

Boks 3

Emner i arealplanlægning for havvind

Vind-skyggeeffekter

Skyggeeffekter opstår, når vindmøller omdanner vindenergien til elektrisk energi, og dermed trækker energi ud af vinden, så vinden efter at have forladt møllen har mindre energi og er mere turbulent. Det nedsætter strømproduktionen fra de "bagvedliggende" møller ift. vindretningen og giver øget slid på møllerne.

Skyggeeffekter kan både opstå internt i en havvindmøllepark og mellem parker op til en radius på 50-80 km. Passende hensyn til skyggeeffekter kan således øge det samlede produktionspotentiale for de udnyttede projektområder, om end skyggeeffekter ikke helt kan undgås.

Spildarealer på havet

Der kan opstå spildarealer/urentable arealer, hvis projektområder til VE-projekter er irregulære og/eller placeres uden skelen til den samlede udnyttelse af havarealet. Da der er meget store arealer udlagt til VE på havet i Danmark, vil det formentligt ikke i sig selv udgøre et problem rent arealmæssigt, men det kan påvirke udbygningen og det statslige provenu negativt, hvis dårlig arealplanlægning gør gode projektområder ubrugelige.

Håndtering af miljøpåvirkninger

Den samlede udbygning skal overholde gældende miljølovgivning, jf. bl.a. EU-direktiverne om VVM og SMV, EU's naturdirektiver samt vandramme- og havstrategidirektiver. Jo større udbygningen bliver, jo større er risikoen for, at bl.a. kumulative effekter på miljøet begrænser muligheden for at udbygge yderligere. Valg af arealer uden viden eller stillingtagen til miljøpåvirkninger kan betyde, at parker placeres uhensigtsmæssigt fra start, så den samlede udbygning begrænses, ligesom det kan medføre større miljøpåvirkninger, relativt til et scenarie hvor arealer fra start vælges ud fra et hensyn til natur- og miljø.

Planlægning af kabel- og rørkorridorer og hensyntagen til sejlads, fiskeri, radarer etc.

Havplanen indeholder de primære anvendelser af havarealet, fx arealer til VE, indvinding af råstoffer, miljøbeskyttelsesområder og store sejlruiter. Anden anvendelse som fx fiskeri, mindre sejlruiter og sejladskorridorer indgår ikke i havplanen. I takt med stigende udbygning af havvind i Danmark øges mængden af kabler og rør på havbunden. Kabel- og rørkrydsninger på havbunden øger omkostningerne ved udbygningen, da det er dyrt og risikofyldt at krydse eksisterende kabler, ligesom en beskyttelseszone på 200 m på hver side af alle kabler og rørledninger i dansk søterritorie kan begrænse, hvor der kan placeres havvindmøller. Planlægning af yderligere kabel- og rørkorridorer til forskellige VE-arealer kan således indebære en mere hensigtsmæssig og omkostningseffektiv udbygning, særligt når større havarealer skal anvendes til VE, fx i Nordsøen. I forbindelse med planlægning af fx kabelkorridorer kan der endvidere inddrages hensyn til kritisk infrastruktur. Planlægning under hensyntagen til sejladsruiter, radarsystemer og fiskeri mv. kan foregribe konflikter på havet. I status quo finscreener staten projektområder på havet ifm. udvælgelse af de områder staten vil udbyde, og forsøger derved at tage højde for arealkonflikter.

I boks 4 præsenteres internationale eksempler på tilgange til arealplanlægning og udpegning af projektområder.

Boks 4

Arealplanlægning og udpegning af projektområde i andre lande

UK's fjerde konkurrencerunde

I UK Lease Round 4 (som blev afgjort H1 2021) var der ifm. konkurrencen i alt fire separate, foruddefinerede bruttoarealer, som hver havde plads til flere havvindmølleparker (1–2 GW). Budregionerne blev defineret af The Crown Estate – et statsligt selskab med bl.a. ansvar for havvindskonkurrencen. Projektudviklerne skulle byde ind med eget havvindmølleprojekt, herunder placering og kapacitet. Der var krav til projektforslagernes minimumseffektivitet samt minimum- og maksimumkapacitet, ligesom der var defineret en grænse for den samlede udbudte kapacitet inden for budregionerne på samlet min. 7 GW og maks. 8,5 GW. Budregionerne var ikke forundersøgt på forhånd. Havvindprojektudviklerne konkurrerede på pris/MW for en optionsbetaling frem til opstart af etableringen af parken. Crown Estate er efter Round 4 gået væk fra det frie arealvalg for projektudvikler (se beskrivelse nedenfor af Lease Round 5). Begrundelsen er, at UK har brug for at fremme en effektiv udbygning for at sikre deres VE-mål. Crown Estate finder det nødvendigt, at der forud for konkurrencen og fra statslig side foretages en mere nuanceret, helhedsorienteret og central havplanlægning, som projektudviklere ikke selv kan håndtere, samt væsentlig mere statslig risikominimering.

UK's femte konkurrencerunde

Til UK Lease Round 5, som er en konkurrence om havvindmølleparker med flydefundamenter, har The Crown Estate videreudviklet deres tildelingsmodel ved at risikominimere mere for budgiver og bl.a. definere konkrete udbudte projektområders på størrelser svarende til ca. 1,5 GW. The Crown Estates arealudvælgelsesanalyse har været mere detaljeret end ved UK Lease Round 4, og har tilføjet flere runder af bl.a. skriftlig markedsdialog i runde 5. Desuden forundersøger The Crown Estate projektområder for at accelerere udviklingen af projekterne. Forundersøgelser blev påbegyndt i 2023, inden udbuddets start.

Tysklands sektorplan

I Tyskland er der lavet en sektorplan for at nå de nationale mål for udbygning med 30 GW havvind i 2030. I sektorplanen udlægges med nogle års mellemrum nye, større områder, som udbydes i større runder (op til 7 GW fordelt på 4 projektområder). Sektorplanen fastlægger de konkrete projektområder for kommende parker, nettilslutningspunktet samt kalenderår/kvartal for kommissionering af nettilslutningssystem og idriftsættelse af parken. Mere information om den tyske model kan findes i *boks 6*.

2. Forberedelse af havarealer (risikominimering)

Det andet element i en grundmodel dækker tilgangen til forberedelse og undersøgelse af havarealer forud for et udbud mhp. at give indsigt i projektområdernes anvendelsesmuligheder. Statens forberedelse af projektområderne i dag har til hensigt at minimere projektudviklers risiko mhp. at reducere støttebehovet/øge budpriserne, give en vis sikkerhed for, at parkerne kan opføres, samt understøtte hastighed i udbygningen. Det følger af miljøvurderingsreglerne, at staten skal foretage en strategisk miljøvurdering af nye planer for VE-udbygning, men herover kan staten frit vælge at lave flere eller færre forberedelser af arealerne, *jf. boks 5*.

Boks 5

Undersøgelserprocesser og risikominimering ifm. havvindudbud

Strategisk miljøvurdering (SVM)

Der er udlagt arealer til udbygning med VE i havplanen, som er miljøvurderet samlet på et overordnet niveau (SMV). Staten foretager dertil i dag en detaljeret SMV af de havarealer, der skal udbydes forud for hvert udbud. Det er lovpligtigt at gennemføre en SMV, som er en vurdering af en plan eller et programs indvirkninger på miljøet. SMV'ens formål er at belyse potentielle væsentlige miljøudfordringer på et tidligt tidspunkt, så planen for det udbudte område kan tilrettes. Vurderingen foretages på et mere overordnet niveau end en miljøvurdering af et konkret anlægsprojekt (VVM). En SMV tager typisk omkring 2-3 år at gennemføre i den nuværende model. Da den nuværende model indebærer ret detaljerede planer for de områder, der skal udbydes, laves der forholdsvist konkrete SMV'er, hvilket bidrager til risikominimering for projektudviklerne. Omvendt er den nuværende tilgang af hovedsageligt enkeltområder mindre egnet ift. at afdække kumulative effekter af en samlet udbygning.

Forundersøgelser

Forundersøgelser omfatter i den nuværende model for statslige udbud marine miljøundersøgelser, geofysiske og geotekniske undersøgelser samt oceanografiske og meteorologiske undersøgelser. Forundersøgelser dækker i den forbindelse både over de undersøgelser, der i dag foretages af Energinet for staten før en udbudsigangsættelse, og de projektspecifikke undersøgelser, der foretages af projektudvikler efter kontraktindgåelse. Udgifterne til forundersøgelser i forbindelse med fx udbuddene på 6 GW har, afhængigt af arealstørrelse, kostet ca. 150-300 mio. kr. pr. havvindmøllepark eksklusive omkostninger til statens administration. Herudover vil projektudvikler have udgifter til egne supplerende forundersøgelser. Mange forundersøgelser skal gennemføres under alle om-stændigheder som grundlag for projektudviklers VVM og projektdesign. I en model hvor det kun er projektudvikler, der foretager forundersøgelser, vil begge dele kunne målrettes og begrænses til behovet for det konkrete projekt.

Garanti om nettilslutning på fastsat tid

Klima-, energi- og forsyningsministeren har tidligere i nogle tilfælde pålagt Energinet at anvise og etablere et nettilslutningspunkt og angive et tidspunkt for, hvornår nettilslutningspunktet kan stå klar. Det har haft til formål at understøtte hastigheden i realiseringen af havvindmølleparkerne og at give tilbudsgiver størst mulig transparens om nettilslutningsvilkår forud for budafgivelse. Pålægget har betydet, at Energinet har påbegyndt arbejdet med at modne et nettilslutningspunkt parallelt med statens øvrige forberedelser af udbuddet. Derved har staten båret risikoen for dette arbejde i perioden frem til, at en koncessionsvinder er fundet. Koncessionsvinder underskriver efter udbudsafgørelse en nettilslutningsaftale med Energinet, og overtager derved statens risiko for nettilslutningen, hvorved Energinet får sikkerhed for at få dækket deres omkostninger, hvis parken alligevel ikke realiseres. For udbuddene på 6 GW blev pålægget givet ca. 2,5-3 år inden den planlagte afgørelse af udbuddene. Denne parallelitet i forberedelsesprocesser betød, at nettilslutningspunkterne ville stå klar til at modtage strøm 3-3,5 år efter indgåelse af koncessionsaftalen. Dette ville give koncessionsvinder ca. 2 år til at nettilslutte møllerne og muliggøre, at havvindmølleparkerne kunne være færdigetableret på ca. 5-6 år efter indgåelse af koncessionsaftalen.

(fortsætter næste side)

Følsomhedskortlægning

I Delaftale om investeringerne i et fortsat grønnere Danmark 2021 blev det besluttet at afsætte midler til at sikre det nødvendige datagrundlag for hurtigere beslutninger om ny havvindskapacitet og understøtte den langsigtede planlægning og udrulning af storskala havvind. Som opfølgning herpå er Energistyrelsen ved at lave en samlet screening og følsomhedskortlægning af det danske havareal, som forventes afsluttet ved udgangen af 2025. Opgaven inkluderer bl.a. en følsomhedskortlægning af flere natur- og miljømner, herunder f.eks. fugle og flagermus, samt en geologisk kortlægning af havbunden for hele det danske havareal. Følsomhedskortlægningen skal levere et samlet overblik over hvilke dele af havarealet, der må forventes særligt sårbart over for storskalaudbygning af havvind. Dermed skal den medvirke til, at beslutninger om udbygning af havvind i Danmark fremadrettet kan ske på et bedre og mere oplyst grundlag. Kortlægningen indebærer dog ingen økonomisk vurdering af potentialerne ved at etablere havvind i enkelte områder. Den forholder sig desuden kun til effekterne ved etablering af havvind og ikke fx etablering af flydesol eller brintproduktion på havet. Kortlægningen er også begrænset af, at den primært baseres på eksisterende data, hvilket betyder, at anvendelsen vil være begrænset til få områder.

Havnaturfonden

På baggrund af *Aftale om etablering af grøn fond 2022* og *Aftale om etablering af Havnaturfonden 2024* er der i juni 2024 etableret en Havnaturfond. Der er afsat 500 mio. kr. frem mod 2030 til at genoprette havnaturen i Danmark og opbygge ny viden om, hvordan havet kan forvaltes mere bæredygtigt. Af *Tillægsaftale om udbudsrammer for 6 GW havvind og Energix Bornholm 2023* fremgår, at Havnaturfonden bl.a. skal "bidrage til viden om miljø- og natureffekterne af VE-udbygningen på havet og omkostningseffektiv genopretning af havnatur og biodiversitet med henblik på at forbedre miljøtilstanden i havet."

Datainitiativ

Af midlerne til Havnaturfonden er der afsat 53,8 mio. kr. i 2024-2030 til et initiativ om National digital infrastruktur til økosystemanalyser og havmiljødata. Initiativet skal sikre et styrket datagrundlag gennem lagring, udstilling og øget tilgængelighed af allerede tilvejebragte samt fremtidige geologiske data og miljødata indsamlet i forbindelse med anlægsprojekter på havet, bl.a. havvindmølleprojekter. Det styrkede datagrundlag vil skabe bedre forudsætninger for at afdække kritiske geologiske forhold og miljøforhold tidligt i planprocesser, på sigt mindske behovet for indsamling af nye data og forøge kvaliteten af såvel offentlige som private aktørers miljøvurderinger af projekter på havet.

Den senest anvendte tilgang til forundersøgelser og planlægning af nettilslutning i danske udbud indebar, at omkostningerne hertil overvæltedes på budvinder, men at der var risici for strandede omkostninger for staten, hvis der ikke blev modtaget bud, eller hvis et projekt ikke blev realiseret. Omvendt risikominimerede staten projektet, da flere miljøforhold og informationer om arealerne var kendt før budfrist. Den tilgang muliggør generelt, at projektudviklerne kan byde en (forventeligt højere) pris, der bedre afspejler arealets reelle værdi. Parallelliteten i udbygningen af havvinden og infrastrukturen sikrer samtidig, at projektudvikler kan afsætte sin produktion inden for en kortere tidshorisont, hvilket øger hastigheden af den grønne omstilling.

Den fremtidige VE-udbygning forventes i højere grad at tilgodese et eksportmarked for el eller brint, og der er kommet nye muligheder for fx etablering af direkte linjer. Det vanskeliggør at forberede infrastrukturtilslutning, da staten ikke på forhånd ved, hvor og hvor meget projektudvikler ønsker at tilslutte. Det kan samtidig besværliggøre statslige forundersøgelser, da staten vil skulle forundersøge arealerne til brug for flere, mulige scenarier, hvilket kan være fordyrende og indebære, at der foretages forundersøgelser, som ikke benyttes efterfølgende.

Det kan give anledning til at overveje, om og i hvilket omfang staten skal påtage sig disse opgaver i fremtiden.

Der kan desuden arbejdes med, hvordan der skal foretages strategisk miljøvurdering (SMV). Alternativt til den nuværende model kan det overvejes, om der i stedet for at foretage en SMV på projektniveau skal foretages en SMV af et større bruttoareal eller af en samlet plan for udbygningen. Det vil muliggøre, at der i højere grad kan inddrages kumulative effekter, som bliver en større udfordring i takt med den øgede udbygning. En sådan model kendes fra Tyskland, hvor der foretages SMV af større områder i sammenhæng med en løbende sektorplan for havvind, *jf. boks 6*. Omvendt kan denne tilgang øge risikoen for, at lokalspecifikke, væsentlige miljøpåvirkninger (fx af fugle eller andre dyrearter) ikke afdækkes, før der gennemføres en VVM. Det kan potentielt medføre forsinkelser, dyrere business cases, eller at projekter helt må droppes. Det antages, at denne risiko gælder i mindre grad i den tyske model, hvor der fastlægges og miljøvurderes meget detaljerede planer for udbygningen på et bedre datagrundlag, end der i dag eksisterer i Danmark.

Boks 6

Tysk model for SMV og forundersøgelse

I Tyskland udarbejdes der en havplan med en overordnet SMV tilsvarende i Danmark. Hertil omfatter den tyske model en systematisk og fortløbende sektorplan for havvind/VE ("Flächenentwicklungsplan") for alle arealer udlagt til VE på havet. Planen opdateres med nogle års mellemrum med konkrete planer for udbygning med havvind i større områder ad gangen, som underlægges en fornyet, mere detaljeret SMV. Der afholdes efterfølgende større runder af auktioner over områderne, der er inddelt i konkrete projektområder. I nogle områder foretages der forundersøgelser, og der afholdes to typer konkurrence for hhv. områder, der er forundersøgt, og områder som ikke er forundersøgt. Sektorplanen fastlægger de konkrete områder for kommende parker, deres nettilslutning og tidsplanen for gennemførelse af de nationale mål for havvindudbygningen. Også udlandsforbindelser og områder til øvrig VE på havet bliver defineret. Når sektorplanen opdateres, gennemføres en ny SMV, som bygger på tidligere gennemførte SMV'er, men belyser potentielle nye miljøpåvirkninger, som den nye, konkretiserede plan kan medføre. Derudover foretages øvrige opdateringer og uddybninger af det tidligere SMV-grundlag hvor nødvendigt. Der gennemføres herefter ikke yderligere SMV ifm. konkurrencen af de enkelte projektområder.

I en model, hvor staten ønsker aktivt at understøtte udbygningen ved at pege på konkrete projektområder, kan det besluttes at foretage en mere detaljeret SMV. Jo mere detaljeret en SMV, jo større mulighed er der for at tage hensyn til natur, miljø og kumulative effekter af potentielle havvindprojekter og risikoafdække projektudvikler. Det er desuden også forudsætningen for udpegnings af fremskyndelsesområder på havet, *jf. VE III-direktivet*⁹. Det kræver

⁹ Fremskyndelsesområder jf. VE III-direktivet kan på baggrund af en miljøvurdering af en plan (SMV) udpeges i områder, hvor VE-projekter ikke forventes at medføre væsentlige påvirkninger på miljøet. I udpegede områder behøver opstiller i udgangspunktet ikke at gennemføre VVM og en vurdering af indvirkning på Natura 2000-områder, hvis bestemmelserne i EU's naturdirektiver fortsat overholdes. Det giver potentielt større risikoafdækning og en mulig tidsbesparelse for opstiller. Der udestår politisk beslutning om implementering af fremskyndelsesområder ift. havvind i DK.

dog et forbedret datagrundlag ved fx at udvide ovennævnte følsomhedskortlægning og foretage flere feltundersøgelser og dataindsamlinger om fx beskyttede dyrearter, hydrodynamik m.v. Alternativt kan staten gennemføre delvise, mindre omkostningstunge forundersøgelser eller screeninger med fokus på fx centrale miljøundersøgelser, end det er tilfældet i dag. Det vil kunne øge vidensniveauet på arealerne til brug for projektudviklerne og styrke statens mulighed for planlægning i modeller, hvor staten har en planlægningsrolle. Uanset valg af tildelingsmodel skal der udvikles en metode til vurdering af kumulative miljøeffekter ved den forventede storskala udbygning med havvind især i Nordsøen.

3. Projektdefinering og forpligtelse

Det tredje element omhandler, om staten eller projektudvikler definerer projektet ift. teknologi, minimumskapacitet, mølletæthed, etableringstidspunkt mv., og i hvilket omfang projektudvikler forpligtes til at etablere projektet på et bestemt tidspunkt.

Mere fleksibilitet til projektudvikler kan indebære fravær af krav til etableringstidspunkt og fravær af eller færre boder i etableringsfasen. Det vil give projektudvikler friere rammer til at udvikle rentable projekter og tilpasse tidsplanen til mulighederne for afsætning og hos underleverandører, og give bedst mulige betingelser for deres business case, samt fjerne eventuelle barrierer for innovation, der kan være i uflexible konkurrencer. Omvendt kan det indebære større risiko for fx arealhamstring, vanskeligere planlægning for Energinet ift. at sikre en rettidig, omkostningseffektiv udbygning af infrastruktur, mindre sikkerhed og vished om den faktiske udnyttelse af havarealet samt mindre investeringssigtbarhed på det samlede bruttoareal.

Med fleksibilitet i VE-teknologi forstås både den specifikke VE-teknologi (fx havvind, bølgekraft eller flydesol) og hvilken energiform der produceres (fx brint eller el). Det vil sige, at projektudvikler frit kan vælge, om et areal fx skal anvendes til elproduktion med fuld nettilslutning, til brintproduktion i brintmøller, eller direkte tilsluttet elektrolyseanlæg på platforme eller brinttøer eller på land, eller en kombination af disse. I teknologineutrale udbud er der ens rammer mellem valget af forskellige typer af teknologier, bl.a. på baggrund af en ensartet regulering på tværs af energiformer. Det er dog ikke tilfældet i dag for hhv. levering af el til det kollektive net og afsætning af brintproduktion. Der udestår en detaljeret analyse af, hvordan dette bedst sikres i udbudsvilkår, regler for infrastrukturudbygning og øvrig regulering.

Boks 7

Internationale erfaringer med forpligtelsesinstrumenter

Erfaringer fra UK

I UK's Lease Round 4 (som blev afgjort i H1 2021) blev der anvendt to værktøjer til at sikre fremdrift. Konkurrencen om havarealer i UK blev afgjort på et *option fee*, som er en årlig betaling til The Crown Estate. Betaling af option fee stopper ved start på etableringsfasen. Alt andet lige vil det betyde, at jo længere tid projektudvikler bruger på at få deres tilladelser frem mod igangsættelse af etableringsfasen, jo dyrere bliver det for projektudvikler. Desuden har projektudvikler i Lease Round 4 maksimalt 10 år til at påbegynde etableringsfasen, før rettigheden til at udnytte et areal til havvind tages tilbage.

Som noget nyt ifm. Lease Round 5, konkurrence om havarealer til flydevind, som er igangsat H1 2024, er der fleksibilitet til at opdele etableringen af hvert 1,5 GW-projekt i faser. Der er dog krav til, at hver projektfase som minimum er 300 MW, og hver projekt maksimalt opdeles i tre faser.

Grundmodeller for tildeling af havarealer til VE-produktion

I nærværende afsnit gennemgås nye grundmodeller, der er sammensat af ovenstående elementer for bedst muligt at understøtte mulige, politiske hensyn og fremtidige vilkår for VE-produktion i Danmark. Det bemærkes igen, at modellerne er nedslagspunkter på et kontinuum og kunne se anderledes ud. Det er i lige så høj grad det overordnede *hensyn* med de enkelte modeller, som det er den konkrete udformning af modellerne, der er væsentlig at kigge på. I praksis vil modellerne kunne designes anderledes. Flere modeller kan sættes i spil på samme tid (på forskellige arealer), ligesom man vil kunne starte med at implementere én model i de første år og på sigt implementere andre modeller. Grundmodellerne opsummeres i *tabel 2*.

Tabel 2
Overblik over grundmodeller for tildeling af havarealer til VE-produktion

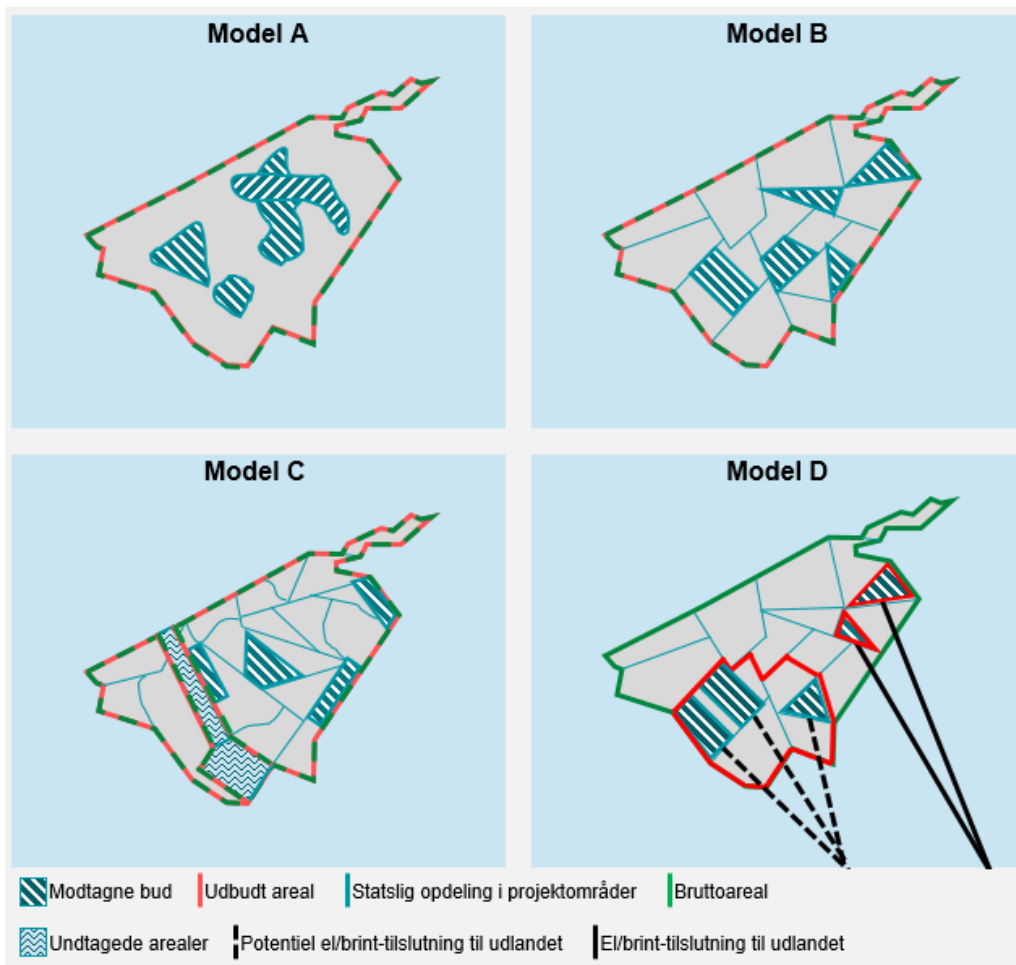
Modeller	A. Flexibilitet	B. Flexibilitet og planlægning	C. Flexibilitet, planlægning og risikominimering	D. Direkte tilslutning til udlandet (enten styret eller mindre styret model)
Grundlæggende valg i model				
Arealplanlægning og udpegning af projektområder	<p>Staten vælger bruttoareal til konkurrence i dialog med relevante aktører.</p> <p>Projektudvikler udvælger konkrete projektområder inden for bruttoarealet under konkurrencen.</p>	<p>Staten vælger og opdeler bruttoarealet i projektområder til konkurrence i dialog med relevante aktører.</p>	<p>Staten vælger og opdeler bruttoarealet i projektområder til konkurrence pba. geografisk udbygningsplan med valg om risikominimering, hensyn til miljø og anden arealanvendelse, skyggeeffekter, infrastruktur m.v. og i dialog med relevante aktører.</p>	<p>Afhængigt af aftale med aftagerlandet vil staten:</p> <p><i>Enten</i> fx: finscreene relevante arealer og udpeger projektområde/-r til konkurrence pba. en mellemstatslig aftale og i dialog med fx projektudviklere, aftagerland, udenlandsk TSO m.fl.</p> <p><i>Eller</i> fx: Staten vælger bruttoareal til konkurrence, evt. opdelt i projektområder.</p>
Risikominimering	<p>Staten laver lovpligtig strategisk miljøvurdering på hele bruttoarealet.</p> <p>Projektudvikler laver forundersøgelser</p>	<p>Staten laver lovpligtig strategisk miljøvurdering på hele bruttoarealet opdelt i projektområder.</p> <p>Projektudvikler laver forundersøgelser.</p>	<p>Kvalificeret SMV på hele bruttoarealet opdelt i projektområder baseret på geografisk udbygningsplan med udvidet følsomhedskortlægning inkl. dataindsamling, beregning af skyggeeffekter, planlægning af kabel- og rørkorridorer på havet, hensyn til sejlads, radarer, fiskeri m.v.</p>	<p>Afhængigt af aftale med aftagerland:</p> <p><i>Enten</i>: Detaljeret SMV af konkret projektområde (hvis staten udpeger dette), evt. som en del af SMV af bruttoareal. Pba. aftale om (med-)finansiering fra aftagerland kan statslige forundersøgelser af projektområdet/erne tilvælges.</p> <p><i>Eller</i> fx: Overordnet SMV af bruttoareal. Ingen statslige forundersøgelser.</p> <p>Udenlandsk TSO tilvejebringer tilslutningspunkt og -vilkår til infrastruktur.</p>

Modeller	A. Flexibilitet	B. Flexibilitet og planlægning	C. Flexibilitet, planlægning og risikominimering	D. Direkte tilslutning til udlandet (enten styret eller mindre styret model)
Grundlæggende valg i model				
Projektdefinering og forpligtelse	<p>Areal tildeles med en option om udnyttelse uden krav til etablering og væsentlige boder. Optionen kan omfatte forundersøgelser og anlægsfasen.</p> <p>Projektudvikler kan fx tidligst opgive arealet fx 3-5 år efter kontraktindgåelse eller betale et beløb up-front for at opgive arealet, fx 3-5 år efter kontraktindgåelse.</p> <p>Teknologineutral konkurrence. Ingen krav om kapacitet og arealudnyttelse.</p>	Tilsvarende model A.	Tilsvarende model A, men flere arealer kan udnyttes grundet viden opnået gennem ny data og ved fx på visse områder at stille visse teknologi-, minimums- eller maksimumskrav.	<p>Afhængigt af aftale med aftagerland:</p> <p><i>Enten</i> fx: Teknologi, kapacitet og etableringstidspunkt fastlægges i mellemstatslig aftale.</p> <p>Forpligtelsesmekanisme pba. aftalt projektdefinering og forundersøgelser.</p> <p><i>Eller</i> fx: teknologineutral konkurrence, hvor kapacitet besluttet af projektudvikler. Boder eller anden forpligtelsesmekanisme kan balancere, at der ikke gennemføres statslige forundersøgelser, men at der tilvejebringes et tilslutningspunkt til infrastruktur.</p>
<p>Anm.: For alle modeller gælder det, at modellerne er forenelige med en række øvrige valg fx arealudnyttelseskrav, krav til systemintegration, forsyningssikkerhed, Kritisk infrastruktur, bæredygtighed, samt kobling til afsætning herunder til brint.</p>				

Modellerne adskiller sig dels på valget vedrørende udpegning af projektområder. Her adskiller model A sig væsentligt fra de øvrige modeller ved, at projektudvikler selv bestemmer placering, størrelse og udformning af projektområdet. Ift. risikominimering er det især model C, som adskiller sig fra A-B, ved at indeholde et forbedret datagrundlag og kvalificeret planlægning under hensyntagen til miljø, skyggeeffekter mv. Model D er baseret på en mellemstatslig aftale og indeholder mulighed for risikominimering i form af forundersøgelser, tilvejebringelse af tilslutningspunkt til infrastruktur i aftagerland, kapacitetsspecifikationer mv.; afhængigt af indholdet af den mellemstatslige aftale. For alle modeller skal der tages særskilt stilling til valg af betalingsmodel (se separat afsnit nedenfor) samt øvrige valg.

Figur 2 skitserer forskellen i arealplanlægning og udpegning af projektområder.

Figur 2



Modellerne uddybes enkeltvist i de følgende afsnit.

Model A: Mest fleksibilitet

Formålet med modellen er at tilgodese, at projektudviklerne under konkurrencen får mest mulig fleksibilitet til at byde ind på præcis de projektområder, de ønsker at udvikle på, både i forhold til placering, form og størrelse.

Konkret vil staten beslutte et bruttoareal, som der afholdes konkurrence om. Før konkurrencen gennemfører staten den lovpligtige SMV af bruttoarealet, men ikke yderligere forundersøgelser eller andet. I udbuddet indsender projektudviklere bud på deres ønskede projektområder, hvor de selv definerer størrelse, form og placering af området. Staten tildeler kontrakter som en option på udnyttelse af et havareal til højstbydende, som fx kan gælde for forundersøgelser- og anlægsfasen i et antal år, der vil skulle fastlægges nærmere. Dvs., at opstillerne får en mulighed for – men der er ikke krav om – at etablere et projekt i området.

Retten til arealet gives for forundersøgelser-, anlægs- og driftsfasen i en periode, der vil skulle fastlægges nærmere. Der kan i hver konkurrence evt. sættes et loft over den samlede udbudte mængde energiproduktionskapacitet, projektområder eller lignende, der kan tildeles. Staten vil desuden skulle udvikle en arealtildelingsmekanisme for at vælge mellem bud, hvor projektområderne overlapper hinanden, hvilket tidligere fx er blevet udviklet til UK's 4. konkurrence-runde.

Efter tildeling forbereder projektudvikler sit projekt. Projektudvikler definerer selv projektets kapacitet, teknologi mv. Betaling for arealet (fx koncessionsbetaling) påbegyndes fra tidspunktet for kontraktindgåelse for at sikre incitament til fremdrift. I optionsperioden indgår projektudvikler de nødvendige aftaler med Energinet, aftagere af strøm eller brint, indhenter nødvendige tilladelser, mv. Hvis de inden for optionsperioden etablerer et projekt, der er kompatibelt med kravene i tildelingskontrakten, fastholdes retten til udnyttelse af havarealet i driftsfasen.

Hvis projektudvikler under optionsperioden vurderer, at et projekt ikke kan realiseres, falder området tilbage til staten – evt. uden væsentlig bod til projektudvikler -, dog tidligst efter fx 3-5 år efter kontraktindgåelse eller mod up-front betaling af et beløb svarende til fx statens omkostninger og/eller koncessionsbetaling svarende til fx 3-5 år eller andet lignende bl.a. for at sikre mod arealhamstring. Herefter kan området igen indgå som en del af bruttoarealet i kommende konkurrencer.

Model B: Flexibilitet og planlægning

Formålet med modellen er at tilgodese, at projektudvikler får stor fleksibilitet under konkurrencen til at byde ind på de havarealer, de ønsker at udvikle på, samtidig med, at de får en større grad af langsigtet transparens i kraft af opdelingen i konkrete projektområder, der samtidig understøtter det samlede udbygningspotentiale.

Staten beslutter et bruttoareal til konkurrencen om havarealer. Efter input fra projektudvikler, Energinet, miljøorganisationer og relevante myndigheder mv. opdeler staten bruttoarealet i konkrete projektområder under hensyntagen til eksisterende viden om fx nødvendige kabel- og rørkorridorer. Opdelingen i projektområder kan understøtte forskellige tekniske koncepter, herunder også brinthubs, *jf. boks 8*. Der udføres derefter den lovpligtige SMV, men der foretages ikke yderligere forundersøgelser, dataindsamling eller analyse. Bruttoarealet med de faste projektområder kan udbydes, evt. med et loft over den samlede udbudte mængde energiproduktionskapacitet, projektområder eller lignende. Der kan efter budafgørelse planlægges en ny konkurrence af samme, opdelte bruttoareal med de tilbageværende projektområder.

I forbindelse med konkurrencen indsender projektudvikler bud på ønskede projektområder, som er opdelt af staten. Byderne definerer selv deres projekt ift. kapacitet, hvilke områder de byder på, teknologi, mv. Staten tildeler kontrakterne som en option på udnyttelse af projektområdet til højstbydende, som fx kan omfatte forundersøgelser- og anlægsfasen i et antal år, der vil skulle fastlægges nærmere. Retten til arealet gives for forundersøgelser-, anlægs- og driftsfasen i en periode, der vil skulle fastlægges nærmere. Processen er således forskellig fra model A mht. opdelingen i projektområder, mens processen efterfølgende følger samme tilgang ift. betaling og option.

Model C: Flexibilitet, planlægning og risikominimering

Formålet med model C er at understøtte en fortsat høj grad af fleksibilitet til projektudviklerne, samtidig med at der gennemføres en kvalificeret arealplanlægning under hensyntagen til miljø, herunder kumulative effekter, skyggeeffekter og andre interesser på havet, fx infrastruktur og anden arealanvendelse (fiskeri, sejladsruter m.v.).

Dette gøres via en geografisk udbygningsplan, som samtidig risikominimerer projekterne sammenlignet med model A og B, idet der på forhånd tages højde for arealkonflikter og fx kumulative miljøeffekter. Modellen kan medføre et større udbygningspotentiale, ved at understøtte, at de *mindst* følsomme områder anvendes først. Omvendt forventes modellen at være

mere tidskrævende at implementere, og den vil indebære et større ressourcetræk i staten end model A og B.

Som i model B beslutter staten et bruttoareal til brug for konkurrence om havarealer og udarbejder et indledende udkast til opdeling i projektområder og kabelruter mv. i samarbejde med relevante aktører, herunder fx projektudviklere, Energinet, miljøorganisationer, partnerlande og relevante myndigheder, der forvalter interesser på havet. Med henblik på kvalificeringen af de miljømæssige vurderinger udarbejdes en geografisk udbygningsplan, hvor der udføres en udvidet følsomhedskortlægning inkl. indsamling af relevante miljødata. Dertil kan der udvikles modeller for vurdering af kumulative skyggeeffekter som følge af den samlede, potentielle udbygning, modsat model A og B. På baggrund af det forbedrede datagrundlag mv. gennemføres en kvalificeret SMV af bruttoarealet inkl. opdeling i projektområder og andet.

Det forbedrede datagrundlag om beskyttede arter mv., der forudsættes i model C, alt efter ambitionsniveauet vil være det samme, der vil skulle tilvejebringes for at udpege såkaldte fremskyndelsesområder til VE på havet efter VE-III direktivet. Der udestår politisk beslutning om implementering af fremskyndelsesområder ift. VE på havet i DK. Processen med fremskyndelsesområder indebærer potentielt større risikominimering og en ressourcebesparelse for projektudvikler, da VVM-proces samt væsentligheds- og konsekvensvurdering i henhold til EU's habitatdirektiv i udgangspunktet kan undlades. Det er dog uklart, om tilgangen reelt fører til tidsbesparelser for den samlede etablering af havvind. Afklaring heraf vil kræve nærmere analyser.

I selve udbuddet indsender projektudvikler bud til staten på deres ønskede projektområder. Byder definerer fortsat selv deres projekt ift. kapacitet, teknologi og etableringstidspunkt. Der kan dog for visse projektområder være tekniske eller miljømæssige krav af hensyn til at maksimere det samlede udbygningspotentiale og for at tilgodese ovennævnte hensyn til fx miljø og anden arealanvendelse.

Processen efter konkurrence og tildeling ift. betaling og option følger tilgangen i model A og B.

Model D: Direkte forbindelse til udlandet – statsligt arealvalg og planlægning

Potentialeanalysen i kapitel 1 peger på, at der er et samfundsøkonomisk potentiale for at eksportere energi fra op til 20-50 GW havvind direkte til Tyskland uden om det danske transmissionsnet, som følge af bl.a. højere tyske elpriser og Tysklands store efterspørgsel efter grøn brint. Der kan dermed være behov for en ny model, der specifikt målrettes sådanne projekter. Direkte tilslutning af dansk havvind til udlandet kan alt andet lige spare omkostninger til dansk infrastrukturudbygning samt system- og balanceringsydelse, i og med at energien ikke føres gennem det danske transmissionsnet for at blive eksporteret til udlandet.

Realisering af direkte tilslutning af dansk havvind til udlandet kræver nyt hjemmelsgrundlag, da den gældende regulering ikke er affattet med denne model for øje¹⁰. Det er vurderingen, at projektspecifikke, mellemstatslige aftaler, eller som minimum en mere generel rammeaftale med aftagerlandet, vil være påkrævet.

¹⁰ Lovforberedende arbejde til at understøtte model D er igangsat i Energistyrelsen.

Udbygning af parker direkte tilsluttet til udlandet vil bero på udlandets interesse for at importere dansk strøm eller brint samt fysiske muligheder for tilslutning til infrastruktur og ilandføring. Realisering af potentialet for eksport af strøm til Tyskland forventes at forudsætte, at Tyskland reducerer egne udbygningsmål for havvind eller udvider deres ilandføringskapacitet, hvis muligt. Fra dansk side vil man kunne intensivere dialogen med Tyskland om deres ønsker til samarbejde om koordineret og fælles VE-udbygning.

Realisering af udbud med direkte tilslutning til udlandet vil formentlig indledningsvist skulle baseres på *projektspecifikke mellemstatslige aftaler*. Det skyldes ikke mindst de mange regulatoriske og økonomiske ubekendte, der vil være i sådanne projekter. Det vil eventuelt kunne undersøges, om der på sigt kan indgås en *rammeaftale* med fx Tyskland, så andre konstellationer kan lade sig gøre, fx hvor projektudvikler selv aftaler flere detaljer direkte med aftagerlandet eller den udenlandske TSO. Det vil kræve, at der forud for konkurrencen kan indgås en bred rammeaftale med aftagerlandet for at sikre juridisk afklaring af en lang række forhold, fx tilsyns-, sikkerhed- og beredskabsforpligtelser, hvem VE-andele tilfalder mv., ligesom det vil skulle sikres, at danske interesser varetages bedst muligt i rammerne for sådanne udlandsaftaler.

De konkrete valg inden for grundelementerne i udbudsmodellen antages i høj grad at blive fastlagt i eller på baggrund af en mellemstatslig aftale, så det understøttes, at projektet realiseres i overensstemmelse med det aftalte.

Nedenfor gennemgås for eksemplets skyld hhv. en version af Model D, der er *mere styret* ift. arealforberedelse og risikominimering, og en version der er *arealmæssigt mindre styret*, dvs. hvor projektudvikler vælger projektområde og påtager sig flere risici. Disse to varianter af Model D fremgår også i *tabel 2*.

I begge versioner af model D forventes det, at den udenlandske TSO vil tilvejebringe et infrastrukturtilslutningspunkt, hvilket giver projektudvikler en sikkerhed og forudsigelighed ift. muligheden og tidspunktet for at kunne afsætte energi via infrastruktur, modsat model A, B og C.

Det gælder for begge versioner af model D, at der formentlig vil skulle indgås aftaler vedr. fordeling af risiko, omkostninger og indtægter, herunder via den betalingsmodel gennem hvilken projektudvikler betaler for havarealet. Det skyldes bl.a., at der er nationale forskelle på, hvordan risiko, omkostninger og indtægter i et havvindprojekt fordeles. Som eksempel anvender Tyskland dele af koncessionsbetalingerne til at dække omkostninger til infrastruktur. I Danmark er de omkostninger i seneste udbud afholdt direkte af havvindprojektudviklerne.

Styret version af model D

I arealplanlægningen og udpegningen af projektområder vil staten, som i dag, finscreene udvalgte projektområder for at finde det bedste projektområde til konkurrencen. Der udarbejdes herefter en SMV af projektområdet. Fordi det er ét konkret projektområde med et konkret projekt, forventes SMV'en at være mere detaljeret end i de øvrige modeller. Staten kan hertil vælge at risikominimere projektområdet i form af statslige forundersøgelser mhp. at understøtte den mellemstatslige aftale ved at skabe øget sikkerhed om, at de projektområder, der udbydes, er egnede til havvind, samt understøtte større interesse og højere konkurrencepriser. Det kan i det tilfælde aftales, at aftagerlandet dækker statens risiko for strandede omkostninger til forundersøgelser, hvis projektområdet viser sig uegnet til opstilling af VE-kapacitet, eller der ikke indkommer bud. Hvis projektområdet omvendt er velegnet, betaler den vindende projektudvikler eller aftagerlandet udgifterne til statens forundersøgelser.

Ift. projektdefinering kan det være et krav fra aftagerlandet, at der fastsættes en specifik teknologi, kapacitet og etableringstidspunkt. Også dette kan understøttes gennem den danske stats forundersøgelser af projektområdet, hvilket også giver projektudvikler et grundlag at forpligte sig på. I et sådant scenarie vil der skulle være forpligtelsesmekanismer pga. risikominimeringen af projektområdet og af infrastrukturtilslutningen. Evt. krav til bæredygtighed, natur, miljø, kritisk infrastruktur eller lignende vil der ligeledes skulle tages stilling til fra dansk side.

Mindre styret version af model D

I en *mindre styret version af model D* med mere arealmæssig frihed i konkurrencen gennemføres lovpligtig SMV af et bruttoareal mhp. udbud. Projektudviklerne kan selv byde på det af de udbudte projektområder inden for bruttoarealet, de finder hensigtsmæssigt at tilslutte det planlagte infrastrukturtilslutningspunkt i udlandet. Staten vil i den mindre styrede version heller ikke forundersøge projektområdet, hvilket projektudvikler i stedet påtager sig risikoen for. At staten ikke har forundersøgt projektområdet, og der derved er mere risiko på projektudvikler, tilsiger isoleret mere lempelige forpligtelsesmekanismer end i den styrede version.

Det kan i den mindre styrede version ikke udelukkes, at det indgår i den mellemstatslige aftale, at projektudvikler alene forpligtes til en bestemt leverance af energi, hvor projektudvikler selv bestemmer, hvordan energien produceres – dvs. at modellen, lig Model A, B og C kan have teknologifrihed og frihed til at beslutte teknologi og kapacitet. Såfremt der efter 2030 fortsat fastsættes VE-forpligtelser for de enkelte EU-lande, kan dette dog have betydning for, hvilken eventuel aftale om overførsel af VE-andele, der kan indgås mellem Danmark og aftagerland.

Mellemstatslige aftaler også relevante ved elhubs

Potentialeanalysen i kapitel 1 viser et vist potentiale for hybride elhubs. Erfaringer fra arbejdet med danske og udenlandske elhub-projekter (Energjø Nordsøen og Energjø Bornholm såvel som den belgiske Princess Elizabeth Island) tilsiger, at hybride elhubs i første omgang faciliteres via mellemstatslige aftaler. Hvis Danmark og et eller flere partnerlande i fremtiden ser en mulighed for et samarbejde om en hybrid elhub, vil det derfor kunne indgå i en proces som beskrevet for model D, *jf. boks 9*.

Boks 8

Brinthubs

Resultater fra potentialeanalysen ovenfor indikerer, at brinthubs i 2050 kan være en rentabel måde at høste det danske havvindpotentiale, som ligger langt fra kysten.

Brinthubs forstås som storskala, offshore brintproduktion som ilandføres til ét eller flere nabolande via rør, og som også kan være forbundet med et elkabel. Elkablet kan både forsyne hub'ens brintproduktion med strøm fra land, når vinden ikke blæser, samt bruges som ilandføringskabel for elektriciteten, når elpriserne er særligt høje. I potentialeanalysen tages der udgangspunkt i en brinthub med et brintrør til Tyskland og et elkabel til Danmark. Også andre konfigurationer kan vise sig rentable. Det er tænkeligt, at en dansk brinthub kan forbindes til et transitrør eller andre landes offshore brintinfrastruktur. Der eksisterer for nuværende ikke offshore brintinfrastruktur – hverken i Danmark eller i de omkringliggende lande – men fx Tyskland og Nederlandene planlægger etablering af offshore brintinfrastruktur for at ilandføre egen brintproduktion og importere brint fra andre Nordsølande, om end det ikke kan garanteres at en sådan infrastruktur kommer.

Realiseringen af brinthubs forventes at forudsætte, at en projektudvikler får adgang til at kunne opstille havvind i en skala af flere GW, da rentabiliteten af offshore brint kan afhænge af visse storskalafordele, hvis det skal være konkurrencedygtigt med brint produceret med el fra fx solceller på land.

Hvis en brinthub bliver et opsamlingspunkt for flere offshore brintproducenter, vil røret til land udgøre brintinfrastruktur og derfor skulle være ejet af et brintinfrastrukturselskab. Hvis brinthubben ilandføres i Danmark vil røret som udgangspunkt skulle ejes af Energinet, *jf. den politiske aftale om infrastruktur fra 2023*. Hvis brinthubben ilandføres både til Danmark og fx Tyskland, er der tale om en brintsammenkoblingslinje mellem to lande. Sammenkoblingslinjen vil som udgangspunkt udgøre brinttransmissionsinfrastruktur og vil derfor skulle ejes af en TSO og kræve samarbejde ml. Energinet og den udenlandske TSO.

Det bemærkes, at det i dag ikke er lovligt at etablere PtX-produktion på havet i Danmark, at der udstår fastlæggelse af sikkerhedskrav, diverse myndighedsopgaver m.m. Reguleringen af brintinfrastruktur på havet følger i udgangspunktet de samme regler som på land. Der udstår dog fortsat implementering af EU's brint- og gasmarkedsplan samt udarbejdelse af europæiske netværkskoder.

Boks 9

Hybride elhubs

Resultater fra potentialeanalysen indikerer, at hybride elhubs frem mod 2050 kan være en rentabel måde at høste det danske havvindpotentiale, som ligger langt fra kysten.

Hybride elhubs forstås som offshore havvindproduktion, der er forbundet til to eller flere lande, således at det tekniske setup både muliggør ilandføring af el, der produceres fra huben, samt transport og handel af anden el på tværs af landegrænser, når det er fordelagtigt.

En del af gevinsterne ved hybride elhubs – samt andre projekter, der involverer, at el sendes til udlandet – høstes af lande, der ikke direkte er forbundet til huben, men nyder godt af den øgede samhandel. Der er dog i dag ikke tilstrækkelig regulering, der understøtter medfinansiering af projektet fra disse tredjelands side. Erfaringer fra arbejdet med hybride elhubs har indtil nu vist en skæv fordeling af, hvem der bærer omkostningerne, og hvem der får gevinsterne. Kommissionen udgav i juni 2024 en ikke-bindende vejledning til omkostningsfordeling for offshore energiprojekter, der adresserer problemstillingen. Problemstillingen og mulige løsningsforslag forventes behandlet i EU-samarbejdet.

Da hybride elhubs ilandfører produktionen igennem transmissionskabler, følger ligeledes en række regulatoriske krav. Det gælder bl.a. risici forbundet med manglende rådighed på kablerne; at kablerne skal ejes og drives af en TSO iht. EU-krav om unbundling; evt. behov for oprettelse af en offshore budzone samt udvikling af producent- og forbrugstarifmodel. Derudover vil hybride elhubs forventeligt være større end 3 GW, og derfor blive klassificeret som et anlæg med betydning for energiforsyningen på europæisk niveau. Dermed vil der også blive stillet skærpede krav til disse anlægs modstandsdygtighed og beredskab, når lov om styrket beredskab i energisektoren træder i kraft.

Tildeling af havareal til VE-produktion skal ske ved konkurrence

Model A-D udgør modeller for tildeling af brugsretten over havarealer til VE-produktion. Hvis kontrakten om tildeling af havarealet til projektudvikler er gensidigt bebyrdende, gælder udbudspligten, og udbudsreglerne skal følges. En gensidigt bebyrdende kontrakt dækker over kontrakter, hvor projektudvikler har forpligtelser, fx etablering af projekt til et bestemt tidspunkt, der kan kræves opfyldt.

Såfremt projektudvikler risikofrit kan trække sig fra brugsretten uden at realisere projektet, og uden der er fastsat retsgyldige krav relateret til produktion eller etablering, kan tildelingsmodellerne gennemføres som tildeling af rettighed. Det følger af praksis for tildeling af rettigheder til knappe ressourcer eller et begrænset antal rettigheder, at tildeling skal foregå efter offentliggjorte, gennemsigtige og ikke diskriminerende kriterier og passende grad af offentlighed. Tildelingsmodellen skal potentielt ligeledes ledsages af de nye NZIA-krav relateret til auktioner. Hvorvidt det er relevant og muligt at gennemføre konkurrenceudsættelsen som en auktion, vil afhænge af de konkrete rettigheder og forpligtelser i den endelige tildelingsmodel.

Vurdering af grundmodeller for tildeling af havarealer til VE-produktion

I dette afsnit vurderes, hvordan de skitserede grundmodeller understøtter de politiske hensyn fra Klimaftalen 2022. En anden sammensætning af modellerne vil naturligt give anledning til en anderledes vurdering. Nogle af hensynene understøttes i forskellig grad i de forskellige

grundmodeller, mens andre i udgangspunktet vurderes at være ensartede på tværs af modelerne. Der tages udgangspunkt i den operationalisering af hensynene, der er angivet indledningsvist i kapitlet.

Hensyn 1: Samfundsøkonomi og indtægter til den danske statskasse

Det er ikke alene på baggrund af grundmodellen muligt at vurdere, om der vil være højere statslige indtægter eller samfundsøkonomi i den ene model frem for den anden. Det skyldes, at grundmodellerne indebærer forskellige incitamenter, og at de samlede effekter vil afhænge af projektudviklers business case, som ikke kendes, og af de risici modellerne indebærer for projektudvikler. Det er således udelukkende muligt at oplyse, i hvilke retninger elementerne i de forskellige modeller forventeligt vil kunne påvirke hhv. statslige finanser og samfundsøkonomi.

Mindre risikominimering

Fravær af forundersøgelser mv. fra statens side flytter risiko over på byder og kan i alle modeller presse budpriserne nedad, men vil omvendt bevirke, at staten ikke løber en risiko for afholdelse af omkostninger, der ikke siden bliver dækket. Det er ikke muligt at konkludere, hvordan – og i hvilken retning – den manglende risikoreduktion vil påvirke samfundsøkonomien i forhold til status quo.

Den øgede frihed for projektudviklere til at udpege projektområder vil omvendt alt andet lige kunne bidrage til mere fleksibilitet i forhold til at udvikle forretningsmodeller – og kan dermed potentielt have positiv påvirkning på samfundsøkonomien og påvirke muligheden for statslige indtægter i positiv retning. Det er ikke for nogen af modellerne muligt at konkludere hvilken effekt, der vil være dominerende.

Opdelingen i projektområder i model B og C kan dog også tale for højere bud (statslige indtægter) og samfundsøkonomi end i model A, da potentielle omkringliggende parker, og dermed risikoen for skyggeeffekter, kendes mere præcist. Det gælder især, hvis der, som forudsat i model C, udvikles en model til håndtering af skyggeeffekter. Matcher statens opdeling i projektområder i B eller C ikke projektudviklers ønskede forretningsmodel, kan det omvendt tale for højere bud i A.

Der er også en risiko i model A for, at tidlige projekter kan skabe en u hensigtsmæssig arealanvendelse, der kan komme til at spærre for efterfølgende mulige rentable projekter, hvilket kan skabe en lavere samfundsøkonomi relateret til den samlede udbygning og derfor potentielt også medføre lavere statslige indtægter samlet set. Dertil er der i model A og B større risiko for end i model C, at projekter ikke kan gennemføres på grund af fx kumulative miljøeffekter, da model C på baggrund af det forbedrede datagrundlag mv. medfører øget risikominimering for projektudvikler.

Dertil er der i model A, B og D (især den mindre styrede version), væsentlig større risiko for, at det sent i processen bliver klart, at fx kumulative miljøeffekter er omfattende end i model C. Det kan medføre, at projekter ikke kan gennemføres, dvs. at der ikke kan gives VVM-tilladelse, at der sker forsinkelser, eller at VVM-tilladelse forudsætter iværksættelse af omfattende, dyre afværgeforanstaltninger. Den lavere risiko i model C skyldes, at det forbedrede datagrundlag allerede på planniveau sikrer en robust vurdering af, om der er kumulative effekter, og hvor store de er. Vurdering af kumulative effekter på baggrund af utilstrækkelige data forventes også at medføre øget klagerisiko og risiko for medhold i eventuelle klager både på SMV og VVM-niveau. Disse risici forventes at stige med den øgede udbygning med VE både i danske og nabolandenes farvande.

Modellerne A-C indebærer ingen risiko for strandede omkostninger for staten, og relativt lave statslige udgifter til administration ifm. at afholde konkurrencen samt udføre lovpligtig SMV af bruttoarealerne. Der vil dog være statslige udgifter til at udvikle modellerne, og disse vil variere på tværs af A-C. Herunder forventes tildelingsmodellen i Model A og opdelingen af projektområder i Model B begge at udgøre mindre udgifter, mens følsomhedskortlægning, dataindsamling osv. i Model C forventes at udgøre en større udgift, der kan skaleres alt efter ambitionsniveauet, ligesom der forventes et større behov for løbende opdatering af - og omkostninger til - data, analyser og SMV i særligt model C. Udgifterne til indsamling af miljødata vil dog stadig kun udgøre en brøkdel af fx udgifterne til forundersøgelserne af et konkret projektområde på havet i status quo, samtidig med at dataindsamlingen resulterer i større sikkerhed for byderne og dermed potentielt i højere konkurrencepriser.

Samlet set er det for nuværende ikke muligt at sige, hvordan én eller flere af modellernes forskelle i frihed til arealplanlægning og udpegning af projektområder, den samlede arealudnyttelse, minimering af miljørisici, eller udgifter til bl.a. indsamling af miljødata vil påvirke samfundsøkonomien eller de statslige indtægter.

For model D gælder modsat en forventning om, at risikominimering, såfremt der foretages statslige forundersøgelser, kan påvirke budpriserne positivt. Sikkerhed for afsætning gennem tilslutning til infrastruktur, som en udenlandsk TSO står for, bidrager også hertil. Risikoen for strandede omkostninger afhænger af den konkrete mellemstatslige aftale, som det vil kræve administrative omkostninger at forhandle på plads. Det forventes dog i udgangspunktet, at en udvidelse af potentialet på havet i form af muligheden for udbud med direkte tilslutning til udlandet vil indebære gode indtægtsmuligheder for projektudvikler, som også vil afspejle sig i såvel betalingspotentialet og mulige skatteindtægter til staten.

Hensyn 2: Effektiv udnyttelse af arealmæssigt udbygningspotentiale

Her kan der være større forskel på modellernes virkning alt efter, hvordan modellen håndterer en effektiv udnyttelse af det danske havareal. Fra model A til B til C forøges planlægningsgraden, som forventes at medføre større mulighed for at udnytte havarealet effektivt og undgå spildarealer, hvilket især kan være hensigtsmæssigt på de områder, der forventes at have højest værdi, mens det er mindre vigtigt på områder med mere uklar værdi.

Ved model A vurderes muligheden for at maksimere udbygningen og udnytte det fulde potentiale at være lavest, imens den vurderes størst for model C. Samtidig giver det, at der ikke planlægges for fx skyggeeffekter i model A og B, risiko for, at produktionen fra de reelt realiserede parker mindskes. Der kan evt. udvikles markedsbaserede instrumenter til at håndtere skyggeeffekter, som mitigerer denne risiko.

Ved model B og i endnu højere grad model C forøges planlægningsgraden, så havarealet kan udnyttes bedre og risikoen for spildarealer minimeres, ligesom der ikke som i model A skal udvikles en model for at undgå projektoverlap. Ved model D øges udbygningspotentialet ved at muliggøre et udenlandsk aftagermarked.

Hensyn 3: Hastighed i udbygningen (administrativ)

Det forventes alt andet lige, at det for model A og B vil kræve ca. samme tid til modning af modellerne og implementering samlet set, inden der kan indgås koncessionsaftaler med projektudvikler. Det forventes desuden, at model C kræver mere tid, sammenlignet med model A og B. Det skyldes, at model C forudsætter indsamling af yderligere data og en kvalificeret arealplanlægning og SMV-proces, hvilket omvendt kan bevirke hurtigere endelig etablering af projekter. Komplexiteten i processen frem mod en mellemstatslig aftale samt forventede

komplerede analyser mv. i model D antages at bevirke, at også implementeringen af model D vil tage længere tid end model A og B, mens det ikke er entydigt, om model D tager længere tid end model C. På baggrund af det forbedrede datagrundlag mv. kan model C alt efter omfanget af indsamling af nye data muliggøre, at der afprøves udpegning af fremskynelsesområder til VE på havet, jf. VE III direktivet.

Det konkrete tidsforbrug vil dog afhænge af, hvor mange nye elementer der skal analyseres og implementeres i modellen. Det gælder fx i model A, hvor der skal udvikles en helt ny tildelingsmodel, hvilket kan forlænge modningstiden. Den endelige kompleksitet og dermed tidsforbrug ift. modning og implementering af en model er dermed også afhængig af de politiske ønsker til fx nye krav eller andre tiltag inden for eller uden om modellerne samt modenheten af markedet fx for brint.

Det er ligeledes vanskeligt på nuværende tidspunkt at vurdere, hvor meget af det videre arbejde med modellerne - fx opdeling i projektområder, lovgrundlag, SMV, osv. - der kan håndteres i parallelle spor, og hvilke der er afhængige af hinanden.

Hensyn 4: Gevinster og hensyn til erhverv, herunder innovation og teknologiudvikling

Det vurderes i udgangspunktet, at den større frihed i Model A til projektudvikler i forhold til at udpege konkrete projektområder på havet alt andet lige kan give en gevinst ift. at skabe grundlag for, at projektudvikler kan vælge de mest rentable forretningsmuligheder. Det er dog uklart, hvor vigtigt det er for business casen med den arealmæssige frihed ift. placering, størrelse og udformning af projektområdet set i forhold til de ulemper, der er indlejret i Model A ift. fx manglende forudsigelighed om den langsigtede udbygning, fx ift. hvilke kommende projekter, der kan blive etableret rundt om projektudviklers eget projekt samt manglende sikkerhed for arealets egnethed ift. miljøet, tid og sted for tilslutning til infrastruktur, mv. Forudsigelighed i den langsigtede udbygning er størst i model C og herefter B, fordi omfanget af planlægning øges. Givet den større risikominimering ift. bl.a. miljøforhold i model C grundet dataindsamling mv, kan denne model medføre tidsmæssige og økonomiske besparelser for projektudvikler.

Model A, B og C indeholder teknologifrihed, hvilket modsat status quo fjerner en potentiel barriere for muligheden for innovation og teknologiudvikling, hvilket ikke nødvendigvis er givet i Model D. Model A, B og C understøtter samtidig projektudviklers muligheder for at handle på forretningsmuligheder på eget ønskede tidspunkt under hensyntagen til bl.a. værdikæden. Disse muligheder er formentligt mere begrænsede i Model D. I Model D kan der omvendt være indlejret barrierer for teknologiudviklingen, hvis teknologi, kapacitet m.v. er fastlagt i udbuddet, herunder evt. på baggrund af en mellemstatslig aftale.

Fordi Model D indeholder forberedelse af infrastruktur og afsætning til udlandet, giver det en forudsigelighed og sikkerhed for underleverandører og projektudviklere, som model A, B og C ikke indeholder. Samlet kan det siges, at fordelene ved forudsigeligheden i Model D kommer på bekostning af andre gevinster for projektudviklere. Manglende forudsigelighed ift. infrastruktur i A, B og C kan muligvis begrænse erhvervs mulighederne, herunder for at realisere til den ønskede tid.

Hensyn 5: Bæredygtighed og sameksistens med natur og miljø

I udgangspunktet er der ens muligheder for at sikre, at de lovbestemte krav til bæredygtighed og miljøhensyn varetages, herunder gennem miljøvurderinger, samt hvis relevant ved krav mv. i udbudsmaterialet. Dog vurderes det, at model C på baggrund af det forbedrede datagrundlag i højere grad end model A, B og D gør det muligt, at der kan tages højde for bl.a.

kumulative miljøeffekter. Dertil kan der ved den samlede planlægning placeres projekter i områder, som er mindre miljøfølsomme, ligesom der kan fravælges - eller i perioder friholdes - særligt miljøfølsomme områder i udbygningen. Desuagtet at samtlige projekter vil skulle opfylde de nødvendige krav om afværgeforanstaltninger mv. forventes det, at planlægning af projekter i mindre følsomme områder vil reducere miljøpåvirkninger sammenlignet med projekter i mere følsomme områder. Det gælder selv med det samme antal opstillede GW.

Hensyn 6: Gevinster og hensyn til borgere

Det vurderes ikke, at borgernes visuelle eller lydæssige påvirkning fra havvindmølleparker eller anlæg på land er forskellige i model A-C, idet der i ingen af modellerne tages udgangspunkt i større hensyn til disse påvirkninger end i andre modeller. Ift. anlæg på land, herunder PtX-anlæg og infrastruktur, indebærer model D en fordel for borgernes påvirkning, da der i denne model ikke sker ilandføring og tilslutning til infrastruktur i Danmark.

Hensyn 7: Systemintegration og infrastruktur

I model A, B og C begrænses Energinets mulige planlægning af den samlede infrastrukturudbygning, da der ikke er vished om, hvilken VE-produktion der opstilles, hvor den opstilles, hvor meget der opstilles eller hvornår. Derfor må det forventes, at Energinets planlægning og realisering af forstærkning og udbygning af den bagvedliggende el- og brintinfrastruktur og fastlæggelsen af producent- og forbrugstarifferne tager væsentligt længere tid end for tidligere havvindprojekter.

Usikkerhed om tilgængelighed af og omkostningerne forbundet med infrastruktur og systemintegration kan have en negativ indflydelse på projektudviklers business case og medføre øget risiko og i sidste ende lavere betalinger fra projektudvikler. Tilgangen til tilslutning til infrastruktur imiterer tilgangen til VE på land, om end størrelsen af projekterne og de afledte omkostninger og risici er væsentligt forskellige.

I model B og C kan processen med opdeling af bruttoarealet i projektområder give anledning til, at staten tager hensyn til Energinets infrastrukturudbygning, hvis det skulle vise sig relevant.

Udbygning af brintinfrastruktur i Danmark kræver som udgangspunkt, at nok projektudviklere skal binde sig kontraktuelt til køb af kapacitet i infrastrukturen over en lang periode (bookingkrav). Det kan resultere i en "projekt på projekt"-risiko, hvor forskellige markedsaktører bliver gensidigt afhængige af hinanden i etableringen af relevant fremtidig infrastruktur. Denne risiko samt mulighederne for mitigerer varierer fra model til model. Afhængigt af konkret bruttoareal i en konkurrence, kan projektudvikleren i model A vælge et projektområde med en beliggenhed og i en størrelse, så projektudvikleren enten selv kan udløse en udbygning eller tilsluttes til et eksisterende brintrør, dog potentielt på bekostning af en mere helhedsorienteret planlægning af infrastrukturen. Det samme er muligt i modellerne B og C, hvis placeringen og størrelse af de udbudte projektområder tager højde for eksisterende og mulig fremtidigt dansk og europæisk brintinfrastruktur, fx ved at Energinet og projektudviklere inddrages i opdelingen af bruttoarealet. Staten har derudover mulighed for at afgrænse bruttoarealet, så der udbydes flere projektområder i geografisk nærhed til et planlagt rør, og derved øges sandsynligheden for, at flere projekter har et transportbehov for brint. Dette er særligt relevant, når flere projektudviklere skal koordineres for at tilvejebringe en business case til udbygning af infrastrukturen.

Fordi det ofte giver økonomisk mening at dimensionere nye rør til skønnet fremtidigt behov, og fordi det for brint kan være muligt, at kapaciteten af et eksisterende rør øges senere ved

tilføjelse af kompression, vil udbygning ikke kun gavne de projektudviklere, som har udløst investeringen, men øger også attraktiviteten af nærliggende projektområder, som får mulighed for opkobling til brintinfrastruktur. Det kan derfor være i statens interesse at afhjælpe noget af risikoen ved manglende udbygning særligt på kort bane, som beskrevet i afsnit om *Tilvalg til fremme af brintproduktionskapacitet*.

Model A, B og C's effekt på producent- og forbrugstarifferne vil afhænge af, hvorvidt reguleringen får skabt retvisende og rettidige incitamenter, så projektudviklerne agerer samfundsøkonomisk optimalt. Det vil derudover være afgørende, om tilslutninger til infrastruktur og evt. forstærkninger af bagvedliggende infrastruktur kan gennemføres samfundsøkonomisk optimalt, særligt med blik for, at en stor del af havvindudbygningen forventes at være møntet på eksport til udlandet.

I model D tilsluttes den danske VE-produktion direkte til udenlandsk kollektiv infrastruktur. Dermed spares omkostninger til systemintegrationen forbundet med at styrke og balancere den bagvedliggende infrastruktur i Danmark, såfremt produktionen skulle eksporteres via det danske kollektive transmissionssystem.

Hensyn 8: Hensyn til kritisk infrastruktur

Det vurderes, at den mest egnede måde at imødekomme behovet for at sikre høj robusthed af kritisk infrastruktur – uanset model for tildeling af havarealer - er via den løbende opdatering af regulering mv. Hertil kan der tilføjes specifikke krav i konkrete udbud, hvis det vurderes nødvendigt fra projekt til projekt. Overordnet vil konkrete krav afhænge af et projekts størrelse, teknologi og placering. I udgangspunktet vurderes det dog, at behovet for særlige krav til projekter vil kunne håndteres uanset model for tildeling, fx via Energinets krav til nettilslutning af det konkrete projekt.

I modeller hvor staten foretager en mere detaljeret planlægning, kan der dog være fordele ift. at medtænke hensynet til beskyttelsen af kritisk infrastruktur, i fx planlægning af kabel- og rørkorridorer og udformningen af specifikke krav i udbuddet.

Samlet vurdering af grundmodeller

Model A

Samlet kan det konkluderes for model A, at den overordnede fordel er projektudviklers mulighed for at designe deres business case mere fleksibelt gennem den yderligere frihed til at udpege placering, størrelse og udformning af projektområder. Dette kan potentielt give højere budpriser på det enkelte projektområde.

Den fordel skal dog ses i sammenhæng med modellens ulemper. Der er risiko i model A for, at tidlige projekter medfører en u hensigtsmæssig samlet arealanvendelse ved at de spærrer for efterfølgende mulige, rentable projekter. Det kan skabe en lavere samfundsøkonomi og potentielt lavere statslige indtægter samlet set. Risikoen for spildarealer er væsentligt større i model A end i de øvrige modeller. Hertil kommer, at projektudvikler ikke har vished for at kunne realisere sit mest optimerede projekt, hvis det overlapper med andre projektområder, når der bliver budt ind, eller at værdien af det pågældende område reduceres væsentligt grundet andre parkers placering. Den reelle frihed til at designe projektområderne optimalt kan således i praksis blive hindret. Hertil kommer risici for, at et projektområde viser sig ikke-egnet og vil medføre strandede omkostninger for projektudvikler.

Model B

For model B er den overordnede fordel, at statens forudgående opdeling i projektområder giver projektudviklerne sikkerhed for, at deres ønskede projektområde ikke overlapper med andre projektområder, og derfor i sig selv ikke kan realiseres. Hertil kommer større kendskab til, hvor der i udgangspunktet kan blive etableret anden VE inden for det samlede bruttoareal. Det giver en lidt bedre sigtbarhed, når der skal planlægges investeringer, da det gør det nemmere for projektudviklerne at tage højde for påvirkninger fra potentielle andre omkringliggende projekter fx fsva. skyggeeffekter, mv. Sigbarheden vil dog i sin natur være begrænset af den iboende usikkerhed om, hvilke projekter der reelt bliver realiseret.

Ulemperne ved model B er, at projektudvikler ikke har fuld frihed til at udpege et projektområde efter eget ønske. Hertil kommer, som i model A, at projektudviklerne har større risiko for, at det specifikke projektområde viser sig ikke-egnet til deres konkrete projekt i modsætning til model C og i den styrede version af model D. Hvorvidt effekten af den reducerede frihed til valg af projektområde sammenlignet med model A udligner effekten af det større kendskab til placeringen af potentielle andre projekter, samt hvor stor effekten er af den større risiko for strandede projektudviklingsomkostninger sammenlignet med model C og D, kan ikke vurderes p.t., da det bl.a. vil kræve kendskab til udviklernes business cases.

Model C

Fordelene i model C er i udgangspunktet lignende model B, fsva. kendskabet til andre potentielt omkringliggende parkers placeringer, men med en opdeling i projektområder på et mere oplyst grundlag (fx inddragelse af miljøhensyn) afhængigt af statsligt ambitionsniveau. Det mere oplyste grundlag - og den derved mere kvalificerede opdeling i projektområder - giver en mere kvalificeret forudsigelighed ift. både, hvilke andre projekter der realiseres (fordi projekterne alt andet lige har højere sandsynlighed for at kunne gennemføres ift. miljøfaktorer), og ift. om projektudviklers eget projektområde er egnet ift. miljø, hvilket isoleret set kan give højere budpriser. Samtidig kan hensyntagen til skyggeeffekter forbedre den enkelte business case, hvilket også kan lede til højere budpriser for det enkelte projekt og til en større samlet produktion fra de realiserede projekter. Dertil vil der være bedre mulighed for at tage højde for andre interesser og hensyn på havet som anden arealanvendelse, infrastrukturmæssige og erhvervsinteresser på havet som fx fiskeri. Den mere dataunderstøttede og helhedsorienterede planlægning kan endvidere føre til en mere optimeret udnyttelse af det samlede havareal og derved øge udbygningspotentialet.

En yderligere fordel er, at opdelingen af bruttoarealet i projektområder under hensyntagen til fx infrastrukturudbygning og evt. fastlæggelse af frekvens for konkurrencer potentielt kan være hensigtsmæssig for Energinets udbygning.

Jo mindre ambitionsniveau for at foretage yderligere undersøgelser af bruttoarealet, desto mere vil model C minde om model B. Afhængigt af niveauet for den øgede dataindsamling, kan den øgede viden om de konkrete projektområder sænke noget af risikoen for strandede projektudviklingsomkostninger med eventuelt højere budpriser til følge. Dataindsamlingen kan ligeledes reducere miljøpåvirkninger, i det omfang der kan foretages bedre vurderinger af kumulative miljøeffekter, og placering af projekter i miljøfølsomme områder kan undgås.

En ulempe ved modellen er - tilsvarende model B - mindre frihed for projektudvikler til at vælge og tilskære sit eget projektområde. Hertil kommer statslige udgifter til dataindsamling mv., hvis størrelse afhænger af statens ambitionsniveau. Den ekstra dataindsamling mv. forlænger også implementeringstiden ift. model A og B, hvorfor der vil gå længere tid før første konkurrence kan igangsættes. Det skal dog ses i relation til, at modellen skal lægge skinnerne for

udbud frem mod 2050. Hertil bemærkes, at der i første omgang ville kunne lægges en udbygningsplan med udgangspunkt i eksisterende data – model B – som så siden kan kvalificeres med udgangspunkt i nye, øgede data – model C.

Model D

Overordnet vil en konkret modeludformning afhænge af særligt de nødvendige mellemstatslige aftaler med aftagerlande, og kan således variere fra aftagerland til aftagerland, og kan ændre sig over tid i takt med, at der høstes erfaringer. Fordele og ulemper ved modellen vil derfor ligeledes ændre sig løbende. Konklusionen er dog, at direkte tilslutning til udlandet, uanset udformning af den konkrete model herfor, er en central forudsætning for at høste de fulde gevinster af det danske havareal.

Yderligere valg i grundmodeller og tiltag uden om grundmodeller

Ud over de gennemgåede elementer i en grundmodel er der en række valg af elementer, som også indgår i en samlet tildelingsmodel, *jf. tabel 3*.

Tabel 3

Overblik over øvrige valg i grundmodeller

Type	Beskrivelse
1. Valg der <i>skal</i> træffes	Emner, der <i>skal</i> besluttes uanset hvilken grundmodel, der vælges. Det drejer sig fx om betalingsmodel, tildelingskriterier, auktionstype mv., som vil skulle fastlægges nærmere, for at have en fyldestgørende tildelingsmodel.
2. Valg der <i>kan</i> træffes	Hvis der er politisk ønske herom, <i>kan</i> der træffes beslutninger om fx frekvens for konkurrence, loft for tildeling, krav eller tildelingskriterier om brintproduktionskapacitet, krav til projektudvikler for at øge bæredygtigheden i projekterne, borgerhensyn, styrkelse af innovation, sociale klausuler eller lign.
3. Tiltag uden for en tildelingsmodel	Tiltag <i>uden for</i> grundmodellerne, fx anden regulering, lovændringer osv. Det kan fx være generelle tiltag for styrkelse af sikkerhed omkring kritisk infrastruktur eller forsyningssikkerheden, samt tiltag målrettet en hensigtsmæssig udbygning og finansiell byrdefordeling ifm. opskalering af el og brintinfrastruktur i Danmark. I mange tilfælde vil der være tale om tiltag, der mest hensigtsmæssigt håndteres via fx anden parallel lovgivning

Fælles for valg og tiltag er, at de kan understøtte visse hensyn, fx borgerhensyn, innovation, infrastrukturplanlægning, systemintegration, mv. Eksempelvis kan yderligere minimumskrav i kontraktmaterialet styrke hensyn til bæredygtighed og sameksistens med miljøet eller hensynet til kritisk infrastruktur, men udviklingen af de nye krav vil omvendt forlænge implementeringstiden, ligesom det skal lægges til omkostningssiden. Valgene vurderes ikke at være afhængige af den konkrete model.

Der findes en række forskellige reguleringsværktøjer, der kan bringes i spil for hhv. valg eller tiltag, *jf. boks 10*.

Boks 10

Reguleringsværktøjer for valg i grundmodeller og tiltag uden om grundmodeller

Valg i grundmodeller

- **Krav eller vilkår** som gælder i kontraktperioden. Dette kræver som udgangspunkt sanktionsmuligheder i kontrakten, fx boder, og at ENS skal kunne føre tilsyn. Et eksempel på et krav er fx overvågning af påvirkning af miljøet i havvindmølleparken, krav til at projektudvikler teknisk er i stand til at levere samtlige typer systemydelser, krav der styrker borgernes indflydelse på projektet, krav om antal lærlinge eller krav til bæredygtighed som fx brug af genanvendelige møllevinger.
- **Prækvalifikationskrav eller minimumskrav**, som tilbudsgiverne skal overholde på budafgivningstidspunktet for at kunne deltage i udbuddet. Det kan fx være krav om teknisk erfaring eller økonomisk robusthed, eller krav om bestemte virksomhedspolitikker, fx om CSR
- **Kvalitative tildelingskriterier** som en del af udbudsmodellen indebærer, at aktører konkurrerer om opfyldelse af andre hensyn end ren pris. Et kvalitativt tildelingskriterie kan fx være andelen af grønt stål, der loves brugt i produktionen af møllerne, andelen af projektet, der er crowdfunded (set i Frankrig), mindsket forstyrrelse af marsvin i anlægsfase, tiltag til sameksistens på havarealet, etc.

Tiltag uden om grundmodeller

- **Øvrige tiltag uden om havvindsudbuddet og -kontrakten**, som fx en havnaturfond, der har som formål at forbedre havnaturen andre steder end i havvindmølleparken, eller at dedikere evt. indtægter fra havvindmølleparken til udbygning af elnettet, som det ses i Tyskland.
- **National lovgivning på tværs af havvindsudbud**, fx indføre ny national lovgivning om havvindsudbud, eller ny EU-lovgivning, fx sektorregulering så som ift. cybersikkerhed, forbud mod PFAS i vindmøller, ny naturbeskyttelse, etc.

Betalings- og tildelingsmodeller

Modellerne tager udgangspunkt i en situation, hvor VE-produktion på havet kan etableres uden statsstøtte, hvorfor nærværende analyse ikke behandler støttemodeller.

Det er ikke forventningen, at anbefalingen til en betalingsmodel vil variere fra grundmodel til grundmodel (potentielt vil model D kræve en særlig model). Alt afhængigt af, hvordan en be-

talingsmodel indrettes, har den forskellige effekter, der kan være mere eller mindre hensigtsmæssige set fra et samfundsøkonomisk perspektiv, fx at den forvrider produktionsincitamenter eller sænker konkurrencepriserne. De effekter vil i al væsentlighed være uafhængige af fx arealvalget, hvorfor anbefalingen til betalingsmodellen ikke varierer på tværs af grundmodeller i udgangspunktet.

Formålet med en betalingsmodel kan siges at være todelt: 1) anvende en betalingsmodel til at tildele projektområder og samtidig mindske risikoen betydeligt for, at tildeling af projektområder er i modstrid med EU's statsstøtteregele og 2) etablere en metode (ud over den normale beskatning) for, at staten kan få andel i ressourcerenten, som en betaling for at stille havarealer til rådighed for projektudviklere.

Der vil være væsentlig usikkerhed forbundet med havvindmølleprojekter, særligt hvis der ikke gennemføres statslige forundersøgelser af udbudte projektområder, der ikke forberedes infrastrukturtilslutning, der ikke sikres aftag m.v. - og der er dermed usikkerhed om projekternes forventede afkast og tidsplan. Det kan indebære, at nogle havvindmølleprojekter over tid kan vise sig reelt at få et afkast, der overstiger det forventede på budtidspunktet (der kan det omvendte også være tilfældet, hvor afkastet i praksis viser sig at blive lavere end forventet på budtidspunktet).

Der findes en række betalingsmodeller, der på forskellige vis muliggør betaling til staten, *jf. tabel 4.*

Tabel 4
Betalingsmodeller

<p>1. Produktions uafhængige betalinger</p>	<p>a. Koncessionsbetaling: En engangs- eller fast periodisk betaling (fx årlig). En periodisk betaling kan fx ske fra kontraktindgåelse til og med dekommissionering, men kan også være i en kortere periode</p> <p>b. Optionspræmie: En periodisk betaling der falder fra kontraktindgåelse til en milepæl i udbygningsfase, fx produktionsopstart.</p>
<p>2. Produktions- eller indtægtsafhængige betalinger</p>	<p>c. Betaling per enhed produktion: Der betales et fast beløb per produceret enhed (fx per kWh)</p> <p>d. Indtægtsloft: Der sættes et loft (maksimum) på den pris, producenten kan opnå. Er prisen over dette prisloft, skal producenten betale (hele eller en andel af) indtægten over prisloftet til staten. Modellen har forskellige indvirkninger, alt efter om den baseres på beregnet eller realiseret indtægt.</p> <p>e. Indtægtsdeling: Ved en indtægtsdelingsmodel skal producenten betale en andel af indtægten til staten. Ligesom ved indtægtsloftet har modellen forskellige indvirkninger, alt efter om den baseres på beregnet eller realiseret indtægt.</p>
<p>3. Profitbaserede modeller</p>	<p>f. Statsligt medejerskab: Staten deltager i projektet med en bestemt andel, ved at købe sig ind i havvindprojektet på lige vilkår med andre investorer. Staten får tilsvarende andel i både overskud og underskud</p> <p>g. Beskatning af ressourcerenten: Ressourcerenten (den overnormale profit) beskattes med en administrativt fastsat andel</p> <p>h. Profitdeling fastsat i kontrakt: Den overnormale profit deles mellem projektudvikler og staten. Til forskel fra en beskatningsmodel vil profitdeling indgå som en del af kontrakten og kan dermed begrænses til de enkelte parker.</p>

Modeller, der er uafhængige af faktisk produktion og indtægter over tid (koncession og optionspræmie), kaldes også faste betalinger. Disse indebærer potentielt en høj betalingsforpligtelse for projektudvikler allerede fra budtidspunktet. Denne risiko forventes afspejlet i budpriserne. Hvis der er tilstrækkelig konkurrence om havarealerne, må projektudvikler forventes at byde en pris, der modsvarer deres forventede fortjeneste på VE-projektet over eget afkastkrav og under hensyn til netop risici og usikkerheder, der er for projektet. I sådanne modeller får staten ikke andel i evt. uventede ændringer i ressourcerenten over tid, hvis denne skulle vise sig højere eller lavere, end byder forventer ved budtidspunktet. Modeller med faste betalinger er velegnede som tildelingsinstrument, da de sikrer et ensartet sammenligningsgrundlag i lyset af potentielt meget forskellige forretningsmodeller byderne imellem, ligesom modellerne også i sagens natur er uafhængige af faktiske udsving i hhv. produktionsmønstre og priser, og derfor ikke risikerer at forstyrre produktionsincitamentet.

Betalingsmodeller, der afhænger af indtægter og produktion, kan modsat siges i en vis grad at afspejle den reelle værdiskabelse over tid. Det kan være hensigtsmæssigt fra projektudviklers synspunkt, da de i mindre grad skal betale, hvis ikke de tjener penge, hvilket til en vis grad vil medføre risikoafdækning, som forventes at have en positiv effekt på den forventede budpris. Omvendt indebærer det større budgetusikkerhed for staten. Modellerne kan desuden medføre en række andre uhensigtsmæssigheder, idet de kan forvride både investerings- og produktionsbeslutninger og fx skabe forvriddninger af producentens ageren i intraday- og balanceringsmarkeder, så der ikke nødvendigvis ageres samfundsøkonomisk optimalt på markederne. Modellerne vurderes desuden kun egnet som tildelingskriterie under visse forudsætninger. Hertil kommer, at de indtægts- eller produktionsbaserede modeller er vanskeligt forenelige med teknologineutralitet, da et kriterie for, at de kan fungere som tildelingsmodeller i praksis, vil være, at der skal opstilles en minimumskapacitet af havvind (f.eks. 1 GW), og at der afregnes ift. en fastlagt pris, fx spotprisen og ikke i overensstemmelse med den faktisk opnåede indtægt, hvilket gør det svært at indgå fastprisaftaler samt investere i fx PtX. Samlet trækker disse elementer i retning af, at udvikler ikke nødvendigvis vil opføre det optimale projekt ud fra et erhvervsmæssigt perspektiv såfremt betalingsmodellen afhænger af indtægt eller produktion. Betalingsmodellen kan dermed medføre lavere budpriser set i forhold til de andre modeller præsenteret. Indtægtsbaserede modeller forventes desuden at være tidskrævende at udvikle og implementere.

Profitbaserede modeller medfører, at betalingerne er koblet op på den reelle værdiskabelse fra projekterne. Samtidig medfører profitbaserede betalingsmodeller ikke samme forvriddninger af produktionsincitamentene som indtægts- og produktionsbaserede modeller. De er dog heller ikke egnede som tildelingskriterie, da det i praksis er vanskeligt at sammenligne budene på en ensartet måde uden eksakt viden om forventet (og faktisk realiseret) overskud. Profitbaserede modeller giver mulighed for, at staten kan få andel i den faktiske realiserede ressourcerente, og altså dermed i udsving, som ikke kan forudsiges på budtidspunktet. Profitbaserede modeller vil dog være omkostningstunge både at udvikle, implementere og administrere.

Betalingsmodel som tildelingskriterie

Et formål med at anvende en betalingsmodel i en konkurrence er, at der kan findes en entydig vinder af konkurrenceudsættelsen, som får ret til at udvikle området. Betalingsmodeller med en fast betaling vurderes bedst egnet som tildelingskriterie, da modellerne er teknologineutrale og ikke skaber forvriddninger af producenterens incitament. En betalingsmodel, som tager udgangspunkt i en fast betaling, vil – hvis der er tilstrækkelig konkurrence – afspejle hele projektudviklerens forventede ressourcerente på budtidspunktet. Betalingen fordeles dog over færre år ved optionsbetaling end ved koncessionsbetaling (hvor der betales fra kontraktindgåelse til og med dekommissionering), og da optionsbetalingen udelukkende falder inden, der i praksis er produktion (og dermed indtjening) fra VE-projektet, vil denne forventeligt typisk skulle lånefinansieres. Set i det lys er det sandsynligt, at betalingen til staten ved optionsbetalingen samlet vil være lavere end ved koncessionsbetaling på grund af projektudviklers forventeligt hertil knyttede højere finansieringsomkostninger og større risiko forbundet med, at betalingerne falder inden indtægterne.

Hvad der helt præcist skal være tildelingskriteriet vil afhænge af, hvilken grundmodel der vælges. I det omfang der udbydes fast definerede projektområder, kan tildelingskriteriet være højeste betaling pr. specifikt projektområde, mens det kan være kr./km², hvis der ikke er opdelt på projektområder, eller projektområder kun er løst definerede eller forskellige størrelser.

Mulighed for kombination af betalingsmodeller

Det kan overvejes at kombinere de såkaldte faste betalingsmodeller (forventeligt en koncession) – der giver staten en betaling svarende til den forventede ressourcerente på budstidspunktet – med andre typer af betalingsmodeller, som fx modeller der kan give mulighed for statslig andel i evt. uventede udsving i ressourcerenten ift. den forventede ressourcerente (andel i den *realiserede* ressourcerente), eller modeller der kan give producenterne risikodeling.

Profitbaserede betalingsmodeller, som kan give mulighed for statslig andel i den realiserede ressourcerente, vurderes i den forbindelse særligt hensigtsmæssige, da de ikke forstyrrer projektudviklers produktionsincitament eller incitament til at afsøge fastprisaftaler, dvs. er forenelig med sådanne typer af forretningsmodeller. Dog vil de være omkostningstunge at udvikle og administrere, *jf. ovenfor*.

Om det er ønskværdigt at indføre en kombineret betalingsmodel, hvor fx et profitbaseret element tilknyttes en koncession, kan vurderes ud fra en betragtning om, hvorvidt den forventede ekstra statslige profit, der kan opnås ved modellen, er større end de omkostninger, det forventeligt vil medføre at administrere og drive modellen i praksis. En sådan vurdering udestår.

Plan for konkurrence

For at nyttiggøre det danske potentiale for storskalaudbygning af havvind i fremtiden kan en plan for konkurrence bidrage til et mere stabilt og effektivt marked for havvind, med gennemsigtighed, forudsigelighed, større investorsikkerhed, effektiv udbygning og innovation. Dette er efterspurgt af brancheaktører og organisationer.

I en plan kan der fastsættes en langsigtet frekvens for konkurrenceudsættelser og eventuelt fx et kapacitets- eller arealloft i hver runde. Planen kan knyttes til en geografisk udbygningsplan, som fx beskrevet under Model C. Herved kan den samlede plan for konkurrence både indeholde frekvenser og de konkrete projektområder eller større bruttoområder, der vil komme i konkurrence på forskellige tidspunkter. Jo mere kvalificeret planen er, jo mere bidrager den til gennemsigtighed for aktørerne og god brug af havarealet. Kvalificeringen kan ske gennem brug af følsomhedskortlægning, indsamling af ny data vedrørende miljø, fiskeri, sejlads, andre arealanvendelser, forsvar, radarer osv., planlægning af kabel- og rørkorridorer, hensyn til optimal udbygning af energiinfrastruktur på land og hav mv.

Der er i analysen ikke udarbejdet anbefalinger til frekvenser for konkurrencer eller eventuelle lofter. En central overvejelse i fastsættelse af frekvenser vil være en afvejning af at optimere konkurrenceudsættelsen af havarealerne i relation til bl.a. samfundsøkonomien, budpriser/statslige indtægter og lignende.

En plan for konkurrence vil kunne give en række fordele, der kan skabe et mere stabilt og effektivt marked. For det første vil den kunne bidrage til forudsigelighed, da den vil give klarhed om den fremtidige frekvens for konkurrencer. Det vil gøre det lettere for projektudviklere og underleverandører at planlægge deres ressourcer og investeringer, hvilket igen vil gøre det lettere at tiltrække kapital. Samtidig vil projektudviklere bedre kunne forberede sig til at afgive effektive bud i konkurrencerne, bl.a. ved at tage højde for potentielle skyggeeffekter fra eksisterende og kommende parker.

Muligheden for ressourceoptimering er en anden vigtig fordel. Ved at allokere ressourcer effektivt kan projektudviklere reducere tab og forbedre projektgennemførelsen. Endelig kan en

plan eventuelt stimulere innovation i branchen, da virksomheder får tid til at udvikle nye løsninger og teknologier til at imødekomme fremtidige udbud.

De positive effekter ved en plan for konkurrenceudsættelse afhænger dog af troværdigheden bag planen. Hvis projektudviklere og øvrige markedsaktører ikke har tillid til, at planen gennemføres uden eller kun med begrænsede ændringer, eller hvis der ikke er en klar og transparent proces for, at der foretages ændringer i god tid inden et forventet udbud, vil projektudviklere og underleverandører ikke kunne planlægge herefter. Hertil bemærkes det, at det vil være forbundet med betydelige administrative omkostninger at udarbejde og vedligeholde en plan for konkurrencer.

Se desuden *boks 6* vedrørende Tysklands tilgang til en plan for konkurrence.

Tilvalg til fremme af brintproduktionskapacitet

Hvis det ønskes at dedikere visse havarealer til produktion af brint for fx at understøtte udbygningen af brintinfrastruktur, kan der anvendes et tildelingskriterie eller stilles krav i udbuddet til brintproduktion. Ud fra en samfundsøkonomisk betragtning vil det som udgangspunkt ikke være fordelagtigt at fastsætte sådanne krav eller tildelingskriterier, med mindre der er markedsfejl, som forhindrer at projektudviklere kan realisere brintprojekter, som ellers ville give et samfundsøkonomisk overskud, eller hvis krav eller kriterier kan understøtte udbygning af brintinfrastruktur fx på havet, eventuelt i sammenhæng med en støtteordning. Der udestår analyser, der kan belyse og kvalificere den fulde palet af værktøjer, hvoraf krav og kriterier er en delmængde.

Kapitel 3

Videre analyser

Kapitel 3:

Videre analyser

Et konkret og detaljeret design af én eller flere endelige tildelingsmodeller vil kræve en række yderligere analyser. Konkret kan der peges på fire større analyseblokke, som afhængigt af valget af model ikke nødvendigvis alle er nødvendige. Listen er heller ikke udtømmende:

1. Udvikling af nye tilgange til arealplanlægning
Fx nye koncepter for opdeling af havarealet i projektområder og SMV af større bruttoarealer, vurdering om udpegning af fremskyndelsesområder efter VE III kan anvendes og omkostningerne herfor, udvikling af modeller for vurdering af kumulative miljø- og skyggeeffekter på nationalt og internationalt plan, koordinering ift. sejlads, offshore kabler og kabelkorridorer, radarer mv., samtænkning med fremtidig infrastruktur på havet, Energinets rolle og TSO-planlægningsforudsætninger.
2. Udvikling af tildelingsmodeller og udbudsdesign
Fx tildelingskriterier, betalingsmodeller, dynamiske auktionsmodeller, nye krav, håndtering af overlap mellem projektområder ved budafgivning, forpligtelsesmekanismer og incitamentsstrukturer, optionslængde, kontraktlængde mv.
3. Afklaring af behov for ny regulering
Fx i forhold til nye VE-teknologier på havet, rammer for udbygning og opkobling til brintinfrastruktur på havet, rammer for samplacering på havet, etablering af havvind direkte tilsluttet til udlandet.
4. International koordination og praksisudvikling
Fx sikring af koordination og samspil mellem dansk havvindudbygning og regional, grænseoverskridende planlægning af energiinfrastruktur, herunder direkte tilslutning til udlandet, udvikling af metoder til omkostningsfordeling med udlandet, økonomisk modellering af internationale havvindprojekter ift. værdiskabelse og omkostningsfordeling mellem lande (herunder 'hubs and spokes'), udbredelsen af kommercielle pris-sikringsværktøjer, håndtering af forsyningssikkerhedsmæssige konsekvenser mv.

Afsluttende bemærkning

Denne analyse har været afgrænset til potentialet for dansk havvind og tildelingsmodeller for havarealer. En tildelingsmodel er dog kun ét led i en lang forsyningskæde, der i sidste ende leverer energi til danske og europæiske forbrugere. Måles en tildelingsmodels succes i realisering af tildelte projekter, er den også afhængig af de andre led i kæden – fra råstofaf-føelse af råstoffer og komponenter over havnekapacitet og installationsfartøjer til produktion af rør og kabler. For at realisere det fulde danske havvindpotentiale kan det undersøges, om og hvordan der kan fastsættes rammevilkår, der bedst muligt adresserer barrierer og u hensigtsmæssigheder i den samlede forsyningskæde.



Energistyrelsen