

Havvind i Danmark frem mod 2050

Havvind 2050 Partnerskab



Forord	04
Kapitel 1 Udbygning af havvind frem mod 2050	06
1.1. Indledning	06
1.2. Potentialer for udbygning af havvind	08
1.3. Vilkår for at udbygge havvind	09
1.4. Få rammerne på plads	09
1.5. Beslutninger på den korte bane	10
1.6. Potentielle erhvervspolitiske gevinster	11
1.7. anbefaling	11
1.8. Resume af rapporten og samlede anbefalinger	13
Kapitel 2 Investeringsperspektivet og markedsmodeller	14
2.1. Investeringsperspektivet	14
2.1.1. Anbefaling 1 Konkurrencedygtige investeringsvilkår	20
2.1.2. Anbefaling 2 Klargøring af dansk havvind direkte tilsluttet udlandet	22
2.1.3. Anbefaling 3 Klargøring af udbud af havindområder med udviklerdrevet tilgang	24
Kapitel 3 Efterspørgsel efter elektricitet	28
3.1. Elektrificering – historisk og status	29
3.2. Fordele ved elektrificering	34
3.3. Barrierer for elektrificering	37
3.4. Anbefalinger	38
3.4.1. Anbefaling 1 Akutplan der sætter grøn strøm til Danmark (kort sigt)	38
3.4.2. Anbefaling 2 Gode rammer for batterier og fleksibelt elforbrug (kort sigt)	39
3.4.3. Anbefaling 3 Dansk indsats for et elektrificeret Europa (lang sigt)	39
Kapitel 4 Efterspørgsel efter brint og andre grønne brændstoffer	40
4.1. Indledning Grøn brint og Power-to-X som drivkraft for havvind og grøn omstilling	40
4.2. Barrierer og den nuværende situation	41
4.3. Potentialer	44
4.4. Anbefalinger	44
4.4.1. Anbefaling 1 Styrk det nationale aftag og indfør dobbeltsidede udbud	44
4.4.2. Anbefaling 2 Fremme produktion til nye strategiske markeder	45
4.4.3. Anbefaling 3 Færdiggør hydrogen backbone og udvikl offshore brintproduktion	45
Kapitel 5 Infrastruktur til et konkurrencedygtigt og resilient erhvervsliv	46
5.1. Indledning	47
5.2. Infrastruktur og barrierer	48
5.2.2. Finansielle rammer	49
5.2.3. Tempoet i udbygningen understøttes af ”European Grid Package”	49
5.3. Fremtidige behov for udbygning af infrastruktur	50
5.3.1. Modeller for udbygning	50
5.3.2. Omkostningsdeling	52
5.3.3. Anden infrastruktur	53
5.4. Anbefalinger	54
5.4.1. Anbefaling 1 Fremtidssikrede elnet	54
5.4.2. Anbefaling 2 Fair model for omkostningsfordeling	55
5.4.3. Anbefaling 3 Øget adgang til EU-finansiering og fast track af infrastruktur	56

Kapitel 6	Rammer for vindindustriens værdikæde	58
6.1.	Indledning	58
6.2.	Barrierer og den nuværende situation	59
6.3.	Potentialer	60
6.4.	Anbefalinger der styrker rammevilkårene for vindindustriens værdikæde i Danmark og Europa	61
6.4.1.	Anbefaling 1 Bedre rammer for F&U-investeringer	61
6.4.2.	Anbefaling 2 Styrkede screeningsprocesser	61
6.4.3.	Anbefaling 3 Harmoniserede rammer for kritiske systemer i energisektoren	63
Kapitel 7	Adgang til arbejdskraft og kompetencer	64
7.1.	Indledning	65
7.2.	Den grønne omstilling, herunder havvindsudbygningen, kræver tusindvis af faglærte	66
7.3.	Anbefalinger	72
7.3.1.	Anbefaling 1 Fokus på mulighed for livslang læring og sporskifte	72
7.3.2.	Anbefaling 2 Flere erhvervsuddannelser på engelsk	73
7.3.3.	Anbefaling 3 Bedre rekruttering af international arbejdskraft	73
Kapitel 8	Sameksistens mellem havvind og havmiljø	74
8.1.	Indledning	74
8.2.	Havmiljøets tilstand	75
8.3.	Miljøpåvirkninger fra havvind	75
8.4.	Afværge af miljøpåvirkninger	76
8.5.	Afdækning af vigtige videnshuller	77
8.6.	Kumulative effekter på havmiljøet	79
8.7.	Balance mellem miljøhensyn og fleksibilitet	79
8.8.	Anbefalinger	80
8.8.1.	Anbefaling 1 Ambitiøse og løbende opdaterede krav til miljøhensyn	80
8.8.2.	Anbefaling 2 Reelle kumulative effektvurderinger som styringsredskab	81
8.8.3.	Anbefaling 3 Systematisk afdækning af videnshuller	81
Bilag 1		82
Tabeller og figurer		83

Forord

Titel

Havvind i Danmark frem mod 2050

Udgivelse

2026

Udgiver

Havvind 2050 Partnerskab

Bag partnerskabet

Dansk Industri
Dansk Metal
Forsikring & Pension
Green Power Denmark
Dansk Erhverv
Tænketanken Hav
Brintbranchen

© 2026

Energisystemet publicerede i april 2025 "Havvindanalyse, Langsigtede potentialer og rammer for konkurrence-udsættelse af dansk havvind" (herefter Havvindanalysen).

Analysen havde ophav i "Klimaaftale om grøn strøm og varme 2022" hvori det blev aftalt, at der skulle igangsættes: "... analysearbejder der hurtigst muligt skal belyse og udfolde, hvordan nyttiggørelsen af Danmarks havarealer og havvindsressourcer skal gennemføres i fremtiden".

På den baggrund bad klima-, energi- og forsyningsministeren Dansk Industri sammen med Dansk Metal, Forsikring & Pension, Green Power Denmark, Dansk Erhverv, Brintbranchen og Tænk tanken Hav om at bidrage med et fælles bredere erhvervs-politisk indspil på udbygning af havvind frem mod 2050.

Organisationerne besluttede på baggrund heraf at etablere et "Havvind 2050 Partnerskab" (herefter omtalt "Partnerskabet"). Partnerskabets formål er at bidrage til at:

- understøtte de politiske grønne og erhvervsmæssige ambitioner for en dansk havvindudbygning i verdensklasse.
- sikre en stabil fremdrift på udbygningen med havvind frem mod 2050 og regulatoriske rammer, der sikrer havvind som investeringscase også i en europæisk kontekst.
- fastholde og videreudvikle den europæiske vindindustri og den dertil knyttede produktion, der kan understøtte europæiske visioner om udbygning af havvind.
- understøtte den direkte og indirekte elektrificering hen mod et mere konkurrencedygtigt og resilient erhvervsliv.
- havvind skal fremme og understøtte europæisk energi- og forsynings-sikkerhed samt opfyldelse af EU's klimamål.
- sikre at udbygningen sker med respekt for natur og miljø og med hensyntagen til sameksistens ved brug af havarealerne.
- sikre adgang til arbejdskraft og kompetencer.

I Danmark og Europa er der bygget med havvind igennem mere end 30 år, og perspektiverne tager afsæt i Vindeby ved Lolland, hvor vi for 35 år siden opførte verdens første havvindmøllepark. I planlægningen af havvind fremadrettet, kan og skal man tage ved lære af tidligere erfaringer omkring rammevilkår og udbud for at skabe de bedst mulige rammer for en succesfuld havvindsudbygning. Og læringen er ikke lineær, må vi konkludere.

Dengang kunne ingen vel have forestillet sig den nuværende vindindustri, potential i anvendelsen af havvindsressourcerne samt omkalfatringen af energisystemet. Rapporten her er et øjebliksbillede i 2026, som forholder sig til en udvikling 25 år frem i tiden. Og derfor er kun én ting sikker, og det er, vi ikke kan sige noget med sikkerhed om fremtiden, men alene gøre os tanker herom.

Den teknologiske udvikling vil omfatte flydende havvind, kunstig intelligens (AI), droner og 3D-print m.v. Anvendelsen af kritiske råstoffer og komponenter kan se markant anderledes ud, også hvor de produceres, og hvor stor efterspørgslen vil være. Der er stor usikkerhed om de akkumulerede effekter af udbygningen af havvind på havmiljøet på den lange bane.

De eksogene chok som politisk, makroøkonomisk og teknologisk vil indtræffe, vil markant forandre og sætte ny retning adskillige gange frem mod 2050. Vi skal være forberedte og være så robuste som muligt. Rapporten er en sammenfatning af, hvorledes partnerskabet anbefaler, vi skal gribe og sætte retning for havvind frem mod 2050.

Udbygning af havvind frem mod 2050

1.1.

Indledning

Det handler om langt mere end bare udbygning med havvind. En afgørende forudsætning for fortsat europæisk konkurrencekraft er adgangen til billig energi, og her er vedvarende energi (VE) i reglen den billigste energiform. Samtidig er der behov for grøn energi, der kan bidrage til at sikre energiuafhængighed og samtidig levere på den grønne omstilling.

Disse forhold er vigtige af flere årsager. Dels har den geopolitiske situation givet anledning til usikkerhed omkring forsyningssikkerhed og uhensigtsmæssige energiafhængigheder, som har drejet fokus hen på behovet for selvforsyning, og hvilken energi vi selv kan producere i Europa, så vi mindsker afhængigheden af andre. Det drejer

også fokus hen på at sikre energiløsninger, som er mere robuste mod hybridangreb, samt kan anvendes til at styrke sikkerheden for Danmark. Dels er Europas konkurrenceevne udfordret, hvilket særligt hænger sammen med højere energipriser end f.eks. USA og Kina. Og der er i Europa et ønske om at fastholde klimamålsætningerne. Den grønne omstilling af vores samfund er således nødvendig for, at vi kan styrke Danmark og Europas sikkerhed og konkurrenceevne. Her spiller havvind (sammen med landvind, sol og batterier) en afgørende rolle i den grønne omstilling både som grøn strøm til elektrificering af samfundet og som grøn brint og PtX til decarbonisering af de sektorer, der ikke kan elektrificeres direkte.

C1

Havvind er sikker "Home Grown" energi, det er grøn omstilling, og så viser en analyse¹, at udbygning med VE, herunder havvind, vil kunne drive elpriserne i Europa ned, hvilket vil styrke den europæiske konkurrenceevne bredt set, da energiomkostninger udgør en væsentlig andel af virksomhedernes omkostninger.

Esbjerg-, Marienborg- og Oostende-erklæringerne² indeholder ambitioner om, at der i Nordsøen og Østersøen skal etableres mere end 300 GW havvind frem mod 2050, hvilket blev genbekræftet ved Hamborg-aftalen i slutningen af januar 2026. I Hamborg-erklæringen³ blev det aftalt, at der skal arbejdes for, at 100 GW skal bygges som cross-border projekter med

et mere sammenkoblet elnet og brintnet, og med en jævn udbuds-pipeline for havvind i perioden 2031–2040 på op til 15 GW installeret kapacitet årligt. Rygraden i udbudsregimet er brug af to-sidet Contracts-for-Difference (CfD), der giver større investeringssikkerhed, hvis behovet herfor er til stede.

Det er i den sammenhæng afgørende med et yderligere integreret energisystem i Europa (vha. bl.a. interconnectorer og brintrør), hvor alle lande bidrager, og nabolande samarbejder tættere. Det skal imødegå tendensen om "energinationalisme", hvor lande ser deres energisystemer isoleret og afkoblet fra nabolande, hvorved der ellers er risici for overinvesteringer og suboptimering.

1 Udbygning af vedvarende energi giver europæisk og dansk konkurrencefordel, DI Energi, Maj 2025

2 [Belgian Federal Government · North Sea Summit II](#)

3 [The Hamburg Declaration](#)



1.2.

Potentialer for udbygning af havvind

Danmark har nogle af de mest attraktive havvindressourcer i Europa, hvilket giver os en strategisk gunstig position i forhold til at bidrage til de europæiske havvindmål, og udbygningen med havvind på dansk sokkel tjener dermed ikke kun et nationalt formål. Danske virksomheder spiller både nu og fremadrettet en vigtig rolle både som producenter og eksportører af grønne energiløsninger. Danmark har derved både kapacitet til at levere den grønne energi, og til at eksportere de nødvendige teknologier, løsninger og kompetencer. Dermed kan Danmark spille en nøglerolle i sikring af forsyningssikkerhed og energiuafhængighed i Europa – og det er vigtigt, at dette sker, uden at vi går på kompromis med vores havmiljø.

Fremtidig udbygning af havvind i Danmark (efter de igangværende udbud) vil primært være drevet af eksport til Europa, da det danske forbrug forventes at være dækket fra 2035 – i hvert fald, hvis vi ikke formår at tiltrække nye, store elforbrugere, f.eks. datacentre, PtX eller anden industri. Særligt vil Tyskland være aftager af strøm og grøn brint fra dansk havvind.

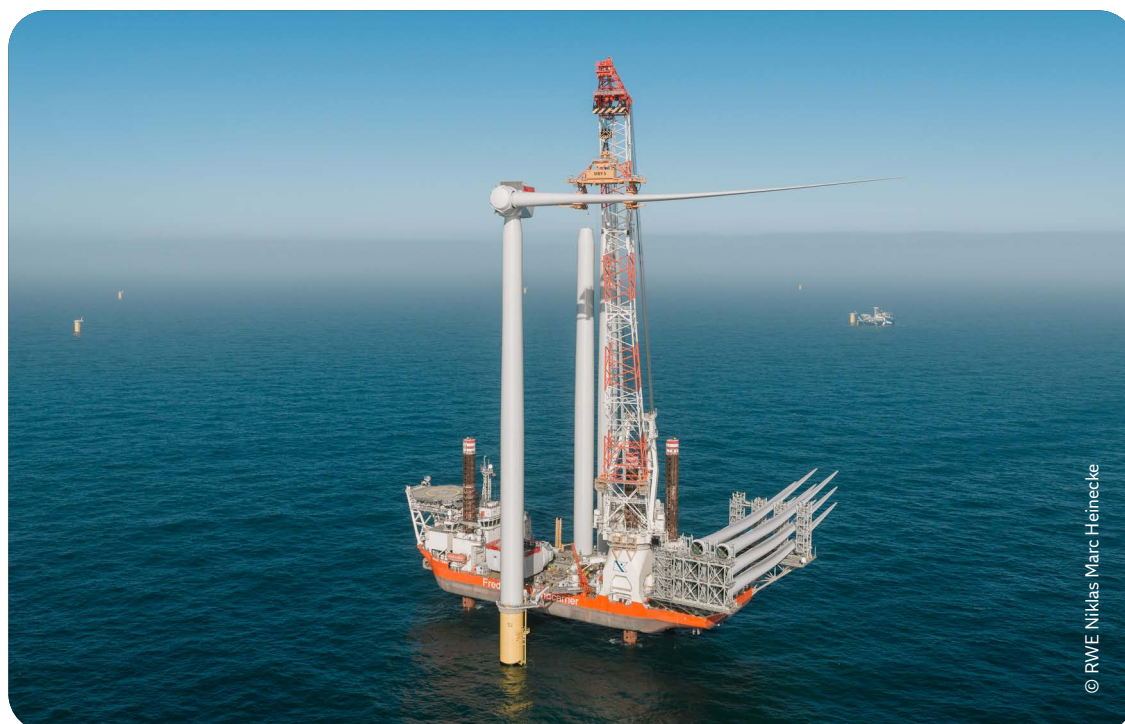
Ifølge Energistyrelsens havvindsanalyse er der under en række forudsætninger et teoretisk potentiale for havvind i dansk far-

vand på 40–80 GW frem mod 2050. Danmark skal på den lange bane fastholde en position om at udnytte det fulde potentiale for havvind. En forudsætning for en sådan udbygning er dog, at det tager hensyn til havmiljøet og havets bæreevne, så udbygningen ikke kommer til at stå i vejen for opnåelse af god miljøtilstand i havene.

Staten er ikke nødvendigvis den bedste til at forudsige, hvor meget, hvornår og hvor der efterspørges grøn strøm fra havvind, herunder om det er i Danmark eller i vores nabolande, og om det skal eksporteres som el eller molekyler. Derfor bør den samlede udbygning afgøres af markedsaktørernes krav og forventninger til rentabilitet i havvindudbygningen.

Ambitionen må derfor være, at skabe rammerne for, at der sker en så stor udnyttelse af det samlede potentiale på 40–80 GW frem mod 2050.

Heri ligger det implicit, at rammevilkårene for udbygning skal sikres, hvor man selvsagt skal holde sig for øje, at langt hovedparten af den strøm, der produceres ikke skal forbruges i Danmark, men sendes ud i det øvrige Europa. Dette kan Danmark ikke alene skabe sikkerhed for, men opgaven er at sikre muligheden for indfrielsen af potentialet.



© RWE Niklas Marc Heinecke

1.3.

Vilkår for at udbygge havvind

En udbygning af havvind i stor skala får imidlertid også betydning for havmiljøet og andre aktører på havet. Den kommende storskala udbygning stiller andre og flere krav til planlægning, miljøvurdering og forvaltning – særligt i forhold til langsigtede påvirkninger på havmiljøet og disses kumulative (samlede) effekter i samspil med det eksisterende pres på havet.

For det første er det af afgørende betydning, at der er et aftag til den strøm, som havvinden producerer. Det er derfor vigtigt, at der både i Danmark og Europa sættes gang i en omfattende elektrificering – både en direkte elektrificering af transport, industri, datacentre, varmesektor m.v., men også en indirekte elektrificering via brint og PtX, så vi kan få ”elektrificeret” de sektorer, der ikke kan elektrificeres direkte. Dette både i den tunge transport, luft- og skibsfart, til kunstgødning samt de dele af industrien, der har brug for højere temperaturer end en elektrisk varmepumpe kan levere. I Danmark udgør elektricitet kun 23 pct. af vores samlede energiforbrug i 2025, jf. figur 4, og i resten af Europa er andelen af elektricitet kun lidt højere.

Dernæst er der behov for, at energisystemet kan håndtere den øgede mængde strøm fra havvinden og det øgede forbrug af elek-

tricitet samt brint og integration med det europæiske energisystem. VE-produktion og den direkte og indirekte elektrificering af energiforbruget både sammen og hver for sig, giver anledning til et massivt udbygningsbehov af infrastruktur. Samtidig skal produktion og forbrug balanceres, hvilket kræver, at der anlægges en systembetragtning. Udover den klassiske energiinfrastruktur er der behov for at sikre, at den digitale infrastruktur samt den trafikale infrastruktur, bl.a. i form af havnearealer og transportkorridorer til mølletransporter er på plads.

Det er hertil vigtigt, at der er rentabilitet i de havvindsprojekter, som der politisk ønskes sikkerhed for at realisere. Bl.a. gennem stabile rammer, der løbende kan tilpasses markedsforholdene, da det ellers bliver svært at tilvejebringe finansiering. Samtidig er det vigtigt at holde sig for øje, at der i en fremtidig markedsdrevet havvindudbygning bør stilles flere arealer til rådighed, end der umiddelbart er markeds-mæssig efterspørgsel på.

Udbygningen kræver derudover adgang til tilstrækkelig arbejdskraft med de rette kompetencer. Uden de rette kompetencer bliver det svært at producere møller og komponenter, at få projekteret havvindmøl-

lerparkerne og at få sikret, at energisystemet kan håndtere udbygningen.

En storskala udbygning af havvind får betydning for andre aktører på havet herunder bl.a. erhvervsfiskeriet. Havvindudviklere skal i dag forholde sig til Fiskeriloven (ift. kompensation), kabelbekendtgørelsen samt skiftende formuleringer i etableringstilladelser og udbudsbetingelser. Der er i øjeblikket ugenomsigtighed om, hvordan og hvorvidt kompensation udmøntes, når individuelle erhvervsfolk udfordres som følge af etablering af havvindmølleparker. Der er behov for klarere og gennemsigtige rammer for sameksistens med og eventuel kompensation af fiskeriet, bl.a. en fast procedure for kompensationsprocessen. Om muligt bør der indføres en proces, hvor kompensationsen afklares tidligt, så omkostningerne fra start kan indregnes i projektet.

Udbygningen skal ske under hensyntagen til natur og miljø. Det skal løbende sikres, at havets bæreevne ikke overskrides. Dette kræver reelle vurderinger af negative kumulative effekter på miljøet, tidlig opmærksomhed på placering af projekter i forhold til følsomme områder og arter samt forsat vidensopbygning omkring miljøeffekter og relevante afværgetiltag.

1.4.

Få rammerne på plads

Erfaringerne fra tidligere danske udbud har vist, at uklare og ufleksible rammer for udbuddene har medført enten relative høje støtteniveauer, langtrukne processer og/eller tilfældigheder, hvilket samlet set har medført øgede omkostninger og forsinkelser i udbygningen af havvind.

Udbuddet af Thor skabte en forventning hos stat og politikere om, at der skulle tjenes penge på havvind. Men på den korte tid fra Thor-udbuddet blev afgjort til udbuddet af 6 GW, blev der ikke i tide taget hånd om den markant ændrede markedssituation med stigende materialerpriser, højere renter og større usikkerhed om bl.a. regulatoriske rammer, elpriser og udfordringer i forsyningskæderne. Denne manglende agilitet i forhold til at agere på markedssignaler, samt måske en for stram

styring efter en politisk aftale resulterede som bekendt i manglende bud på 3 GW i december 2024.

Den hurtige opfølgende proces med markedsdialog og analyse viste lydhørhed fra myndighederne og medførte de nødvendige tilpasninger, så der hurtigt kunne laves et genudbud. Den politiske vilje til at påtage sig ansvaret samt den agile myndighedshåndtering er altafgørende. Agilitet kan være en del af læringen for at få succes med fremtidige udbud.

Det har vist, at lejlighedsvis enkeltstående udbud skaber usikkerhed for industrien. Der er brug for at bryde med den hidtidige ”stop’n go”-udbygning, som nu igen er tilfældet med udbygningspausen fra Thor, der står klar i 2027, til realiseringen af de

tre genudbudte parker (Nordsø Midt, Hesselø og Nordsø Syd), som forventes at stå klar i 2032 – 2035.

Mest afgørende er, at der er brug for en jævn kadence i udbud af havarealer.

En regelmæssig udbudsrytme i udbud af arealer samt en langsigtet offshore netudviklingsplan vil hjælpe med at skabe den nødvendige skala og sikre optimal arealudnyttelse, der kan sikre både produktion og omkostningseffektiv projektplanlægning. Der er behov for konkrete og realiserbare handlingsplaner i god tid, så forsyningskæden kan forberede sig. Der skal være en vis sikkerhed for udbygningen, fordi det kræver store investeringer i værdikædens kapacitet, kompetencer og uddannet personale. Stop'n go og langtrukne godkendelsesprocesser, har skabt usikkerhed for investeringer, og dermed skabt betydelig risiko for at opskaling af forsyningskæder kommer for sent.

Størrelsen og timingen på udbuddene kan med fordel ske efter en markedsdialog omkring, hvad der på det gældende tidspunkt vil være en relevant størrelse – også koordineret med markedsudsigterne i resten af Europa i forhold til bl.a. den forventede efterspørgsel. Dialog med forskellige aktører i industrien om, hvad der er praktisk muligt i de relevante installationsår, så flaskehalse undgås, er vigtig.

Der ligger en svær og kompleks opgave i, at havvindsudbygningen kræver udbygning af infrastruktur og energisystemer på tværs af landegrænser. Langt hovedparten af strømmen fra ny havvind, efter etableringen af havvinden i de igangværende udbud, skal forbruges andre steder end i Danmark, hvorved tilslutningen af den ”nye” havvind ikke nødvendigvis skal ske til det danske energisystem.

tilslutning til det danske elnet for at imødekomme efterspørgslen af el i det danske marked samt for at sikre forsynings sikkerheden. Dette er særligt relevant, hvis havvindprojekter over en længere årrække ikke kan realiseres på markedsvilkår, og der er politisk ønske om og prioritering af at sikre grøn strøm fra havvind tilsluttet det danske elnet. I givet fald bør det være muligt at anvende en to-sidet Contracts-for-Difference (CfD). Der bør formuleres en havvindpolitik, som kan gribe alle efterspørgselsscenerier, både støttekrævende og støttefrie. Da hovedparten af fremtidig havvindsudbygning på dansk sokkel vil eksporteres, bør anvendelse af CfD til at støtte elproduktion til eksport være mulig, ud fra et princip om, at de lande, der aftager elektriciteten, også finansierer støtten og sikrer risikoafdækning.

Det er vigtigt at få udformet og udmøntet nye udbuds- og betalingsmodeller og lave en langsigtet udbygningsplan bl.a. i forhold til arealoptimering, så vi kan sikre en havvindsudbygning med blik for både skala og fleksibilitet, samt sikre rammerne for brint og PtX på havet og tværnationale havvindprojekter. Konkret er der på den korte bane behov for at igangsætte følgende:

- Forhandling/implementering af rammeaftale med nabolande om dansk havvind tilsluttet udlandet.

1.5. Beslutninger på den korte bane

Der er beslutninger, der skal tages allerede nu for at kunne sikre succes med udbygningen på den lange bane. Det er i det lys vigtigt, at der allerede nu følges op på Energistyrelsens havvindanalyse. Havvindanalysen har de rigtige indledende betragtninger om, hvordan fremtidens udbygningsspor kan designes. Potentialet kan kun indfries, hvis der modnes og implementeres nye udbygningsmodeller, som sikrer løbende balance af forbrug og produktion i en situation, hvor en stor del af strømmen eksporteres.

Danmark bør forfølge en robust og flerstrengt strategi, der løbende tester ”markedets” vurdering af havvindens rentabilitet og sikrer investeringer. Fremtidens danske havvindudbygning kan med fordel bestå af tre udbygningsspor, der supplerer hinanden;

1. Dansk havvind direkte tilsluttet til udlandet (model D i Energistyrelsens analyse);
2. Udbud af havvindsområder med udviklerdrevet tilgang tilsluttet Danmark og/eller udlandet (model A-D i myndighedernes analyse);
3. Fortsat modning af hybridprojekter, forstået som kombineret elproduktion og eltransmission mellem to eller flere lande – og også med mulighed for brintproduktion.

Det er samtidig vigtigt, at der er statsligt manøvrerum til at realisere projekter med

- Arealoptimering og opdatering af udlæg til vedvarende energi i havplanen – især ift. harmonisering af danske og tyske sejlruiter.
- Arealudviklingsplan⁴ med kategorisering af bruttoarealer inden for udviklingszonerne til VE i havplanen til forskellige udbygningsspor plus strategisk miljøvurdering af arealudviklingsplanen.
- Udbudsplan med tidsplan: overblik over hvor og hvornår arealer på op til 40–80 GW udbydes.
- Design og valg af udbuds- og betalingsmodeller, som også muliggør energihubs.
- En myndighedsfaciliteret løsning på udfordringerne forbundet med havvind-

udvikleres kompensationsansvar overfor erhvervsfiskere ift. tabt fiskeriindtægt.

Jo før de forberedende processer til at realisere nye udbygningsspor igangsættes, jo bedre, da tidshorisonterne spænder over flere år. Jo senere de første proceskridt igangsættes, desto kortere tid er der til etablering af en meget stor mængde havvind. Ideelt realiseres projekterne gennem de nye modeller umiddelbart efter gennemførslen af de igangværende udbud. Da projekterne er grænseoverskridende i natur, vil deres realisering også kræve ressourcer fra andre relevante myndigheder end blot Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet.

1.6. Potentielle erhvervspolitiske gevinster

Der er en række erhvervspolitiske gevinster ved udbygningen af havvind.

Udbygningen med havvind vil bidrage til at sikre væksten i Danmark og Europa på flere fronter og langt bredere end bare i vindindustrien. Danmark har brug for havvind til at sikre en førende grøn position, stabil energiforsyning, energi til energiomstillingen og dansk industris førende position i den globale havvindindustri. En fortsat hjemlig vindindustri vil være med til at fastholde arbejdspladser. Arbejdspladser, der ofte er lokaliseret udenfor storbyområderne, som bidrager til lokal balance og ofte er højt specialiseret arbejdskraft.

Danmark og Europa har en vindindustri og dertil knyttede produktion, som har

nogle styrkepositioner, der vil kunne spille en væsentlig rolle i den grønne omstilling også på globalt plan. Men for at fastholde disse styrkepositioner, er der brug for klarere rammer omkring potentielle fremtidige parker. Det er for at sikre industriens mulighed for at planlægge produktionskapacitet, samt fra udviklernes perspektiv for at få klarhed over, hvilke områder der udbygges hvornår og under hvilke betingelser, da projekter indbyrdes påvirker hinanden.

Udbygningen med vedvarende energi, herunder havvind, kan på sigt bidrage til at drive elpriserne i Europa ned. Dette vil styrke den europæiske konkurrenceevne bredt set, da energiomkostninger udgør en væsentlig andel af virksomhedernes omkostninger.

1.7. Anbefaling

Partnerskabet anbefaler, at der politisk skabes ambitiøse rammer for, at så stor del af potentialet på 40–80 GW dansk havvind kan etableres inden 2050.

Dermed sikres en retning og en pipeline for havvind på den lange bane. Der bør laves en udbygningsplan med en tidsplan for udbud af arealerne, der bør udbygges i perioden 2030–2043, hvis havvinden skal stå klar i 2050.

Partnerskabet anbefaler, at de forberedende processer for de kommende

udbud igangsættes, så snart de igangværende udbud er afsluttet. I forlængelse heraf skal det sikres, at myndighederne er gearet til at håndtere opgaven med at sikre opfyldelse af de fastsatte ambitioner. Det er vigtigt, at der indenfor Klima-, Energi- og Forsyningsministeriets ressort prioriteres de nødvendige ressourcer til at fastholde og videreudvikle den nødvendige viden til at realisere de nye udbygningsmodeller og levere en samlet langsigtet plan for havvind.

Det er vigtigt, at der udvikles en bedre markedsforståelse hos relevante myndigheder, som samtidig skal kunne være agile til hurtigt at tilpasse rammerne for udbygningen i takt med ændringer i markedssituationen. Dette er helt afgørende for at sikre attraktive rammer for havvindsudbygningen.

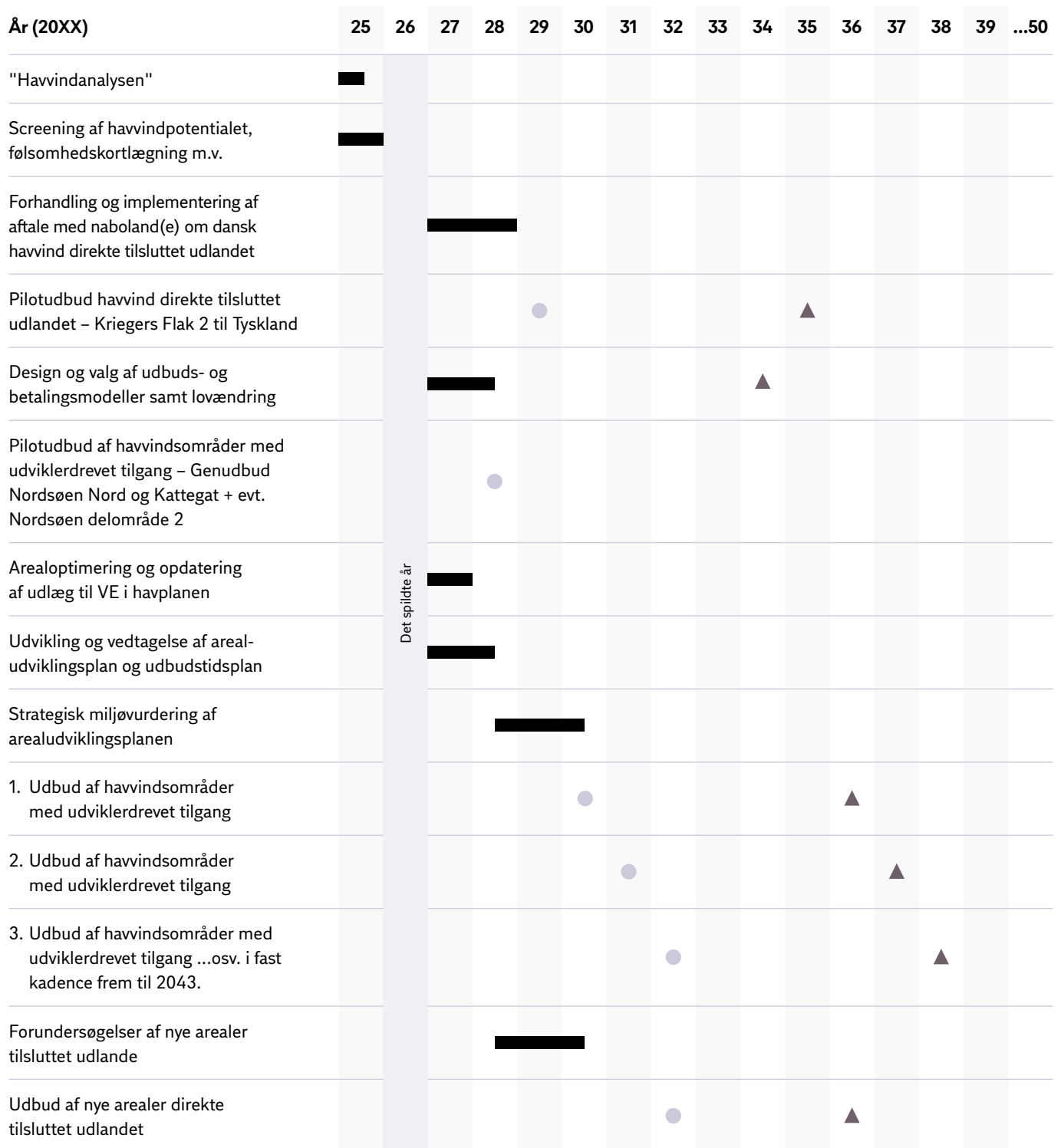
Nedenfor i figur 1 illustreres de proceskridt, som er nødvendige for at kunne planlægge og realisere havvindpotentialet frem mod 2050.

Figur 1

Planlægning af fremtidens havvind mod 2050

Nye beslutninger om udbudsforberedende procestrin

■ Forberende procestrin ● Budfrist ▲ Tidligst mulige idriftsættelse



→ Med arealudviklingsplanen foretages en kategorisering af bruttoarealer til forskellige udbygningsspor og i nogle tilfælde også en udmatrulering af projektområder inden for et bruttoareal. Med udbudstidsplanen skabes der visibilitet for, hvor og hvornår arealer på samlet set mindst 80 GW udbygges. Hvis 80 GW skal kunne realiseres inden 2050, skal arealerne udbygges i perioden frem til 2043.

1.8. Resume af rapporten og samlede anbefalinger

Danmark har nogle af Europas mest attraktive havvindressourcer, hvilket giver Danmark en nøglerolle både som producent af grøn strøm og eksportør af grønne teknologier. Det primære formål med fremtidig havvindsudbygning vil være eksport af energi, fordi Danmarks indenlandske elforbrug forventes dækket fra 2035. Derfor skal hovedparten af strømmen eksporteres til Europa, især Tyskland.

Udbygningen forudsætter en række centrale rammevilkår. Der skal bl.a. sikres rentabilitet og aftag af grøn strøm, omfattende elektrificering og grøn brint og PtX i både Danmark

og nabolandene, samt robuste og fleksible markedsmodeller, der understøtter grænseoverskridende energihandel, og samtidig skal rammerne sikre og tage hensyn til havmiljøet.

Der skal etableres attraktive investeringsvilkår, der kan matche Danmarks nabolande, der også udbyder havvind – ellers går investeringerne udenom Danmark. Det skal bl.a. ske gennem nye markedsbaserede modeller og CfD'er. I øjeblikket realiseres de fleste succesfulde havvindprojekter gennem CfD'er for at imødegå den volatile markedssituation. Da hovedparten af den danske havvind forventes at skulle

eksporteres i fremtiden, er der derfor behov for en model, hvor aftagerlande af dansk havvind selv finansierer CfD-støtten. Hvis der identificeres et nationalt behov for strøm fra havvind, og hvis det politisk ønskes at øge sandsynligheden for realiseret havvind til det danske elnet, bør CfD'er benyttes i en dansk kontekst.

Endelig forudsætter en succesfuld havvindsudbygning, at produktionen af havvindmøller og tilhørende arbejdspladser prioriteres i Danmark, og der uddannes flere faglærte til at understøtte en stærk dansk industriproduktion.

Tabel 1 Sammenfattende anbefalinger

Vision

Partnerskabet anbefaler, at der politisk skabes ambitiøse rammer for, at så stor en del af potentialet på 40–80 GW dansk havvind kan etableres inden 2050.

Partnerskabet anbefaler, at de forberedende processer for de kommende udbud igangsættes.

Kapitel	Anbefaling	Anbefaling	Anbefaling
Investeringsperspektivet og markedsmodeller	Konkurrencedygtige investeringsvilkår	Klargøring af dansk havvind direkte tilsluttet udlandet	Klargøring af udbud af havvindområder med udviklerdrevet tilgang
Efterspørgsel efter elektricitet	Akutplan, der sætter grøn strøm til Danmark (kort sigt)	Gode rammer for batterier og fleksibelt elforbrug (kort sigt)	Dansk indsats for et elektrificeret Europa (lang sigt)
Efterspørgsel efter brint og andre grønne brændstoffer	Styrket det nationale afsæt og indfør dobbeltsidede auktioner	Fremme produktion til nye, strategiske markeder	Færdiggør hydrogen backbone og udvikl offshore brintproduktion
Infrastruktur til et konkurrencedygtigt og resilient erhvervsliv	Fremtidssikrede elnet	Fair model for omkostningsfordeling	Øget adgang til EU-finansiering og fast track af infrastruktur
Rammer for vindindustriens værdikæde	Bedre rammer for F&U-investeringer	Styrkede screeningsprocesser	Harmoniserede rammer for kritiske systemer i energisektoren
Adgang til arbejdskraft og kompetencer	Fokus på mulighed for livslang læring og sporskifte	Flere erhvervsuddannelser på engelsk	Bedre rekruttering af international arbejdskraft
Sameksistens mellem havvind og havmiljø	Ambitiøse og løbende opdaterede krav til miljøhensyn	Reelle kumulative effektvurderinger som styringsredskab	Systematisk afdækning af videnshuller

Investeringsperspektivet og markedsmodeller

2.1. Investeringsperspektivet

For at Danmark kan bevare og udbygge sin position som en global leder inden for havvind er det nødvendigt at skabe investeringsvilkår, der tiltrækker private investorer. De grundlæggende investeringsvilkår har været under forandring de seneste år. Efter en længere periode med stabilitet har markedet i de seneste år været præget af stigende materialepriser, højere renter og større usikkerhed om bl.a. regulatoriske rammer, elpriser og udfordringer i forsyningskæderne, og der er ikke på kortere sigt udsigt til forbedring af investeringsvilkårene.

De mange potentielle risikofaktorer i forbindelse med investeringer i havvindprojekter, hvor forholdene og priserne kan nå at ændre sig meget inden havvindprojektet når i mål, kan få en stor betydning for havvindudviklens investering. Derfor betyder koblingen mellem risikofaktorer, ustabile finansieringsvilkår og den lange projektperiode, at der er en stor procesrisiko i havvindprojekter. Dertil kommer betydelige anlægsmkostninger og

initiale finansieringsbehov. Der er ofte lang tid fra det tidspunkt, hvor der afgives bud til tidspunkterne, hvor aftagerkontrakter og anlægsinvesteringer fastlåses, til byggefasen igangsættes og til en havvindpark er færdig og kan producere strøm til afsætning. Den risiko er investorerne nødt til at afspejle i et øget afkastkrav i projekterne⁵.

Derfor bør den fremtidige havvindudbygning gøres så robust, overfor udefrakommende stød så som rentemiljø, inflation og flaskehalse i forsynings- og værdikæder samt geopolitiske omvæltninger, som muligt. Et højt ambitionsniveau for dansk havvind på 40–80 GW har også betydning for udbygningsmodellerne. Energi fra fremtidig havvind vil først og fremmest gå til eksport i den ene eller anden form med mindre behovet i Danmark ændres. Derfor er det væsentligt, at der fra start tænkes i skala og dermed afsætning til nærmarkederne i Danmarks nabolande for at udbygningsmodellerne reelt kan anvendes.

C2

Et af Danmarks store bidrag til erklæringerne fra 2026 North Sea Summit⁶ og en fremtidig regionalt koordineret havvindudbygning⁷ bør derfor være at skabe rammerne for udvikling af havarealer med henblik på eksport af energi til aftagerlande – bl.a. gennem en model, hvor aftagerlandet kan finansiere støtte via en CfD.

Dette er særligt relevant, da gennemførelsen af succesfulde havvindprojekter i de fleste lande i øjeblikket realiseres gennem CfD'er for at imødegå den volatile markedssituation. Det blev også slået fast i forbindelse med aftalen mellem Danmark og Tyskland om udbygningen af 3 GW havvind gennem Energinet Bornholm og fordelingen af omkostningerne.

Strømmen vil gå til både dansk men især tysk forbrug. Tyskland har behov for store mængder grøn strøm, men har ikke selv tilstrækkelig egnet havbund tilbage, hvor de kan opstille de store havvindmøller. Tyskland er ved Energinet Bornholm derfor også med til at stille økonomisk sikkerhed for investorerne fordelt efter forbrug, udgifter til infrastruktur deles, imens Danmark sikrede sig størstedelen af EU's CEF-støttemidler. Danmark og Tyskland betaler hver især for kablet til henholdsvis Sjælland og Tyskland.

På den måde er aftalen et nybrud inden for regionale aftaler om havvind og grønne energianlæg, når strømmen kan produceres i ét land, forbruges i et andet, og man i fællesskab skaber rammevilkår, der kan tiltrække investorerne. Den dansk-tyske aftale kommer i forlængelse af Hamborg-aftalen, der genbekræfter det langsigtede mål om 300 GW havvind i Nordsøen i 2050. Ydermere vil der arbejdes for, at 100 GW skal bygges som "samarbejdsprojekter"

f.eks. som havvind direkte tilsluttet udlandet eller som hybridprojekter i stil med Energinet Bornholm. Beslutningen om en mere jævnt fordelt udbudspipeline for havvind i perioden 2031–2040 med en installationskapacitet på op til 15 GW om året minimerer risikoen for sammenfald, som vi tidligere har set for f.eks. installationsårstallet 2030.

Mængden af potentielle havvindprojekter øges på globalt plan, imens havvindudviklere stiller højere krav til, hvilke projekter de byder på. Danmark er derfor i hård konkurrence internationalt med andre lande, som udbyder havvind om den samme investorbase. Danmark må forventes frem mod 2050 fortsat at skulle konkurrere med andre lande såsom Tyskland, Holland, UK og USA, hvor konkurrencen om havvindprojekter hidtil har været baseret på ofte mere fleksible og attraktive modeller. Figur 2 illustrerer nabolandes rammevilkår for havvindudbygning per august 2025⁸.



5 Ny analyse: Det er blevet dyrere at opstille havvindmøller Finanssektorens klimapartnerskab lancerer fem anbefalinger

6 North Sea Summit 'Investment Pact' to mobilise €1tn in offshore wind investments for Europe – WindEurope

7 Europe's wind industry proposes New Offshore Wind Deal for Europe – WindEurope

8 Rammevilkårene i nabolande udvikler sig løbende. Udviklingen i bl.a. Polen er bemærkelsesværdig ift. at tiltrække bud: Poland powers ahead: first offshore wind auction delivers strong results – Wind Europe

Figur 2

Rammevilkår for investeringer i vedvarende energi på tværs af lande⁹

	Germany	English	France	France	Belgium	Spain
Type of support generation/consumption	Climate protection agreement – industry	CfD scheme for renewable generation	CfD scheme for renewable generation	CfD scheme for dedicated consumption	CfD scheme for offshore wind generation	CfD scheme for renewable generation
Guarantee price (strike price)	Technology-dependent	Technology-specific, via sealed-bid allocation	Technology-specific, via bid allocation	Determined in tender offer ('pay as bid')	Tender-based, EUR 95/MWh cap	Technology-specific, via sealed-bid allocation
Reference price	Effective CO ₂ price (EU ETS-linked, varies by sector/company)	BMRP (forward-based) IMRP (hourly spot)	Day-ahead hourly market price	Special calculation – see link for details	Day-ahead hourly market price or PPA + EUR 3/MWh	Day-ahead hourly market price
Min/max maturity	15 years	15 years	12 – 20 years	15 years	20 years or 80,000 FLH	12 years
Maximum spending over maturity	2,8 bln. EUR (first round)	Budget set per allocation round	30.5 bln EUR for Solar, Onshore Wind, Hydro	4 bln EUR (for the first 1 GW)	682 mil. EUR – not full CfD volume	—
Cashflow	Depending on the market prices (two-sided)	Depending on the market prices (two-sided)	Depending on the market prices (two-sided)	Depending on the market prices (two-sided)	Depending on the market prices (two-sided)	Depending on the market prices (two-sided)
Contracted energy volume. # contracts	15 contracts	ca. 43 GW	4 GW RES (solar, wind, hydro)	200 MW across up to 12 projects	3.14 – 3.5 GW planned	6.4 GW
Issuance private/public	German government – public	Low carbon company – state owned	French government – public	French government – public	Belgian government – public	Spain government – public

⁹ Contracts for Difference for electrification of Dutch industry. For the Ministry of Climate Policy and Green Growth (KGG)



Figuren sammenligner støtte til vedvarende energiproduktion i en række europæiske lande. Staten tilbyder i visse nabolande støtte til nettilslutning, eltransmissionsinfrastruktur eller brintproduktion og 4 ud af 5 lande i figuren tilbyder sikkerhed til indtjeningen via CfD'er.

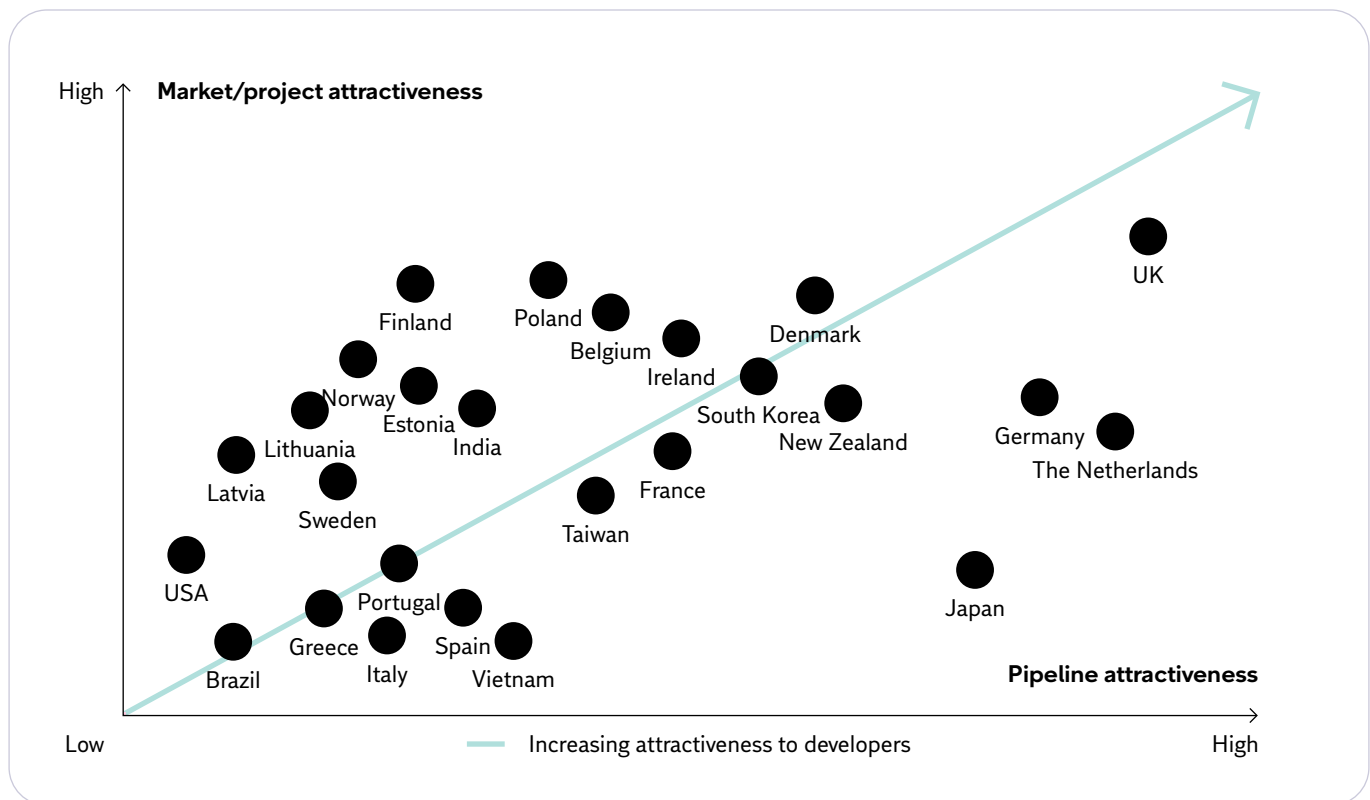


Figur 3 søger at illustrere et sammenlignende øjebliksbillede per august 2025 af, hvor attraktive de forskellige landes havvindudbud er at investere i på tværs en række lande, som udbyder havvind.



Figur 3

Market/project attractiveness¹⁰



De britiske havvindudbud er både attraktive i forhold til udbudsbetingelser, og fordi der er en sikkerhed i gentagelse af udbuddene, som det fremgår af figuren herover. Med rammer for genudbuddet af 2,8 GW i 2025/2026 er Danmark også blevet placeret i den attraktive ende i figuren i forhold til udbudsbetingelser, men der mangler stadig sikkerhed for gentagelse, der kan skabe kontinuitet og forudsigelighed i de danske udbud. Af denne grund er Danmark ikke placeret på siden af UK i den henseende. Begge figurer illustrerer den konkurrencesituation, som Danmark hidtil har befundet sig i. For at accelerere den grønne omstilling og fastholde investeringer i havvind, er det vigtigt at forbedre rammevilkårene og mindske usikkerheden for investorerne. Ved at skabe bedre forretningsmodeller, bedre sammenhæng mellem markederne og en sundere balance mellem risiko og afkast – i tæt samarbejde med resten af Europa – kan vi sikre, at

kapitalen flyder mod danske og europæiske projekter frem for mod andre kontinenter.

Miljømæssige aspekter – herunder risiko for forsinkelser i myndighedsprocesser, klagesager, skærpede miljøkrav eller behov for ændrede projektdesign som konsekvens af miljøfaktorer – kan udgøre en væsentlig del af den samlede procesrisiko. Jo senere miljøproblematikker identificeres og håndteres, desto større er risikoen for projektforsinkelser og meromkostninger – hvilket kan påvirke projektets finansierbarhed negativt og resultere i højere afkastkrav. Finanssektoren kan i denne sammenhæng spille en vigtig rolle ved at efterspørge en mere tidlig og konsekvent integration af miljøhensyn i projektudviklingen.

Fremtidens danske havvindudbygning kan med fordel bestå af tre udbygningsspor, som supplerer hinanden. De tre udbygningsspor består af:

1. Dansk havvind direkte tilsluttet til udlandet;
2. Udbud af havvindsområder med udviklerdrevet tilgang tilsluttet Danmark og/eller udlandet;
3. Fortsat modning af hybridprojekter, forstået som kombineret elproduktion og eltransmission mellem to eller flere lande – og også med mulighed for brintproduktion.

Energistyrelsens analyse peger på, at de mest robuste koncepter for fremtidig udbygning er havvind tilsluttet direkte til Tyskland og de relativt kystnære arealer (inden for udviklingszonerne til VE i havplanen) tilsluttet til Danmark. Der vil være områder, herunder Kriegers Flak II, hvor det vil være oplagt at udbyde som direkte forbindelse til Tyskland, mens arealerne Nordsøen Nord og Kattégat kan udbydes ud fra en udviklerdrevet tilgang tilsluttet til Danmark.

¹⁰ <https://www.bcg.com/publications/2025/offshore-wind-industry-update>

2.1.1. Anbefaling 1 Konkurrencedygtige investeringsvilkår



Hvis investeringer i havvind og andre grønne teknologier er mere attraktive i andre lande, risikerer vi, at investeringerne går udenom Danmark. Det kræver en målrettet indsats at sikre stabile, langsigtede rammevilkår, robuste værdikæder, et styrket samarbejde på tværs af landegrænser og konkurrencevilkår, der kan måle sig med det globale marked¹¹. Derfor bør der fra dansk side løbende tages højde for andre landes rammevilkår, så de danske rammevilkår fortsætter med at være konkurrencedygtige.

Danmark er unik i den forstand, at den danske havvindressource overstiger den nationale efterspørgsel, hvorfor hovedparten af strømmen fra fremtidige havvindprojekter forventes at gå til eksport. Selvom der kan være mange fordele ved at være et foregangsland inden for produktion af havvind, kan det ikke forventes på længere sigt, at den danske stat vil forbedre investeringsperspektivet vis-a-vis andre markeder gennem "traditionelle" attraktive rammevilkår som f.eks. dansk statsstøtte til elproduktion og evt. infrastruktur, hvis danske havvindprojekter udelukkende etableres med eksport for øje.

Derfor er det nødvendigt, at Danmark forbedrer de øvrige rammebetingelser, hvis de danske havvindudbud skal være attraktive for investorer, herunder gennem stimulering af el-efterspørgsel (jf. kapitel 3), kraftigt forberede afsætningsmuligheder for grøn brint og grønne brændstoffer

produceret med havvind, (jf. kapitel 4) og bidrage til etablering af fremtidssikret infrastruktur (jf. kapitel 5). Hvis det politisk også ønskes at øge sandsynligheden for realiseret havvind ved brug af CfD'er, og hvis der identificeres et additionelt behov for strøm fra havvind, kan Danmark anvende CfD'er, f.eks. i fællesskab mellem flere lande, f.eks. Danmark og Tyskland.

Aftalen mellem den danske og tyske regering om Energø Bornholm¹² illustrerer en tysk betalingsvillighed for havvind placeret i dansk farvand. Det skyldes ikke mindst, at Tyskland kan få bedre og billigere havvind for pengene, hvis landet reducerer udbygningsmål på eget havterritorium for i stedet at forpligte sig til at øge import af dansk havvindproduktion. Det viser et studie fra det tyske forskningsinstitut Fraunhofer IWES, som bl.a. konkluderer, at elproduktionen ved en sådan beslutning kan øges med 13 pct., imens omkostningerne kan falde med 11 pct.¹⁴ Den positive effekt skyldes, at de danske havarealer er større, og dermed kan møllerne og parkerne spredes mere ud, hvilket forøger energiudbytten og reducerer omkostningerne ved skyggeeffekter.



Nu hvor den tyske betalingsvillighed er bevist, bør de danske myndigheder hurtigt muligt implementere et udbygningsspor, hvor havvind i dansk farvand direkte kan tilsluttes Tyskland udenom det danske elnet – og hvor der er mulighed for tysk finansieret støttemulighed.

11 [Finanssektorens klimapartnerskab lancerer fem anbefalinger og Ny analyse: Det er blevet dyrere at opstille havvindmøller](#)

12 [Danmark indgår aftale med Tyskland om Energø Bornholm](#)

13 [20260126-Fraunhofer-IWES International-Optimization-of-Full-Load-Hours-Cross-Border-Radials_short.pdf](#)

14 Dette under antagelse af, at der fortsat nettilsluttes 70 GW havvind radialt til Tyskland mod 2045, men for de sidste 56 GW reallokeres 10 eller 20 GW til DK, hvilket reducerer mølletætheden fra 10,2 MW/km² til hhv. 8,4 og 6,6 MW/km² i de to scenarier. Resultat bliver, at elproduktionen fra de 56 GW øges med 13 pct. (fra 196 til 222TWh), imens omkostningerne falder med 11 pct. Partnerskabet forholder sig ikke til konkrete projektplaceringer.

Dette vil på den anden side sikre den danske stat indtægter ved havbundsleje i tillæg til arbejdspladser i konstruktions- og driftsfasen. De danske myndigheder bør, for at kvalificere den bilaterale dialog med Tyskland igangsætte et studie, som specifikt undersøger de forventede gevinster ved en reduktion i de gennemsnitlige omkostninger per produceret kWh (LCOE) ved at tilslutte et dansk havvindprojekt direkte til Tyskland.

Attraktiviteten af danske havarealer kan også forbedres gennem implementering af nye udbygningsmodeller, som gør det muligt løbende at matche forbrug og produktion, giver større fleksibilitet og stiller færre krav til myndigheders og politikeres evne til at kunne forudsige den teknologiske og markedsmæssige udvikling. Dette specificeres i nedenstående anbefalinger.

Langsigtede rammer og investorsikkerhed

- Danmark er i hård konkurrence internationalt med andre lande, som udbyder havvind om de samme investeringer. Derfor bør der fra dansk side løbende tages højde for andre landes ramme-

vilkår for udbud af havvind, hvis de danske rammevilkår skal være konkurrencedygtige.

- Skiftende regulering bør undgås, for at fjerne risici i de store investeringer i anlæg og teknologi. Klare rammer for langsigtet finansiering og investeringer i havvind øger investorsikkerheden.
- Der er behov for både kort- og langsigtede løsninger og fleksibilitet med flere forskellige udbudsmodeller parallelt og mulighed for forretningsudvikling via udviklerdrevne havvindudbud med mere fleksible betingelser og større kommerciel frihed til udvikling.
- I forbindelse med en genåbning af Direktivet om Vedvarende Energi (VE III) bør Danmark arbejde for fortsat at sikre at reglerne, som sikrer hurtigere og langt mere effektiv sagsbehandling og godkendelsesprocesser, implementeres hurtigst muligt.
- De danske myndigheder bør være opmærksomme på, at rammerne for repowering og levetidsforlængelse påvirker det langsigtede investeringsperspektiv. Efter gældende EU-udbudslovgivning og Energistyrelsens nuværende vej-

ledning gælder det som udgangspunkt, at repowering af nye parker skal konkurrenceudsættes via udbud. Vilkårene for denne konkurrenceudsættelse er uklare og bør konkretiseres. Myndighederne bør i samarbejde med branchen:

- Skabe en konsistent og forudsigelig proces for både repowering og levetidsforlængelse.
- Understøtte effektiv konkurrence og bedst mulige samfundsøkonomiske løsninger.
- Være i overensstemmelse med EU's udbudsregler og nationale retningslinjer.



2.1.2.

Anbefaling 2

Klargøring af dansk havvind direkte tilsluttet udlandet



Det er positivt, at der i regeringens lovprogram for folketingsåret 2025/2026 indgår forslag om ændring af lov om elforsyning og lov om fremme af vedvarende energi med henblik på at etablere elproduktionsanlæg på havet med tilslutning til udlandet. At Tyskland har vedtaget en lignende lovændring, som skal fjerne juridiske sten på vejen mod et cross-border radialt projekt, vidner om myndighedsvillighed i både Tyskland og Danmark.

Partnerskabet mener, at følgende forhold bl.a. skal defineres i den bilaterale dialog med aftagerlandet:

- Pris for udnyttelse af dansk havbund samt fordeling af omkostninger forbundet med forundersøgelser af området.
- Pris for overførsel af den statistiske værdi af en mængde produceret vedvarende energi samt hvorvidt overførslen vedrører tidligere år, indeværende år, det kommende år eller flere fremtidige år.
- Deling af omkostninger eller evt. betaling fra vindende havvindudvikler i et potentielt støttefrit scenarie.

Angående transmissionsscope for havvind placeret i Danmark direkte tilsluttet udlandet må det forventes, at myndighederne og TSO i aftagerlandet har præferencer for den hidtidige praksis. I Tyskland er det i øjeblikket den tyske TSO, som har transmissionsansvaret for havvindprojekter.

Tyskland er blot eksempel på flere oplagte aftagerlande. Det er vigtigt at understrege, at en udbygning med havvind direkte tilsluttet Tyskland selvsagt skal koordineres med de tyske udbygnings- og tidsplaner. Ved dansk havvind direkte tilsluttet udlandet bibeholder danske myndigheder fuld kontrol over det danske havvindareal. Eventuelle

projekter med direkte tilslutning til et aftagerland, ville altid skulle godkendes af klima-, energi- og forsyningsministeren og vurderes på baggrund en række prædefinerede rammevilkår, som skitseres i lovforslaget¹⁵.

Tildelingskriterier

Pris anbefales fortsat som udslagsgivende tildelingskriterie for nye projekter under fremtidige udbud for at sikre transparent buddifferentiering. Samtidig er det en bunden opgave at implementere obligatoriske non-price kriterier i alle fremtidige havvindudbud med ophæng i the Net Zero Industry Act (NZIA). Partnerskabet mener, at myndighederne bør lade sig inspirere af WindEurope's anbefalinger¹⁶ til den konkrete implementering af disse non-price kriterier for at sikre en harmoniseret tilgang på tværs af EU's medlemsstater¹⁷. Det kan være non-price kriterier som sociale forhold, krav om lærlinge og ambitionse miljø- og biodiversitetshensyn. Store forskelle i national implementeringspraksis risikerer at føre til højere produktionsomkostninger og markedsfragmentering.

I tilfælde, hvor der endnu ikke er udviklet transparente EU-harmoniserede metoder til objektivt at rangere non-price tildelingskriterier, bør ambitiøse non-price minimumskrav tilstræbes. Dette for at undgå risikoen for, at projekttildelinger kan forfægtes juridisk. I tilfælde, hvor non-price-tildelingskriterier ønskes anvendt, bør det begrænses til et enkelt eller ganske få kriterier per auktion for at undgå overkompleksitet. Forud for hver ny auktion med minimumskrav og non-price kriterier bør markedsaktørerne have mulighed for at afgive bemærkninger og input til myndighederne gennem en formel markedsdialog for at sikre, at kravene udformes realistisk og ambitiøst.

¹⁵ Lovprogram for folketingsåret 2025 – 2026 – Statsministeriet: Ændring af lov om elforsyning og lov om fremme af vedvarende energi (Elproduktionsanlæg på havet med tilslutning til udlandet m.v.)

¹⁶ Recommendations to EU Governments on implementing non-price criteria in auctions – WindEurope

¹⁷ Wind Europe Net Zero Industry Act, Wind Industry recommendations to EU Governments on implementing non-price criteria in national auctions, September 2025

Auktionsdesign og betalingsmodeller

Både auktionsdesign og betalingsmodeller for dansk havvind direkte tilsluttet udlandet må forventes at ligne de traditionelle centraliserede statslige udbud. I myndighedernes analyse italesættes både muligheden for en risikominimerende tilgang og en tilgang med mere risiko hos projektudvikler. For at øge chancerne for realisering og forbedre det kommercielle investeringsperspektiv, bør en risikominimerende tilgang tilstræbes i forbindelse med de første projekter.

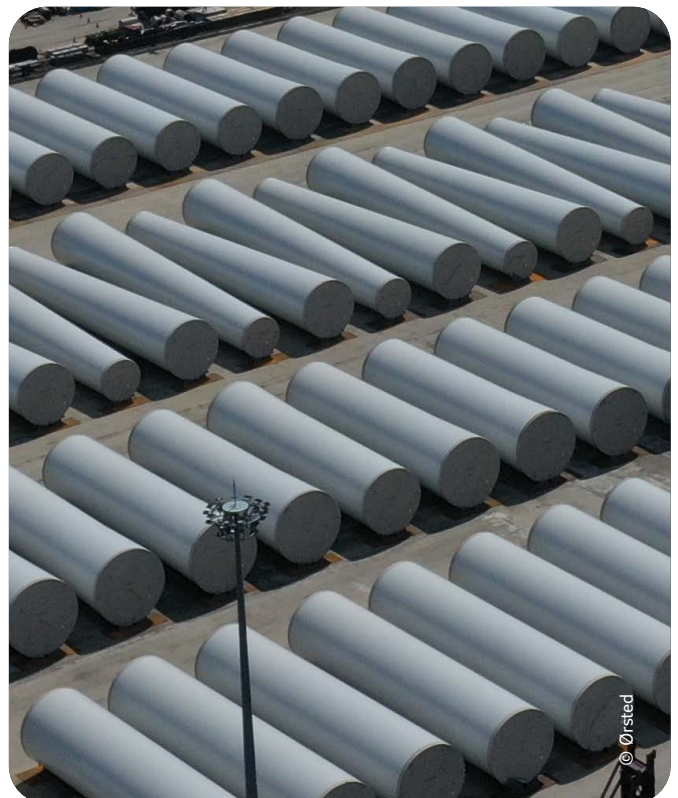
For de første projekter med havvind direkte tilsluttet udlandet bør de danske myndigheder dele input fra markedsaktørerne i forbindelse med forberedelsen til gennudbuddet af de 2,8 GW havvind. Hvis det politisk ønskes at øge chancerne for projektrealisering og forbedre det kommercielle investeringsperspektiv gennem brugen af CfD'er, bør en række forhold adresseres – dette er særligt relevant, eftersom Tyskland netop overvejer at introducere to-sidede CfD'er i deres havindauktioner.

Grundlæggende er det afgørende, at det totale CfD-støttebudget fra et kommercielt investeringsperspektiv vurderes tilstrækkeligt til at afdække usikkerheder forbundet med indtægtsudsigter og forsyningskæder fra budafgivelse til endelig investeringsbeslutning. Fastsættes budgettet til et niveau, som opfattes som for lavt, kan det føre til reduceret forudsigelighed om projektindtægter og øgede risikopræmier og forringet konkurrence i udbuddet. Det kan i sidste ende svække projekternes evne til at imødekomme investorernes afkastkrav og påvirke investeringsbeslutningen negativt.

Derudover bør referenceprisen være havvindvægtet for at minimere risikopræmier

og finansieringsomkostninger. En havvindvægtet referencepris i en CfD-ordning beregnes ud fra elpriserne i de timer, hvor havvind producerer, i modsætning til en referencepris baseret på et gennemsnit af spotprisen, som ikke afspejler havvindens faktiske indtægtsprofil. Ved en sådan beslutning flyttes risikoen ved at skulle forudsige fremtidige elmarkedstendenser fra projektudvikler til stat, hvilket forbedrer investeringsperspektivet og forventes at afspejle sig positivt i form af et lavere strike price-niveau.

Endelig bør både CfD-strike price og støttebudgettet indekseres for fremtidig inflation for at sikre stabilitet og gennemsigthed i strike pricens reelle værdi. Ideelt bør regionale rammevilkår muliggøre, at dansk havvind vil kunne opnå adgang til CfD'er fra andre europæiske markeder. Da størstedelen af den producerede strøm på mellemlang og lang sigt skal gå til eksport som grøn strøm eller brint, vil det være helt afgørende, at der etableres mulighed for, at andre lande f.eks. Tyskland kan byde ind med CfD'er på dansk havvind.



2.1.3.

Anbefaling 3

Klargøring af udbud af havvindområder med udviklerdrevet tilgang



Energistyrelsens havvindanalyse skitserer tre forskellige modeller, som alle er varianter af branchens forslag om ”udbud af havvindområder med udviklerdrevet tilgang”. Grundlæggende udgør tilgangen en mulighed for løbende at teste appetitten for dansk støttefri havvind. I myndighedsmodellerne A-C definerer staten egnede bruttoarealer, men ikke den præcise projektkapacitet og tilsvarende nettilslutningskapacitet. I alle modeller vil staten udføre en lovpligtig strategisk miljøvurdering (SMV) af planen for hele bruttoarealet.

En model kan være, at kommercielle aktører vinder midlertidige brugsrettigheder til at foretage undersøgelser og modne projektets økonomi og konfiguration. ‘Use-it or lose-it’-princip med fremdriftskrav introduceres for at opretholde eksklusivitet. Sådanne udbud med større frihed til udvikler forventes i overvejende grad at være projekter med eksport af energi til udlandet – enten i form af projekter med direkte el-forbindelse direkte til udlandet eller gennem el konverteret til brint eller grønne PtX-produkter.

Myndighedernes modeller A-C omfatter alle, at projektudviklerne byder ind på projektområder og i forskelligt omfang definerer placering, form, størrelse m.m. Modellerne varierer i statslig risikominimering og planlægning.

- I model A er der størst designfrihed for projektudvikler. Her byder projektudviklerne ind på projektområder, de selv specificerer ift. placering, form, størrelse mv. inden for et statsligt udlagt bruttoareal.
- I model B har staten for at undgå potentielle projektoverlap opdelt bruttoarealet i matrikler, der kan bydes på.
- I model C er der sammen med opdeling af bruttoarealet foretaget ekstra føl-somhedsanalyser og miljøundersøgelser.

Alle modellerne kan fungere, og der er ikke noget, som tilsiger, at flere forskellige modeller med varierende grader af statslig risikominimering og planlægning ift. bruttoarealet, ikke kan sameksistere og supplere hinanden på forskellige dele af havarealet. Fra et investorperspektiv efter spørges grundlæggende mere fleksibilitet, så der kan skabes bedre forretningsudvikling og bedre mulighed for at modne tilhørende aftag f.eks. i form af projekter, der involverer elektrolyse.

Myndighederne bør være opmærksom på en iboende uhensigtsmæssighed ved grundige forundersøgelser foretaget af staten i Model C under et markedsdrevet udbygningsregime. Der vil være betydelige statslige omkostninger, som risikerer at ende som udgifter og ikke blot udlæg, da der bør udbydes flere arealer, end der er markedsrettet efterspørgsel på, hvis man vil undgå, at staten skaber en kunstig knaphed på areal og deraf følgende kunstigt høje energipriser til skade for konkurrenceevnen, europæisk energisikkerhed og udbygningstempo og beskæftigelse.

Udpegningen af bruttoarealer, og i model B og C's tilfælde udmatrিকulationen af disse, bør kunne rumme områder til større energi hubs (inklusive storskala brint- og energihubs) henblik på, at udvikler primært kan udnytte området til eksport af el og brint til Danmarks nabolande. Samtidig bør udpegningen af bruttoarealer variere i størrelse og afstand, så kommercielle ønsker om mindre kystnære projekter, også kan realiseres¹⁸. Angående nettilslutningsvilkår, er det i dette udbygningsspor projektudvikler, som ansøger om nettilslutning, samt ansøger TSO om en pris og et tidspunkt for dette. I forbindelse med fastsættelse af udbud som tilsluttes til udlandet, vil der dog skulle defineres en klarere proces for, hvordan udviklerdrevne projekter kan kobles op på udenlandske TSO-net.

¹⁸ Udpegningen af bruttoarealer til udbud af havvindsområder med udviklerdrevet tilgang kan også indeholde muligheden for et mindre bruttoareal relativt tæt på kysten som udlægges med primært testhensyn til gavn for bl.a. OEM-segmentet. Succesen af et sådan spor vil være afhængigt af: 1) sikkerhed for at møllerne kan levere strøm til nettet efter testperioden, 2) at der samtidig etableres et andet projekt i relativ nærhed så OEM & udvikler kan sikre synergier ved at benytte allerede tilstedeværende installationsskibe, 3) at der opnås enighed mellem udvikler og OEM om den projektspecifikke aftale.



Betalingsmodeller

Modellen designes sådan, at den ikke medfører dansk statsstøtte. I stedet kan betalingen til den danske stat under udbud af havvindområder med udviklerdrevet tilgang bestå i to adskilte betalingsstrømme. En betalingsstrøm fastsættes via udbud i konkurrence mellem kommercielle aktører om den højeste betaling for leje af havbund i undersøgelsesfasen eventuelt med en administrativ fastsat minimumsbetaling. For at sikre et transparent produkt i konkurrencen om forundersøgelsesretten, kan tidsrammen for forundersøgelsesoptionen tydeligt defineres, f.eks. med et fastsat antal år, evt. i kombination med fremdriftskrav.

Projektområder under dette udbygningsspor vil have en relativt lavere værdi og højere risikopræmie end arealer udbudt gennem traditionelle statsligt centraliserede udbud, da disse ikke er forundersøgte og ikke har en garanteret tidsplan eller fastlagt den præcise størrelse og nettilslutning. Dette vil afspejle sig i udviklernes bud, som skal indarbejde både værdien af områdets eksklusivitet i undersøgelsesfasen og den fulde værdi af et potentielt projekt i koncessionsperioden.

Særligt sidstnævnte vil være vanskeligt, da projektudvikler ved budafgivning ikke kender til endelige potentielle projektdesign, men netop byder for at undersøge de kommercielle muligheder og rentabilitet for et projekt. En anden betalingsstrøm under selve koncessionsperioden vil kunne imødegå dette.

Hvis staten vælger også at indføre en betaling under koncessionsperioden vil denne kunne være administrativ

fastsat og afspejle den reelle værdiskabelse. Dette står i kontrast til en tilgang med ens betaling for hver produceret kilowatttime, uanset den enkelte elektrons forskellige værdipotentiale (betaling pr. produceret kWh). Betaling, som afspejler den reelle værdiskabelse, vil dermed være variabel. Dette vil i teorien give staten andel i den realiserede ressourcerente, og ikke kun den forventede ressourcerente på budtidspunktet.

En administrativ fastsat betaling, der er direkte knyttet til reel værdiskabelse, kan realiseres gennem:

- En beskatning af overskuddet fra elproduktionen (svarende til den danske kulbrintebeskatning). Denne model forudsætter en aftale om et passende rammeværk, der sikrer mod intern prismanipulation (transfer pricing).
- En indtægtsdelingsmodel inspireret af en omvendt, ensidet CfD-model (Contract for Difference). Betalingen vil i dette tilfælde være en fast procentdel af indtægten over en fastsat strike price. Modellen bør ledsages af en aftalt betalingsgrænse, som forhindrer staten i at opnå hele gevinsten ved stigende elpriser.
- Eventuelt statsligt medejerskab, hvor staten indtræder som passiv medejer af projekterne gennem et statsejet holdingselskab (A/S), der rejser og investerer egenkapital for at opnå en ejerandel på X pct. Denne model bør baseres på et klart armslængdeprincip og give udvikleren tilstrækkelig fleksibilitet til at optimere det samlede projekt – både havinddelen og det tilknyttede elforbrug.



Selv mindre ændringer i udformningen af de enkelte betalingsmodeller kan påvirke incitamentsstrukturen og gøre dem mindre attraktive sammenlignet med andre modeller. Det er derfor ikke muligt på nuværende tidspunkt at pege på én foretrukken betalingsmodel. En grundig videre analyse af konsekvenser, incitamenter og de konkrete designparametre for hver model er derfor nødvendig.

Generelt bør myndighederne være opmærksomme på, at det kommercielle betalingsniveau for retten til at forundersøge et område må forventes at være relativt begrænset i et markedsdrevet udbygningsregime. Det skyldes, at der gennem markedsdrevet udbygning udbydes flere arealer, end der er umiddelbart markeds-mæssig efterspørgsel på for at undgå en kunstig skabt arealknaphed med indtægtoptimering på det enkelte havareal.

Tildelingskriterier

Pris bør være udslagsgivende for projekter realiseret under udbud af havvindsområder med udviklerdrevet tilgang – ligesom ved havvind direkte tilsluttet udlandet. Dog vil der blive behov for særskilte rammer angående tildelingskriterier for projekter realiseret under myndighedernes model A, hvor projektudvikler har størst designfrihed. Det skyldes risikoen for, at flere projektudviklere byder ind med overlappende projektområder i det samme bruttoareal.

Et set-up hvor byderne f.eks. konkurrerer om størrelsen på overskudsdeling med staten over projektets levetid vurderes vanskeligt, da de kommercielle aktører på budtidspunktet ikke kender det endelige projekt-design og afsætningsmuligheder. Dette kan tale for f.eks. tildeling gennem konkurrence om kr./km².

I et markedsdrevet udbygningsspor har myndighederne fortsat en vigtig rolle i at sikre tilstrækkelig lovgivning om opførsel af energihubs, brintproduktion til havs samt håndtering af mellemstatslige aftaler for eksport af strøm og energi.

Udfordringsbillede og opmærksomhedspunkter ved modning af hybridprojekter

Myndighedernes analyse skitserer kort, at såkaldte 'hybride elhubs' frem mod 2050 kan være en rentabel måde at høste det danske havvindpotentiale, som ligger langt fra kysten. Hybridprojekter – defineret som havvind tilsluttet flere markedsområder via interconnectorer – rummer positive effekter i dobbeltudnyttelsen af transmissionsinfrastrukturen til ilandføring af strøm og samhandel mellem markedsområder. Energiø Bornholm er det mest fremskredne eksempel på et sådant projekt i større skala. Men hybridprojekter er komplekse i deres natur og gevinsterne i projekterne fordeles både mellem forskellige lande og mellem forskellige interessenter inden for hvert land.

Derfor er projekterne særligt afhængige af, at der etableres omkostningsdelingsmodeller mellem lande, og at rolle- og ansvarsfordelingen mellem myndigheder, systemoperatører og havindejere er meget mere klar end tilfældet er i dag. Det er vigtigt, at Danmark er med til at udvikle disse løsninger på EU-niveau, når hybridprojekter skal realiseres. Ved hybridprojekter indgår etablering af interconnectorer, hvorfor transmissions-scope ikke kan ejes af havvindudviklere men ejes og drives af TSO'er.

Overlap mellem fremtidige udbygningsspor

Når de regulatoriske rammer og erfaringer med havvind direkte tilsluttet udlandet og hybridkoncepter er etableret og modnet, kan udbygningsspor smelte sammen. På sigt bør havvind forbundet til udlandet f.eks. kunne være udviklerdrevet. Det betyder, at en havvindudvikler som har vundet midlertidige brugsrettigheder til et havareal i den udviklerdrevne tilgang, skal kunne opnå støtte fra et andet aftagerland. På den måde er der overlap mellem de forskellige udbygningsspor. Forskellene mellem udbygningssporene ligger derfor i høj grad i arealplanlægningen, udbudsmodellen og rollefordeling af staten og udvikler overfor sikkerheden for udbygningen af arealerne.

Sammenfatning af udbygningsspor



Klargøring dansk havvind direkte tilsluttet udlandet



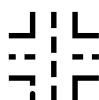
- Aftalen om Energjø Bornholm viser en tysk betalingsvillighed for dansk havvind. Det skyldes, at tyskerne kan få bedre og billigere havvind for pengene, hvis de importerer det fra Danmark.
- Nu bør der hurtigt klarlægges en model, hvor havvind i dansk farvand direkte kan tilsluttes Tyskland uden om det danske elnet – og hvor der er mulighed for tysk finansieret støttemulighed (CfD'er) og risikoafdækning.
- Det vil sikre den danske stat indtægter ved havbundsleje i tillæg til arbejdspladser i konstruktions- og driftsfasen.
- Arealet Kriegers Flak II er oplagt som pilotprojekt grundet den geografiske nærhed til Tyskland.

Klargøring af udbud af havindsområder med udviklerdrevet tilgang



- Markedet skal have løbende mulighed for at vurdere havvindens rentabilitet og appetitten på dansk støttefri havvind.
- Virksomhederne får større fleksibilitet til at designe projekterne i stor skala og beslutte, hvornår møllerne skal på havet.
- Projekterne forventes overvejende grad at eksportere energi til udlandet – enten i form af el, brint eller grønne PtX-produkter.
- Staten opnår indtægter via en havbundsleje i en udviklingsfase og sikrer sig rimelige del af indtægterne under driften. De allerede forundersøgte arealer Nordsøen Nord og Kattegat er oplagte til pilotprojekter.

Fortsat modning af hybridprojekter



- Hybridprojekter forstås som kombineret elproduktion og eltransmission mellem to eller flere lande – og med mulighed for brintproduktion.
- Fordelene ved projekter er ikke mindst dobbeltudnyttelsen af transmissionsinfrastrukturen til indføring af strøm og samhandel mellem markedsområder.
- Energjø Bornholm er det mest fremskredne eksempel på et sådant projekt i større skala.
- Projekterne er særligt afhængige af, at der etableres en mere klar omkostningsdeling mellem involverede tilsluttede lande og aktører. Danmark skal være med til at udvikle disse løsninger på EU-niveau.

Efterspørgsel efter elektricitet

C3

Danmark kan ikke alene kan aftage al den strøm, der kan produceres i dansk farvand. Det understreger, at udbygningen af havvind og elektrificeringen af Danmarks og Europas energiforbrug er to sider af samme sag: Danmark kan bidrage afgørende til den grønne elektrificering af Europa, men kun hvis der samtidig sker en omfattende omstilling af forbruget i Europa, og hvis strømmen kan flyde frit på tværs af grænser.

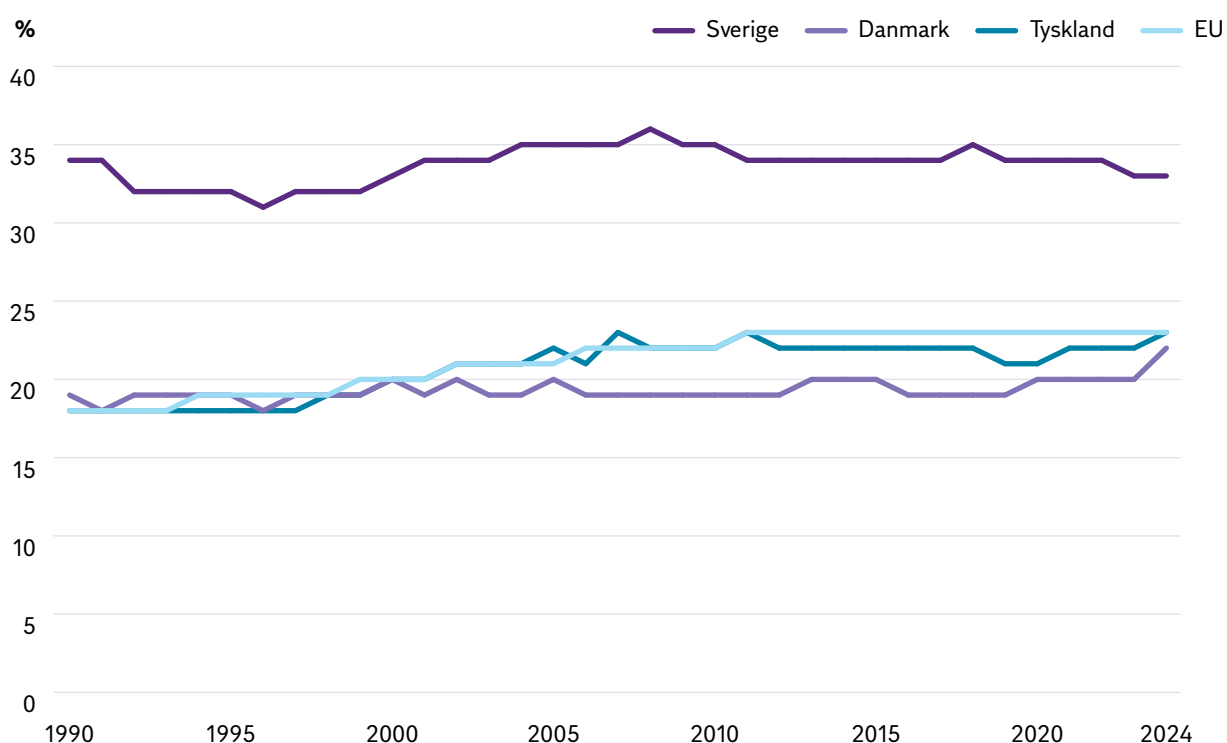
En stærk, sammenkoblet europæisk elinfrastruktur er derfor en forudsætning for, at dansk havvind kan udfolde sit fulde potentiale. Jo mere Europa elektrificerer sin industri, transport og varmeforsyning, desto større bliver behovet for, og dermed værdien af grøn strøm fra havvind på den danske havbund.

3.1. Elektrificering – historisk og status

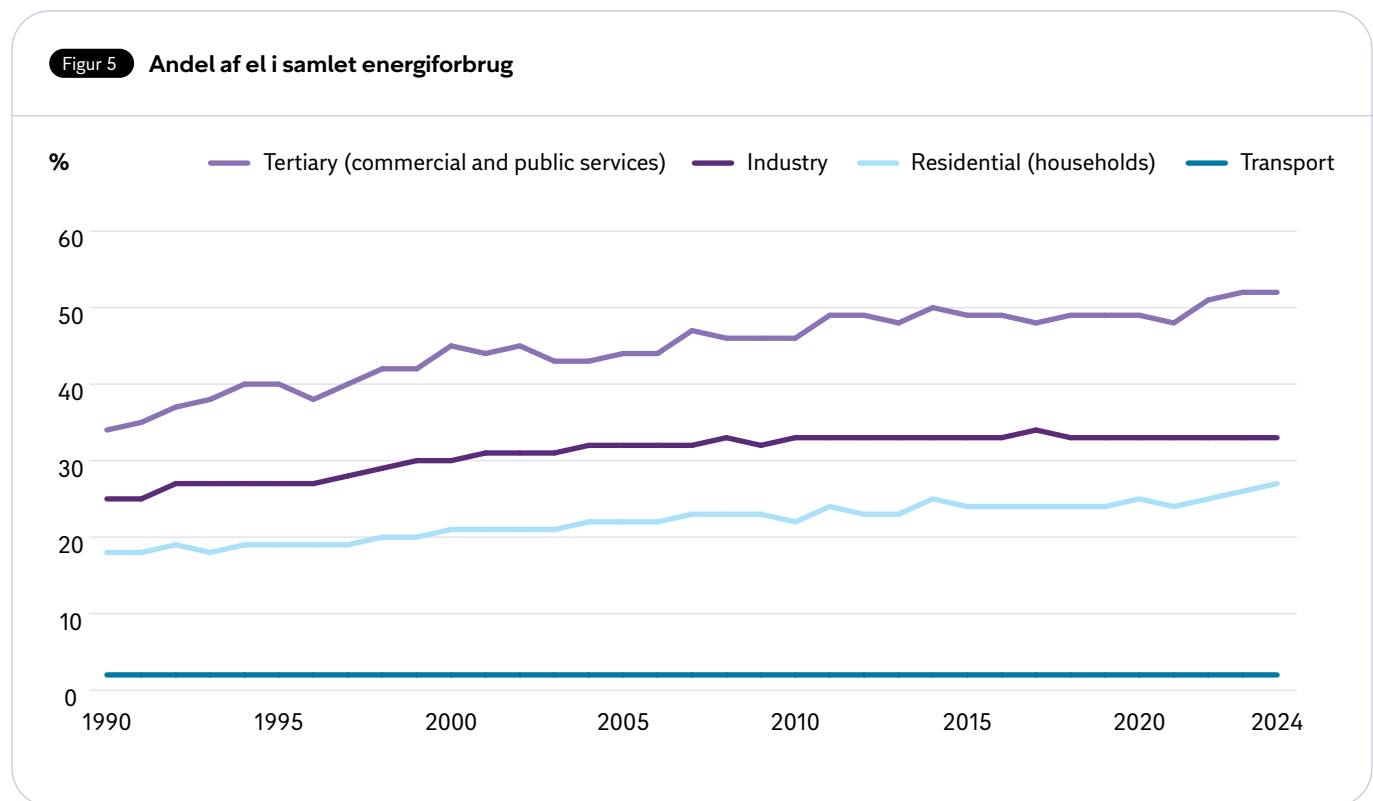
Ifølge tal fra Eurostat har elektrificeringsgraden i EU dog stået bemærkelsesværdigt stille gennem det meste af de seneste tre årtier. Først i de seneste år er der igen sket en udvikling, jf. figur 4.

Figur 4: Eurostat, Simplified energy balances (nrg_bal_s), egen beregning.

Figur 4 Udvikling i elektrificeringsgraden: EU, Danmark, Sverige og Tyskland



Udviklingen i elektrificeringsgraden giver et overordnet billede af, hvor langt Europa er nået i omstillingen mod elbaseret energiforbrug. For at forstå, hvad der har drevet denne udvikling, er det imidlertid nødvendigt at se nærmere på, hvordan elektrificeringen fordeler sig på enkelte sektorer. Figur 5 viser andelen af el i det samlede energiforbrug på tværs af sektorer i EU.



Figur 5: Eurostat, Simplified energy balances (nrg_bal_s).



Udviklingen i elektrificeringsgraden og elektrificeringen af de ovennævnte sektorer drives blandt andet af nye anvendelser som varmepumper, elovne og elbiler, som i de senere år er blevet billigere og mere effektive¹⁹. Samtidig er priserne på vedvarende

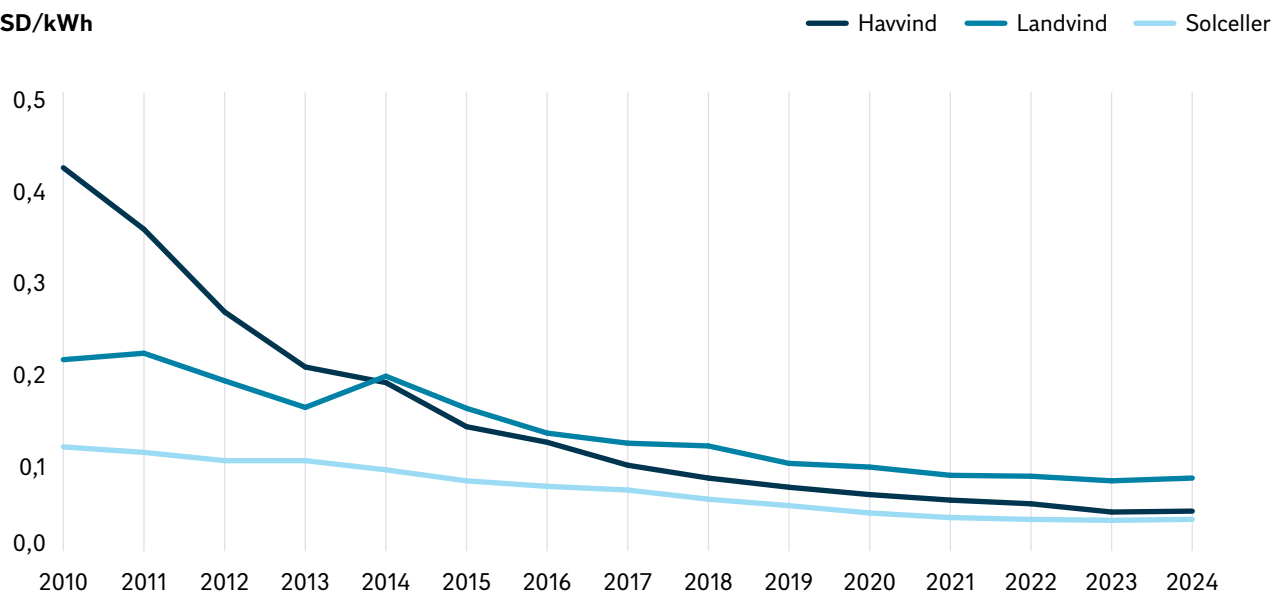
elproduktion faldet betydeligt. Figur 6a og 6b illustrerer den globale prisudvikling over en årrække for henholdsvis vedvarende elproduktion samt for lithium-ion-batterier.

Figur 6a

Figur 6b

Udvikling i globale LCOE for vedvarende elproduktion, 2010 – 2024

USD/kWh

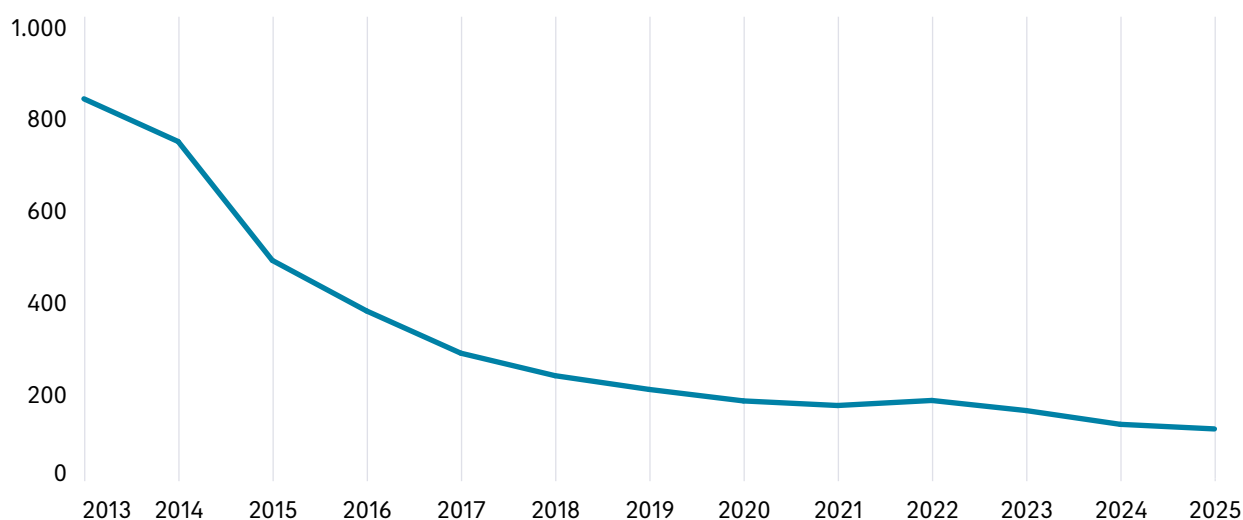


Figur 6a

Figur 6b

Udvikling i globale priser på lithium-ion-batterier, 2013 – 2025

Pris i 2024 USD/kWh



¹⁹ IEA, Electricity 2026

Figur 6a: IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2024, Figure 1.2. (2010 – 2024).

Figur 6b: Statista, Lithium-ion battery price worldwide (2013 – 2025). Priserne er angivet som gennemsnitlig global pris pr. kilowatt-time (USD/kWh) for batteripakker og afspejler effekten af stordriftsproduktion, teknologisk udvikling og øgede investeringer i batteriproduktion.

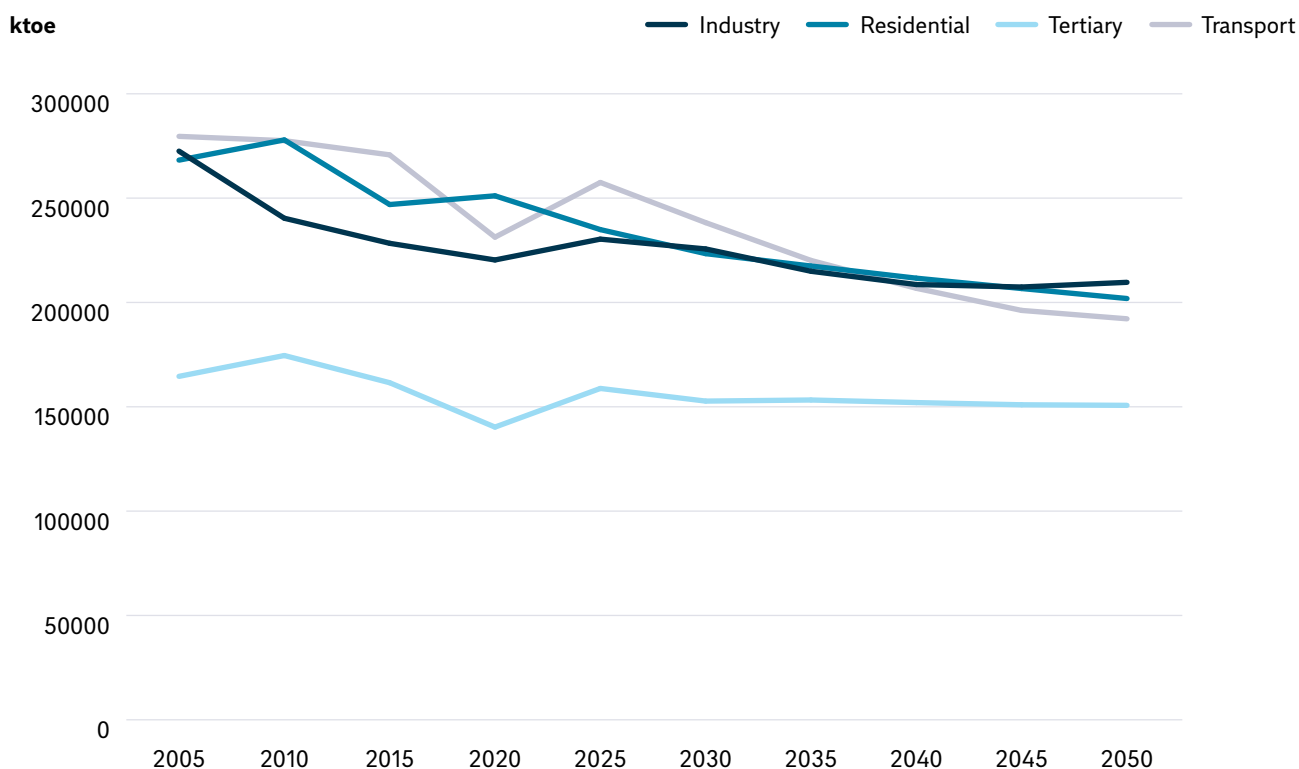


Derudover har udrulningen af elbiler og ladeinfrastruktur i hele Europa bidraget mærkbart til elektrificeringen. Flere medlemslande har desuden gennemført afgiftsomlægninger og elafgiftslempler for at understøtte skiftet fra gas og olie til el i industri og bygninger.

En yderligere strukturel drivkraft for elektrificering er de højere naturgaspriser efter Ruslands

invasion af Ukraine, hvor prissætningen i højere grad bestemmes af det globale LNG-marked. Denne udvikling har gjort elektrificering baseret på VE-strøm mere økonomisk attraktiv sammenlignet med fossile alternativer. Slutteligt kommer et hurtigt stigende udbud af grøn strøm fra vedvarende energi i hele Europa, som har styrket elektrificeringens økonomiske grundlag.

Figur 7 Forventede slutenergiforbrug i EU fordelt på sektorer (2005–2050, REF 2020)



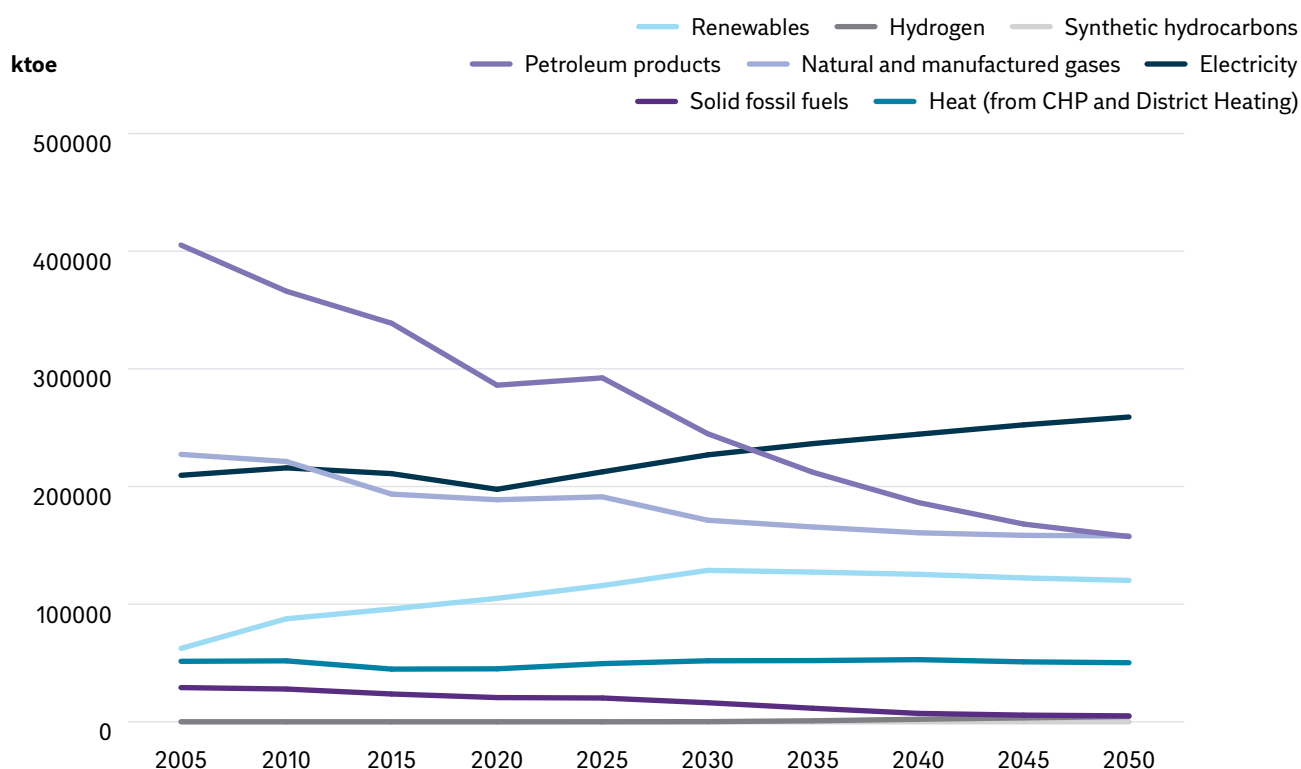
Figur 7: Europa-Kommissionen (2020). EU Reference Scenario 2020. Directorate-General for Energy. Data tilgængelig via EU's energimodelleringsdatasæt: <https://data.europa.eu/data/datasets/energy-modelling>. *Tertiary omfatter bygningsrelateret energiforbrug i private og offentlige servicebygninger.



I Danmark følger udviklingen det europæiske mønster, men på trods af en af verdens grønneste elproduktioner, har Danmark alligevel en lavere elektrificeringsgrad end gennemsnittet. Omvendt er Norge med nogle af verdens største fossile energiresourcer en af de mest elektrificerede lande i verden, drevet af billig vandkraft. Danmark er således et godt eksempel på, at det ikke er nok, at et land har en stor VE-produktion, hvis man vil elektrificere. Fremskrivninger viser²⁰, at EU's samlede elforbrug forventes at stige med 300 TWh om året frem mod 2030, hvilket bl.a. drives af elektrificering af industri, transport og bygninger samt en større efterspørgsel fra datacentre. Potentialet er der således, men det skal udløses og fordelene samt den strategiske betydning ved elektrificering skal tales op politisk. Samtidig er der afgørende, at der skabes additionelle og konkrete incitamenter, som gør det attraktivt for virksomheder at omlægge til elektrificeret produktion.

²⁰ IEA, Electricity 2026

Figur 8 Fremskrivning af EU's slutenergiforbrug fordelt på energikilder (2005–2050)



Figur 8: Europa-Kommissionen (2020). EU Reference Scenario 2020 (REF2020). Directorate-General for Energy. *Heat (from CHP and district heating) dækker leveret varme fra kraftvarmeverker (CHP) og fjernvarmesystemer til slutbrug, primært til rumopvarmning, varmt brugsvand og procesvarme.

3.2.

Fordele ved elektrificering

Lavere energiomkostninger og øget konkurrenceevne

Elektrificering er den mest omkostningseffektive vej til at reducere både energipriser og CO₂-udledninger i Europa. Når strømmen produceres ved hjælp af europæisk vedvarende energi frem for importerede fossile brændsler, falder de samlede energisystemomkostninger markant, og forsyningssikkerheden styrkes. En omfattende elektrificering af industri, transport og bygninger, understøttet af udbygningen af vedvarende energi, kan reducere Europas samlede energisystemomkostninger markant.

Samtidig vil det give lavere, mere stabile og forudsigelige energipriser for både virksomheder og husholdninger²¹. Det understøttes af et nyt studie fra WindEurope²², som viser, at et VE-baseret energisystem drevet af massiv elektrificering er den mest omkostningseffektive vej til at nå netto-nul i 2050 – også når omkostninger til net, lagring og backup indregnes. En analyse viser desuden²³, at en målrettet indsats for elektrificering og energieffektivisering kan medføre energibesparelser for erhvervslivet på op til 3 mia. kr. årligt i 2030.

Øget forsyningssikkerhed og robusthed

Ifølge EU-Kommissionen importerer EU over 90 pct. af sin olie og gas²⁴. Med øget elektrificering og markedsintegration kan

importen reduceres med 80 pct. frem mod 2050, og medvirke til energiuafhængighed og dermed også øget forsynings-sikkerheden²⁵.

Ifølge Energinet oplever Danmark allerede i dag over 500 timer årligt med elpriser under 0 €/MWh, hvilket illustrerer, at udbud og efterspørgsel i elsystemet ikke altid følges ad²⁶. De negative priser opstår, når stor produktion fra vind og sol ikke modsvares af tilstrækkeligt forbrug, lagring eller eksportmuligheder. En højere og mere fleksibel efterspørgsel vil kunne udjævne prisudsvingene, reducere behovet for nedregulering af vedvarende energi og samtidig styrke den samlede økonomi i energisystemet, hvilket alt sammen gør systemet mere robust.

Mindre eksponering mod volatile olie- og gaspriser

En øget andel af direkte elbaseret energiforbrug gør virksomheder mindre udsatte for globale olie- og gasprisudsving. Under energikrisen 2022-2023 oplevede Danmark og EU rekordstore prisstigninger, i høj grad drevet af stigende gaspriser. I den sammenhæng kan elektrificering bidrage til at reducere virksomheders sårbarhed over for energiprisudsving²⁷. I modsætning til olie og gas er vedvarende energi lokale ressourcer, ikke globale handelsvarer. Når elforbruget i stigende grad baseres på

vedvarende energi som f.eks. sol og vind, reduceres afhængigheden af importerede brændsler. Dermed bliver energipriserne mindre følsomme over for geopolitiske chok. Elektrificering kan således bidrage til lavere prisvolatilitet og større forudsigelighed i energiregnskabet, hvilket styrker konkurrenceevnen for elintensive virksomheder, jf. figurerne 9 og 10 nedenfor.

21 Charging Ahead - A Roadmap for an Electrified, Competitive and Resilient European Energy System, CIP

22 A renewables-based energy system will save Europe 1.6 trillion – Wind Europe

23 Viegand og Maagøe 2023

24 Eurostat, 2026

25 Charging Ahead - A Roadmap for an Electrified, Competitive and Resilient European Energy System, CIP"

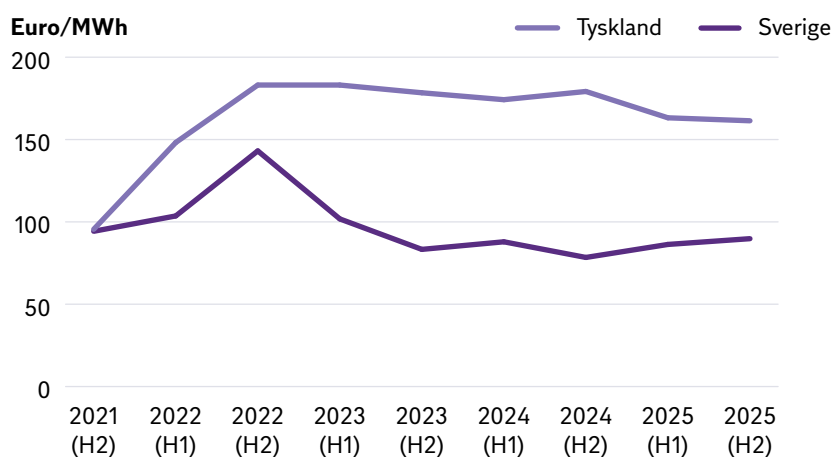
26 Energinet 2025

27 IEA, World Energy Outlook 2024

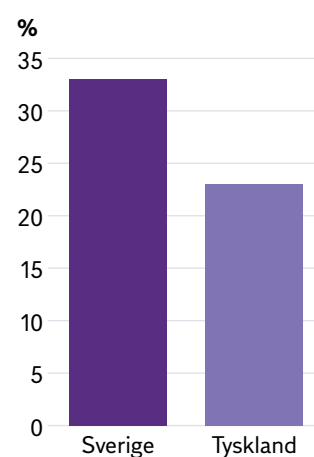
Figur 9: Eurostat, nrg_pc_205

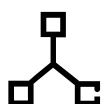
Figur 10: Eurostat, nrg_s_bal

Figur 9 Elprisudvikling



Figur 10 Elektrificeringsgrad





Potentialet ved udlandsforbindelser og markedsintegration

Som beskrevet i starten af inde-værende kapitel står Danmark over for et grundlæggende vilkår: vi kan ikke selv aftage al den grønne strøm, vi har potentiale for at producere. For at nyttiggøre det fulde potentiale kræver det bl.a. kobling af havvind direkte til udlandet som beskrevet i kapitel 2. Derudover kræver det stærke udlandsforbindelser samt ikke mindst et mere integreret europæisk elmarked, hvor strømmen kan flyde frit derhen, hvor behovet er størst. Uden effektive eksport- og importmuligheder risikerer store mængder grøn strøm at gå til spilde i perioder med overproduktion, mens andre regioner samtidig må dække deres efterspørgsel med fossile brændsler.

Et tættere integreret marked er derfor afgørende, ikke kun for Danmark, men for hele Europa. En bedre samordning²⁸ af elhandel og grænseoverskridende kabler

kan markant reducere prisudsving, øge forsyningssikkerheden og skabe et mere konkurrencedygtigt energisystem. De peger begge på, at transmissionsforbindelser mellem medlemslandene er en nøgleforudsætning for at realisere Europas elektrificering og udnytte de regionale styrker i VE-produktionen, herunder særligt Nordsøens havvind.

The European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators (ACER)²⁹ har opgjort, at man i 2021 opnåede en samfundsøkonomisk gevinst på 34 mia. EUR ved, at elmarkedet var blevet mere integreret. Den samfundsøkonomiske gevinst var både et udtryk for lavere forbrugerpriser og højere elforsyningssikkerhed. Elementer som begge understøtter en yderligere elektrificering. ACER fastslår samtidig, at en yderligere integration af elmarkedet vil øge de samfundsøkonomiske gevinster markant.

²⁸ Enrico Letta: Much More Than a Market Report (2024) og Mario Draghi: Report on European Competitiveness (2024)

²⁹ ACER, Market Monitoring Report

Gevinster ved elektrificering

Effektområde	Gevinst ved elektrificering
Lavere omkostninger	Elektrificering og VE kan reducere Europas samlede energisystemomkostninger.
Mindre importafhængighed	Elektrificering kan reducere EU's fossilimport.
Stabile priser og konkurrenceevne	Elbaseret energiforbrug mindsker prisvolatilitet.
Højere effektivitet	Elektriske teknologier er markant mere effektive end fossile.
Et stærkere, integreret marked	Et mere integreret elmarked giver samfundsøkonomisk værdi. ACER har opgjort værdien til 34 mia. euro i 2021.
Klimaeffekt	Elektrificering reducerer CO ₂ -udledninger, fordi el fra vedvarende kilder erstatter fossile brændsler i f.eks. produktion, transport og opvarmning.

Maritim elektrificering som nyt elektrificeringspotentiale



Maritim elektrificering rummer et stort uudnyttet elektrificeringspotentiale, hvor havvind kan levere omkostningseffektiv el- og ladeinfrastruktur i havne og på havet. For få år siden var elektrificering af store færger og regionale fragtskibe ikke muligt, men i dag investerer skibssredere i større og større batteridrevne skibe. Havvindmølleparkerne har potentiale til at levere den

nødvendige elproduktion til den brede maritime elektrificering, hvis elektriciteten kan tilsluttes direkte til forbrugeren inden tilslutning til det kollektive transmissionsnet. Forbrugeren kunne f.eks. være et regionalt fragtskib i rute. Hermed er der mulighed for reduceret kabelbehov, landanlæg og integrationsudfordringerne med store og til tider varierende elforbrug.

3.3. Barrierer for elektrificering

På trods af de betydelige gevinster for samfundet har elektrificeringen ikke udviklet sig betydeligt over mange år. Det skyldes en række strukturelle og regulatoriske barrierer, som skal håndteres, hvis Europa skal realisere sit fulde elektrificeringspotentiale og udnytte de tilhørende økonomiske og strategiske fordele.

Pris og markedsvilkår

Elektrificering forudsætter, at elforbrug er økonomisk attraktivt for virksomheder og forbrugere relativt til andre energiløsninger. Grøn strøm fra vedvarende energikilder er som udgangspunkt den billigste kilde til el i Europa, men mange virksomheder oplever fortsat usikkerhed om fremtidige priser, afgifter og støtteordninger, ligesom der er tvivl om, hvilke investeringer der vil blive understøttet på nationalt og europæisk niveau. For at skabe et stabilt investeringsgrundlag i elektrificering kræver det langsigtet prissikkerhed, stabile rammevilkår og en retvisende CO₂-pris, der tydeligt afgiftspålægger fossile løsninger. Det er afgørende, at der fastholdes en CO₂-prissætning på europæisk niveau gennem et stærkt ETS-system og fastholdelse af et strukturelt sundt elmarkedsdesign, da en svækkelse af ETS vil mindske konkurrenceevnen for danske virksomheder, der betaler relativt høje danske CO₂- og energiafgifter, og dermed vil stå svagere end deres konkurrenter i vores europæiske nabolande.

Da elektrificering samtidig kræver betydelige investeringer, og erfaringerne med eksisterende støtteordninger i bl.a. Danmark og på europæisk plan viser begrænset effekt og manglende afløb, bør skattebaserede incitamenter som fradrag for elektrificeringsprojekter være med til at øge tempoet i omstillingen og styrke virksomhedernes investeringslyst. Samtidig mangler mange virksomheder klar og praktisk vejledning om elektrificeringsmuligheder, hvilket yderligere skaber usikkerhed og bremser nødvendige investeringer. Derudover udgør frygten for kommende "brownouts" eller egentlige "blackouts" en barriere for elektrificering. En ustabil elforsyning kan medføre betydelige driftsmæssige og økonomiske risici, hvilket kan gøre virksomheder tilbageholdende med at investere i elbaserede løsninger, hvis forsyningssikkerheden opleves som usikker. Det er derfor vigtigt både at oplyse om den i praksis lave risiko og samtidig give virksomhederne klar vejledning i

afbødende tiltag, der yderligere kan reducere risikoen for brown- og blackouts. Samtidig bør der fremmes nye løsninger, herunder fleksibilitet, som kan mindske sårbarheden og reducere risikoen for elforbrugende virksomheder.

Tariffer, fleksibilitet og systemtilpasning

Elektrificering understøttet af vedvarende energi markerer et strukturelt skifte i Europas energiforsyning; fra et centraliseret system baseret på fossile brændsler til et decentralt system med tusindvis af mindre enheder, hvor elproduktionen i høj grad fluktuerer. Det stiller nye krav til markedsdesign, tariffer og incitamenter for fleksibilitet og medfører samtidig betydelige omstillingsudgifter for virksomheder i overgangen fra fossilt til elbaseret forbrug. Mange lande mangler fortsat tidsdifferentierede tariffer, der belønner forbrug i lavbelastningsperioder og fremmer brugen af lagring og fleksible teknologier. Et mere fleksibelt elsystem kan reducere og målrette behovet for ny netkapacitet og øge muligheden for strømforbrug fra vedvarende energikilder i perioder med lave elpriser, men er også nødvendigt for at undgå risiko for "brownouts" og for at styrke den fremtidige forsyningssikkerhed.

Det forudsætter dog klare regler for deltagelse i markederne og adgang for flere aktører. Den stigende andel af vedvarende energi ændrer grundlæggende prisdannelsen i elmarkedet. I perioder med høj produktion fra vind og sol falder elpriserne markant, hvilket øger behovet for, og rentabiliteten af, investeringer i fleksibilitet og lagring. Samtidig mangler der forudsigelige markedsmekanismer og ensartede rammebetingelser på tværs af EU, hvilket gør det vanskeligt for virksomheder at vurdere, hvordan og i hvilket omfang fleksibilitet og systemydelser belønnes. Den manglende gennemsigthed og stabile incitamentsstruktur udgør dermed en væsentlig barriere for investeringer i de teknologier og løsninger, der skal sikre et fleksibelt og balanceret energisystem.

3.4. Anbefalinger

3.4.1. Anbefaling 1 Akutplan der sætter grøn strøm til Danmark (kort sigt)



Regeringen bør udarbejde en samlet plan for elektrificeringen af Danmark. Samtidig bør regeringen fremlægge en reform, der gør det både økonomisk attraktivt og lovgivningsmæssigt muligt at bruge grøn strøm dér, hvor den produceres ved:

- Støttemuligheder bør justeres, så de i højere grad fremmer virksomheders investeringer i elektrificering og energieffektivisering, herunder er det afgørende, at der sikres en model, der giver højt afløb og lave transaktionsomkostninger for virksomheder, der anvender ordningen. Det bør undersøges, om dette kan ske mest effektivt via anvendelse af fradrag eller via justering af eksisterende støttepuljer på området. Dette bør ske i tråd med Energieffektiviseringsdirektivet (EU) 2023/1791, artikel 8 og 11.
- Ændring af planloven (§ 11 a og § 15), så store elforbrugere, Power-to-X-anlæg og batterier kan samplaceres med vind- og solparker udenfor byzoner, f.eks. i de nye statslige industriparker, hvormed de ikke skal underlægges særskilt dispensationsansøgning, i overensstemmelse med VE-direktivet (EU) 2018/2001, artikel 15 og 22.
- Offentliggørelse af en analyse af hensigtsmæssigheden i en mulig revision af elforsyningsloven (kap. 3 og 6, §§

27, 31 og 73) for at implementere Elmarkedsdirektivet (EU) 2019/944, artikel 38 om lukkede distributionssystemer, der giver mulighed for, at store virksomheder kan indgå i energifællesskaber og dele egenproduceret grøn strøm – med henblik på at afdække om et sådant tiltag skaber additional samfundsmæssig værdi³⁰.

- En analyse som udforsker behovet for, og den systemmæssige værdi af, Energinets konceptforslag om indfødningszoner³¹. Her vil være særlige vilkår for Energinets tarifiering, som skal sikre et geografisk signal for hvor f.eks. store mængder havvind bedst integreres i TSO-nettet. Formålet er også havvind i højere grad kobles sammen med store forbrugcentre, som datacentre eller energitunge industrivirksomheder som elektrolyse eller PtX-forædling. Det bør i den sammenhæng undersøges, om konceptet bidrager additional værdi til de generelle muligheder under reguleringen om direkte linjer og den eksisterende geografiske differentiering af nettilslutningsomkostninger.

En samlet indsats vil skabe billigere energi, styrke konkurrencekraften og sikre, at Danmark udnytter sit fulde elektrificeringspotentiale.

³⁰ Som led i den politiske aftale om Udbygningen af sol og vind på land fra oktober 2025 fremgår det, at regeringen vil undersøge "hensigtsmæssigheden af at implementere artikel 38 i elmarkedsdirektivet i dansk lovgivning og af deling af el inden for energifællesskaber på ikke-kommercielle vilkår".

³¹ Nye vinde til brint – PtX strategisk handlingsplan, januar 2020, PowerPoint-præsentation, bl.a. slide 18–19.

3.4.2.

Anbefaling 2

Gode rammer for batterier og fleksibelt elforbrug (kort sigt)



Danmark bør fremlægge en samlet plan for fleksibilitet, der kan understøtte elektrificeringen og sikre, at energiproduktion fra bl.a. havvind kan udnyttes effektivt. Samtidig bør der skabes gode rammer for batterier, så de kan fungere som en central fleksibilitetsressource. Det indebærer:

- At Plan- og Landdistriktsstyrelsens fortolkningsbidrag opdateres, så det klart fremgår, selvstændige batterier kan placeres i landzone ved transformestationer. Samtidig bør plangodkendelser til nye VE-projekter som udgangspunkt automatisk omfatte mulighed for at etablere samplacerede batterier, og ved eksisterende VE-parker bør etablering kunne ske med begrænsede VVM-krav, når der ikke er tale om væsentlige ændringer i projektets miljøpåvirkning. Der bør samtidig sikres en mere ensartet tilgang i kommunerne til sikkerhedskrav vedr. batterianlæg.
- At det bør vurderes, om de nuværende tarifmodeller for batterier i tilstrækkelig

grad afspejler batteriernes potentielle positive indflydelse på elnettets omkostninger.

- At Energinet skal kunne prioritere sagsbehandling og nettilslutning efter projekternes samfundsøkonomiske værdi og netvenlighed, herunder både realiserbarhed, men også værdiskabelsen af at få det pågældende projekt nettilsluttet. Samtidig bør der skabes klare regler, som sikrer, at oprindelsesgarantier ikke bortfalder, når VE-produceret strøm lagres i batterier, så lagring ikke bliver en barriere for PPA-markedet.
- At der sikres en hensigtsmæssig implementering af EU's kommende network code on demand-response, herunder Energinets fleksibilitetsbehovsanalyse, med fokus på at sikre sammenhæng mellem eksisterende systemmarkeder og et eventuelt kommende marked for indkøb af fleksibilitet til nettilstrækkelighed samt bedre rammer for decentrale fleksibilitetsløsninger.

3.4.3.

Anbefaling 3

Dansk indsats for et elektrificeret Europa (lang sigt)



Regeringen bør aktivt arbejde for, at EU styrker de fælles rammer for elektrificering.

- At den kommende Multiannual Financial Framework (MFF) prioriterer målrettet EU-finansiering til elektrificering og energinfrastruktur. MFF'en bør bl.a. gøre det lettere for medlemsstaterne at finansiere nationale tiltag, herunder fradrag, der fremmer elektrificering og energieffektivisering via EU-budgettet. En sådan tilgang vil være en effektiv måde at stimulere efterspørgslen efter elektricitet på tværs af Europa, samtidig med at den nationale kompetence på skatteområdet respekteres.
- At programmer som InvestEU og Den Europæiske Investeringsbank (EIB) i højere grad bruges til at understøtte virksomhedernes investeringer i elektrificering, fleksibilitet og lagring. Herunder bør disse – samt tilsvarende EU-låneinstrumenter – gøres mere

tilgængelige og brugervenlige, så både store og mindre virksomheder lettere kan få adgang til finansiering til gennemførelse af elektrificeringsprojekter, uden unødigt kompleksitet. Målrettet EU-finansiering og garantier kan samtidig medvirke til at mobilisere private investeringer, hvilket er nødvendigt for at sikre de omfattende investeringer, som elektrificeringen kræver.

- At Danmark arbejder for, at Electrification Action Plan, European Grid Package og Clean Energy Investment Strategy gennemføres i tæt sammenhæng, så udbygningen af infrastruktur som elnet og interconnectorer, markedsdesign samt rammerne for investering og finansiering understøtter hinanden. En sådan sammenhæng er nødvendig for at sikre et mere integreret, velfungerende og omkostningseffektivt europæisk energisystem og elmarked.

Efterspørgsel efter brint og andre grønne brændstoffer

4.1.

Indledning

Grøn brint og Power-to-X som drivkraft for havvind og grøn omstilling

Den grønne omstilling bevæger sig ind i en ny fase, hvor både direkte og indirekte elektrificering er afgørende. Mens mange sektorer kan elektrificeres direkte ved anvendelse af grøn strøm, er der sektorer, der på nuværende tidspunkt kun kan decarboniseres via grøn brint og grønne brintbase-rede brændstoffer (Power-to-X, PtX). Udviklingen og udbredelsen af disse teknologier er en central forudsætning for at realisere klimamålsætningerne og for at understøtte udbygningen af havvindskapaciteten.

Efterspørgslen efter grøn brint og PtX frem mod 2050 vil blive adresseret, og hvordan disse energibærere kan kobles til havvind. En tæt kobling mellem energiproduktion og energiforbrug kan sikre effektiv udnyttelse af vedvarende energi og tillige skabe stabile forretningsmodeller for både brintproduktion og havvind. For at styrke energiuafhængigheden i Danmark og Europa kræves en massiv opskalering af både produktion og aftag af vedvarende energi, både som direkte elforbrug og som konvertering til grønne molekyler.

C4t

4.2. Barrierer og den nuværende situation

EU-regulering og markedsforhold

Udviklingen af grøn brint og PtX er i høj grad formet af EU-regulering. Bindende rammer, herunder krav om anvendelse af EU-certificeret grøn brint (RFNBO)³² i industri og transport, skaber gradvist et mere stabilt marked og øger sikkerheden for aftag. RePowerEU fastsætter mål for samlet brintforbrug på 10 plus 10 mio. ton i 2030 og 40 plus 40 mio. ton i 2050, men EU-Kommissionens interne estimater peger på et lavere faktisk forbrug i 2030 på 3–6 mio. ton³³.

Tabel 3

Målsætninger vedtaget EU-regulering for CO₂-reduktion og RFNBO-forbrugsmål fordelt på sektorer

		2025	2030	2035	2040	2045	2050
FuelEU Maritime*		–2%	–6%	–14,5%	–31%	–62%	–80%
ReFuelEU Aviation	SAF	2%	6%	20%	34%	42%	75%
	e-SAF	—	1,2%	5%	10%	15%	35%
REDIII	Transport		Min. 1%**				
	Industri		Min. 42%	60%			

* FuelEU Maritime sætter krav om emissionsreduktioner, hvorfor procentsatserne er negative.

** Minimumskravet til RFNBOs i transportsektoren er 1%. 4,5% kan opfyldes ved RFNBO eller avancerede biobrændstoffer. Der skal således være min. 5,5% iblanding i 2030, der kan nås kun ved RFNBO.

Som det fremgår af tabel 3, stiger usikkerheden efter 2030 betydeligt, da der endnu ikke er fastlagt yderlige ambitioner for EU-certificeret grøn brint til transport og industri³⁴. Fremskrivninger peger mod et årligt behov på ca. 41,6 mio. ton grøn brint i 2050³⁵, men sådanne estimater er følsomme over for teknologisk udvikling, prisudvikling og regulatoriske rammer.

32 Renewable fuel of non-biological origin – EU-certificeret grøn brint, der lever op til kravene i REDIII <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:32023R1184>

33 https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-10-2024-003068-ASW_EN.pdf

34 I Tyskland har man valgt at gå videre end 2030-kravene i REDIII, og fortsætter stigningen af RFNBO i transportsektoren til 12 pct. i 2040 <https://energy-regulation.de/renewable-energy-directive-red-iii-implementation-in-germany/>

35 Ifølge fremskrivninger fra European Hydrogen Observatory er behovet for grøn brint ~1386 TW/h årligt / ~41,58 Mt i 2050 <https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/tools-reports/scenarios-future-hydrogen-demand>



Flere potentielle barrierer kan begrænse udviklingen:

- National implementering af EU-regulering varierer, og EU's håndhævelse heraf er på lange stræk uklar, hvilket kan forsinke investeringer.
- Manglende politisk handling for at udjævne prisforskellen mellem fossil og grøn brint hæmmer efterspørgslen.
- Nuværende iværksatte støttemodeller som produktionsstøtte formår ikke at sikre den nødvendige udvikling og opskalering af brint- og PtX-produktionen. Derfor er det vigtigt at tænke aftaget ind i fremtidige modeller. Her kan støttemodeller som dobbeltsidede udbud blive afgørende for, at markedet modnes i tilstrækkeligt hurtigt tempo, og at brint- og vedvarende energiproduktion opskaleres simultant.

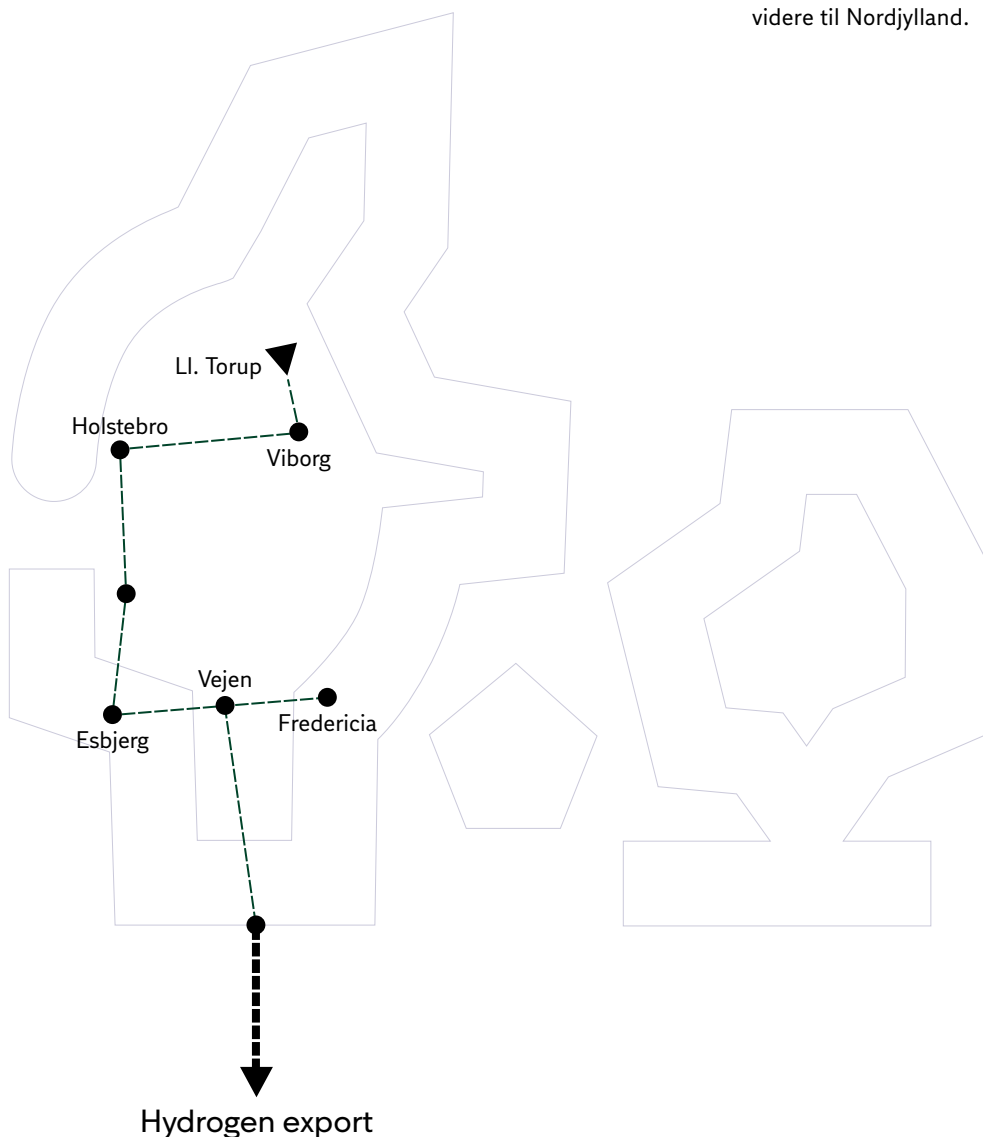
- Manglende adgang til national og tværeuropæisk rørført brintinfrastruktur er en yderligere begrænsning for storskala produktion og eksport såvel som udvikling af et velfungerende marked.

Grøn brint og PtX-brændstoffer styrker europæisk resiliens

Uden flydende grønne brændstoffer og grøn ammoniak fastholdes sektorer, der ikke kan elektrificeres direkte, i fossile afhængighedsmønstre, hvilket udgør både klima- og forsyningsmæssige udfordringer. Det er afgørende for dansk og europæisk resiliens og energimæssig uafhængighed, at indsatsen for egenproducerede grønne PtX-brændstoffer såvel som grøn ammoniak intensiveres, så også de udledningstunge sektorer gøres uafhængige af importeret fossil energi.

Afklaring på brintinfrastrukturens næste faser

Der er indgået en politisk aftale om etableringen af den første etape af den danske brintinfrastruktur, det såkaldte "7-tal"³⁶. Det er en vigtig start, der vil binde danske brintproducenter med det store, tyske marked og resten af Europa, og infrastrukturen er dermed af meget stor betydning for efterspørgslen efter dansk brint. Derfor er det uhyre vigtigt, at "7-tallet" med forbindelse til Tyskland etableres hurtigst muligt, da aftaget fra især de tyske industrikunder er afgørende i opskaleringen af den danske brint- og PtX-produktion. Der er dog behov for yderligere handling på infrastrukturuområdet, så flere producenter får adgang, og der kan etableres strategisk grøn energilagring. Derfor skal der hurtigst muligt lægges en plan for etableringen af det fulde jyske brint backbone med forbindelse til Fredericia samt lagerfaciliteterne i Lille Torup og på sigt videre til Nordjylland.



36 Brintinfrastruktur til Tyskland: Muliggørelse af Syvtallet, politisk aftale, 6. februar 2025

4.3. Potentialer

Integration med havvind og øget aftag

Storskala produktion af grøn brint og PtX kan styrke businesscasen for havvind gennem stabilt og markant øget aftag af grøn strøm og samtidig sikre fuld udnyttelse af produktionskapaciteten. Det styrker den kommercielle basis for udbygningen, og kan reducere behovet for særskilt støtte til havvind.

Når energikonvertering indtænkes fra planlægningsfasen, kan energien anvendes effektivt på tværs af sektorer, hvilket kan reducere behovet for særskilt støtte til havvind. Fleksibel brintproduktion kan ligeledes levere systemydelser og balancering af elnettet, hvilket kan bidrage positivt til at mindske flaskehalse i elsystemet. Integration mellem havvind og grøn brint og PtX kan med fordel bl.a. sikres gennem implementering af ”udbud med udviklerdrevet tilgang” jf. kapitel 2 om fremtidige udbygningsmodeller. Dette udbygningsspor med områder til større energihubs (inklusive storskala brinthubs) skal give udviklerne større frihed til selv at designe projektkonfiguration og skabe projekter, som kan eksportere havvind konverteret til brint eller grønne PtX-produkter. Oplagte områder til at teste dette nye udbygningsspor er Nordsøen Nord og Kattegat, som allerede er forundersøgte havvindsarealer. Derudover udgør mulighe-

den for overplanting, som er en mulighed ved det igangværende danske udbud af 2,8 GW havvind, også en mulighed for kobling mellem havvind og grøn brint.

Nye strategiske markeder

Efterspørgslen efter grøn brint og PtX forventes, under forudsætning af nødvendig regulering og politiske målsætninger, at blive drevet af nye markeder med strategisk betydning:

- Forsvaret kan fungere som løftestang for værdikæden gennem investeringer i grønne brændstoffer, hvilket også vil gavne EUs strategiske energiuafhængighed.
- Landbruget kan anvende grøn brint til ammoniakproduktion og dermed til produktion af gødning, hvilket både reducerer importafhængighed og styrker fødevarerikkerhed.
- Stålintustrien kan reducere CO₂-udledninger markant gennem brug af grøn brint i selve stålproduktionen og skabe stabile aftagermarkeder for brintproducenterne.

Danmark som innovationsmiljø og teknologisk udstillingsvindue

Danmark har et betydeligt potentiale som innovations- og demonstrationsmiljø. Hav-

vindsudbygningen kan med fordel også anvendes som platform for udvikling og skalering af nye brint- og PtX-løsninger, herunder offshore brintproduktion. Forankring af forskning, udvikling og innovation i udbygningen kan modne løsninger, reducere omkostninger og styrke eksportmuligheder. Samlet set understøtter storskala brint og PtX både dansk og europæisk energiuafhængighed, grøn omstilling af ikke-elektrificerbare sektorer og Danmarks industrielle konkurrenceevne.

Brint og PtX er en forlængelse af vindindustriens værdikæde

Den indirekte elektrificering via grøn brint og PtX skaber nye led i de grønne værdikæder. Disse nye industrier skal udbygges og understøttes. Danmark og Europa har en lang række styrkepositioner på brint og PtX, som vi skal arbejde hårdt for at udnytte og bevare. Der er en række fællesnævner mellem vind- og PtX-industrien, og indsatserne for at fastholde disse branchers værdiskabelse i Danmark og Europa går i høj grad hånd i hånd. Som det fremgår af figur 12 i kapitel 6, The future of European Competitiveness (2024), er elektrolyse én af de teknologier, som Europa fortsat har en førerposition på, og som er et afgørende element i at styrke den europæiske konkurrenceevne. Ligeledes er brint- og PtX-teknologi en del af Net Zero Industry Act (NZIA), og potentialerne for uafhængighedsskabende energiproduktion gør teknologierne til strategisk vigtige indsatspunkter. Tiltagene og anbefalingerne for vindindustriens værdikæde jf. kapitel 6 bør duplikeres i forhold for brint- og PtX-teknologi.

4.4. Anbefalinger

4.4.1.

Anbefaling 1

Styrk det nationale aftag og indfør dobbeltsidede udbud



Ny og ambitiøs regulering til at styrke det nationale aftag af grøn brint

Det er afgørende, at styrke det nationale aftag af grøn brint og PtX for at opskaleringen af produktionen kan lade sig gøre. Indsatsen for danskproduceret brint og PtX skal løbe i to parallelle spor: Stimulering af aftag og støtte til produktion.

Derfor bør der i Danmark vedtages regulering, der fremmer netop det nationale aftag af grøn brint. Det drejer sig bl.a.

om krav om brug af RFNBO, offentlige indkøb og støtteordninger. Det vil give brint- og PtX-virksomhederne klare rammer og forudsigelighed i afsætningen, som gør investerings- og produktionssigtet klarere.

Vished om et styrket nationalt aftag sikrer kommerciel levedygtighed for brintproduktion, og skaber stabilitet for investeringer i havvindprojekter, og kan lægge sporene for en styrket klima- og



energiindsats ved indirekte elektrificering via grøn brint og PtX.

Sådanne ordninger bør etableres og implementeres fra 2026 med løbende opfølgning.

Indfør dobbeltsidede udbud for grønne PtX-brændstoffer

Det andet spor i opskaleringen af brint- og PtX-produktion som nævnt ovenfor handler om støtte til produktion. Der bør i Danmark således indføres dobbeltsidede udbud til f.eks. luft- og skibsfart, hvor både producent og aftager sikres pris og volumen. Denne vished understøtter mar-

kedet for grøn strøm, og udbuddene giver både investeringssikkerhed og bidrager til maksimal udnyttelse af havvindskapaciteterne.

Dobbeltsidede udbud bør introduceres som pilotprojekter i 2026 – 2028 og times i forhold til de planlagte havvindsudbud. Samtidig bør udbuddene ses i sammenhæng med de politiske målsætninger for grøn luftfart, herunder den passagerafgift på fly, som siden 2025 er blevet pålagt rejsende. Endvidere opfordrer partnerskabet regeringen til at arbejde videre med Klimapartnerskabet for Luftfarts anbefalinger.

4.4.2.

Anbefaling 2

Fremme produktion til nye strategiske markeder



Fra politisk side skal man allerede nu tilrettelægge og udvikle målrettede initiativer, der kan understøtte produktionen af grøn brint og PtX til de nye strategiske markeder som grøn gødning og brændstof til forsvaret. Indsatsen bør igangsættes i 2026 og forløbe frem mod 2035.

Brugen af bl.a. offentlige indkøb som investeringsmuskel vil ikke alene skabe

store klimamæssige gevinster, det vil også styrke den danske og europæiske resiliens på disse afgørende områder. Det er afgørende at tænke langsigtet i forhold til fuld udnyttelse af den kommende havvindsproduktion, og initiativer for de strategiske markeder vil understøtte både havvindsudvikling og PtX-industriens muligheder for at etablere sig på langsigtede markeder.

4.4.3.

Anbefaling 3

Færdiggør hydrogen backbone og udvikl offshore brintproduktion



Brintbackbone

Adgangen til brintinfrastruktur i Danmark og videre ud i Europa er afgørende for decarboniseringen af bl.a. den tunge industri. Det er vigtigt at første fase af den danske brintinfrastruktur, ”7-tallet”, etableres efter tidsplanen i den politiske aftale, men regering og Folketing skal allerede nu sørge for at have en klar plan for etableringen af det fulde danske brint backbone med forbindelse til det europæiske netværk. Der skal på sigt ligeledes etableres forbindelse til Nordjylland med mulighed for at forbinde bl.a. norsk brintproduktion med det danske og europæiske brintnetværk. Planlægningen skal initieres fra 2026 med implementering frem til 2040, hvor infrastrukturen skal være i drift.

En fuldt udbygget brintinfrastruktur kan skabe langsigtet systemfleksibilitet og

potentielt reducere behovet for særskilt økonomisk støtte til havvind.

Grøn udvikling og innovation

Danmark er i front, når det handler om grøn udvikling og teknologisk innovation. Derfor skal vi også bruge havvindsudbygningen som en mulighed for at styrke vores erhvervmæssige positionen inden for grønne brændstoffer. Offshore brintproduktion er et oplagt fokusområde for udvikling af nye grønne løsninger. Vi bør derfor allerede nu igangsætte arbejdet med at planlægge og på sigt realisere storskala brintproduktion integreret med havvind inkl. bl.a. miljøundersøgelser frem mod 2040.

Det vil styrke de danske, grønne kompetencer og positionere Danmark som innovations- og eksportland inden for grønne energiteknologiske løsninger.

Infrastruktur
til et konkurrence-
dygtigt og resilient
erhvervsliv

C5

5.1. Indledning

Elnetinfrastruktur er afgørende for europæisk konkurrenceevne, da den muliggør integration af vedvarende energi, understøtter elektrificering, styrker energisikkerheden og er afgørende for at opfylde EU's klimamål for 2040. Behovet for udbygningen af elnettet i Danmark vil være massivt. Det skønnes, at der i Danmark frem mod 2030 er et behov for at bygge ca. 2.700 km transmissionsnet. For perioden frem mod 2050 drejer det sig om 3.000 – 4.000 km transmissionsnet³⁷.

I europæisk perspektiv er udfordringen endnu større. Samlet skal der investeres ca. 1.480 mia. euro frem mod 2040 i netudbygningen, hvor vurderingen er, at 60 pct. er til transmission, og 40 pct. er til distribution. Der er en investeringsmanko på 670 mia. euro svarende til 45 pct.³⁸ Det vurderes, at udbygningen af netinfrastrukturen har en positiv økonomisk effekt, og multiplikatoreffekten for BNP er skønnet med en faktor 1,2. Netudbygningen bliver

således også en parameter, der sikrer samfundet og industriens konkurrenceevne.

Der er behov for at fremhæve, at lande, der er sammenkoblede, vil være mere resiliente, når utilsigtede hændelser opstår. Det gælder for eksempel for Norge, der normalt eksporterer vandkraft, mens landet har brug for import af strøm i tørre år. Da der opstod hidtil usete problemer på franske a-kraftværker i 2022, blev Frankrig afhjulpeth af import via en veludbygget netværksinfrastruktur. Det betyder, at lande og involverede aktører også burde være villige til at dele nogle af netomkostningerne, uafhængigt af hvilket scenarie der måtte udspille sig, som kan udtrykkes som en forsikringspræmie.

Den seneste bilaterale aftale mellem Tyskland og Danmark om Energiø Bornholm, samt den politiske aftale sætter ligeledes nye standarder og målsætninger for, hvorledes infrastruktur og hybridprojekter udtænkes.

37 Energinet: Langsigtet udviklingsplan 2024 (LUP)

38 BCG og DI: Infrastructure for a Competitive Europe, Energy Vertical, September 2025.



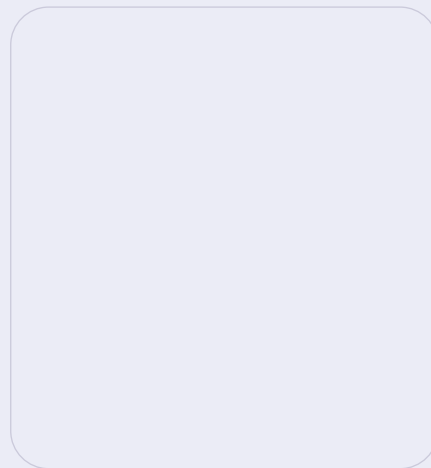
Afgrænsning

Infrastrukturen skal understøtte havindsudbygningen for at sikre, at den strøm, der produceres, kan transporteres og afsættes, hvor forbruget finder sted. Havindsudbygningen hviler således på den vigtige forudsætning, at der er en nødvendig og tilstrækkelig infrastruktur. Udbygning af havvind går således hånd i hånd med udbygningen af infrastrukturen. I Havvindanalysen fremgår det, at "Der eksisterer i dag tiltag, som i et vist omfang understøtter omkostningseffektiv udnyttelse af elnettet, fx samplacering af produktion og for-

brug, direkte linjer fra elproduktion til forbrug uden om det kollektive elnet, fleksible tarifysystemer mv."³⁹ Det fremhæves i Havvindanalysen, at hverken reguleringen eller finansieringen er gearet til en så massiv udbygning, hvorfor de regulatoriske rammer må genovervejes, samt at den massive infrastrukturudbygning kræver så omfattende investeringer, hvorfor nye finansieringsmodeller skal overvejes.

39 Havvindanalyse: Langsigtede potentialer og rammer for konkurrenceudsættelse af dansk havvind, Energistyrelsen, april 2025

5.2. Infrastruktur og barrierer



5.2.1. Regulatoriske rammer

Udbygningen af det danske el- og gastransmissionssystem er i al sin væsentlighed underlagt Energinet i henhold til loven om Energinet jf. § 2: "Energinets formål er at eje, drive og udbygge overordnet energiinfrastruktur og varetage opgaver med sammenhæng hertil og herved bidrage til udviklingen af en klimaneutral energiforsyning"⁴⁰. Ydermere fremgår det af loven jf. § 4a.: "Etablering af nye elforsyningsnet..., væsentlige ændringer i tilsvarende bestående net og forundersøgelser hertil kan kun ske efter forudgående godkendelse fra klima-, energi- og forsyningsministeren."

Dette er blandt andet et udtryk for at Energinets investeringer selvsagt skal stå på mål for samfundsøkonomisk vurdering. Og i denne sammenhæng at den samfundsøkonomiske vurdering danner grundlag for og bidrager til en endelig investeringsbeslutning⁴¹. Denne metode har dog en vis utilstrækkelighed ift. store ambitiøse projekter, der påvirker hele energisystemet, hvis der kun analyseres og vurderes på metoder der er bedst egnede til analyse af marginale ændringer. Givet den massive omkalfatring af energiinfrastrukturen og det massive udbygningsbehov bør det nøje overvejes, om reguleringen er tilstrækkelig tilpasset de krav og forventninger til en så massiv udbygning. Hittidigt har hensynet i forbindelse med udbud af havvind ofte været at sikre hastighed i udbygningen og gennemsigthed i vilkårene for nettilslutningsvilkår, hvorfor Energinet er blevet pålagt at anvise og etablere et nettilslutningspunkt.

De hidtidige erfaringer har vist, at der er betydelige praktiske og administrative barrierer, der bremser tempoet i elnetudbygningen, både nationalt f.eks. behandlingstiden af miljøvurderinger og på europæisk plan. Planlægning for onshore vind er bl.a. adresseret i Energinets Langsigtede Udviklingsplan (LUP'en). Men planlægningen og koordineringen er en udfordring, der skaber usikkerhed for både investorer og virksomheder, der ønsker at etablere nye anlæg eller udvide deres forbrug, hvilket er en udfordring. For offshore vind mangler der langsigtet planlægning. En ambitiøs udbygning kræver, at der forberedes den nødvendige infrastruktur til at aftage kapaciteten i Danmark og udlandet.

Der skal kigges ind i langsigtet arealoptimering, og belyse de potentielle arealmæssige begrænsninger, som kan opstå f.eks. manglende korridorer til ilandføring, transmissionsnettet er ikke i tilstrækkelig grad udbygget eller planlagt på tværs af landegrænser. Den samlede europæisk planlægning og koordinering af transmissionsnetudbygningen, bør styrkes for at sikre fælles prioritering jf. arbejdet i Offshore TSO Collaboration-regi (OTC). Der er i øjeblikket ikke tilstrækkelige underbyggede modeller for cost-sharing, således at lande, der får gavn af importeret strøm, også bidrager proportionelt til finansieringen af infrastrukturen.

De eksisterende budzoner afspejler ikke altid de strukturelle flaskehalse i transmissionsnettet, hvilket fører til forvridninger i



prisdannelsen, og hæmmer incitamentet til at investere i netudbygning, der hvor behovet er størst. Denne manglende sammenhæng mellem markedsstruktur og fysisk infrastruktur skaber ineffektivitet, øger omkostningerne og forsinker udbygningen af et sammenhængende europæisk elmarked. De europæiske TSO'er bør i højere grad anvende markedsværktøjer for at håndtere flaskehalse i transmissionsnettet. Mulighederne for at koble havvind direkte til store forbrugscentre skal styrkes, som

datacentre eller energitunge industrivirksomheder, enten fysisk gennem direkte forbindelser eller virtuelt gennem langsigtede elkøbsaftaler (PPA'er), dog med den usikkerhed om volumen i PPA-markedet er stort nok til en massiv havvindsudbygning. Sådanne modeller er vanskelige at realisere på grund af manglende rammer og usikkerhed om transmissionsnetadgang. Disse barrierer begrænser muligheden for at anvende havvind som katalysator for elektrificering og industriel omstilling og udvikling.

40 Lov om Energinet, LBK nr. 271 af 09/03/2023

41 [energinet-2025-metodenotat-for-energinets-samfundsøkonomiske-vurderinger-af-el-transmissionsprojekter.pdf](#)

5.2.2. Finansielle rammer

Finansieringen af udbygning af transmissionsnettet bør skelne mellem den almindelige udbygning i henhold til den almindelige netudbygning som beskrevet ovenfor og den konkrete transmissionsnetudbygning, der knytter sig til havvindudbygningen i den forbindelse hvilken model for havvind jf. kapitel 2.

I Havvindanalysen fremgår det, "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 infrastrukturudbyg-

ning, herunder hvordan regningen skal fordeles mellem forbrugere og producenter".

Det skal sikres, at reguleringen giver de rette incitamenter, så projektudviklerne agerer samfundsøkonomisk optimalt, så der opnås en balanceret effekt på hhv. forbruger og producenttarifferne. Samtidig er det afhængigt af, om havvindudbygningen forventes at være eksport til udlandet, hvorfor implikationerne for tilslutninger til infrastruktur og evt. forstærkninger af bagvedliggende infrastruktur samfundsøkonomisk påvirker anderledes, end hvis tilsluttet til det danske transmissionsnet.

5.2.3. Tempoet i udbygningen understøttes af "European Grid Package"

Udbygningen af infrastrukturen er et strukturelt problem på tværs af Europa, som EU-Kommissionens "European Grid Package"⁴² sætter fokus på. Den skal markere en ny tilgang til energiinfrastruktur ved at have et tydeligere europæisk perspektiv på infrastrukturplanlægning, samtidig med at den fremskynder tilladelsesprocedurerne, og den skal sikre en mere retfærdig fordeling af omkostningerne i forbindelse med grænseoverskridende projekter. Det er positivt, at EU-Kommissionen lægger op til en mere top-down rettet scenarie-proces som baggrund for forventet transmissionsnetbehov. Perspektiverne om øremærkning

af flaskehalsindtægter til interconnectorer er også positive. Samlet set vil det muliggøre en bedre udnyttelse af den eksisterende energiinfrastruktur og parallelt fremskynde udviklingen af transmissionsnettet og anden fysisk energiinfrastruktur i hele EU.

Det er således vigtigt, at Danmark bakker op om forslagene og sikrer en rettidig implementering af hhv. forslag om "Revised Trans-European Network for Energy" og "Acceleration of Permit-Granting Procedures", der understøtter implementeringen af den samlede "Grid Package".

42 [Commission proposes upgrade of the EU's energy infrastructure to lower bills and boost independence](#)

5.3.

Fremtidige behov for udbygning af infrastruktur

5.3.1.

Modeller for udbygning

Nettilslutningspunkt og aftaler

I Danmark har nettilslutning af havvind tidligere været reguleret, hvor Energinet som systemansvarlig virksomhed var ansvarlig for både etablering og drift af transmissionsinfrastrukturen frem til nettilslutningspunktet på land. Typisk har nettilslutningspunktet været fastlagt i udbuddet for det pågældende havvindprojekt, og det var Energinet, der anlagde søkabel og transformstationer indtil dette punkt.

Udvikleren af havvindmølleparken overtager fra nettilslutningspunktet, og der er standardiserede tilslutningsaftaler, der bl.a. omfatter tekniske krav, adgang til transmissionsnettet, afregning og ansvar for driftsforstyrrelser. Regelgrundlaget følger elforsyningsloven og relaterede bekendtgørelser, og der stilles detaljerede krav til anlægsdata, effektstyring og systemstabilitet.

Siden udbuddet af Thor havvindmøllepark i 2021 har scope for transmission ligget hos havvindudvikleren, hvilket også er gældende for det igangværende udbud af 2,8 GW⁴³.

På europæisk niveau varierer rammerne for nettilslutning. I Tyskland og Holland anvendes modeller, hvor transmissions-systemoperatøren (f.eks. TenneT) er ansvarlig for offshore-infrastruktur til et defineret nettilslutningspunkt. I Storbritannien og Frankrig skal havvindudviklere typisk stå for hele tilslutningskæden, inklusive kabler ind til land. EU's elmarkedsforordning og retningslinjer om non-discriminatory grid access danner den overordnede ramme, og der stilles krav om teknisk standardisering samt åben og gennemsigtig adgang til det kollektive transmissionsnet.

Direkte linjer

Det er Energistyrelsen, som giver tilladelse til etablering af direkte linjer. Tilladelsen gives på baggrund af en ansøgning, og en række betingelser skal være opfyldt. Der er en direkte linje en undtagelse om, at transport og distribution af elektricitet sker via det kollektive net. Brugen af direkte linjer har dog for nærværende været meget begrænset, dog en mulighed ifm. udbud af 2,8 GW, og ikke nævneværdigt bidraget til udbygningen af infrastrukturen. Det bør nøjere overvejes, hvilke kriterier der ligger til grund, ansøgningsprocedure og tid og på hvilke betingelser en ansøgning kan imødekommes. Som det var tænkt, skulle produktion og forbrug kunne knyttes

tættere sammen for at mindske behovet for udbygning af det kollektive net, og hvis havvindudbygningen skal accelereres, skal forbruget i visse tilfælde kunne knyttes tættere til produktion, hvor det kan lade sig gøre, f.eks. Power-to-X, datacentre. Direkte linjer bør være et vigtigt strategiske greb, der kan knytte produktion og forbrug tættere sammen. Derfor skal ambitionen være, at direkte linjer kan spille den rolle, og reguleringen bør i højere grad tilstræbe at kunne imødekomme dette behov, stadig under hensyntagen til samfundsøkonomi og ikke fører til etablering af parallelle net. Den forestående evaluering af direkte linjer bør have ovenstående in mente.

⁴³ The Danish Energy Agency opens tenders for three new Danish offshore wind farms



© Ørsted

Udlandsforbindelser

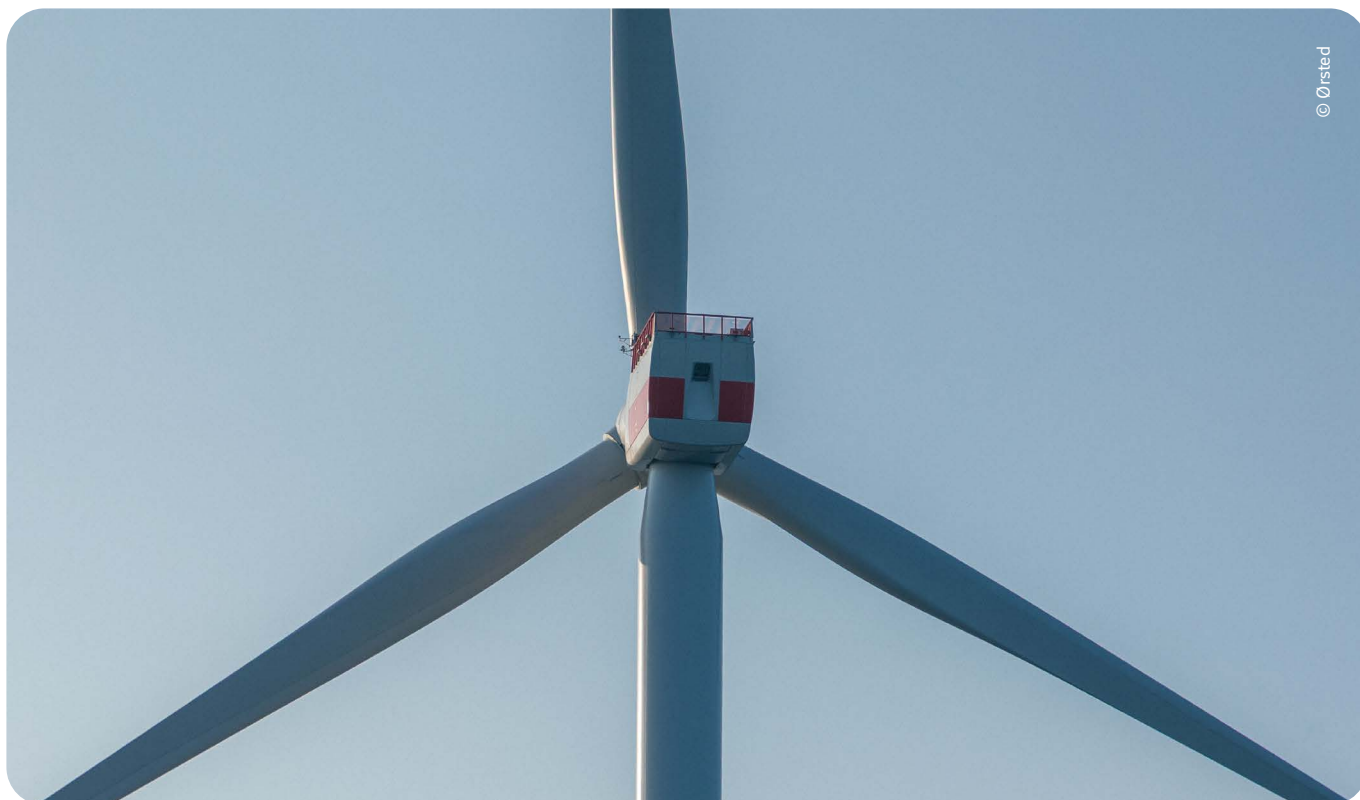
Der skal investeres politisk og administrativt fra myndighederne, for at der kan indgås aftaler med udlandet. Hittidige erfaringer har vist at det er særdeles både tids- og ressourcekrævende. Derfor bør det give anledning til overvejelse, om den nuværende ”modus operandi” kan systematiseres på en anden måde fremadrettet.

Myndighederne har en afgørende rolle i at understøtte, at risici relateret til infrastrukturen minimeres, hvilket dels kan ske ved proaktivt at fremme mellemstatslige aftaler samt sikre de regulatoriske rammer for TSO’er, herunder så udenlandske TSO’er kan bygge og eje infrastruktur på dansk sokkel for både el og brint tilsluttet til det pågældende land og ikke til det danske net. I den mellemstatslige aftale om eksport af strøm og brint skal der bl.a. tages stilling til, om

udenlandske TSO’er kan tilsluttes direkte til projekter f.eks. cross-border radiale havvindmølleparker jf. kapitel 2.

Myndighederne har udarbejdet et lovforslag⁴⁴, der har været i høring, der foreslår, at der kan gives tilladelse til forundersøgelse, etablering og idriftsættelse af et elproduktionsanlæg fra bl.a. havvind, der kun tilsluttes til et udenlandsk kollektivt elnet. Der kan bl.a. træffes regler for udenlandske transmissionsvirksomheder, der vil skulle eje og drive transmissionsnet på dansk havareal. Med forventning om, at lovforslaget genfremsættes og vedtages, forventes havvind på dansk sokkel at kunne bidrage til Europa’s konkurrenceevne og dekarboniseringsmål. Hermed understøtter mulighed for netudbygning således udbygningssporet ”havvind direkte tilsluttet udlandet” jf. kapitel 2.

⁴⁴ Forslag til Lov om ændring af lov om fremme af vedvarende energi og lov om elforsyning og lov om styrket beredskab (Elproduktionsanlæg på havet med tilslutning til udlandet, m.v.), 3. november 2025 (høringsudgave), fremsat den 25. februar 2026 men nu bortfaldet.



5.3.2. Omkostningsdeling

Samarbejdsprojekter har potentiale til at fordele havvinden mere ud over Nordsøen og skabe mere handelskapacitet mellem landene, hvilket kan bidrage til lavere systemomkostninger for europæiske forbrugere og industri. Det rejser dog en vanskelig debat om, hvordan omkostningerne skal fordeles mellem de lande, der har gavn af projektet.

Der er behov for robuste og fleksible modeller for omkostningsdeling (cost-sharing) i forbindelse med udbygning af offshore el-infrastruktur i Nordsøen. Helt overordnet bør det tilstræbes, at beslutninger om omkostningsfordeling bør være frivillig mellem deltagende lande og foregå på politisk niveau. De regionale løsninger bør prioriteres da lokale forhold, omkostninger og fordele bedst håndteres regionalt. Der skal tilstræbes transparens og pragmatiske rammer med en let implementering som grundlag for enhver model.

Det kan planlægges regionalt baseret på frivillig deltagelse og trinvis forpligtelse til projekter, fælles analyse og ramme for projektudvælgelse. Denne model har vist sig effektiv i nordisk regi, hvor de afgørende

forudsætninger var politisk buy-in og en fælles regional løsning uden individuelle cost-benefit analyser for hvert projekt.

På finansieringssiden skal der være øget adgang til samt forenkling af EU-midler f.eks. Connecting Europe Facility (CEF), både som direkte tilskud, via lånemekanismer og garantier. Dette kan supplere men dog ikke erstatte national og regional finansiering. Omkostningsfordeling kan fastsættes ud fra fordelingsnøgler baseret på markedsfordele, netfordele m.v. – enten “ex ante” (baseret på forventede fordele) eller “ex post” (baseret på faktisk observerede data med efterregulering). Der bør dog samtidig introduceres en mulighed for reguleringsmekanismer, der tager højde for usikkerheder og reducerer risikoen for store “vindere og tabere”.

Det kan være hensigtsmæssigt at sammensætte en portefølje af projekter med en række grundprincipper i stedet for at forhandle ”cost-sharing” projekt for projekt. Derved vil fordeling af omkostninger kunne forankres i, at lande gerne forpligter sig til at være ansvarlig for eller bidrage til et eller

flere projekter, som er til gavn for regionen samlet set.

Det kan særligt være relevant, idet nogle projekter kan medføre negativ samfundsøkonomi i nogen lande, og hvis ikke andre nabolande samtidig bidrager proportionelt med de gevinster, de forventes at opnå ved projektet. Det understreger behovet for en mere regional planlægning. Der vil være behov for at korte vejen fra analyse til politiske aftaler samt for robust data og fælles scenarier som beslutningsgrundlag. Hele reguleringen, finansiering og forenkling af godkendelsesprocedurer bør tænkes sammen.

Det er positivt, at European Grid Package skitserer de første principper for en sådan konkret mekanisme til inddragelse af lande, der opnår projektgevinster i omkostningsdelingen af projektet.

Når der etableres elforbindelser mellem lande, er det afgørende, at omkostninger og gevinster fordeles retfærdigt mellem de involverede parter. Hvis ikke, risikerer projekterne ikke at blive til virkelighed, og fordelene for Europa falder bort.

5.3.3. Anden infrastruktur

Havnene udgør et centralt knudepunkt for fremtidens havvindsproduktion og er vitale for, at industrien i Danmark kan følge med udviklingen globalt. Derfor skal erhvervshavnens strategiske betydning i den nord-europæiske udbygning af havvind understøttes. Vindmøllernes fysiske og tekniske udvikling og med den volumen, der forventes udsendt og installeret frem mod 2050, nødvendiggør en væsentligt opgradering af danske havneanlæg og den tilknyttede infrastruktur. Det gælder både i forhold til kajkanter bæreevne, kajlængde og dybere sejlrender, men også den bagvedliggende infrastruktur, f.eks. transportkorridorer, der sikrer adgang til havnene fra landsiden.

Erhvervshavnens strategiske betydning og konkurrenceevne kan blandt andet styrkes ved, at erhvervshavnene indgår i en samlet dansk industripolitik.

Regeringen har tidligere haft nedsat et partnerskab for udvikling af danske erhvervshavne⁴⁵, der afrapporterede i 2024. Derfor bør regeringen lancere den bebudede havnestrategi baseret på havnepartnerskabet anbefalinger. Konkrete tiltag kan bl.a. være gennem alternative finansieringsmodeller som offentlige private partnerskaber (OPP) og Blended Finance, for at tilvejebringe de nye investeringer i kritisk havneinfrastruktur til lands og vand, der er nødvendige for at sikre havvindsudbygningen frem mod 2050.

Partnerskabet anbefaler, at Havnepartnerskabets analyse og anbefalinger også lægges til grund i det videre politiske arbejde med at sikre at havvindsindustrien i fremtiden er en dansk styrkeposition, der bidrager med stærk beskæftigelse og lokaludvikling i Danmarks yderkommuner.

⁴⁵ [DANSKE ERHVERVSHAVNES ROLLE I DEN GRØNNE ERHVERVSUDVIKLING Anbefalinger fra Partnerskab om udvikling af danske erhvervshavne, september 2024](#)

5.4. Anbefalinger

5.4.1.

Anbefaling 1

Fremtidssikrede elnet

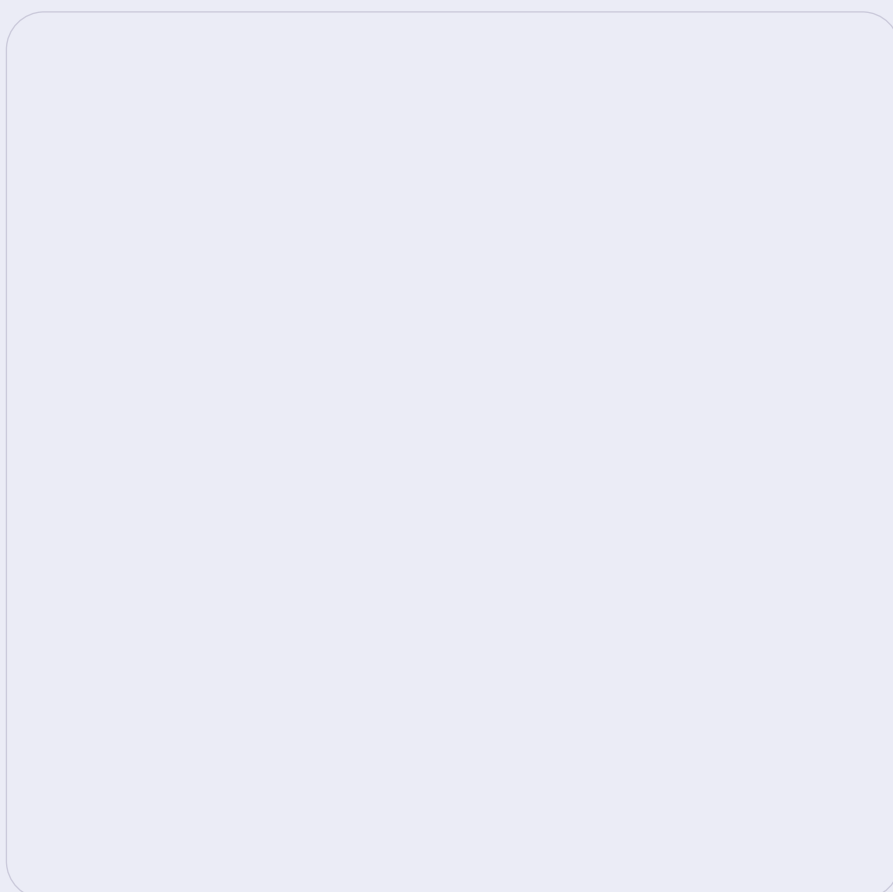


Det anbefales, at Danmark arbejder for, at Europa-Kommissionen i den kommende netpakke i 2026 indfører krav om, at alle nye netudbygninger i EU skal være fremtidssikrede.

Det betyder, at når der bygges nyt elnet, skal det bl.a. være et opmærksomhedspunkt om netudbygningen er dimensioneret til at håndtere de klimamål, der er politisk vedtaget. På den måde undgås det at investere kortsigtet, når virksomhederne om få år får brug for langt mere kapacitet til elektrificering og grøn omstilling. Ydermere bør den europæiske uafhængige transmissionsnetplanlægning opgraderes med en slank EU-koordineringsfunktion, der fastlægger fælles metoder og prioriteringer for grænseprojekter. Det giver tempo, bedre kapacitetsdimensionering og mere effektiv brug af EU-finansiering.

De nye elnet dimensioneres til allerede vedtagne klima- og elektrificeringsmål (2030/2040/2050), så vi undgår underdimensionering og efterfølgende dyre forstærkninger. Det handler om styrket kapacitet med brede korridorer, modulære stationer og reserver i nøgleområder, der kan opskaleres, når elforbruget og produktionen stiger. En langsigtet udviklingsplan for offshore kan bidrage til planlægning af ruter og rettigheder og kan samle udvidelser i færre og smartere korridorer for at reducere omkostninger, gener og byggetid.

EU-Kommissionen bør i den kommende netpakke arbejde for, at nettilslutningsgebyrer er omkostningsægte og rimelige. Det bør i videst omfang muligt sikre, at virksomhederne får de samme rammevilkår, transparens og ensartede betingelser.





5.4.2. Anbefaling 2 Fair model for omkostningsfordeling



Det anbefales, at Danmark arbejder i to spor med samarbejdsprojekter:

1. Et bilateralt spor, som vi med Energio Bornholm har set, kan virke. Her afsøger Energinet i samarbejde med andre TSO'er projekter, som kan medføre positiv samfundsøkonomi for Danmark.
2. Et regionalt spor, hvor Energinet arbejder aktivt igennem OTC om at udvikle sæt af projekter, der vurderes at kunne skabe positiv samfundsøkonomi for Danmark.

Fælles for begge spor er, at Danmark som fremadrettet princip alene bør tiltræde projekterne, hvis der kan anvises en vej til positiv samfundsøkonomi for Danmark. Det er dog en kompleks opgave at regne samfundsøkonomi på samarbejdsprojekter og særligt sæt af flere samarbejdsprojekter, idet man skal definere det reelle alternativ til projektet. Idet der er bindende klimamål, er det næppe realistisk at gøre ingenting, ligesom der i de fleste alternative scenarier anvendes fremskrivninger (f.eks. TYNDP), hvor der indgår planer om at bygge store mængder ny elproduktion.

Den endelige cost-sharing mellem landene bør afspejle de fordele, som landene får ud af projektet. I dag har landene vidt forskellig tilgang til at identificere fordele, hvilket gør forhandling besværlig – og i nogle tilfælde umulig. Der bør derfor tilstræbes en proces, der kan gøre det muligt, at tilgangene ensrettes mest muligt. Det kan ikke tvinges, men øget dialog, ideudveksling og samarbejde om udviklingen af cost-benefit analyserne er et åbenlyst sted at starte.

I sidste ende er både definitionen af, hvordan verden udvikler sig uden projektet, og om Danmark skal tiltræde projektet et politisk spørgsmål. Det anbefales derfor, at politikere involveres tidligt i projektudviklingen i begge spor.

Konkret anbefales det for det regionale spor, at det er North Seas Energy Cooperation (NSEC), der udarbejder scenarier og inputdata til brug for OTC's arbejde med at identificere projekter. Dermed får cost-benefit analysens udgangspunkt et politisk ophæng, som ikke nødvendigvis er til stede, hvis TSO'er alene står for opgaven.

5.4.3.

Anbefaling 3

Øget adgang til EU-finansiering og fast track af infrastruktur



Det anbefales, at Danmark arbejder for, at EU-Kommissionen i de næste flerårige finansielle rammer (MFF) markant opruster investeringerne i Europas grænseoverskridende infrastruktur for energi. Kommissionen har foreslået en CEF-ramme for energi på 29,9 mia. euro for perioden 2028 – 2034, men det svarer til knap 4,5 pct. af investeringsmankoen på 670 mia. euro frem mod 2040 (BCG og DI, 2025) og er derfor langt fra tilstrækkeligt. Konkret foreslås en fordobling til 60 mia. euro per MFF-periode. Det vil sikre bedre medfinansiering til de projekter, der skaber størst samfundsøkonomisk værdi for medlemslandene.

EU's bidrag skal bruges strategisk til risikodeling og kombineres med lån, garantier, blended finance og public-private partnerships for at mobilisere yderligere privat og offentlig kapital. Det vil være i tråd med Kommissionens planer om en bredere finansieringspalet under den foreslåede European Competitiveness Fund.

Det anbefales, at EU-Kommissionen indfører en generel EU-hjemmel, som giver mulighed for fasttracke infrastrukturprojekter på baggrund af fælles EU-kriterier, også ud fra principper om PCI-projekter – uden at gå på kompromis med natur- og miljøbeskyttelse. Hvis projekter lever op til kriterierne, sikres de en forenklet og hurtig sagsbehandling på maksimalt 24 måneder.

Det anbefales, at infrastrukturprojekter, der lever op til et eller flere af følgende kriterier, kan fasttrackes:

- Klassificering som et samfundskritisk infrastrukturprojekt⁴⁶: Dvs. infrastruktur, der kan klassificeres som særlig kritisk for forsyningssikkerhed, sikkerhed eller samfundets vitale funktioner. Leverandører til disse projekter skal sikkerhedsgodkendes af de stedlige sikkerhedsmyndigheder.
- Europæisk merværdi: Projektet skaber væsentlige gevinster for EU som helhed på tværs af medlemslande – målt ved dets bidrag til økonomisk vækst og produktivitet, den grønne omstilling samt Europas resiliens og forsyningssikkerhed.
- Forankring i europæiske mål: Projektet bidrager betydeligt til at indfri EU-målsætninger relateret til konkurrenceevne, resiliens eller klimamålsætninger.

EU-Kommissionen bør samtidig sikre etablering af fælles EU-regler og standardiserede godkendelsesprocedurer, så projektspecifikke tilladelsesprocesser kan sammenlægges og koordineres, og så virksomheder ikke møder vidt forskellige krav og tidsplaner i de enkelte medlemslande.

En fælles EU-ramme vil kunne øge EU-medlemsstaternes konkurrenceevne og reducere flaskehalse i tværgående infrastrukturprojekter.

⁴⁶ Her forstås samfundskritisk karakter i Danmark som transmissionsudbygninger, der kræver særlig godkendelse fra ministeren efter §4 i lov om Energinet.



Rammer for vindindustriens værdikæde

6.1. Indledning

Den globale konkurrence inden for udvikling og produktion af, samt investeringer i, grøn energiteknologi øges i takt med at lande over hele verden skruer op for omstillingen fra fossil energi til grøn energi. Det medfører et enormt erhvervspotentiale, som Danmark, med en af verdens førende vindindustrier, har alle muligheder for at udnytte og omsætte til vækst og arbejdspladser.

Vindindustrien i Danmark er en styrkeposition opbygget gennem årtier, som udgør en væsentlig del af Danmarks økonomi. Vindindustrien i Danmarks består af såvel globale turbineproducenter som et bredt netværk af

specialiserede underleverandører, der dækker hele værdikæden fra forskning og design over produktion og test til installation, drift, service og genanvendelse. I 2024 eksporterede vindindustrien for 49 mia. kr. og beskæftigede cirka 34.000 fuldtidsansatte⁴⁷. Dertil kommer de afledte økonomiske effekter og indirekte jobskabelse.

En konkurrencedygtig vindindustri bygger på en gensidigt afhængig kombination af stærke F&U-aktiviteter i nærhed til aktiv produktion på et (hjemme)marked med såvel en vis efterspørgselsvolumen samt forudsigelighed i efterspørgsel på både kort, mellemlang og lang sigt.

⁴⁷ [Energisektorens samfundsbidrag | Green Power Denmark](#)

Có

6.2. Barrierer og den nuværende situation

Vi kan ikke tage den danske styrkeposition inden for vindindustri for givet. Vores europæiske naboer samt lande som Kina og Indien satser stort på at skabe de bedst mulige vilkår for deres vindindustri, jf. Figur 12. Det gør de, fordi vindteknologi er en billig energikilde, der er hurtigere at udbygge end andre energikilder, som skaber vækst og arbejdspladser, og bidrager til øget energiuafhængighed og sikkerhed. Samtidig skaber teknologisk dominans på området en styrkeposition, der kan udnyttes i geopolitisk sammenhæng, som man i øjeblikket ser det inden for bl.a. adgang til råstoffer.

Den øgede globale konkurrence på området risikerer at trække arbejdspladser, investeringer og dermed vækst væk fra Danmark, hvis vi ikke også fortsat sikrer internationalt konkurrencedygtige rammevilkår for den grønne energiindustri og vindindustriens værdikæde i Danmark og Europa.

Vi må ikke ende i en situation, hvor Danmark og Europa erstatter afhængighed af

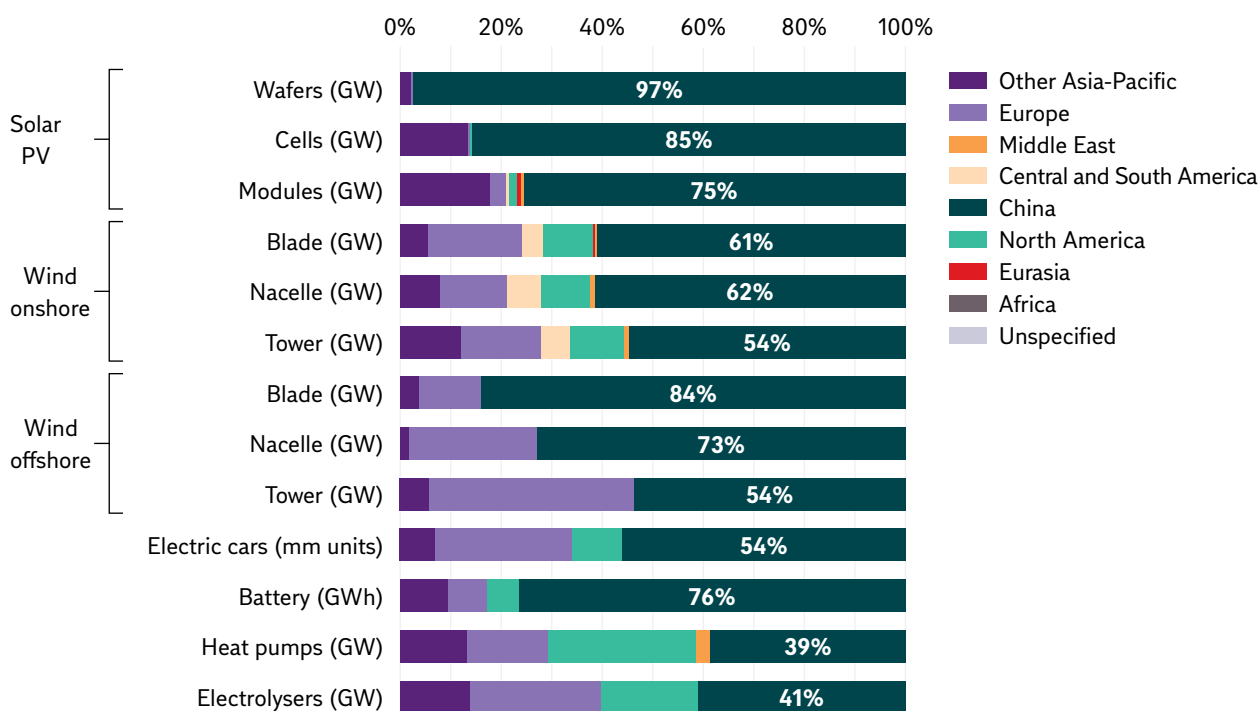
olie og gas fra Rusland og Mellemøsten med afhængighed af kinesisk vindteknologi på samme måde, som det er sket med solteknologi.

Derfor bør Danmark sikre en ambitiøs implementering af EU-Kommissionens forslag den 4. marts 2026 om "the Industrial Accelerator Act". Forslaget sigter grundlæggende efter at:

1. Gøre EU's produktionsindustri mere konkurrencedygtig
2. Styrke efterspørgslen efter grønne produkter
3. Fremme omstillingen til lavemissionsproduktion (bl.a. gennem grøn brint)
4. Skabe økonomisk vækst og strategisk autonomi for Europa

På den måde er forslaget et led i EU's nødvendige indsats for at sikre, at de energiprojekter vi etablerer i Europa, så vidt muligt produceres med europæiske komponenter.

Figur 12 Clean technology produktionskapacitet fordelt på regioner 2021



6.3. Potentialer



Hvis Danmark lykkedes med at realisere det enorme økonomiske havvindpotentialer, og indfrier de politiske målsætninger, vil det ikke kun fastholde eksisterende arbejdspladser, men også skabe grundlag for additional vækst i den danske vindindustri bidrag til Danmarks samlede økonomi. Også ambitionerne i Europa, og særligt aktivitetsniveauet i nærmarkederne, er afgørende for den danske vindværdikæde.

For at fremtidssikre rammerne for vindindustriens værdikæde er der behov for en national strategi for den grønne energiindustri i Danmark. En strategi der, ligesom på life science-området, vil fungere som et effektivt styrings-, strategisk og samarbejdsredskab, der giver forudsigelige rammer og sender et klart internationalt signal om, at Danmark også i fremtiden vil være et af verdens førende lande inden for grøn energi, og at området har høj politisk prioritet.

Strategien skal sikre internationalt konkurrencedygtige rammevilkår for vindindustrien og den øvrige grønne energiindustri i Danmark og skal muliggøre, at Danmark spiller en central rolle i forhold til at opbygge Europas forsynings sikkerhed og uafhængighed af importeret teknologi.

En national strategi for den grønne energiindustri bør have fokus på at:

- Skabe konkurrencedygtige investeringsvilkår og fastholde produktion og arbejdspladser i Danmark.
- Fuldt udnytte EU's støttemuligheder, særligt gennem the Clean Industrial

Deal State Aid Framework (CISAF) for at matche attraktive støtteniveauer i nabolande.

- Udbygge infrastruktur der understøtter værdikæden (havne, veje).
- Sikre hurtig og smidig sagsbehandling ifm. udbygning af produktionsfaciliteter, havne etc.
- Øge sikkerheden i energisystemet (f.eks. via investeringsscreening og krav om anvendelse af sikre kritiske digitale systemer og komponenter).
- Styrke rammerne for grøn forskning, produktionsfaciliteter, innovation og udvikling (testinfrastruktur, F&U-fragdrag, forskningsmidler m.v.).

Men en strategi gør det ikke i sig selv. Den skal realiseres gennem konkrete initiativer. Derfor opfordrer partnerskabet til, at rammerne for vindindustriens værdikæde i Danmark styrkes gennem tre konkrete tiltag, som uddybes i de følgende afsnit:

- Bedre rammer for F&U-investeringer
- Styrkede screeningsprocesser
- Harmoniserede rammer for kritiske systemer i energisektoren

Disse tiltag vil bidrage til at styrke konkurrenceevnen for vindindustrien i Danmark og underbygge Danmarks position som et land, der også i fremtiden er attraktivt at investere i inden for udvikling og produktion af vindteknologi.

6.4.

Anbefalinger der styrker rammevilkårene for vindindustriens værdikæde i Danmark og Europa

6.4.1.

Anbefaling 1

Bedre rammer for F&U-investeringer



Danmarks position som et af verdens førende lande inden for vindteknologi skyldes i høj grad mulighed for stærke forsknings-, udviklings- og testaktiviteter, omfattende industriproduktion i stort set alle led af værdikæden, og et (hjemme)marked, der efterspørger den nyeste teknologi på området. Denne kombination af nærhed mellem F&U, produktion og efterspørgsel, udgør en væsentlig del af forklaringen på, hvordan Danmark har opbygget og fastholdt en global konkurrencedygtig industri inden for vindteknologi. For at bevare denne position er det helt afgørende, at rammebetingelserne for forskning og udvikling i Danmark fortsat er internationalt konkurrencedygtige, så virksomhederne også i fremtiden vælger at foretage store F&U-investeringer i Danmark i stedet for i andre lande.

Den eksisterende F&U-fradragsordning i Danmark skaber imidlertid ikke tilstræk-

keligt internationalt konkurrencedygtige rammer og incitament til fortsat at vælge Danmark for virksomheder, der hvert år investerer betydelige beløb i forskning og udvikling. Det gælder også efter de aftalte forbedringer af fradragsordningen, som er fuldt indfaset i 2028.

Der er en række årsager til, at den eksisterende fradragsordning ikke fungerer efter hensigten og ej heller kan forventes at gøre det i tilstrækkelig grad, når de igangværende ændringer er gennemført. Først og fremmest er der blandt mange virksomheder usikkerhed om, hvilke aktiviteter der kategoriseres som F&U-aktiviteter, og dermed være omfattet af de forbedrede fradragsmuligheder.

Disse begrænsninger betyder i forhold til virksomhedernes anvendelse af den eksisterende F&U-fradrag, at rammevilkårene

for investeringer i F&U-aktiviteter ikke er nær så attraktive i Danmark som i andre lande, også andre lande i Europa som vi konkurrerer med inden for f.eks. grøn energiteknologi.

Den tætte kobling mellem F&U-aktiviteter og produktion vil betyde, at hvis F&U-investeringer forsvinder ud af landet, så vil investeringerne i produktionsfaciliteter og dermed disse arbejdspladser også på sigt rykke til andre lande.

Partnerskabet foreslår derfor, at myndighederne i samarbejde med branchen afsøger hvordan, der kan etableres en ordning, som adresserer de nuværende udfordringer med F&U-fradraget, så det i højere grad kan anvendes, herunder af virksomheder, som arbejder med grønne energiteknologier.

6.4.2.

Anbefaling 2

Styrkede screeningsprocesser



Danske vindprojekter er underlagt en række screeningsprocesser, som alle har ophæng i EU-lovgivning. Disse screeningsprocesser bør i højere grad harmoniseres på tværs af EU samt udspecificeres for sikre klarhed over, hvilke komponenter og leverandører som reelt er omfattet af screeningsregimet.

Et eksempel er screeningen af direkte udenlandske investeringer i f.eks. energisektoren (Foreign Direct Investment Screening – FDI). Screeningen pålægger medlemslandene at undersøge og evt. blokere udenlandske investeringer, hvis de

udgør en særlig økonomisk aftale og/eller vurderes at true den nationale sikkerhed og offentlige orden. Formålet er at beskytte nationale interesser og sikkerhed mod risici, der kan opstå, når udenlandske aktører gennem investeringer kan opnå kontrol over strategiske industrier og kritiske sektorer. Et centralt mål med screeningen er at beskytte forsyningssikkerhed, kritisk infrastruktur og databeskyttelse. I Danmark er ansvaret for investeringsscreening-processen forankret i Erhvervsstyrelsen. Lovgivningen specificerer, at projektudvikler og evt. bydende konsortier i et havvindudbud skal screenes.

For at øge gennemsigtigheden for havvindindustrien foreslår partnerskabet, at myndighederne udspecificerer præcis hvilke komponenter og leverandører, som er underlagt FDI-screeningen. Komponenter og leverandører til el-transmissionsnettet må forventes at tilhøre den gruppe, som er screeningsomfattet. Dybden i screeningsprocessen er i øjeblikket uklar og skal afklares⁴⁸.

Et andet eksempel er screeningen for markedsforvridende udenlandske subsidier (Foreign Subsidies Regulation – FSR). Denne screening foretages hovedsageligt af EU-Kommissionen, hvor formålet er at sikre lige konkurrencevilkår på det indre marked ved at undersøge, om udenlandsk støtte fra et land uden for EU giver en uretmæssig fordel. Lovgivningen udspecificerer, at projektudvikler og evt. bydende konsortier i et havvindudbud skal screenes.

Derudover fremgår det, at også ”hoved-leverandører” skal screenes, hvis et af to forhold er opfyldte:

- Når komponentens økonomiske andel af et konkret projekt overstiger 20 pct. af værdien af det indgivne tilbud.
- Når komponenterne ”udgør et nøgleelement i projektets realisering og kontraktopfyldelse”.

For at øge gennemsigtigheden for havvindindustrien anbefaler partnerskabet, at de danske myndigheder i samarbejde med EU-Kommissionen udspecificerer præcis hvilke komponenter og leverandører, som er underlagt FSR-screeningen. Komponenter og leverandører til el-transmissionsnettet må forventes at tilhøre den gruppe, som er screeningsomfattet. Dybden i screeningsprocessen er i øjeblikket uklar og skal afklares.

Uens praksis i screeningsprocesser på tværs af EU-lande skaber risiko for konkurrenceforvridning og usikkerhed for havvindudviklere og leverandører. De danske myndigheder bør i dialog med EU-Kommissionen fokusere på at:

- Strømline notifikations- og compliance-krav.
- Øge ressourcerne til effektiv håndhævelse af ex officio-undersøgelser.
- Sikre en ensartet og proportional anvendelse i hele EU.
- Lukke håndhævelsesshuller og undgå omgåelse.

Derudover bør de danske myndigheder sikre, at Danmarks implementering af eksportrestriktioner gennem resilienskriteriet under the Net Zero Industry Act (NZIA), afspejler implementeringen i vores nabolande. NZIA trådte først i kraft i Danmark 30. december 2025, hvilket betyder, at implikationerne af de introducerede importrestriktioner endnu ikke foreligger.

Allerede nu er der dog en betydelig iboende svaghed i NZIA-designet som følge af forskellige implementeringer af resilienskriteriet. Det skyldes, at lande, som etablerer havvindprojekter under udbudsdirektivet, pålægges at introducere importrestriktioner på komponenter, hvis en afhængighedsanalyse fra EU-Kommissionen tilsiger det. Omvendt pålægges lande, som etablerer havvindprojekter under auktionsregulering, at indføre importrestriktioner uagtet om en afhængighedsanalyse fra EU-Kommissionen tilsiger det. Dette vil ske ved, at for 75 pct. af vindturbinerne i et havvindprojekt må maksimalt tre hovedkomponenter⁴⁹, samt ingen færdige turbiner, importeres for Kina.

Danmark er et af de eneste EU-lande, som fortolker, at havvindprojekter etableres gennem udbudsdirektivet, imens hovedparten af EU-landene fortolker, at de etableres igennem auktionsregulering⁵⁰. Resultatet bliver, at imens NZIA-resilienskriteriet giver en vis beskyttelse til danske og europæiske leverandører for havvindprojekter etableret gennem auktionsregulering i vores nabolande, giver det i praksis ingen beskyttelse for projekter i Danmark.

Partnerskabet anbefaler derfor, at de danske myndigheder sikrer, at implementeringen af NZIA-resilienskriteriet i fremtidige danske havvindprojekter (under artikel 25 i NZIA), spejler implementeringen af NZIA-resilienskriteriet for havvindprojekter i vores nabolande (artikel 26 i NZIA).

Dette er i fuld overensstemmelse med WindEurope's anbefalinger, som understreger, at lande som fortolker, at havvindprojekter etableres gennem udbudsdirektivet, bør anvende den samme tilgang til NZIA-resilienskriteriet som lande, der fortolker at projekterne etableres gennem aktionsregulering⁵¹. En harmoniseret EU-tilgang forhindrer, at industrien skal navigere i 27 forskellige regelsæt, samt reducerer risikoen for en forvridning af EU's indre marked. Dansk implementering af NZIA-resilienskriteriet må ikke stille den danske vindværdikæde dårligere, end værdikæden er stillet i de øvrige EU-lande.

6.4.3.

Anbefaling 3

Harmoniserede rammer for kritiske systemer i energisektoren



Danmark og EU skal være i stand til at beskytte kritisk energiinfrastruktur mod digitale og fysiske trusler, og at Europa skal være i stand til selv at udvikle og producere nøgleteknologier på energiområdet. Som bl.a. den danske regering har påpeget tidligere, kan der være en skærpet sikkerhedsrisiko forbundet med brugen af teknologi fra lande, som Danmark ikke har et sikkerhedspolitisk samarbejde med⁵².

I dag anvendes elektroniske systemer og digitale komponenter fra tredjelande i vidt omfang både i det danske og europæiske energisystem. Det kan udgøre en potentiel sikkerhedstrussel, da det er muligt for fremmede aktører at indsamle data, indbygge "sluk-knapper", fjernstyring og andre former for elektroniske og digitale adgangsveje i den anvendte hardware⁵³. Anvendelsen af elektroniske komponenter og digitale systemer fra upålidelige, ikke-europæiske aktører kan således compromittere forsyningssikkerhed, dataintegritet og kritisk energiinfrastruktur⁵⁴.

Kun gennem tydelige fastsatte krav om anvendelse af sikker teknologi og prioritering af den europæiske energiindustri, kan EU opbygge energi- og teknologiuafhængighed og sikre, at fjendtligsindede aktører ikke har adgang til at styre kritiske dele af den europæiske energiinfrastruktur.

Derfor anbefaler partnerskabet, at de danske myndigheder fremmer EU-harmoniserede krav til grundige risikovurderinger, som skal sikre, at kritiske digitale systemer ikke leveres fra systemiske rivaler. Det vil sikre, at sikkerhedsniveauet i det europæiske energisystem i endnu højere grad end i dag dikteres politisk gennem tydelige myndighedsgodkendelser.

Partnerskabet anbefaler, at danske myndigheder arbejder for, at der på europæisk plan etableres en harmoniseret tilgang til beskyttelse af kritiske digitale systemer i energiinfrastrukturen, som ikke må leveres fra systemiske rivaler men fra pålidelige leverandører og oprindelseslande.

Med kritiske digitale systemer, komponenter og software forstås systemer, som har potentiale til at styre energiproduktion, -forsyning og -forbrug. Som led i arbejdet skal der også på politisk europæisk niveau fastlægges rammer for, hvad der betragtes som henholdsvis pålidelige leverandører og systemiske rivaler.

Udgangspunktet for dette arbejde bør være WindEurope's liste over syv såkaldte "kategorier af kritiske systemer" for vindmøller og det relaterede elnet samt underliggende funktionaliteter:

1. Kontrolsystemer
2. SCADA-systemer
3. Software
4. Data-systemer
5. Kommunikationsinfrastruktur og driftssystemer
6. Firewalls og fjernadgangssystemer
7. Nød- og brandalarmssystemer

48 Det er desuden afgørende, at de danske og vestlige vindmøllefabrikanter har adgang sikker prototypetest uden indblanding og overvågning fra tredje lande. Prototype-vindmøllerne, som testes på centrene, vil udgøre en stor del af Danmarks og Europas grønne omstilling, og derfor er det bydende nødvendigt, at adgangen til testcentre underlægges restriktioner for at højne sikkerheden og beskytte teknologiudviklingen. Et redskab til at højne sikkerheden er at underlægge prototypetestcentre investerings-screeningsloven. Dette vil have betydning for, hvem der kan opstille vindmøller på testcentre og dermed give en ekstra beskyttelse af ny teknologi.

49 Komponenter til havvindprojekter som er omfattet af NZIA-resilienskriteriet er:

1) Nacelles (assembly), 2) Rotor hubs, 3) Main, yaw and pitch bearings, 4) Direct drive drivetrains (including generator) and/or gearbox drivetrains (including generator), 5) Permanent magnets of wind turbines, 6) Gearboxes of wind turbines, 7) Blades, 8) Towers, 9) Foundations / floaters

50 [202509-NZIA-Recommendations-for-national-implementation.pdf](#), side 11. WindEurope vurderer i 2025, at Danmark og Finland er blandt de eneste EU-lande som fortolker at deres havvindprojekter etableres gennem udbudsdirektivet fremfor gennem auktsregulering.

51 [202509-NZIA-Recommendations-for-national-implementation.pdf](#), side 1–3

52 B 135 – 2024–25 (1. behandling): Forslag til folketingsbeslutning om forbud mod import i EU af kinesisk teknologi, der udgør en sikkerhedsrisiko. / Folketinget

53 Ny cyberstrategi for energisektoren skal styrke Danmarks forsyningssikkerhed

54 [communication-document-on-the-supplier-cybersecurity-threat-assessment-tool.pdf](#)

Adgang til arbejdskraft og kompetencer

C7



7.1. Indledning

Den historiske udbygning af havvind, som Danmark står overfor frem mod 2050, kræver betydelige mængder arbejdskraft til at udvikle, producere, installere og vedligeholde de mange havvindmøller. Foruden de rammevilkår, der er beskrevet i de øvrige kapitler, er en helt afgørende forudsætning for at realisere de forventede GW havvind, at der er adgang til kvalificeret arbejdskraft med de rette kompetencer – på tværs af uddannelsesgrupper.

Udbygningen af havvind forudsætter i særlig grad faglært arbejdskraft. Op mod 40 pct. af den nødvendige arbejdskraft til havvindsudbygningen varetages i dag af faglært arbejdskraft⁵⁵. Faglærte, der kan omdanne tunge stålplader til havvindmøllefundamenter som jackets og monopiles, smede der kan producere og opsætte mølletårne, kompositoperatorer, der producerer vinger i glasfiber, samt specialiserede medarbejdere som automatikere og mange flere, der kan samle og vedligeholde nacellen med bl.a. hovedaksel, gearkasse, generator, krøjemotor og avancerede automationssystemer.

Samtidig spiller andre faglærte inden for bl.a. handel og service samt medarbejdere med mellemlange videregående uddannelser en central rolle i værdikæden for havvind, f.eks. som projektledere og energiteknologer. De sikrer indkøb, planlægning, koordinering, sikkerhed, kvalitet og effektiv gennemførelse af komplekse installations- og serviceopgaver. Medarbejdere med lange videregående uddannelser bidrager bl.a. som ingeniører, forskere, analytikere og strategiske planlæggere, der arbejder med alt fra projektudvikling, konstruktion til dimensionering af fundamenter, tårne og nacellen. Dermed dækker kompetencebehovet hele spektret fra produktion og montage til avanceret konstruktion, modellering, drift og systemplanlægning.

Udviklingen inden for havvind har dog de seneste år været udfordret af ændrede markeds- og investeringsvilkår. Det betyder, at tidligere beskæftigelsesvurderinger⁵⁶ ikke længere afspejler markedsituationen, fordi forudsætningerne i værdikæden, omkostningsniveauet og investeringsprofilen har ændret sig markant.

På den baggrund har partnerskabet bedt Arbejdsbevægelsens Erhvervsråd (AE) om at udarbejde nye analyser, der beregner potentialet for arbejdspladser i havvindsektoren under de nuværende, mere realistiske markedsforudsætninger.

Det er derfor centralt at belyse, hvordan udbygningen af havvind påvirker behovet for arbejdskraft, hvilke kompetencer der bliver afgørende samt hvilke udfordringer og muligheder, det skaber for det danske arbejdsmarked. Danmark skal fremover kunne levere de nødvendige kompetencer – fra grundskole over erhvervsuddannelser til videregående uddannelser samt gennem branchespecifik efter- og videreuddannelse og certifikater. Endelig udgør international arbejdskraft også et væsentligt element for at kunne realisere potentialerne i havvindsudbygningen, hvorfor det danske arbejdsmarked også i fremtiden bør imødekomme udenlandske kollegaer.

⁵⁵ 300 GW havvind i Nordsøen kan kræve 9.500 faglærte årligt i Danmark, AE, december 2025

⁵⁶ Beskæftigelseseffekter af investeringerne i den grønne omstilling i industrien 2023 – 2035, COWI, november 2023.

8 anbefalinger til fremtidens grønne arbejdsmarked, CONCITO m.fl., juni 2023.

Fra modgang til medvind Anbefalinger til en national strategi for den grønne energiindustri, Green Power Denmark, oktober 2023

7.2.

Den grønne omstilling, herunder havvindsudbygningen, kræver tusindvis af faglærte

På tværs af det danske arbejdsmarked er der i disse år stor efterspørgsel efter arbejdskraft. Ser vi alene på den grønne omstilling, står vi i de kommende år overfor en massiv mereefterspørgsel af arbejdskraft. Alene frem mod 2035 er der en efterspørgsel på 195.000 årsværk. Det er særligt faglært arbejdskraft, der efterspørges, når det gælder den grønne omstilling. Heraf er der en efterspørgsel på 98.000 årsværk faglærte⁵⁷.

Selvom forventningerne til udbygningen frem mod 2035 i Danmark er nedjusteret de seneste år, er 2050-målene fastholdt. Det indebærer, at udbygningstempoet efter 2035 skal accelereres betydeligt. Denne acceleration vil stille meget store krav til adgangen til arbejdskraft og kompetencer – særligt i industrien og de tilknyttede værdikæder.

Udbygningen af havvind i Nordsøen frem mod 2050 skaber et årligt behov for omkring 23.000 fuldtidsbeskæftigede i Danmark, svarende til knap 585.000 årsværk i perioden. Beskæftigelseseffekten er robust på tværs af scenarier og forudsætninger. Uanset variationer i udbygningstempo, produktivitet og danske virksomheders markedsandele peger alle beregninger på et meget betydeligt og vedvarende arbejdskraftbehov. Særligt etablering af havvind i Danmark er arbejdskraftintensiv, idet én GW havvind i danske farvande kræver knap 4.500 årsværk i anlægsfasen⁵⁸, hvilket afspejler, at en stor

del af værdikæden er forankret i danske virksomheder og underleverandører.

Faglært arbejdskraft udgør den største og mest kritiske del af dette behov. Omkring 40 pct. af beskæftigelsen i de relevante brancher er faglært, og udbygningen af havvind kræver i gennemsnit omkring 9.500 faglærte årligt, især mekanikere, industriteknikere og smede, men også en bred gruppe af øvrige faglærte. Samtidig er der et betydeligt behov for specialiserede ufaglærte samt medarbejdere med korte, mellemlange og lange videregående uddannelser, både i produktion, planlægning, installation og drift.

Havvind er samtidig ikke alene et anlægsprojekt, men en langsigtet beskæftigelsesmæssig forpligtelse. Drift og vedligehold af havvindmølleparker udgør en betydelig del af både omkostninger og jobskabelse over levetiden og kan i 2050 beskæftige omkring 6.000 fuldtidspersoner alene i Danmark. Dette bidrager til at gøre havvind til en stabil og varig jobmotor i kystnære og industrielle områder.

Udfordringen forstærkes af de demografiske og uddannelsesmæssige udviklingstræk i arbejdsstyrken. Frem mod 2045 forventes antallet af faglærte at falde med omkring 188.000 personer, hvis de nuværende uddannelsesmønstre fastholdes, samtidig med at efterspørgslen efter faglærte og specialiserede kompetencer vokser markant. Uden en målrettet styr-

kelse af arbejdskraft- og kompetencekapaciteten risikerer Danmark at mangle de nødvendige hænder og hoveder til at realisere havvindudbygningen. Det kan i sidste ende føre til tab af markedsandele, mindre dansk værdiskabelse og en svækkelse af Danmarks industrielle position i både hjemlige og internationale havvindprojekter.

Arbejdsbevægelsens Erhvervsråd har for partnerskabet gennemført en analyse⁵⁹ ved hjælp af en input-output-model⁶⁰, for at belyse arbejdskraftsbehovet ved opfyldelse

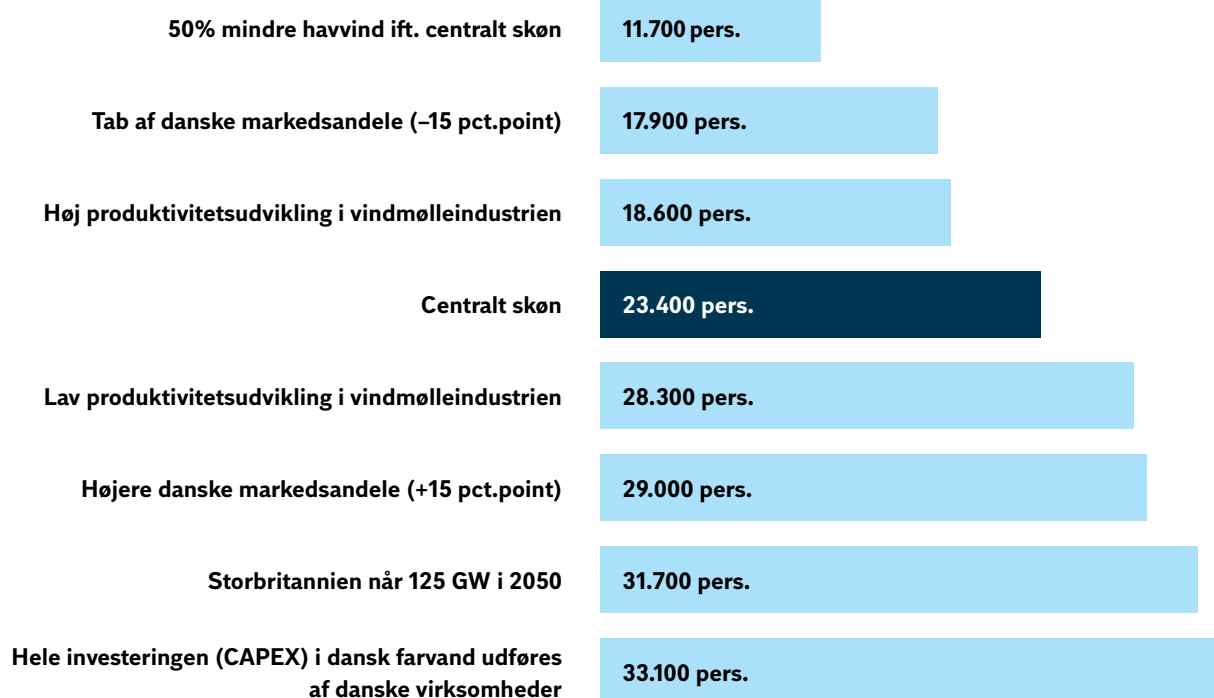
af Oostende-erklæringens mål for havvind i Nordsøen frem mod 2050.

Udbygning af havvind skaber 23.000 arbejdspladser årligt frem mod 2050

Udbygningen af havvind i Nordsøen, der opfylder Oostende-erklæringen, skaber lidt mere end 23.000 danske arbejdspladser årligt i det centrale skøn. Disse arbejdspladser er især relateret til produktionen af vindmøllerne, og tæller både arbejdspladser i vindmøllebranchen og branchens underleverandører. Det svarer til i alt 585.000 årsværk i perioden 2026 – 2050.

Figur 13 Udbygningen af havvind skaber 23.000 arbejdspladser årligt frem mod 2050 i det centrale skøn

Figuren viser, hvor mange fuldtidspersoner udbygningen af havvind i dansk farvand og Nordsøen kan forventes at beskæftige, under forskellige forudsætninger.



Anm.: I det centrale skøn antages, at 42 GW vindmøller til opsætning i dansk farvand produceres i Danmark, samt en vægtet markedsandel på 42 pct. af 243 GW i udlandet.
Grafik: Arbejderbevægelsens Erhvervsråd (AE) · Kilde: AE pba. Danmarks Statistik, OEC, Eurostat, Energistyrelsen, Klima-, energi- og forsyningsministeriet og egne beregninger.

57 Beskæftigelseseffekter af investeringerne i den grønne omstilling i industrien 2023 – 2035, COWI, november 2023

58 300 GW havvind i Nordsøen kan kræve 9.500 faglærte årligt i Danmark, AE, december 2025

59 300 GW havvind i Nordsøen kan kræve 9.500 faglærte årligt i Danmark, AE, december 2025

60 Input-output-model: Der tages udgangspunkt i input-output tabellerne fra Danmarks Statistik fra 2022. Dermed antages det, at en given investering i en given branche vil medføre samme træk på de øvrige brancher som i 2022. Produktiviteten er omregnet fra 2022 til 2024-niveau. Derudover er der indregnet en produktivitetsudvikling for vindmølleproduktion svarende til prisreduktionen for etablering af havvind i Energistyrelsens teknologikatalog frem mod 2050. Der er regnet direkte og indirekte beskæftigelse, men der er ikke medtaget afledte effekter (induceret beskæftigelse). Afledte effekter består i, at flere beskæftigede vil resultere i et højere privatforbrug og derigennem yderligere beskæftigelse.

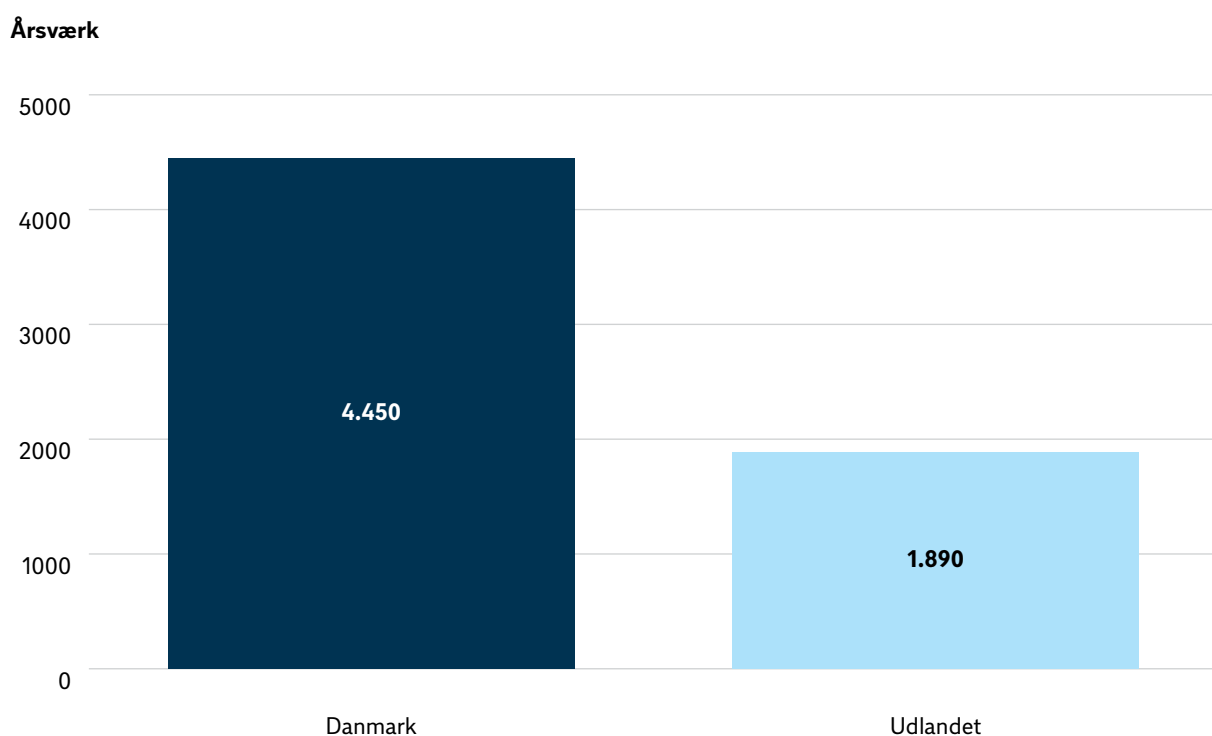
Det centrale skøn skal forstås som et beregningsteknisk referencescenarie. Der anvendes realistiske, men konservative antagelser om bl.a. teknologiudvikling, produktivitet, markedsandele og omfanget af dansk værdiskabelse i værdikæden. Skønnet er ikke en prognose, men et kvalificeret udgangspunkt til at vurdere størrelsesordenen af arbejdskraftsbehovet.

Én GW havvind i Danmark kræver knap 4.500 årsværk

Ifølge AE's beregninger for partnerskabet svarer etableringen af én GW havvind i Danmark i det centrale skøn til knap 4.500 årsværk over anlægsperioden. Beskæftigelseseffekten er højere end ved projekter i udlandet, fordi en større del af værdikæden forventes at blive udført af danske virksomheder og underleverandører.

Figur 14 En GW i Danmark kræver knap 4.500 årsværk i det centrale skøn

Figuren viser, hvor mange årsværk der kræver i Danmark ved at opsætte 1 GW havvind i det centrale skøn i 2040 i hhv. dansk farvand og en gennemsnitlig GW i den udenlandske del af Nordsøen.



Anm.: Se boks for en beskrivelse af antagelser bag det centrale skøn.

Grafik: Arbejderbevægelsens Erhvervsråd (AE) · Kilde: AE pba. Energistyrelsen



Drift og vedligehold af havvindmølleparker vil også skabe tusindvis af arbejdspladser

Det er ikke kun etableringen af havvindmølleparker, der skaber tusindvis af arbejdspladser. Drift og vedligehold af vindmøllerne kræver også en stor mængde arbejdskraft.

Konsulenthuset QBIS har i en analyse fra 2020 anslået, at omkring 29 pct. af den samlede omkostning og 20 pct. af jobskabelsen ved en havvindmøllepark over dens levetid relaterer sig til drift og vedligehold (OPEX)⁶¹. I Energistyrelsens energikatalog beløber omkostningerne ved drift og vedligehold sig til omkring en tredjedel af de samlede omkostningerne ved en havvindmøllepark set over levetiden⁶².

Arbejdskræftsbehovet til drift og vedligehold vokser i takt med den installerede havvindskapacitet. Det har i AE's analyse ikke været muligt at anslå mængden af arbejdskraft, der vil efterspørges til drift og vedligehold. Hvis der tages udgangspunkt i QBIS' analyseresultat om 20 pct. af jobskabelsen ved en havvindmøllepark går til drift og vedligehold, svarer det i det centrale skøn til, at omkring 6.000 fuldtidspersoner

kan være beskæftiget med drift og vedligehold af den målsatte vindmøllekapacitet i 2050⁶³.

Udbygningen af havvind i Nordsøen kræver 9.500 faglærte årligt i det centrale skøn

Tager vi et nærmere kig på hvilke jobfunktioner og kompetencer, der er behov for til at etablere ny havvind, viser AE's analyse, at der i det centrale skøn skabes et årligt merbehov på omkring 9.500 faglærte i de relevante brancher. Særligt mekanikere, industriteknikere, smede samt øvrige faglærte inden for f.eks. handel og service. Samtidig efterspørges ufaglærte med specialiserede funktioner samt medarbejdere med korte, mellemlange og lange videregående uddannelser⁶⁴.

40 pct. af beskæftigelsen i de relevante brancher har en erhvervsuddannelse. Det er dermed den uddannelseshovedgruppe, der skabes mest efterspørgsel efter ved etableringen af ny havvind. Blandt faglærte er det især mekanikere (1.050 pers. årligt), industriteknikere (1.000 pers. årligt) og smede (860 personer årligt), der skabes efterspørgsel efter.

Der efterspørges også knap 5.000 øvrige faglærte, hvilket især er faglærte inden for kontor og handel, tømrere, elektrikerne, havnearbejdere, samt faglærte uden nærmere angivelse af uddannelsen. I følsomhedsberegningen med det laveste arbejdskraftsbehov efterspørges 4.700 faglærte og i beregningen med det højeste arbejdskraftsbehov 13.800 faglærte.

Produktionen af vindmøller kræver også en betydeligt mængde arbejdskraft, der i dag leveres af ufaglærte personer. I det centrale skøn er det 4.800 personer uden en erhvervskompetencegivende uddannelse, der efterspørges, dvs. inklusive ufaglærte studenter. Mange af de ufaglærte, der i dag arbejder i industrien, herunder vindmølleindustrien, er specialiserede ufaglærte, som ikke nødvendigvis kan erstattes af fremtidens ufaglærte uden den nødvendige opkvalificering eller efteruddannelse, og som nu og fremover måske i højere grad skal leveres af faglært arbejdskraft og ved brug af ny teknologi i produktionsprocessen. Endelig efterspørges hhv. 1.900, 3.200 og 4.200 personer med hhv. en kort, mellemlang og lang videregående uddannelse i det centrale skøn.

61 Se analysen [Socioeconomic impacts of offshore wind \(2020\)](#)

62 Antaget en levetid på 25 år for havvindmølleparken, ligesom QBIS.

63 Antaget et arbejdskraftsbehov på 23.400 fuldtidsbeskæftigede personer årligt.

64 Se bilag 1 for samlet liste over forventede beskæftigede.

Om 20 år er der 188.000 færre faglærte i arbejdsstyrken

En stor del af den nuværende faglærte arbejdsstyrke er oppe i årene og vil være pensioneret i 2045. Samtidig tager en langt større andel af unge en videregående uddannelse i dag. Det betyder, at der vil være langt færre faglærte i den totale arbejdsstyrke frem mod 2045, hvis de nuværende uddannelsesmønstre bare er nogenlunde uændrede.

Om 20 år er der forventeligt 188.000 færre faglærte i arbejdsstyrken⁶⁵. Der vil også være langt færre ufaglærte med grundskole som højest fuldførte uddannelse, og lidt flere ufaglærte studenter. Til gengæld vil der være 218.000 flere akademikere og

97.000 flere med en kort eller mellemlang videregående uddannelse.

Det betyder, at der kan opstå mangel på faglært arbejdskraft i fremtiden, hvis de opgaver, faglærte og specialiserede ufaglærte udfører i dag, også skal udføres i fremtiden. Øget efterspørgsel efter faglærte og specialiserede ufaglærte som følge af udbygningen af havvind i Nordsøen kan puste yderligere til manglen. Det kan medføre, at Danmark taber markedsandele på produktionen af vindmøller til opsætning både i Danmark og udlandet, hvis ikke virksomhederne kan rekruttere den arbejdskraft, de behøver.

65 300 GW havvind i Nordsøen kan kræve 9.500 faglærte årligt i Danmark, AE, december 2025

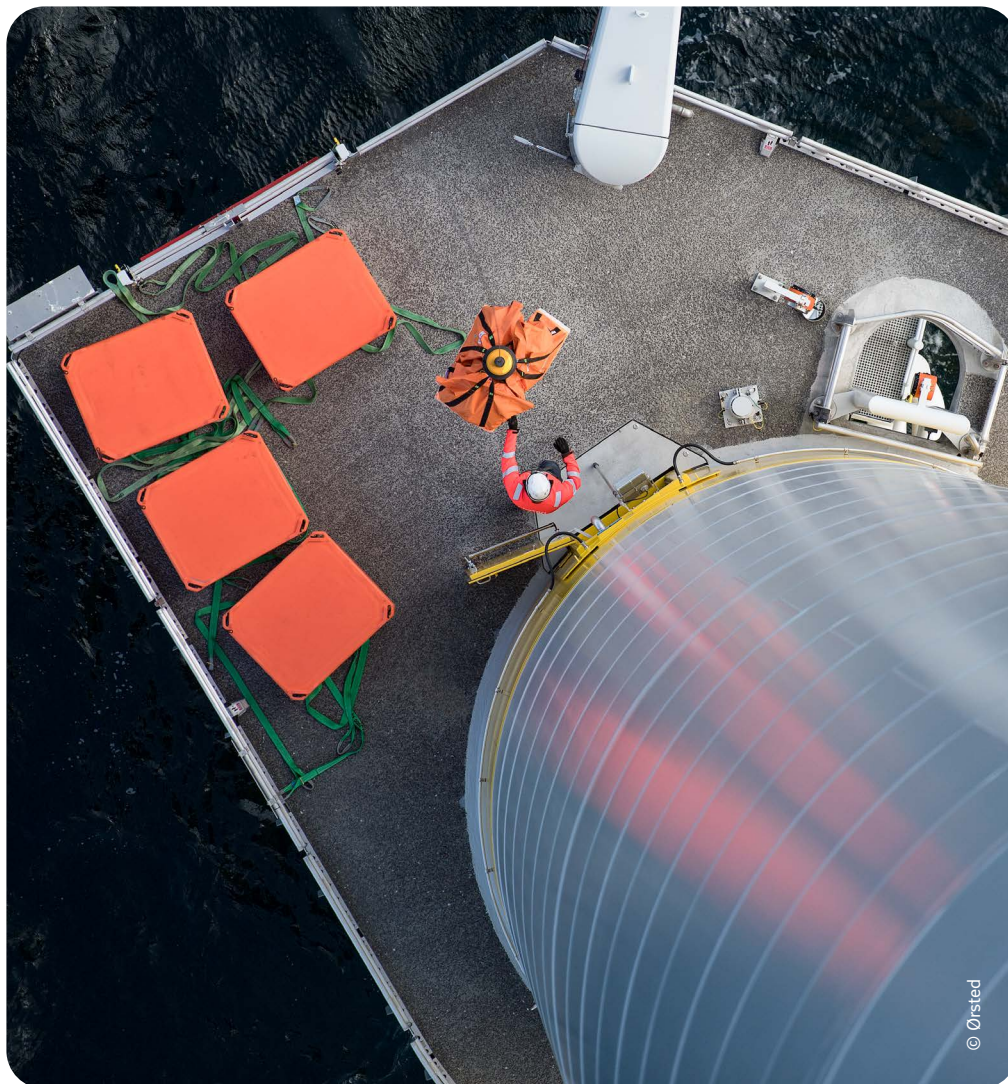
Figur 15 Om 20 år er der 188.000 færre faglærte i arbejdsstyrken

Tabellen viser arbejdsstyrken (ekskl. studerende) fordelt på hovedgrupper af uddannelser i AE's uddannelsesmodel.

	2025	2035	2045	Ændring 2025 – 2045
Ufaglærte (grundskole)	382.000 pers.	322.000 pers.	300.000 pers.	–82.000 pers.
Ufaglærte studenter	240.000 pers.	252.000 pers.	271.000 pers.	+31.000 pers.
Faglærte	915.000 pers.	812.000 pers.	727.000 pers.	–188.000 pers.
Korte videregående uddannelser	185.000 pers.	198.000 pers.	205.000 pers.	+20.000 pers.
Professionsbachelor	561.000 pers.	601.000 pers.	638.000 pers.	+77.000 pers.
Akademikere	545.000 pers.	667.000 pers.	763.000 pers.	+218.000 pers.

Anm.: Ufaglærte er inkl. uoplyst uddannelse, og akademikere er inkl. universitetsbachelor og ph.d.

Tabel: Arbejderbevægelsens Erhvervsråd (AE) · Kilde: AE pba. Danmarks Statistik og egne beregninger.



Oprustningen af dansk forsvar øger efterspørgslen på arbejdskraft yderligere

Endelig skal det bemærkes, at Forsvaret som følge af den igangværende oprustning får behov for markant flere medarbejdere – herunder et væsentligt større antal værnepligtige. Frem mod 2035 skal der rekrutteres ca. 16.000 flere ansatte til Forsvaret, svarende til en udvidelse på over 50 pct. i forhold til i dag.

Antallet af værnepligtige forventes at stige fra ca. 4.600 årligt i dag til op mod 7.500 årligt. Samtidig forlænges værnepligten fra 4 til 11 måneder. Det betyder, at stigningen ikke alene består i flere personer, men også i en markant længere binding af arbejdskraft. Opgjort i årsværk vil værnepligten dermed vokse fra ca. 1.500 årsværk i dag til omkring 6.900 årsværk, når ordningen er fuldt indfaset – en stigning på ca. 5.300 årsværk.

Set i forhold til en ungdomsårgang indebærer det en væsentlig ændring i Forsvarets træk på arbejdsstyrken. I dag svarer værnepligten til, at Forsvaret anvender omkring 2 pct. af en årgangs samlede arbejdstid. Når ordningen er fuldt indfaset, vil andelen stige til ca. 10 pct. Med de forventede fald i ungdomsårgangene frem mod 2032 – hvor en årgang ventes at falde til omkring 61.000 personer – vil de 6.900 årsværk svare til omtrent 11 pct. af en årgangs samlede arbejdstid. Der er således reelt tale om en femdobling af Forsvarets træk på ungdomsårgangenes tid og arbejdskraft.

Efterspørgslen efter arbejdskraft til Forsvaret behandles ikke yderligere i denne rapport.

7.3. Anbefalinger

Den fortsatte adgang til kvalificeret arbejdskraft er afgørende for, at den grønne omstilling lykkes og for, at Danmark kan høste frugterne af årtiers offentlige og private investeringer i havvindsindustrien.

Partnerskabet anerkender, at manglen på arbejdskraft går på tværs af sektorer, og der er tale om en generel strukturel udfordring i Danmark set i lyset af den demografiske udvikling på arbejdsmarkedet, men også i forhold til mismatchet mellem efterspurgte faglærte kompetencer og udbuddet, hvilket er beskrevet tidligere.

Derfor er tiltrækningen af flere medarbejdere til den grønne industri, både ved øget optag og gennemførelse af erhvervsuddannelserne og andre relevante uddannelser samt efter- og videreuddannelse afgørende for at imødegå denne strukturelle udfordring på det danske arbejdsmarked. Dertil anerkender partnerskabet, at tiltrækning af international arbejdskraft er afgørende for, at Danmark kan imødekomme de massive

investeringer, som 2050-havvind-ambitionerne forudsætter.

Partnerskabet mener, at den primære vej til at sikre mere faglært arbejdskraft til bl.a. havvindsudbygningen sker ved, at flere af de danske unge og voksne vælger og gennemfører en erhvervsuddannelse. Derfor opfordrer partnerskabet regeringen og Folketinget til at sikre, at de seneste års reformer på uddannelsesområdet gennemføres og implementeres i dansk lov. Danmark får dermed en mere praksisnær folkeskole, og flere unge vil via den nye epx-uddannelse stifte bekendtskab med det faglærte arbejdsmarked. Partnerskabet opfordrer også regeringen og Folketinget til at huske, at den direkte vej fra folkeskolen til en erhvervsuddannelse fortsat skal være en reel mulighed

efter etablering af epx i 2030. Det er vigtigt for partnerskabet, at regeringen og Folketinget fastholder dette som led i epx-reformen, da der – også efter 2030 – vil være mange unge, som er afklarede og målrettede om en faglært vej. Endemålet med disse reformer er bl.a. at sikre, at flere unge tilvælger en faglært uddannelse, hvilket er afgørende for, at vi kan løfte den massive efterspørgsel, som havvindsudbygningen og oprustningen af det danske forsvar medfører.

Endeligt, opfordrer partnerskabet havvindsindustrien til fortsat at fokusere på at uddanne lærlinge for at kunne rekruttere den nødvendige arbejdskraft i fremtiden. Adgang til uddannet arbejdskraft er på alle måder afgørende for indfrielsen af den planlagte havvindsudbygning.

7.3.1. Anbefaling 1 Fokus på mulighed for livslang læring og sporskifte



Analyserne peger på et vedvarende mismatch mellem udbud og efterspørgsel efter arbejdskraft, særligt blandt faglærte og akademiske grupper. For at sikre et arbejdsmarked i bedre balance, som bl.a. skal understøtte realiseringen af havvindens udbygningsmål, er der behov for en mere sammenhængende uddannelsespolitik på tværs af livsfaser. Her bør sporskifte samt efter- og videreuddannelse udgøre centrale søjler i denne indsats.

Teknologiudviklingen og nye arbejdsformer ændrer kompetencebehovene hurtigere, end hvad vi tidligere har set. Det stiller krav om et system, der understøtter løbende opkvalificering gennem hele arbejdslivet og sikrer, at både beskæftigede og ledige har reelle muligheder for at opnå de kompetencer, som virksomhederne bl.a. inden for havvindsindustrien efterspørger.

AMU-systemet er allerede et centralt redskab for kompetenceudvikling og en række tiltag kan bidrage til at imødekomme nogle af de udfordringer, som vi står overfor, bl.a. når det gælder manglende arbejdskraft med de rette kompetencer til den grønne omstilling, herunder havvind.

I dag skal f.eks. medarbejdere med en videregående uddannelse, der udfører faglærte eller ufaglærte funktioner, betale en langt højere deltagerbetaling end andre, hvis de vil på faglig relevant efteruddannelse inden for AMU-systemet. Med det stigende behov for kompetencer inden for alle brancher bør det være nemmere for medarbejdere med en videregående uddannelse at tage AMU-kurser med henblik på at arbejde i f.eks. havvindindustrien.



Partnerskabet foreslår, at der skal fokuseres på, hvordan medarbejdere med videregående uddannelse, kan få nemmere adgang til certifikatkurser og andre AMU-kurser, som er relevante for havvindindustrien. Det bør være nemmere for medarbejdere med en videregående uddannelse at foretage brancheskift – også ind på det faglærte arbejdsmarked.

Partnerskabet vurderer endeligt, at prisen på private specifikke internationale sikkerhedscertifikater, offshore-kurser og myndighedsgodkendelser udgør en barriere for at flere lønmodtagere kan påtage sig relevant arbejde inden for havvindindustrien. Partnerskabet opfordrer regeringen til at se på de barrierer, der forhindrer, at de relevante kurser og certifikater ikke kan udbydes i det offentlige uddannelsessystem.

7.3.2. Anbefaling 2 Flere erhvervsuddannelser på engelsk



Som led i at tiltrække og fastholde internationale medarbejdere i Danmark foreslår partnerskabet, at der etableres flere erhvervsuddannelser på engelsk. Danskundervisning skal indgå som centralt element i uddannelsesforløbet.

Erhvervsuddannelser på engelsk vil både være attraktivt for og tiltrække flere danske elever/lærlinge til erhvervsuddannelserne, og det vil være en måde at tiltrække unge europæere, der kunne være nysgerrige på gå i lære og arbejde i Danmark.

Der gøres allerede i dag gode erfaringer med automatikteknikeruddannelsen, der som den første tekniske erhvervsuddannel-

se bliver udbudt på engelsk på EUC Syd i Sønderborg, hvor det første hold startede i august 2025.

På grund af de gældende regler for EU-borgere skal virksomhederne indgå en uddannelsesaftale med lærlingene, fra de starter på grundforløbet. Selve oplæringen i virksomheden starter efter grundforløbet. Uddannelsesaftalen er en helt almindelig uddannelsesaftale, herunder reglerne om prøvetid (de første tre måneder af oplæringstiden i virksomheden (efter grundforløbet)). Der skal betales løn under hele uddannelsesaftalen, og virksomheden kan få AUB-refusion under skoleperioderne.

7.3.3. Anbefaling 3 Bedre rekruttering af international arbejdskraft



Det anbefales, at den politiske aftale om en ny ordning for international arbejdskraft forstået som "Certificeringsordningen for overenskomstdækkede virksomheder"⁶⁶ implementeres i dansk lov som aftalt mellem regeringen og arbejdsmarkedsparter i juni 2025. Den nye ordning forventes at træde i kraft den 1. oktober 2026. Den nye ordning vil give organiserede virksomheder mulighed for at rekruttere international arbejdskraft fra en række udvalgte lande, hvor lønmodtagere under ordningen sikres at løn- og arbejdsvilkår er overenskomstfastsat.

Derudover opfordrer partnerskabet regeringen til, at EU arbejder for, at britiske statsborgere igen bør sidestilles med EU-borgere, der bor og arbejder i Danmark. Med Storbritanniens udtræden af EU har britiske statsborgere mistet adgangen til det indre marked og arbejdskraftens frie

bevægelighed. Det har indsnævret virksomhedernes muligheder for at rekruttere arbejdskraft fra Storbritannien på samme vilkår som fra EU/EØS-landene. Historisk har britiske statsborgere udgjort et væsentligt bidrag til det danske arbejdsmarked, herunder inden for tekniske, industrielle og specialiserede funktioner. I dag arbejder mere end 10.000 britiske statsborgere fortsat i Danmark, hvilket vidner om både deres betydning og integration på det danske arbejdsmarked.

For at sikre, at britiske medarbejdere også fremadrettet kan bidrage til dansk økonomi og til sektorer med betydelige rekrutteringsbehov, herunder havvind og relaterede værdikæder, bør britiske statsborgere igen gives adgang til at søge ansættelse i Danmark på vilkår, der i videst muligt omfang svarer til dem, der gælder for statsborgere fra EU/EØS-landene og Schweiz.

⁶⁶ Certificeringsordningen for overenskomstdækkede virksomheder, Beskæftigelsesministeriet, 2025

Sameksistens mellem havvind og havmiljø

8.1. Indledning

Den storskala udbygning af havvind, som er den danske regerings ambition, kommer til at foregå i et havmiljø, der allerede er under betydeligt pres fra historiske og nuværende menneskelige aktiviteter herunder fra klimaforandringer. Klimaforandringerne udgør alvorlige konsekvenser for havene i Europa, og havvindudbygningen skal bidrage til at møde Paris-aftalens klimamålsætninger og dermed reducere klimaforandringerne. Udbygningen af havvind frem mod 2050, som skitseret i denne rapport, adskiller sig fra tidligere faser ved både skala og tempo. Dette stiller nye krav til planlægning, miljøvurdering og forvaltning – særligt i forhold til langsigtede negative påvirkninger på havmiljøet og disses kumulative (samlede) effekter i samspil med de eksisterende pres på havet.

Det belyses derfor her, hvordan udbygningen af havvind efter 2030 og frem

mod 2050 kan gennemføres på en måde, der tager højde for havmiljøets tilstand og samtidig understøtter Danmarks langsigtede klima-, energi- og sikkerhedspolitiske mål. Der er særligt fokus på, hvordan miljøhensyn skal integreres systematisk og strategisk i planlægning på tværs af udbudsmøddeller og i projektudvikling, så udbygningens samlede miljøpåvirkninger begrænses mest muligt.

Fokus er afgrænset til de direkte miljøpåvirkninger fra havvind i forbindelse med anlægs-, drifts- og nedtagningsfaserne. Miljøeffekter i forbindelse med produktion af komponenter mv. er uden for rammerne af kapitlet. Der nævnes fortløbende forskellige eksempler på mulige miljøpåvirkninger og videnshuller – dette skal ikke anskues som en udtømmende liste.

C8

8.2.

Havmiljøets tilstand

Det danske havmiljø er generelt, og har i en længere årrække været, langt fra god miljøtilstand. I det helt kystnære havmiljø opnår ingen danske kystvande god økologisk tilstand, og langt størstedelen af vandområderne vurderes at være i ikke-god kemisk tilstand⁶⁷. Den nyeste tilstands-vurdering af de danske havområder under Danmarks Havstrategi viser, at presset på havet fra forskellige påvirkninger er så høje,

at både havets arter, levesteder og økosystemer allerede er overbelastede⁶⁸. Vurderingerne af kystvandene og af de danske havområder er baseret på forskellige direktiver og indikatorer, som samlet peger på et havmiljø under betydeligt pres.

Presset på havmiljøet er resultatet af både historiske og nutidige aktiviteter og disses påvirkninger – særligt erhvervsfiskeri,

næringsstofudledning primært fra landbrugsdrift, udledning af miljøfremmede stoffer og klimaforandringer. Udbygningen af havvind frem mod 2050 – og dennes miljøpåvirkning – skal derfor ses i sammenhæng med eksisterende pres og vurderes ud fra et kumulativt perspektiv, hvor der tages højde for den samlede belastning på havmiljøet.

8.3.

Miljøpåvirkninger fra havvind

Udbygning af havvind medfører forskellige typer af negative påvirkninger på havmiljøet. Havvind kan påvirke mange dele i de enkelte økosystemer; lige fra havbunden og dyrene på og i havbunden til fuglene over havoverfladen. Negative effekter på havmiljøet kan f.eks. være fortrængning og ændret adfærd hos fisk, marine pattedyr og fugle, ændringer i artssammensætningen omkring møllerne, tab af naturlig havbund og levesteder samt ændringer i bølge og strømforhold – som derved ændrer økosystemer^{69, 70}.

Havvind kan, samtidigt med de negative påvirkninger, også medføre positive effekter inden for havvindmølleparkerne, hvilket primært forventes at ske gennem ophør af bundslæbende fiskeri^{71, 72}. Generelt udgør havvind et vigtigt løsningstiltag til at reducere forbruget af fossile energikilder og derved minimere klimaforandringer – som i sig selv er en væsentlig og voksende negativ presfaktor i havet. Der foregår fortsat videnskabelige diskussioner af, hvorvidt kunstige revstrukturer som konsekvens af fundamen-

ter og erosionsbeskyttelse på havbunden er en negativ eller positiv påvirkning. Dette afhænger blandt andet af det konkrete område og de arter, der tiltrækkes, samt af hvorvidt højere artsdiversitet (og/eller biomasse) eller bevarelse af den naturligt forekomne havbund vurderes værdifuld⁷³.

Havvind påvirker havmiljøet gennem hele projektets livscyklus – fra anlægsfase over drift til nedtagning. De konkrete miljøpåvirkninger varierer både i karakter og omfang afhængigt af projektets placering, teknologivalg og lokale økologiske forhold.

I anlægsfasen er støj fra pilotering og fra andre konstruktionsaktiviteter blandt de mest veldokumenterede påvirkninger. Støj kan påvirke livet under havet, særligt havpattedyr, ved at forstyrre adfærd, kommunikation og fødesøgning. Der findes derfor tærskelværdier og effektive afværgeforanstaltninger, der reducerer udledning af støj i anlægsfasen. Udover støj medfører maritimt anlægsarbejde også ophvirvling af sediment (havbunds-

materiale), som kan forringe vandkvalitet og påvirke bundlevende dyr og planter⁷⁴.

I driftsfasen er påvirkningerne generelt mindre intensive, men mere langvarige. For eksempel kan ændrede strømforhold samt tilstedeværelsen af fysiske strukturer påvirke fødekæden i området. Samtidig kan havvindmøller medføre kollisionsrisiko for, og fortrængning af, fugle og flagermus⁷⁵.

Det er sparsomt med viden om de miljømæssige påvirkninger fra hel eller delvis fjernelse af havvindmøller, disses fundamenter og kabler i nedtagningsfasen. I takt med at flere havvindparker nærmer sig slutningen af deres levetid frem mod 2050, vil dette blive et stadigt vigtigere fokusområde. Der er behov for en harmoniseret tilgang til nedtagning af havvind, der skaber klare og forudsigelige rammer for beslutningstagning. Disse rammer bør fremme cirkularitet, sikkerhed og ansvarlig materialehåndtering samt hensyn til havmiljø og fremtidig anvendelse af havområderne.

67 Ministeriet for Grøn Trepert (2025): <https://sgvmst.dk/media/5yqdlfhf/bilag-12-faktaark-kystvande-i-vandomraadeplanerne-2021-2027.pdf> Bemærk at ingen danske kystvande opnår god økologisk tilstand, når der også tages højde for nationalt specifikke stoffer i havmiljøet.

68 Miljø- og Ligestillingsministeriet (2025): <https://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/64125d77-ae90-4880-8408-1bc9af9156a9/Tilstandsvurdering%20-%20Havstrategi%20III.pdf>

69 Thomassen, J. A.-C., Brown, E. J., Henriksen, O., Mildnerberger, T., Galparsoro, I., Clausen, N.-E., & van Deurs, M. (2025). Case-dependent impacts of offshore wind farms on ecosystems: A systematic review and meta-analysis. *Ocean & Coastal Management*, 270, 107853. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2025.107853>

70 Cervantes, A., Pace, F., Gallaou, E., Kadiri, M., Velázquez, J., Fernandes, M., Langridge, J., Scott, A.J., Sieber, I.M., Bhatia, S., Limache de la Fuente, D., Maureaud,

A.A., Dajka, J. (2025). State of knowledge regarding the impacts of offshore wind farm expansion: what are the consequences for achieving Good Environmental Status across European marine waters? Report prepared by an Eklipse Expert Working Group. https://eklipse.eu/wp-content/uploads/2025/10/2025-10-27-Eklipse_Report_WindFarm_Final.pdf

71 Aarhus Universitet (2022): <https://dce2.au.dk/pub/SR490.pdf>

72 Bemærk at fortrængning af fiskeri samtidigt kan føre til et øget fiskeripres andre steder, og derved forskyde og potentielt øge miljøpåvirkninger fra fiskeriet. Se Tænketanken Havs (2025) anbefalinger til fiskerizoner som løsningstiltag her: <https://cdn.sanity.io/files/bo7el0jo/production/d1069592c2f2df182be9f0bc5febd8b5b-f97ef04.pdf> (s.13).

73 Se note 71, 72, 73

74 Se note 71, 72, 73

75 Se note 71, 72, 73.

8.4.

Afværge af miljøpåvirkninger

Mange miljøpåvirkninger fra havvind skal mitigeres ved hjælp af god, overordnet og strategisk planlægning. Det handler især om at udvælge de rigtige områder til havvind, og derved undgå de mest følsomme områder, såsom vigtige levesteder og trækruter for fugle. Miljøhensyn ved placering af møller inden for et afgrænset område er også et vigtigt værktøj til eksempelvis at undgå ødelæggelse af essentielle gydeområder for fisk og vigtige levesteder såsom rev. Energistyrelsen færdiggjorde i januar 2026 en følsomhedskortlægning⁷⁶, som kan udgøre et vigtigt bidrag til denne planlægning. Energistyrelsens undersøgelser viser bl.a., at det kan øge effekten af parkerne, hvis der koordineres en mere optimeret udbygning af havvind mellem Danmark og vores nabolande⁷⁷ – hvilket potentielt også kan reducere miljøpåvirkninger. Planlægning kan således reducere, men ikke fuldstændigt fjerne miljøpåvirkninger fra havvind. En diskussion af, hvilke påvirkninger – og i hvilke omfang – der kan accepteres ved en storskala udbygning af havvind, er derfor nødvendig.

Der findes i dag en række velafprøvede afværgetiltag, der reducerer forskellige

miljøpåvirkninger, der ellers ikke kan undgås⁷⁸. Der er gang i både udvikling og testning af nye afværgetiltag, og der er behov for et vedvarende fokus på og prioritering af dette. Denne udvikling skal understøttes ved, at myndigheder sætter relevante grænseværdier for påvirkninger i takt med, at afværgetiltag udvikles. Afværgetiltag kan inkludere såkaldte naturinkluderende design (Nature Inclusive Design) tiltag, hvis formål, ud over afværge, kan være at fremme naturligt forekomne arter og således være et naturforbedrende tiltag.

I en større-skala udbygning af havvind kan det blive nødvendigt med strategisk kompensation for væsentlige miljøpåvirkninger. Strategisk kompensation handler om at reducere presset på de arter (f.eks. havfugle) eller økosystemkomponenter (f.eks. havbund), som påvirkes af havvind, fra andre aktiviteter eller kilder. Det kan f.eks. være ved at begrænse fiskeri i et relevant område, ved at genoprette natur inden eller uden for havvindparken eller ved udpegning af et beskyttet område med de rette beskyttelsesforanstaltninger.



Strategisk kompensation udvikles og anvendes blandt andet i Storbritannien i forbindelse med påvirkninger på beskyttede områder og arter⁷⁹ og defineres som en “strategic approach to the delivery of environmental compensation of adverse impacts on protected habitats and species from offshore wind plans and projects in order to maximise environmental benefit, nature restoration and enhancement opportunities and to achieve economies of scale”⁸⁰. Dette sker i Storbritannien blandt andet via bidrag til en ny, statslig marin genopretningsfond⁸¹.

I en større-skala udbygning af havvind bliver det nødvendigt med både miljøsensitiv planlægning, generelle og stedsspecifikke krav til afværge af miljøpåvirkninger og løbende overvågning heraf. Krav til miljøhensyn er i overensstemmelse med EU's Net Zero Industry Act (NZIA)⁸² og Wind Europes anbefalinger til implementering heraf⁸³.

8.5.

Afdækning af vigtige videnshuller

Der er en række videnshuller om miljøpåvirkninger fra havvind. Eksempler på disse inkluderer påvirkning af fisk, bunddyr og havpattedyr fra udledning af elektromagnetisme og varme fra kabler, påvirkninger på flagermus og visse fuglearter, kumulative effekter af ændringer i strøm- og bølgeforhold fra storskala udbygning på tværs af landegrænser, spredning af invasive arter via møllefundamenterne⁸⁴, miljøeffekter af fortrængning af fiskeri og forurening med metaller og miljøfremmede stoffer fra møllerne⁸⁵. Der er fortsat behov for en systematisk afdækning af væsentlige videnshuller og potentielle afværgetiltag i forbindelse med en større-skala udbygning af havvind. Derfor er målet at tilpasse dataindsamling og analyser

afgørende for at sikre løbende, relevant vidensopbygning.

Havnaturfonden er i gang med en vidensopbygning omkring sameksistens mellem havvind og havnatur – og kommer til at have et fokus på afdækning af videnshuller gennem finansiering af projekter herom⁸⁶. I en nødvendig viderefinsiering af Havnaturfonden bør der prioriteres flere midler til dette fokus. Overvågning af miljøpåvirkninger fra eksisterende og kommende havvindparker kan ligeledes blive et væsentligt bidrag. Dette kræver, at overvågning af relevante påvirkninger integreres som et generelt krav i alle projekter, at denne data offentliggøres – og at der prioriteres midler til at analysere data løbende.



© Karsten Dahl

76 Se de forskellige følsomhedskortlægninger her: <https://niras.dkplan.dk/plan/17#/8383>

77 DTU Vind (2025): <https://niras.dkplan.dk/plan/17#/8242>

78 Se blandt andre Offshore Coalition for Energy and Nature (2024): <https://offshore-coalition.eu/wp-content/uploads/2024/10/OCEaN-Avoidance-and-Minimisation-of-Environmental-Impacts-Report.pdf>

79 Department for Environment, Food and Rural Affairs (2025): <https://www.gov.uk/guidance/offshore-wind-development-library-of-strategic-compensatory-measures>

80 Cabinet Secretary for Climate Action and Energy (2025): <https://www.gov.scot/publications/strategic-environmental-assessment/pages/4/>

81 Department for Environment, Food and Rural Affairs (2025): <https://www.gov.uk/government/collections/marine-recovery-fund>

82 EU (2024): https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401735

83 Wind Europe (2025): <https://windeurope.org/data/products/recommendations-to-eu-governments-on-implementing-non-price-criteria-in-auctions/>

84 Bemærk at udfordringen med invasive arter primært skydes ballastvand fra skibsfarten, der ikke er behandlet (godt nok), men at fundamenter til havvind kan fungere som trædesten for disse arter.

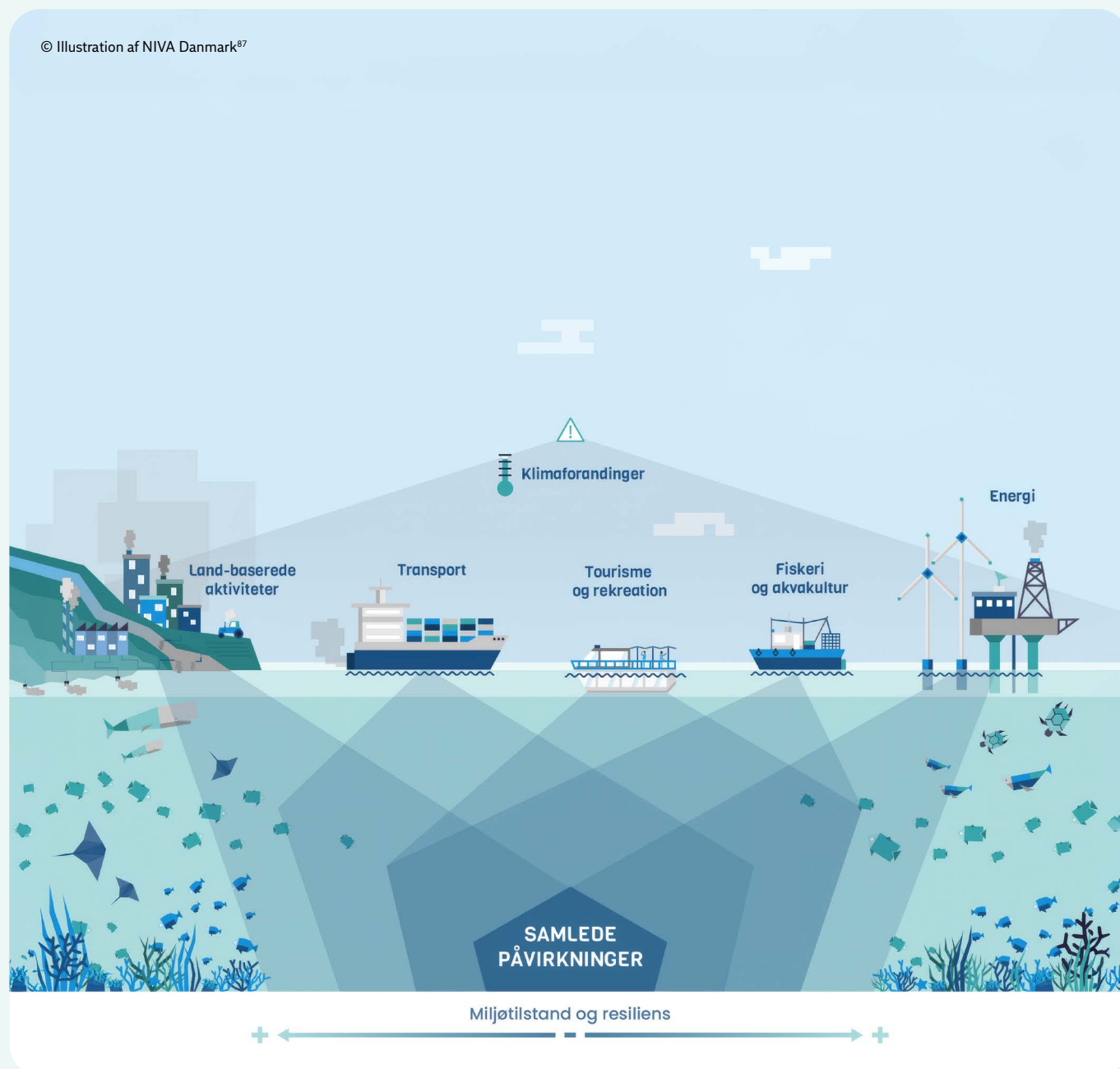
85 Se note 71, 72

86 Miljø- og Ligestillingsministeriet (2025): <https://mst.dk/erhverv/rent-miljoe-og-sikker-forsyning/vandmiljoe/havnaturfonden>

8.6.

Kumulative effekter på havmiljøet

Kumulative effekter er konsekvenserne af de samlede påvirkninger fra alle negative pres på havet



87 Andersen, J.H., T. Harvey, C. Murray & S.A. Özkan (2024): Samlede påvirkninger i de danske farvande.
NIVA Danmark rapport: <https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/3111275>

Udbygningen af havvind efter 2030 sker, som beskrevet i dette kapitel, i et havmiljø, hvor den miljømæssige robusthed i mange områder allerede er yderst begrænset, og hvor belastningen allerede er for høj. Dette kræver en planlægning, hvor hensynet til havmiljøets bæreevne indtænkes langt tidligere og mere systematisk end hidtil.

I denne kontekst er det centralt, at myndighedernes fremtidige planlægning af havvind ikke kun fokuserer på den eller de enkelte parker, men i stigende grad adresserer, hvordan flere parker og tilknyttet infrastruktur tilsammen påvirker havets økosystemer over tid og rum i samspil med alle andre relevante pres på havet. Spredning af invasive arter gennem havvindfundamenter som trædesten og fortrængning af havfugle er nogle af de påvirkninger, som Energistyrelsens bestilte vurdering⁸⁸ af potentielle kumulative effekter fra en stor-skala havvindsudbygning frem mod 2030 viser kan blive særligt problematiske.

Arbejdet med at udvikle og forfine data, metoder og tilgange til kumulative effektvurderinger for havmiljøet er pågående. Dette arbejde er spredt mellem mange forskellige aktører både nationalt i forskellige ministerier, gennem deltagelse i internationale arbejdsgrupper og hos forskellige forskningsinstitutioner. I den større kontekst af Europa er arbejdet forankret blandt andet i regi af HELCOM⁸⁹ og OSPAR⁹⁰ og i forskellige EU-støttede forskningsprojekter⁹¹. Der mangler sammenlægning og ensretning af vurderinger på tværs af landegrænser, tilgange og metoder. Arbejdet med dette bør prioriteres, og det er essentielt i dansk kontekst at prioritere midler til at overvåge og adressere kumulative effekter løbende.

8.7. Balance mellem miljøhensyn og fleksibilitet

I et 2050-perspektiv bliver spørgsmålet om, hvordan der skabes balance mellem behovet for teknologisk fleksibilitet og behovet for miljøhensyn i planlægningen centralt. En øget grad af markedsdrevet udvikling kan understøtte innovation og omkostningseffektivitet, men kan samtidig gøre det vanskeligere at sikre en samlet styring og afværge af miljøpåvirkningerne. Udbygningsmodeller med større grad af statslig planlægning, forundersøgelser og deraf datagenerering giver et bedre grundlag for at indarbejde miljøhensyn tidligt i processen, mens mere markedsdrevne modeller stiller større krav til grundige og tydelige krav.

Et centralt element i fremtidig planlægning er adgang til et robust og opdateret datagrundlag, herunder løbende opdateret følsomhedskortlægning og strategiske miljøvurderinger der kan danne grundlag for både overordnede beslutninger og projektspecifikke krav. Markedsdrevne modeller stiller store krav til kvalitet og tilgængeligheden af data, idet den centrale planlægning med strategiske vurderinger skal kunne dokumentere overholdelse af miljødirektiverne uden supplerende, projektspecifikke vurderinger med dertil hørende data. Uanset udbygningsmodel og graden af statslig involvering bliver der behov for klare og tydelige miljøhensyn, løbende monitorering og deling af data om miljø og -påvirkninger.

88 Se de forskellige rapporter herom her: <https://niras.dkplan.dk/plan/17#/7281>

89 Baltic Marine Environment Protection Commission (kendt som Helsinki-Kommissionen, HELCOM)

90 Det internationale samarbejde OSPAR (Oslo-Paris konventionerne)

91 Se blandt andre Det Internationale Havforskeråd og HELCOMs arbejde her: https://ices-library.figshare.com/articles/report/ICES_HELCOM_Working_Group_on_Integrated_Assessments_of_the_Baltic_Sea_WGIAB_outputs_from_2024_meeting_/29532812?file=58388518 samt OSPARs DAPSIR tilgang: <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/thematic-assessments/human-activities/cumulative-effects/>

8.8. Anbefalinger

Det samlede pres på havet skal reduceres for, at Danmark kan efterleve forpligtelser på miljøområdet, og det danske havmiljø kan komme i god tilstand. Prioritering af storskala udbygning af vedvarende energi på havet vil forstærke presset på havet og kræver derfor politiske beslutninger om, hvilke andre pres, der samtidigt må reduceres for at skabe plads til udbygningen. En økosystembaseret tilgang⁹² til planlægning og forvaltning af havarealerne vil være afgørende for at sikre, at havvind kan udbygges i det nødvendige omfang uden at underminere havmiljøets langsigtede bæreevne.

8.8.1. Anbefaling 1 Ambitiøse og løbende opdaterede krav til miljøhensyn



Idet der er store lokale forskelle i miljøforhold og et ønske om høj fleksibilitet i udformning af kommende havvindsprojekter, er der behov for tydelige krav til miljøhensyn – både generelle og stedsspecifikke. Generelle krav skal sikre et fælles standardniveau for miljøhensyn, men vil ikke være tilstrækkelige til at håndtere lokale forhold og sårbarheder. Generelle krav kan f.eks. være krav om anvendelse af olier uden persistente, bioakkumulerende, giftige stoffer og krav om monitorering af relevant miljøpåvirkning.

Stedsspecifikke krav kan f.eks. omfatte skærpede støjgrænser i støjfølsomme områder og særlige hensyn i forbindelse med kabellægning.

Kravene skal løbende opdateres for nye projekter i takt med, at der kommer ny

viden og erfaringer fra tidligere udbud og andre parkers etablering og drift. Dette forudsætter en forvaltningsmodel, hvor myndigheder har midler til at prioritere at undersøge og udvikle – og har mulighed for at stille – relevante, opdaterede krav til nye projekter på baggrund af miljøkonsekvensvurderinger og løbende monitoreringsdata fra eksisterende projekter.

Kravene skal være transparente, baserede på bedst tilgængelige data og viden og kunne udformes som relevante grænseværdier, afværgetiltag og som eventuel strategisk kompensation. Hvis et krav om afværge, på baggrund af løbende dataindsamling, kan konkluderes at være overflødig, bør det kunne ophæves. Muligheden for, at Energistyrelsen kan undersøge, vurdere og stille relevante krav, skal integreres på tværs af alle udbygningsmodeller.

⁹² En økosystembaseret tilgang er defineret i direktivet om havplanlægning og betyder, at "det samlede pres fra alle aktiviteter holdes inden for niveauer, der er forenelige med opnåelsen af en god miljøtilstand, og at de marine økosystemers evne til at håndtere menneskeskabte forandringer ikke bringes i fare, samtidig med at der bidrages til en bæredygtig anvendelse af havets goder og ydelser af nuværende og kommende generationer", Direktiv 2014/89/EU: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/ALL/?uri=CELEX%3A32014L0089>

8.8.2.

Anbefaling 2

Reelle kumulative effektvurderinger som styringsredskab



Kumulative effekter udgør den største miljømæssige udfordring i relation til en storskala udbygning af havvind frem mod 2050. De nuværende miljøvurderingsprocesser er overvejende projektspecifikke og har begrænset fokus på de samlede, langsigtede effekter af relevante historiske, samtidige og kendte fremtidige projekter og påvirkninger fra andre aktiviteter.

Det anbefales, at danske myndigheder arbejder for fælles metodiske standarder for vurderinger og bedre dataudveksling, både nationalt, regionalt og internationalt – herunder i regi af OSPAR og HELCOM. Ligesom for kabelinfrastruktur og havvindparker er det i denne sammenhæng relevant med regional planlægning på havbassinsniveau. Der bør arbejdes for dette også i regi af GNSBI⁹³ og Nordsøsamarbejdet.

Arbejdet med at følge og deltage i udviklingen af metoder til kumulative effektvurderinger bør samles i det relevante ministerium – eller i en arbejdsgruppe på tværs af relevante ministerier.

På kort sigt bør den netop afsluttede følsomhedskortlægning, kommende strategiske miljøvurderinger og miljøkonsekvensvurderinger bruges som udgangspunkt for myndighedernes vurdering af, hvordan påvirkninger på havmiljøet kan begrænses mest muligt gennem planlægning og afgrænsning af de enkelte arealer samt krav til miljøhensyn. Kumulative effekter bør løbende overvåges og viden herom skal bruges som generelt styringsredskab i udbygningen af havvind og generelt i havforvaltningen.

8.8.3.

Anbefaling 3

Systematisk afdækning af videnshuller



På trods af et voksende vidensgrundlag er der fortsat betydelige videnshuller i relation til miljøpåvirkninger fra havvind – særligt i et storskala- og langtidsperspektiv. Dette gælder både for visse arter og økologiske processer samt for nedtagningsscenarier og i forhold til kumulative effekter.

For at håndtere disse videnshuller er der behov for en systematisk indsats inden for forskning, monitorering og dataudstilling. Initiativer som Havnaturfonden kan spille en central rolle i at understøtte både grundforskning og udvikling af konkrete afværgetiltag. Det kræver, at der sikres varig privat og/eller offentlig finansiering til Havnaturfonden herunder til dens fokus på sameksistens mellem havvind og havmiljø.

Det anbefales, at der indføres generelt krav om deling af rådata om biologiske og fysiske parametre, som indsamles i forbindelse med miljøundersøgelser herunder miljøkonsekvensvurderinger. Adgangen

til sådanne data kan formaliseres som en del af vilkårene i tilladelser. Sondringen mellem data om det danske marine miljø, og data der måtte være underlagt beskyttelse, som forretningshemmeligheder eller ophavsret kan tydeliggøres i dataleverancebetingelser. Data skal digitaliseres og udstilles gennem Danmarks Miljøportal.

Det anbefales, at regeringen prioriterer midler til at opdatere Energistyrelsens følsomhedskortlægning hvert femte år for de arter og/eller parametre, der vurderes relevante. Miljødata forældes hurtigt, og det er vigtigt både at sikre overvågning af miljøet og monitorering af de faktiske effekter på havmiljøet i takt med udbygningen. Slutteligt er det nødvendigt, at de relevante myndigheder etablerer mekanismer, som sikrer, at ny viden om miljøpåvirkninger og afværgetiltag løbende omsættes til opdaterede krav til miljøhensyn, planlægningsprincipper og regulering.

93 Nordsølandenes nye samarbejdsplatform the Greater North Sea Basin Initiative (GNSBI)

Bilag 1

Udbygning af havvind kræver 9.500 faglærte årligt i det centrale skøn

Tabellen viser antallet af fuldtidspersoner, der kræves for at producere vindmøllerne til udbygningen af havvind i Danmark samt eksport til landene i Oostende-erklæringen, fordelt på uddannelsesgrupper.

	Gennemsnitlig årlig beskæftigelse, centralt skøn (pers.)	Nedre skøn (pers.)	Øvre skøn (pers.)
Ufaglærte	3.360	1.680	5.150
Ufaglærte studenter	1.380	690	1.930
Faglærte i alt, heraf:	9.480	4.740	13.790
Mekanikere	1.050	525	1.530
Industri teknikere	1.000	500	1.440
Smede	860	430	1.470
Elektrikere	490	245	660
Øvrig maskinteknik og produktion	380	190	530
Automatik teknikere m.fl.	190	95	230
Elektronik- og svagstrømuddannelse	170	85	220
Værktøjsuddannelser	160	80	240
Industri-, vindmølleoperatører og produktører	120	60	150
Datateknikere m.fl.	110	55	140
Skibsteknik og skibsmontage	80	40	110
Elektronik- og procesoperatører mv.	20	10	30
Plastmagere	30	15	30
Øvrige faglærte	4.820	2.410	7.010
Korte videregående uddannelser	1.880	940	2.560
Mellemlange videregående uddannelser	3.190	1.595	4.300
Lange videregående uddannelser	4.160	2.080	5.400
Total	23.440	11.720	33.130

Anm.: Øvrige faglærte er især faglærte inden for kontor og handel, tømrere, lager-, havne- og terminaluddannelser, landbrugsuddannede samt faglærte uden nærmere angivelse.
Tabel: Arbejderbevægelsens Erhvervsråd (AE) • Kilde: pba. Danmarks Statistik, OEC, Eurostat, Energistyrelsen, Klima-, og energi- og forsyningsministeriet og egne beregninger.

Tabeller og figurer

Tabel 1	Sammenfattende anbefalinger
Figur 1	Planlægning af fremtidens havvind mod 2050
Figur 2	Rammevilkår for investeringer i vedvarende energi på tværs af lande
Figur 3	Market/project attractiveness
Figur 4	Udvikling i elektrificeringsgraden: EU, Danmark, Sverige og Tyskland
Figur 5	Andel af el i samlet energiforbrug
Figur 6a	Udvikling i globale LCOE for vedvarende elproduktion, 2010 – 2024
Figur 6b	Udvikling i globale priser på lithium-ion-batterier, 2013 – 2025
Figur 7	Forventede slutenergiforbrug i EU fordelt på sektorer (2005 – 2050, REF 2020)
Figur 8	Fremskrivning af EU's slutenergiforbrug fordelt på energikilder (2005 – 2050, ktoe)
Figur 9	Elprisudvikling
Figur 10	Elektrificeringsgrad
Tabel 2	Gevinster ved elektrificering
Tabel 3	Målsætninger vedtaget EU-regulering for CO ₂ -reduktion og RFNBO-forbrugsmål fordelt på sektorer
Figur 11	Afklaring på brintinfrastrukturens næste faser
Figur 12	Clean technology produktionskapacitet fordelt på regioner 2021
Figur 13	Udbygningen af havvind skaber 23.000 arbejdspladser årligt frem 2050 i det centrale skøn
Figur 14	En GW i Danmark kræver knap 4.500 årsværk i det centrale skøn
Figur 15	Om 20 år er der 188.000 færre faglærte i arbejdsstyrken

