

Forår 2024

Havne & havvind

Kapaciteten i danske havne er afgørende for realiseringen af mål for havvind



CIP fonden

1. Forord

CIP Fonden præsenterer med denne rapport en analyse af danske havnes kapacitet set i forhold til de planer og politiske mål, der er for udbygning af dansk havvind. Forudsætningen for at komme i mål med de ambitiøse planer for udbygning af havvind i dansk farvand er, at der er havnekapacitet nok til produktion af møllekomponenter, installation af havvindmøller og den efterfølgende servicering. Udgangspunktet er, at danske havne skal have de nødvendige arealer og kapaciteter til ikke blot at kunne installere og servicere danske havvindparker, men også fastholde den styrkeposition danske havne har i den internationale konkurrence.

Analysen er partiel og ser alene på havnearealer til installation af havvindmøller. Der er således ikke foretaget analyser i forhold til havnenes rolle som enabler for bl.a. gods- og persontransport, for turismehvervet, for fiskeriet, for energisektoren mv., ligesom der ikke er foretaget analyser af behovet for havnekapacitet som følge af forsvarsforliget eller til produktionen af havvindmøllekomponenter og udskipningen af fundamentet.

Størstedelen af verdens CO₂-udledninger stammer fra produktionen og forbruget af energi. Det gør energi til centrum for den grønne omstilling, både når det gælder elektriciteten i husholdningerne, brændstofferne til transport og energiforbruget i industrien.

Den grønne omstilling forudsætter en massiv udbygning af vedvarende energi. Danmark har aktuelt 2,3 GW havvind installeret. Ambitionen er, at Nordsøens fulde potentiale på 35 GW havvind skal udbygges frem mod 2050. Dertil kommer udbygningen af 6,3 GW i Østersøen, konstruktionen af energigøer, PtX-anlæg og brintrør. Alene frem mod 2030 skal der etableres VE svarende til 9 GW, en energigø samt formentlig en række "åben-dør-projekter".

Over de næste fem år skal Danmark således mere end femdoble den havvindkapacitet, vi historisk har opbygget på mere end 20 år. Landene omkring os har lignende udfordringer og planer.

Fælles for alle disse udbygningsplaner er, at de er afhængige af havnene, hvorfra der skal udskipes elementer og komponenter til vindmølleparker. I de kommende år vil udbygningen tage fart, og havvindmøllerne vil blive større. Det sætter kapaciteten i havnene under pres, da havnene bliver et afgørende knudepunkt i den grønne omstilling af energiproduktionen.

Havnene får således både flere, større og nye opgaver, som kræver en betydelig kapacitetstilpasning at honorere, og som skal finansieres.

I denne rapport præsenterer CIP Fonden en analyse af den danske havnekapacitet i lyset af de danske målsætninger for udbygning af havvind og forventningerne til udviklingen møllestørrelser. Analysen indeholder også en kortlægning af de nordeuropæiske konkurrenceforhold samt en beskrivelse af de samfundsøkonomiske gevinster, Danmark kan opnå, hvis danske havne vinder konkurrencen og bliver fortrukne for installationen af havvind for både danske og nærtliggende udenlandske projekter.

Installationen af havvind medfører isoleret både vækst og beskæftigelse, men installation af havvind genererer også aktivitet på tværs af hele værdikæden for havvind gennem både udvikling, produktion og service. I dag omsætter vindmølleindustrien for over 100 mia. kr. årligt i Danmark, men potentialet er større, ligesom der er risiko for tab af markedsandele, hvis vi ikke formår at skabe gode rammer for udviklingen af industrien.

Danmark har som samfund en enestående mulighed for at få en god andel af de forventninger, der følger af den historisk store udbygning i Nordsøen med 300 GW havvind, som er forudsat i Oostende-erklæringen. Derfor er det vigtigt, at havnekapaciteten udbygges og havnefaciliteterne opgraderes med stærke kajanlæg og dybe sejlrender.

CIP Fondens analyse skal ses i sammenhæng med ønsket om forsyningssikkerhed på energiområdet, højere hastighed i den grønne omstilling og muligheden for derved at fremrykke CO₂-reduktioner. Med det sigte, at Danmark kan vedblive med at være et grønt foregangsland, og vi kan fastholde den stærke grønne værdikæde.

God læselyst!



Torben Möger Pedersen
Formand for CIP Fondens bestyrelse

CIP FONDEN: ROADMAP FOR EN DANSK BRINTINFRASTRUKTUR

CIP Fonden præsenterede i maj 2023 rapporten "Roadmap for en dansk brintinfrastruktur til fremtiden". Rapporten anviser vejen til opbygningen af en dansk brintøkonomi med konkrete rørforbindelser mellem produktionsområder i Danmark og eksportlande mod syd. Udbygningen af infrastrukturen muliggør et eksportpotentiale på omkring 100 mia. kr., og er betinget af en betydelig udbygning af vedvarende energi – især til havs, hvor en indfrielse af planen kræver udbygningen af 52,5 GW i Nordsøen og 6,9 GW i Østersøen.

For at komme i mål med den udbygning og opbygningen af en dansk brintindustri, er der behov for tilstrækkelig havnekapacitet, der kan håndtere installationen af møllerne. Rapporten her kan derfor læses som en naturlig opfølgning, men også en nødvendig forudsætning, for CIP Fondens [Roadmap for en dansk brintinfrastruktur til fremtiden](#)



Charlotte Jepsen
Ledende partner i CIP Fonden

2. Sammenfatning

Den danske havnekapacitet er ikke tilstrækkelig til at indfri de udbygningsmål for havvind, Danmark har forpligtet sig til gennem internationale erklæringer. Kombinationen af underdimensionerede havne, en usikker og ujævn planlægning af den danske havvindudbygning og relativt få havnearealer gør, at der vil opstå betydelige flaskehalse i udbygningen.

Selv med investeringer i de danske installationshavne, er udbygningspresset omkring 2030 for stort til, at det kan håndteres med de tilgængelige arealer.

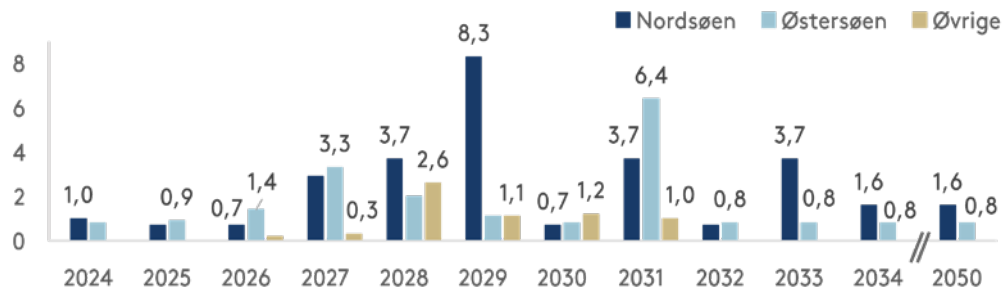
Dog står danske havne godt i den internationale konkurrence, og med investeringer i havneinfrastruktur, klare signaler fra politikerne og en langsigtet og transparent planlægning af den kommende havvindudbygning kan danske havne bidrage til indfrielsen af de politiske mål, tusindvis af arbejdspladser og en eksport på 35 mia. kr.

Det viser denne rapport fra CIP Fonden, der på baggrund af udbygningsmålene for havvind kortlægger Danmarks havnekapacitet, den internationale konkurrence i de nære farvande og de samfundsøkonomiske effekter.

2.1 Store planer for havvind

Danmark har med Oostende-erklæringen og Marienborg-erklæringen forpligtet sig til en betydelig udbygning af havvind i både Nordsøen og Østersøen. Frem mod 2050 forventes Danmark at udbygge i alt 52 GW dansk havvind, og medtages de nærtliggende udenlandske havvindmølleparker, hvor danske havne ligger tættest, skal der udskibes i alt 91 GW i perioden. De kendte politiske mål for udbygning koncentrerer sig omkring 2030. Det betyder, at udbygningstakten bliver ujævn. Se figur 2.1. Samtidig bliver møllerne både større og tungere. Det sætter et hidtil uset pres på havnene, hvorfra møllerne skal produceres og installeres.

Figur 2.1: Udbygningsmål og udenlandsk havvind nær danske havne, (GW).



Anm.: Udbygningen af havvind efter 2030 er præget af usikkerhed, og i praksis vil udbygningstakten med stor sandsynlighed blive mere ujævn.

Kilde: KPMG (2023)

Hovedkonklusioner

- Danske installationshavne står i dag stærkt i den internationale konkurrence og er en markant aktør i den europæiske havvindudbygning.
- Allerede fra 2025, når 15 MW-havvindmøllen forventes at blive industristandard, vil størstedelen af de danske havne ikke have tilstrækkelig kajbæreevne eller sejrendedybde til at installere havvindmøllerne.
- For at indfri de politiske udbygningsmålsætninger er der derfor behov for betydelige investeringer i danske installationshavne, så de kan håndtere de større møller og tungere komponenter.
- Selv med investeringer i samtlige relevante vindhavne, vil de næppe kunne indfri udbygningsmålsætningerne, da disse er koncentreret om få år omkring 2030.
- Ved at investere i en opgradering af danske installationshavne, nedbringe tidsforbruget på myndighedsbehandling og fremrykke havvindudbud kan Danmark indfri udbygningsmålsætningerne, mens der både skabes vækst og milliardeksport.



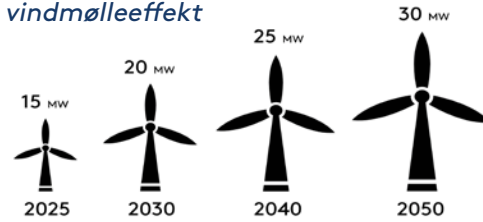
Datagrundlag

Rapportens datagrundlag og dens analyser er baseret på oplysninger fra de enkelte havne. Dataindsamling og -behandling er afsluttet den 31. december 2023. Konkrete beslutninger vedr. havneudvidelser og specifikke investeringer i havnefaciliteter efter den dato er ikke med i analyserne. Det gælder bl.a. beslutningen om uddybning af Esbjerg Havn til 12,5 m og forstærkningen af kajernes bæreevne til 40 tons pr. kvadratmeter i Esbjerg Havn.

2.2 Danske havne er ikke gearet til udbygningen

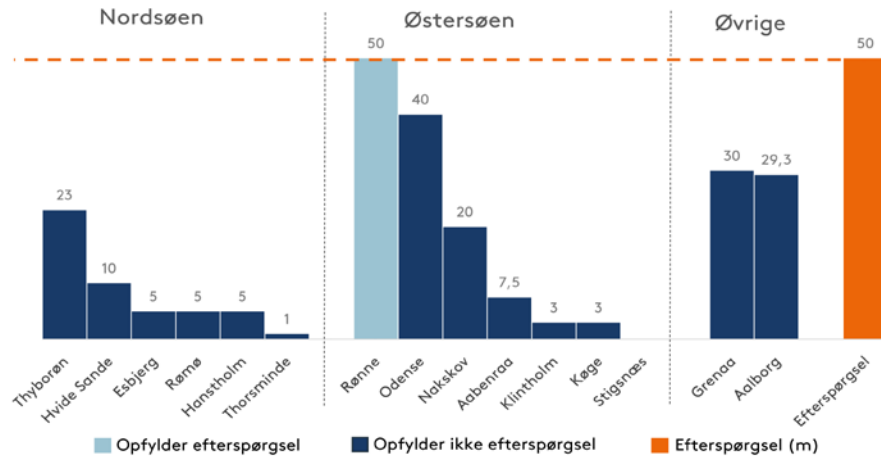
Allerede fra 2025 ventes 15 MW-havvindmøllen at blive industristandarden. Med en vægtforøgelse på 50% stiller det nye krav til kajernes bæreevne og dybden på sejlrenderne, da der fra udviklerside efterspørges havne, der kan håndtere store og tunge komponenter.

Figur 2.2: Forventet udvikling i vindmølleeffekt



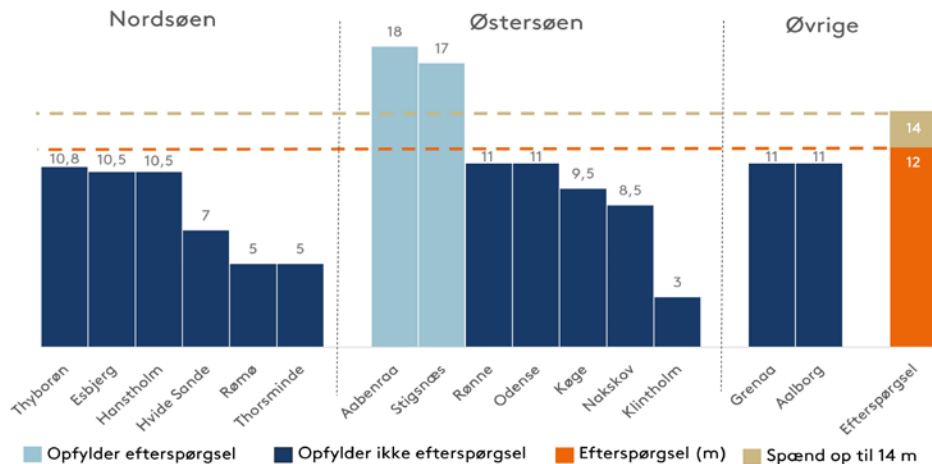
Anm.: 15 MW-møllen forventes gradvist at blive industristandard i årene efter 2025. Kilde: KPMG (2023)

Figur 2.3: Havnes bæreevne ift. efterspørgsel 2025 - (t/m²)



Kilde: KPMG (2023)

Figur 2.4: Havnes sejldybde ift. efterspørgsel 2025 - (m)



Kilde: KPMG (2023)

Kun meget få havne kan i dag imødekomme den efterspørgsel, og det vil derfor kræve investeringer i samtlige danske produktions- og installationshavne, hvis danske havne skal fastholde den stærke konkurrenceposition. Alternativet, som vil være at tilpasse installationsprocessen, vil gøre det dyrere at installere havvindparker – en udgift, der bæres af developere og installatører.

Men selv ikke med en opgradering af samtlige danske installationshavne vil Danmark kunne indfri udbygningsmålsætningerne, da der vil opstå flaskehalse i spidsbelastningsårene om-

kring 2030. Dertil kommer, at der ligeledes vil være behov for yderligere havnearealer, f.eks. til produktion og udskibning af fundamenter.

Tidspunktet for flaskehalse er følsomt i forhold til, hvor hurtigt 15 MW-møllen reelt bliver industristandard, og om der bliver gennemført de nødvendige udbud af havvindprojekter og/eller budt på de projekter, der udbygdes. I forhold til de danske mål for udbygning vil det blot forrykke tidspunktet for flaskehalse og eventuelt forstærke udfordringens størrelse, da udbygningen i så fald skal gennemføres over en kortere periode.

Figur 2.5: Flaskehalse i Nordsøen, Østersøen og øvrige områder, efter investeringer i opgraderinger af kajbæreevne og sejlrendedybde i samtlige danske installationshavne, (GW)



Kilde: CIP Fonden pba. KPMG (2023)

2.3 Danske havne er førende i Europa

Danske installationshavne står godt i den internationale konkurrence i Nordeuropa, som er præget af en endnu større mangel på havnekapacitet. Både kapaciteten i danske installationshavne samt den mangeårige erfaring med at installere havvindmøller gør havnene til en markant aktør i både Nord- og Østersøen.

I Nordsøen er det i særdeleshed Esbjerg Havn, der dominerer med høj årlig kapacitet på 2,5 GW, mens det i Østersøen er Rønne Havn, der dominerer med en årlig installationskapacitet på omkring 1,5 GW, som bliver brugt til f.eks. polske og tyske havvindmølleparker.

De danske installationshavne er således konkurrencedygtige i dag, men allerede i 2025, når 15 MW-møllen forventes at blive industristandarden, risikerer konkurrencen at blive betydeligt svækket, hvis ikke der investeres i opgradering af sejlrender og kajbæreevne i samtlige relevante havne.

De danske havnes største konkurrenter er hhv. Eemshaven i Holland mod Nordsøen og Mukran i Tyskland mod Østersøen. Det danske forspring giver gode muligheder for, at danske havne også i fremtiden kan få en rolle i at installere udenlandske havvindmølleparker. Konkurrencen rammesættes i høj grad af de politiske og økonomiske rammer, som

landene sætter for havnene, og her har de udenlandske havne tilsyneladende mulighed for at fokusere investeringerne i infrastruktur og gennemføre dem i et hurtigere tempo, hvilket kan øge konkurrencen i fremtiden. Det gælder også på de danske havarealer, der alle er konkurrenceudsatte.

Figur 2.6: Danske installationshavne kan konkurrere på udenlandske arealer



Anm.: Cirkler illustrerer danske havnes rækkevide (≈370 km)

Kilde: CIP Fonden



2.4 Investeringer i danske installationshavne skaber vækst, beskæftigelse og eksport

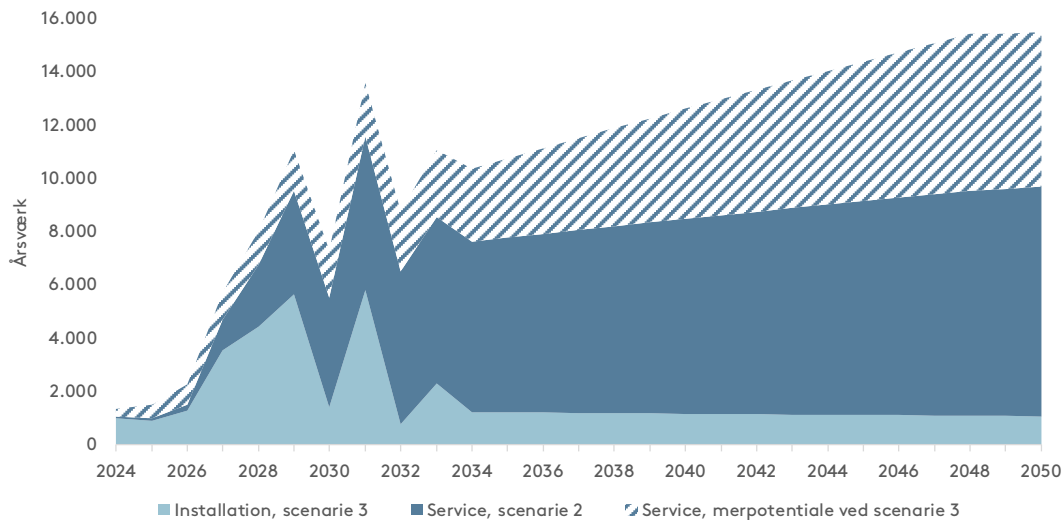
Der installeres allerede havvind i betydeligt omfang fra havnene i Esbjerg og Rønne, som genererer både vækst og beskæftigelse. Nærværende analyse afdækker, at der er potentiale for at investere yderligere i danske installationshavne, så de samlede kapacitet når op på ca. 10 GW pr. år. Det vil skabe yderligere vækst og beskæftigelse – både i den periode udbygningsplanerne realiseres og bagefter, når møllerne skal serviceres.

Udelukkende til installation af danske vindprojekter vurderes den samlede danske beskæftigelseeffekt at være 27.000 årsværk frem mod 2050, svarende til godt 1.000 årsværk om året i perioden.

I alt vil installationen af dansk havvind fra danske havne give et akkumuleret BNP-bidrag på 48 mia. kr. frem mod 2050, hvoraf omkring 32 mia. kr. knytter sig til Nordsøen, 10 mia. kr. til Østersøen og 6 mia. kr. til øvrige områder.

Hvis danske havne får del i den udenlandske havvindudbygning, kan der skabes en yderligere dansk beskæftigelseeffekt på 19.400 årsværk set over hele perioden. Samlet set kan eksporten af havnekapaciteten levere et merbidrag til dansk BNP på 35 mia. kr. I 2050, og med eksporten, kan den efterfølgende og varige servicering af havvindmølleparkerne udgøre 14.000 årsværk. Her er det især de mindre havne, f.eks. Thorsminde Havn mod Nordsøen og Klintholm Havn mod Østersøen, der kan være relevante i indfrielsen af potentialet.

Figur 2.7: Årsværk knyttet til installation og service



Kilde: CIP Fonden

2.5 Behov for langsigtet planlægning

Havnene står i dag med en stor udfordring: Drevet af politiske målsætninger skal store mængder havvind udbygges, men kun få projekter er kendte. Det skaber usikkerhed gennem hele værdikæden, når der er uklarhed om, hvor de konkrete projekter skal opføres, hvornår de skal opføres, og hvilken udvikler der bliver ansvarlig.

Den usikkerhed betyder, at der ikke kan træffes beslutninger om disse store irreversible

infrastrukturinvesteringer i dansk havnekapacitet, da der mangler et investeringssignal fra politisk hold.

Hertil kommer, at manglen på et samlet overblik over projekterne kan fordyre den samlede udbygning, da den totale havnekapacitet ikke udnyttes effektivt. Hvis markedet skal kunne håndtere de store udbygningsplaner, er der behov for langsigtet planlægning og rollefordeling, så investeringsbeslutninger i havneinfrastruktur kan blive truffet på et sikkert grundlag.

CIP Fonden anbefaler:

1. Investér i en opgradering af danske vindhavne, så havnekapaciteten samlet giver mulighed for installation af op til 10 GW havvind årligt.

Investeringen bør sikre tilstrækkelige og fremtidssikrede sejlrender og kajbæreevne, og den geografiske orientering bør baseres på tilgængelige arealer og planlagt vindudbygning. Opgraderingen kan potentielt forankres gennem investeringer i:

- Nordsøen: Esbjerg, Thyborøn og Hanstholm (≈4,6 GW/år)
- Østersøen: Rønne, Odense, Køge og Aabenraa (≈4,1 GW/år)
- Indre farvande: Grenaa og Aalborg (≈1,9 GW/år)

2. Gør udbygningsmålsætninger til udbygningsplaner ved at gennemføre udbud til og med 2031, så investeringssignaler kan forankre sig i værdikæden. Udbygningsplanen kan tilpasses, og eventuelle projekter kan fremrykkes, så Danmark kan indfri udbygningsmålsætningerne med den tilgængelige havnekapacitet.

3. Nedbring tidsforbruget på myndighedsbehandling, så danske havne hurtigere kan få afklaring i forhold til tilladelser og klageafgørelser og dermed bidrage til indfrielsen af Danmarks udbygningsmål.

Indhold

1. Forord	2
2. Sammenfatning	3
3. Danmarks havnekapacitet	8
3.1. Havnene spiller flere centrale roller for havvind.....	8
3.2. Havvindmøller bliver større og tungere.....	9
3.3. Internationale målsætninger øger tempoet for havvindudbygningen omkring DK.....	10
3.4. Større møller og højere tempo øger og ændrer efterspørgslen efter havnekapacitet	11
3.5. Danmark har flere relevante vindhavne.....	12
3.6. Danske vindhavne vil være underdimensionerede i fremtiden	14
3.7. Danske havne har potentiale til at installere store mængde havvind.....	16
3.8. Udbygningsplaner skaber flaskehalse i danske havne.....	17
3.9. Konklusion: Danske havne kan ikke indfri Danmarks målsætninger.....	20
4. International konkurrence	21
4.1. Flere konkurrenceparametre har betydning	21
4.2. Den danske del af Nordsøen er konkurrenceudsat.....	22
4.3. Esbjerg, Eemshaven og Cuxhaven dominerer nordøst-Nordsøen.....	23
4.4. Danmark har få installerede møller og relativt lave målsætninger.....	24
4.5. Havnekapaciteten i Nordsøen er presset – især i 2029-2030.....	24
4.6. Danske og Hollandske havne skal konkurrere om det tyske marked.....	25
4.7. Den danske del af Østersøen og øvrige områder er konkurrenceudsat	26
4.8. Rønne Havn dominerer Østersøen	26
4.9. Danmark har mange møller og høje mål i Østersøen og indre farvande.....	26
4.10. Danmark og Tyskland kan konkurrere om arealer i Polen og Sverige.....	27
4.11. Politiske og økonomiske rammer påvirker hastigheden i konkurrenceudviklingen.....	28
4.12. Konklusion: Danmark er førende internationalt, men konkurrence udefra truer.....	29
5. Samfundsøkonomiske effekter ved havvindinstallation	31
5.1. Havvind skaber vækst og beskæftigelse.....	31
5.2. Danske havne kan skabe store gevinster gennem dansk havvind.....	32
5.3. Danske havne kan eksportere for milliarder	32
5.4. Danske havne skaber varig vækst og beskæftigelse	33
5.5. Havvind koncentrerer væksten i yderområderne	33
5.6. Teknisk eksportpotentiale	34
5.7. Konklusion: Havvindinstallation skaber vækst og milliardeksport	35
6. Danmarks havne – udfordringer og muligheder	36
6.1. Havnene har flere roller for havvind	36
6.2. Forsvar og energiproduktion optager nye arealer	36
6.3. Globale forsyningskæder under pres	36
6.4. Mangel på investeringssignaler	37
6.5. Danske havne kan både levere konkurrence og synergier	38
6.6. Fra udbygningsmål til udbygningsplan.....	38
7. Konklusion: Danmark kan ikke indfri de politiske målsætninger	39
7.1. Udbygningsplaner og teknologiudvikling sætter pres på danske havne	39
7.2. Danske havne er ikke gearret til udbygningen	39
7.3. Danmark kan ikke indfri udbygningen	39
7.4. Udfordringerne går igen i Europa	40
7.5. Danske havne står stærkt i Nordsøen og Østersøen.....	40
7.6. Politiske og økonomiske rammer påvirker udviklingen	40
7.7. Investeringer kan skabe arbejdspladser og vækst.....	40
7.8. Danske havne kan eksportere for milliarder.....	41
7.9. Havne kan skabe varig vækst.....	41
7.10. Behov for langsigtet planlægning.....	41
8. Kilder	42

I CIP Fonden udtænker og udvikler vi projekter, der understøtter transformationen af det danske samfund i en mere bæredygtig retning. Vi er en uafhængig og almennyttig forening, der leverer konkrete og implementerbare løsninger for en langsigtet omstilling af det danske samfund.

Se mere på cipfonden.dk

Disclaimer

Informationen i denne rapport er af generel karakter og er ikke beregnet til at udgøre professionel rådgivning og bør ikke behandles som en erstatning for specifik juridisk eller professionel rådgivning. CIP Fonden afgiver ingen erklæringer eller garantier med hensyn til fuldstændigheden eller nøjagtigheden af informationen heri og påtager sig ingen forpligtelser eller ansvar med hensyn til fuldstændigheden, nøjagtigheden, eller brugen af informationen fremlagt i denne rapport. CIP Fonden påtager sig intet ansvar for tab, direkte eller indirekte, der kan opstå som følge af investeringsbeslutninger baseret på oplysninger fremlagt i denne rapport. CIP Fondens formål er at udarbejde forslag og løsninger, der understøtter samfundets bæredygtige udvikling

3. Danmarks havnekapacitet

Havne er centrale for installation af havvind, og Danmarks havnekapacitet er derfor en afgørende faktor for, hvor meget havvind der kan installeres i de danske farvande, for tempoet for udbygningen af havvind og for hvorvidt de politiske udbygningsmålsætninger kan indfries. Dette kapitel kortlægger Danmarks havnekapacitet i relation til netop de planer for havvindudbygning, der fra politisk side er fastlagt som led i den grønne omstilling af Danmark og Nord-europa. Kapitlet baserer sig på analyse af Danmarks havnekapacitet, forventninger til den teknologiske udvikling og planlagt havvindudbygning i farvande omkring Danmark frem mod 2050, som KPMG har gennemført for CIP Fonden i december 2023¹ samt på individuel dialog med et antal centrale aktører i og omkring havnene.

3.1 Havnene spiller flere centrale roller for havvind

Havnene spiller flere roller i værdikæden for havvind. Deres funktioner kan overordnet grupperes i tre kategorier, som omhandler produktionen af møller, installationen af møller på havet og den efterfølgende servicering af en havvindmøllepark i driftsfasen. De tre funktioner stiller forskellige krav til havnene, og varetages derfor i praksis ofte – men ikke altid – af forskellige havne.

PRODUKTIONSHAVN

De delkomponenter som mølletårne, naceller og vinger, en havvindmølle består af, bliver

stadig større og tungere. Det udfordrer den traditionelle transport via vejnettet, og møllerne vil derfor i fremtiden i højere grad blive produceret på eller nær havne for at muliggøre transport til havs. Når vindmøllekomponenterne er produceret, kan de flyttes direkte fra produktionshal til et fragtskib, hvorefter de typisk transporteres til en installationshavn. En produktionshavn kan også selv agere installationshavn². De fundamenter, vindmøller bliver installeret på, bliver ofte produceret og udskibet fra samme havn.

For at kunne agere produktionshavn kræver det store arealer og produktionshaller, stærke kaj anlæg og en tilstrækkelig sejldybde i sejlrende og havnebassin, ligesom der skal være en adgang til en større kvalificeret arbejdsstyrke.

Klintholm og Thorsminde

Klintholm Havn og Thorsminde Havn er begge mindre havne, hvor fiskeri og turisme historisk har fyldt. Havnene har i takt med vindudbygningen udviklet sig mod også at blive servicehavne for vindprojekterne. Klintholm Havn er i dag servicehavn for havvindmølleparkerne Baltic 2 og Kriegers Flak i Østersøen, mens Thorsminde Havn er blevet udvalgt som servicehavn for Thor havvindmøllepark i Nordsøen, der ventes at stå færdig som Danmarks største i 2027.

Kilde: Holstebro Kommune, Thorsminde By & Havn og Business Vordingborg.

Odense Havn

Med 8,5 mio. m² er Danmarks største havn målt på areal Odense Havn, tidligere Lindøværftet. Mere end 100 virksomheder opererer på havnen. Odense er i dag Nordeuropas største produktionshavn for havvindmøller. På havnen har Vestas produceret mere end 600 naceller og Blatt Industries har produceret mere end 110 fundamenter.

Kilde: Odense Havn

INSTALLATIONSHAVN

Inden havvindmøllerne bliver udskibet, skal de klargøres for at mindske behovet for arbejdstid på havet og dermed minimere omkostningerne. Se figur 3.1. Her fungerer installationshavnen som pre-assembly-hub for vindmølleproducenter- og installatører, hvor mølletårne, vinger og naceller bliver samlet og klargjort. Herefter bliver komponenterne transporteret med skib, en jack-up, fra havn til installationsområdet. Det tager typisk omkring 24 timer at opsætte en vindmølle på havet, når installationsskibet er nået til havindområdet.

Figur 3.1: Omkostninger ved håndtering af møller på land, havn og hav



Kilde: CIP Fondens egen tilvirkning

¹ "Analyse af havnekapacitet i relation til udbygning af dansk havvind", KPMG for CIP Fonden, december 2023.

² Trafikstyrelsen 2024: Havneatlas, kortlægning af danske erhvervshavne, KPMG (2023)

Installationshavnen stiller arealer og kajer til rådighed i den periode, en havvindmøllepark skal rejses. Ifølge Trafikstyrelsen kræver det omkring 150-200.000 m² i et år på en installationshavn at opføre en vindmøllepark på 1 GW. Fundamenter, der ofte bliver installeret særskilt fra andre havne, optager omkring 100-200.000 m² i en periode på 6-9 måneder. Installationshavnenes geografiske placering er også af betydning, da transporttiden er en væsentlig udgift for udvikleren. En installationshavn skal ideelt ligge mellem 120 og 200 sømil fra installationsområdet, svarende til 220-370 km³.

Esbjerg Havn

Esbjerg Havn er den førende havn i Europa inden for installation af vindmøller. 80% af Europas havvindkapacitet er installeret fra Esbjerg Havn, og siden 2001 er der blevet installeret 23,6 GW fra havnen.

Langt størstedelen er udenlandske havvindmølleparker som f.eks. Butendiek, Northwind, Sandbank, Dantysk, Humber Gateway og Westermost Rough. I Danmark er Horns Rev I, II og III blevet installeret fra Esbjerg Havn.

Kilde: Esbjerg Havn

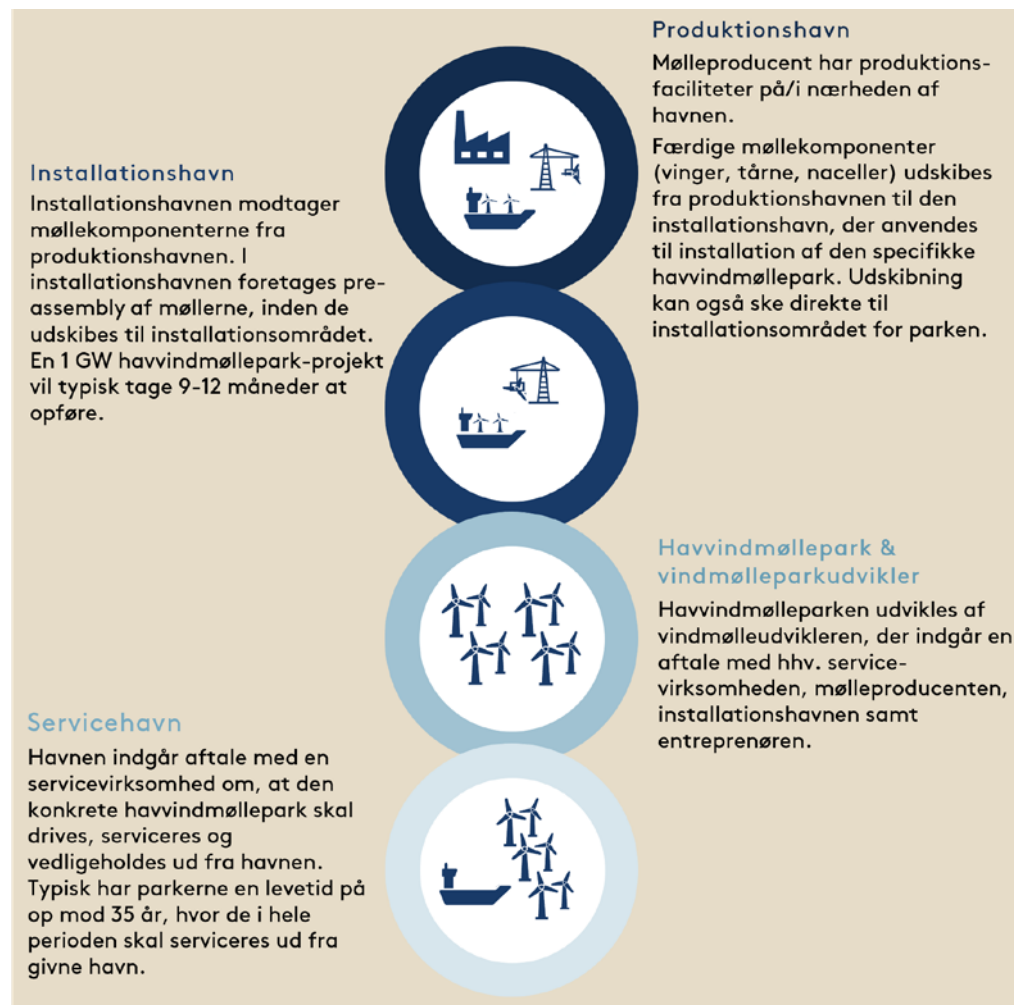
SERVICEHAVN

Når en havvindmøllepark er i drift, spiller havnene fortsat en væsentlig rolle med løbende servicering og reparation af møllerne. Fra en servicehavn er det typisk mandskab og mindre reservedele, der skal fragtes til havvindmølleparken.

Da der er tale om hyppige ture over hele havvindmølleparkens levetid på omkring 30 år, er afstand fra havn den væsentligste faktor i udvælgelsen af servicehavn. Derfor kan mange,

også små havne, agere servicehavn, da der kun kræves et mindre areal og kajlængde. Areal til helikopterplads kan være attraktivt, da udviklere i stigende grad efterspørger

Figur 3.2: Havnenes rolle i værdikæden for havvind



Kilde: KPMG (2023)

muligheden for at transportere mandskab og mindre komponenter via helikopter, når havfartøjer er begrænsede af vejr eller høje bølger. I takt med, at havvindparkerne bliver større og placeres langt fra land, vil der være behov for at bruge større skibe, der kan transportere større mandskab og servicere flere møller⁴.

En mulighed er også at gøre brug af større hotelskibe, der kan huse mandskab i længere tid tæt på parken. Det kan potentielt ændre karakteren af behovet for havnekapacitet til serviceopgaver.

3.2 Havvindmøller bliver større og tungere

Havvindmøllerne har udviklet sig gennem tiden, og både deres størrelse og effektivitet er steget. Mens de danske havvindmølleparker, der blev opført i starten af 00'erne, bestod af 2 MW-møller, er industristandarden i dag 8-10 MW⁵. Vindmølleproducenterne forventer, at denne udvikling vil fortsætte efter 15 MW-møllen bliver industristandarden om få år. Forventningen er, at havvindmøllerne kan nå op imod 30 MW omkring 2050⁶.

Vindmøllernes øgede effektivitet har stor betydning for både størrelse og vægt. F.eks. betyder udviklingen fra 8 MW til 30 MW omkring en fordobling af vingelængden, en tredobling af tårnhøjden og en tidobling af vægten⁷. 15 MW-møllen, der forventes at blive industristandard allerede i 2025, vil være 150 m høj, have en vingelængde på 117 m og en vægt på over 1700 ton⁸.

³ KPMG (2023)

⁴ I dag bliver CTV'er – Crew Transfer Vessels – i høj grad brugt til transport af mandskab fra servicehavn til havvindmøllepark. Når havvindmøllerne bliver større og placeres længere fra land, vil der i højere grad blive brugt SOV'er – Service Operation Vessels – til at håndtere serviceringen.

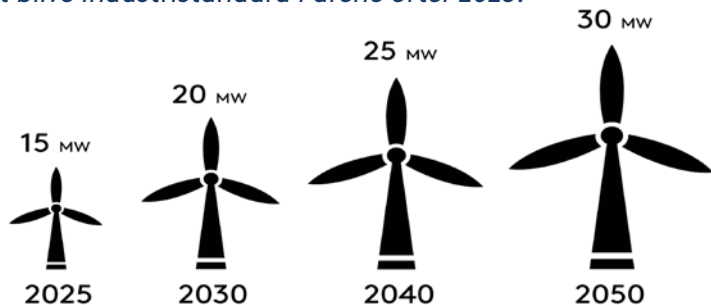
⁵ Energistyrelsen (2023)

⁶ KPMG (2023)

⁷ En 8 MW havvindmølle vejer, eksklusive fundamentet, 878 ton. Til sammenligning forventes en 30 MW-mølle at veje 7.911 ton. Kilde: KPMG 2023.

⁸ Højde er eksklusive vingefang. Kilde: KPMG 2023.

Figur 3.3: Forventet udvikling i vindmølleeffekt. 15 MW-møllen forventes gradvist at blive industristandard i årene efter 2025.



Kilde: KPMG (2023)

Vindmøllernes udvikling i størrelse og vægt skaber nye udfordringer for havnene, da installatørerne efterspørger mere plads, dybere sejrende og stærkere kajbæreevne til at håndtere møllerne. De krav skal havnene kunne honorere for at være attraktive i den internationale konkurrence. Se tabel 3.1. Alternativet er, at installatørerne skal tilpasse installationsprocessen og f.eks. sejle med færre mølletårne ad gangen, hvilket vil fordyre installationsomkostningerne⁹.

3.3 Internationale målsætninger øger tempoet for havvindudbygningen omkring Danmark

Dette store antal af havvindmøller, der forventes opsat i fremtiden, sætter et pres på havnene, da der vil blive efterspurgt stadig større arealer til at håndtere udbygningen. Nærværende analyse opererer med tre scenarier for fremtidens havvindudbygning¹⁰.

Tabel 3.1: Effektudviklingens betydning for komponenternes størrelse og vægt

Parameter	Enhed	8 MW	10 MW	15 MW	20 MW	25 MW*	30 MW*
Møllevinge							
Længde	m	80	86	117	122	143	166
Vægt	t	35	42	65	84	115	156
Mølletårn							
Længde	m	110	119	150	200	246	303
Vægt	t	558	605	860	2.070	3.391	5.555
Diameter	m	N/A	6	8	N/A	10	13
Nacelle							
Vægt	t	285	446	840	945	1.442	2.200

Kilde: KPMG (2023)

⁹ Udsagn fra installatørinterview

¹⁰ For yderligere uddybning se KPMG 2023

¹¹ Dato for dataindsamling er 1.12.2023. Kilde: KPMG 2023.

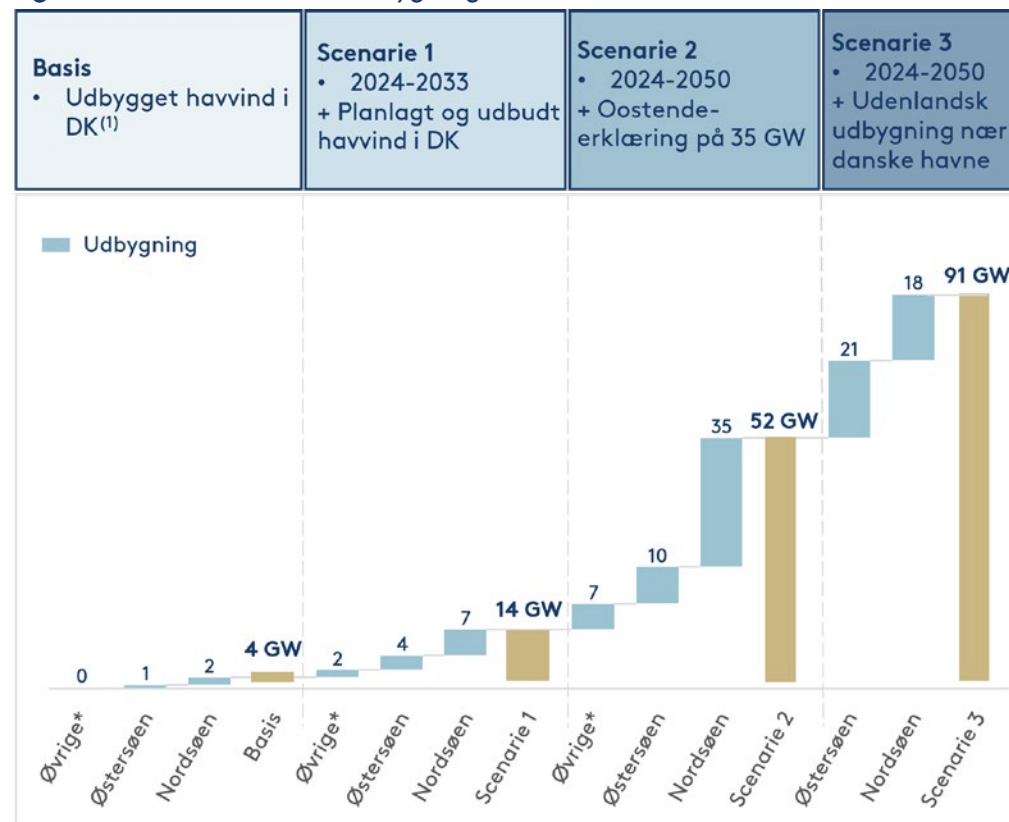
¹² F.eks. har Esbjerg Havn i Nordsøen installeret 22 GW, hvor Danmark kun selv har omkring 1 GW installeret Kilde: DI (Danskindustri.dk) & Energistyrelsen (ens.dk)

De tre scenarier illustrerer forskellige muligheder for, hvilken mængde havvind, der pba. udbygningsplaner og politiske målsætninger, kan forventes at blive installeret fra danske havne i hhv. Nordsøen, Østersøen herunder Smålandshavet og øvrige områder bestående af Kattegat, Skagerrak, Bælthavet og Storebælt.

Mens basisscenariet på 4 GW illustrerer den udbygning, der allerede er sket eller er under opførsel, så indeholder scenarie 1 yderligere 14 GW, der allerede er udbudt, energiø Bornholm, energiø Nordsøen samt havvindmølle-

projekter, der er godkendt til etablering under Åben-dør-ordningen. I scenarie 2 medtages ikke-afviste åben-dør-projekter, ligesom den danske del af hhv. Oostende-erklæringen og Marienborgerklæringen er medregnet. I scenarie 3 medtages en række udenlandske havvindprojekter, som kan forventes at blive installeret fra danske havne, da de ligger tættere på en dansk havn end havne i havvindprojektets hjemland¹¹. Da udenlandske havvindprojekter historisk har gjort brug af danske havne til installation af havvindmølleprojekter¹², og opfyldelse af klima- og udbygningsmålsætningerne har høj politisk

Figur 3.4: Tre scenarier for udbygning af havvind



Kilde: KPMG (2023)

prioritet, vurderes scenarie 3 at være det mest realistiske bud på, hvilken havvindudbygning, der kan forventes at skulle installeres fra danske havne.

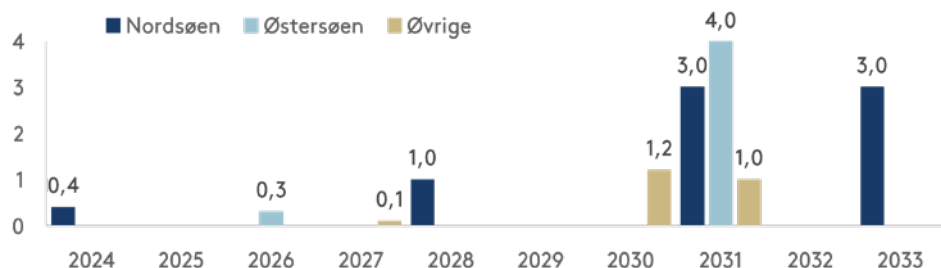
Den havvind, der ligger til grund for de tre

scenarier, kan placeres på en tidslinje for, hvornår havvindmølleparkerne går i drift¹³. For de danske havvindparker, der indgår i scenarie 1 og 2, er idriftsættelsesdatoen kendt, mens den udenlandske havvind og dele af Oostende- og Marienborg-erklæringen

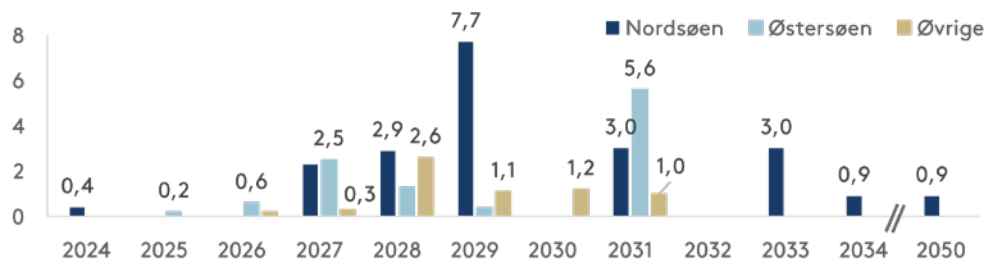
antages udbygget ligeligt i perioden efter 2030. Udbygningen af havvind efter 2030 er derfor præget af usikkerhed, og i praksis vil udbygningstakten med stor sandsynlighed blive mere ujævn og, alt afhængig af de statslige udbud og ambitionen om at komme hurtigt i mål, risikere at blive presset sammen i 2030'erne. Den problemstilling gælder i flere europæiske lande.

Figur 3.5: Tre scenarier for udbygning af havvind, (GW).

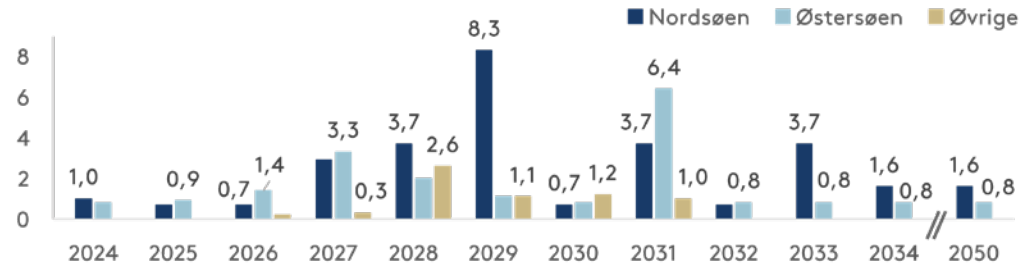
Scenarie 1: Planlagt og godkendt havvind i Danmark



Scenarie 2: Danske udbygningsmålsætninger



Scenarie 3: Udbygningsmål og udenlandsk havvind nær danske havne



Anm.: Udbygningen af havvind efter 2030 er præget af usikkerhed, og i praksis vil udbygningstakten med stor sandsynlighed blive mere ujævn, ligesom det er tilfældet inden 2030.

Kilde: KPMG (2023)

Mens udbygningsprofilen for scenarie 1 viser en betydelig udbygning i 2031 og 2033 på grund af energigøen i Nordsøen og energigø Bornholm, så viser scenarie 2 en større udbygning omkring 2029, som er båret af projekterne Thybo I og II i Nordsøen. Udbygningen i Østersøen i 2031 er drevet af øget udbygning omkring Bornholm. Udbygningsprofilen i scenarie 3 viser en jævn stigning over hele perioden drevet af udenlandske projekter.

3.4 Større møller og højere tempo øger og ændrer efterspørgslen efter havnekapacitet

Havvindmøllers størrelse og vægt øger behovet for sejldybde og kajbæreevne, og den forventede udbygning og installation af havvind fra danske havne øger behovet for areal til pre-assembly af vindmøllerne. Mens arealet afgør, hvor meget havvind, der kan installeres årligt, afgør de dimensionerende faktorer –

Mitigerende tiltag

Mitigerende tiltag mindsker behovet for sejldybde og kajbæreevne og er udbredt i dag. En for lav sejldybde kan f.eks. mitigeres ved at transportere vindmøllekomponenterne på pramme eller slæbebåde til vindområdet, så jack-up-skibe undgår at skulle sejle helt ind i havnen. På samme vis kan en for svag bæreevne styrkes med metalplader, der fordeler vægten, ligesom en kaj kan forlænges midlertidigt.

Mitigerende tiltag mindsker behovet for strukturelle investeringer i havnene, men da udgiften til disse som udgangspunkt påhviler installatøren og udvikleren, efterspørges havne med tilstrækkelige dimensioneringer.

sejldybde, bæreevne, kajlængde og kajbredde – om der kan installeres havvind i en given havn og omkostningerne til installation¹⁴. Når en havvindmøllepark skal installeres, er det udvikleren af parken, der vælger hvilken havn, den skal installeres fra. Derfor er havnens kapacitet og dimensioner vigtige for, at havnene er attraktive i den internationale konkurrence. En rundspørge blandt installatørerne¹⁵ viser, hvilken kapacitet og dimensionering havvindinstallatører og producenter efterspørger i dag samt deres forventninger til fremtiden. Se tabel 3.2.

Table 3.2: Nuværende og fremtidig efterspørgsel på havnedimensioner

	Dybde (m)	Kajbæreevne (t/m ²)	Kajlængde (m)	Kajbredde (m)	Areal (m ² /GW/år)
2023	10	5	250	30-60	160.000
2025-	12-14	50	250	30-60	160.000-200.000

Kilde: KPMG (2023)

¹³ Idriftsættelsesåret for danske projekter i scenarie 1 og 2 er kendt, mens dele Oostende- og Marienborgerklæringen samt det udenlandske havvind fra scenarie 3 antages ligeligt udbygget i perioden.

¹⁴ Havne, der ikke opfylder efterspørgslen efter dimensionerende tiltag, kan gøre brug af mitigerende tiltag og på den måde undgå strukturelle investeringer, KPMG (2023)

¹⁵ KPMG (2023)

Forventningen blandt installatører og producenter er, at efterspørgslen efter havne med stor sejldybde og kajer med stor bæreevne vil stige. Efterspørgslen efter kajbredde og kajlængde vil i fremtiden være på cirka samme niveau som i dag. Behovet for areal til installation af havvind vil være på mellem 160.000 og 200.000 m²/år pr. GW¹⁶.

De to dimensionerende faktorer, der især efterspørges en udvikling i, sejldybden og kajbæreevnen, skal ses i relation til arealet. Arealbehovet for installation er betydeligt både i dag og i fremtiden, og størstedelen af de danske havne er hverken store nok eller har mulighed for at udvide til at være base for havvindinstallation. Derfor kan havnearealet ses som enableren for, at en havn kan blive en installationshavn, da både sejldybde og kajbæreevne kan øges gennem hhv. udgravninger og forstærkninger, som dog kræver betydelige investeringer. Omvendt kan de dimensionerende faktorer på kort sigt anses som enableren til udnytte et givet havneareal til installation – hvis der altså ikke gøres brug af mitigerende tiltag. I forbindelse med installationen af havvind har det ligeledes betydning, at der tidligt er adgang til et bufferareal til opbevaring af de store komponenter under produktionen. Bufferarealer kan ligeledes være nødvendige til at håndtere forsinkelser i værdikæden.

3.5 Danmark har flere relevante vindhavne

I Danmark er der en lang række havne, der har potentiale til at spille en rolle i værdikæden for havvind. Kortet til højre illustrerer de erhvervshavne i Danmark, der de seneste år har haft en godsomsætning på over 100.000 ton.

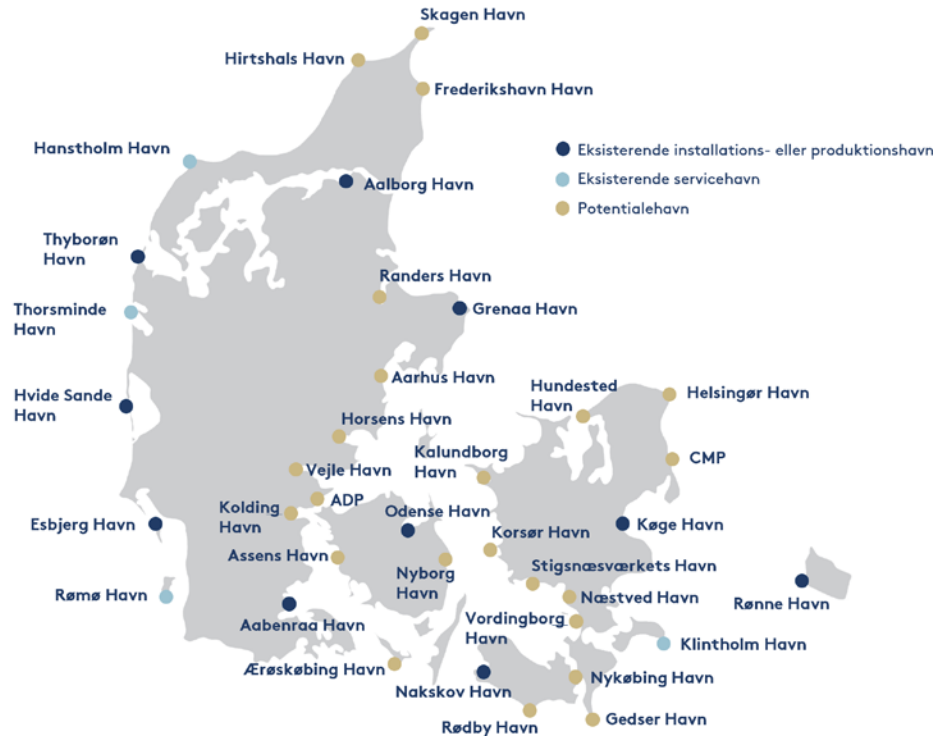
¹⁶ KPMG (2023)

¹⁷ KPMG (2023)

¹⁸ Danske Havne (danskehavne.dk)

¹⁹ Stignæs Olie Terminal er udvalgt af KPMG, da den opfylder alle dimensionerende faktorer. Hanstholm Havn er udvalgt af KPMG, da de har erfaring med O&M af havvind og har potentiale for udvidelse til installationshavn.

Figur 3.6: Danmarks potentialehavne: Erhvervshavne med godsomsætning på +100.000 ton



Kilde: KPMG (2023)

Mens størstedelen af havnene har mulighed for at agere servicehavn, hvis der bliver installeret havvind tæt nok på havnene, så er det ikke alle havnene, der i praksis kan installeres havvindmøller fra. Mange af havnene er for små, ligesom en opgradering af havnenes faciliteter til at håndtere installation i en lang række af tilfældene vil være for omfattende i forhold til installationspotentialet. Mange af havnene vil derimod kunne tage imod serviceskibe, etablere servicevirksomheder og helikopterlandingsplads, der i højere grad bliver efterspurgt ifm. serviceopgaven¹⁷.

KPMG har på baggrund af bl.a. Danske Havne¹⁸ udpeget en række danske erhvervshavne, der har potentiale til at spille en aktiv rolle for fremtidens havvindinstallation. Størstedelen af havnene har hidtil fungeret som installations-, produktions- og/eller servicehavne, mens de resterende har potentiale som følge af bl.a. de dimensionerende faktorer, havnen har i dag¹⁹.

Havnene er kategoriseret på baggrund af tre kriterier:

Den geografiske placering af havnene er en afgørende strategisk og økonomisk faktor for havvind. Korte sejlruiter sikrer lavere installationsomkostninger, mere tidseffektiv udnyttelse af teknisk arbejdskraft og minimerer nedetid af produktion.

Faciliteter og kapacitet er afgørende for havnenes mulighed for at tiltrække installations- eller serviceopgaver. Havne med tilstrækkeligt areal, en stor sejldybde eller høj kajbæreevne vil potentielt have et lavere investeringsbehov.

Potentiale for udvikling er ligeledes afgørende for havnene. Er en havn f.eks. beliggende i et relativt ubebygget område, øges muligheden for, at havnen kan udvides mhp. at skabe den nødvendige arealplads, mens havne med boliger har det vanskeligere.

Figur 3.7: Kriterier for udvælgelsen af vindhavne



Kilde: KPMG (2023)

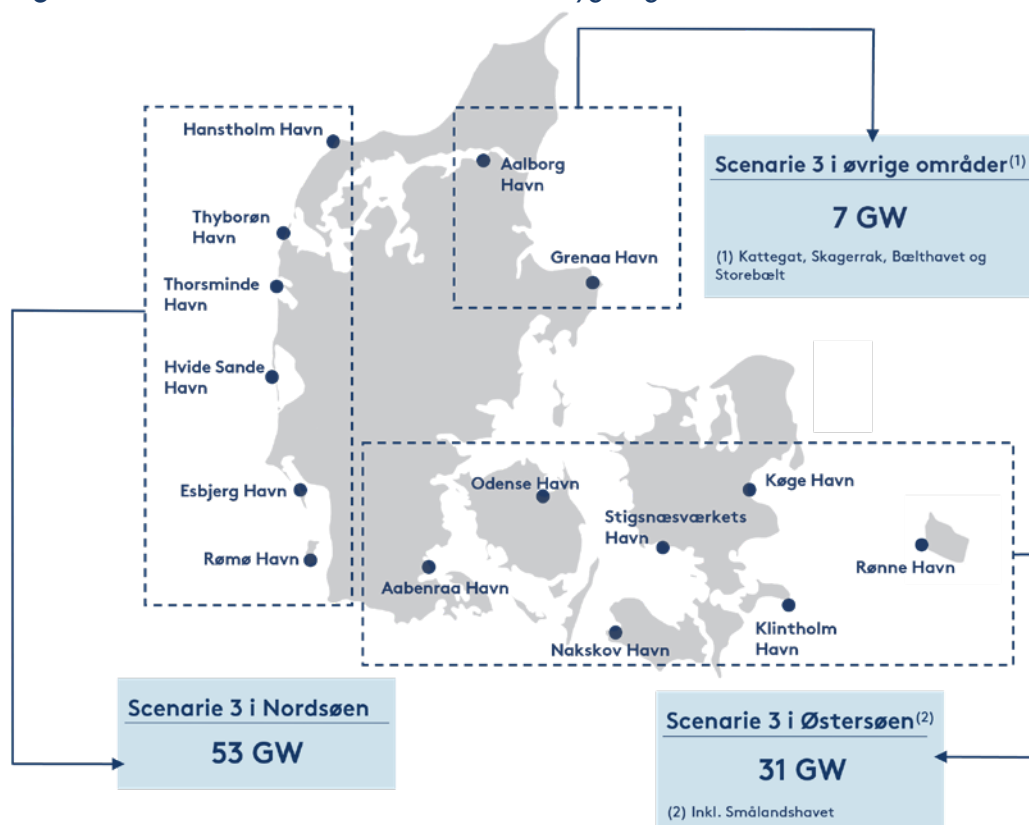
De identificerede havne er illustreret på kortet nedenfor i relation til forventede havvind-udbygning i scenarie 3, som vurderes mest realistisk.

Udbygningen af havvind i Nordsøen og Østersøen udgør 92% af den samlede vindinstallation. Havnene, der er illustreret på kortet, kan være strategisk centrale for både installationen af havvindmøllerne og den efterfølgende servicering. Da det er udvikleren, der dækker omkostningen til installationen af havvinden,

kan de forskellige havne operere i andre områder, end det fremgår af illustrationen. F.eks. kan Odense Havn være mere relevant i Kattegat, Skagerrak, Bælthavet eller Storebælt, da transport til Østersøen besværliggøres af transport under Storebæltsbroen, igennem Drogden i Øresund og forbi Kastrup Lufthavn²⁰.

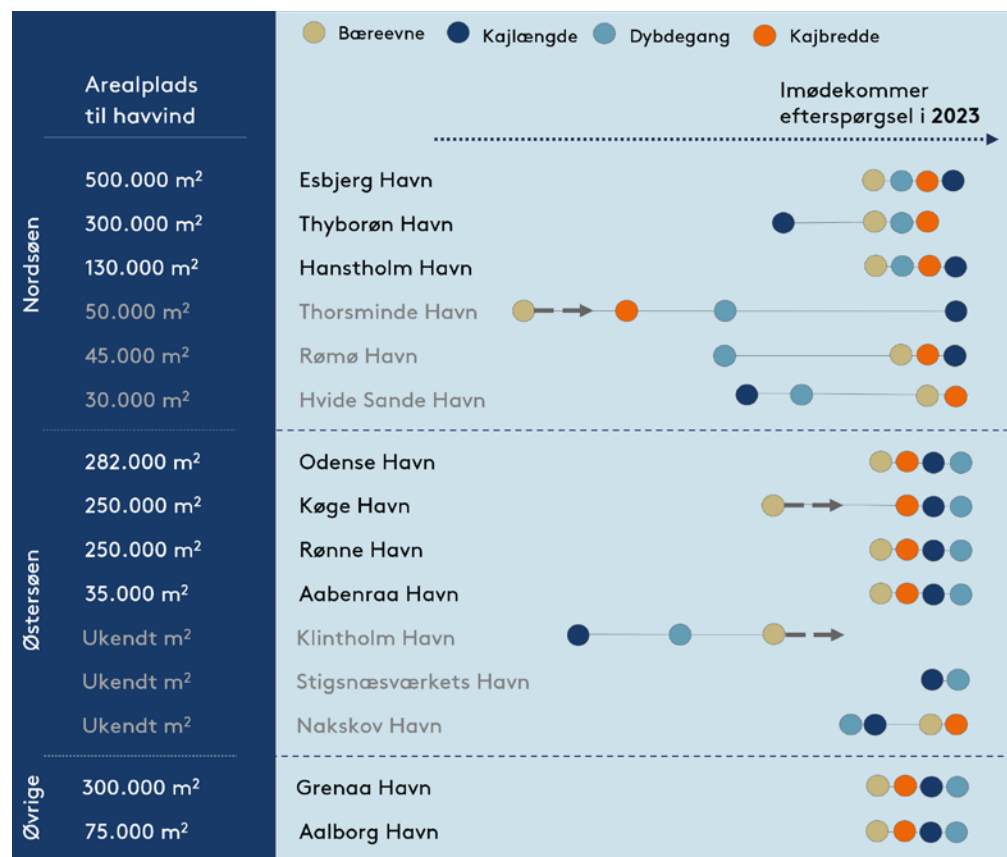
Størstedelen af de identificerede havne imødekommer i dag efterspørgslen forbundet med installation af havvind. Se figur 3.9.

Figur 3.8: Danske vindhavne i relation til udbygningsmål



Kilde: KPMG (2023)

Figur 3.9: Danske vindhavnes dimensioner ift. producenter og installatørers efterspørgsel, 2023.



Anm.: Cirkler illustrerer faktiske dimensioner, og pile illustrerer muligheder for mitigerende tiltag. Efterspørgsel på dimensioner i 2023: Bæreevne 5 t/m², kajlængde 250 m, dybdegang 10 m, kajbredde 30-60 m. Dette er opfyldt af størstedelen af havnene i 2023. Havne markeret grå er mindre havne, hvorfra der ikke forventes installation.

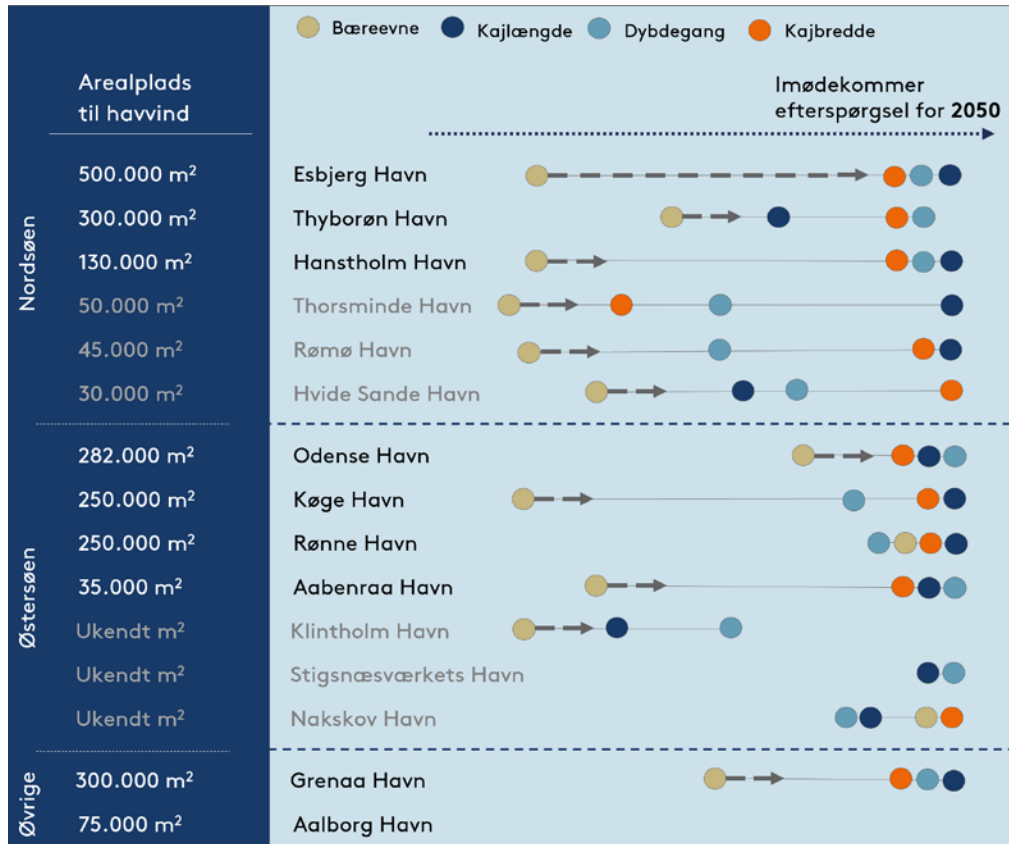
Kilde: KPMG (2023)

Thorsminde Havn, Hvide Sande Havn og Klintholm Havn opfylder ikke den nuværende efterspørgsel efter dimensioner og Rømø er udfordret af lav vandbyde. De fire havne har samtidigt et relativt lille areal til vind, og i praksis vil havvindinstallation fra disse

havne ikke blive en realitet, da investeringerne i havnene ikke vil kunne forrentes af den begrænsede volumen, der vil kunne installeres fra havnen.

²⁰ Transport under Storebæltsbroen kan være afhængigt af, at mølletårne kan transporteres adskilt eller horisontalt, f.eks. vha. pramme.

Figur 3.10: Danske vindhavnes dimensioner ift. producenteres og installatørers efterspørgsel, 2025–2050



Anm.: Cirkler illustrerer faktiske dimensioner, og pile illustrerer muligheder for mitigerende tiltag. Efterspørgsel på dimensioner frem til 2050: Bæreevne 50 t/m², kajlængde 250 m, dybdegang 12-14 m, kajbredde 30-60 m. Havne i Østersøen-området og øvrige områder som Grenaa Havn og Aalborg Havn imødekommer mere konsekvent efterspørgslen på dimensioner, mens havne i Nordsøen-området har en stor spredning. Havne markeret grå er mindre havne, hvorfra der ikke forventes installation.

Kilde: KPMG (2023)

Sammenlignes havnenes nuværende dimensioner med den forventede fremtidige efterspørgsel som resultat af større møller, øges spredningen, og størstedelen af havnene er ikke dimensionerede til at kunne møde fremtidens efterspørgsel på bæreevne og/eller vanddybde. Se figur 3.10.

I Østersøen og øvrige områder er havnene tættest på at opfylde fremtidens efterspørgsel, mens havnene i Nordsøen er mere udfordrede. Størstedelen af havnene er udfordret på bæreevnen, og installatører vil således skulle lave mitigerende tiltag for at udskibe fra havnene, hvis ikke havnenes tekniske bæreevne bliver øget.

CASE: Esbjerg Havn & mitigering

Esbjerg Havn er Europas største vindhavn, og gennem tiden er der blevet installeret mere end 22 GW fra havnen. Til sammenligning er omkring 2,3 GW havvind installeret i dansk farvand og under 1 GW i Nordsøen. Esbjerg har en lav teknisk bæreevne på 5 t/m², men har historik for at forøge bæreevnen gennem mitigerende tiltag (midlertidige forstærkninger), som der har været behov for ved flere projekter. En havn kan således være konkurrencedygtig, hvis den har erfaring med mitigerende tiltag, der kan sikre optimale rammer for havvindprojekter.

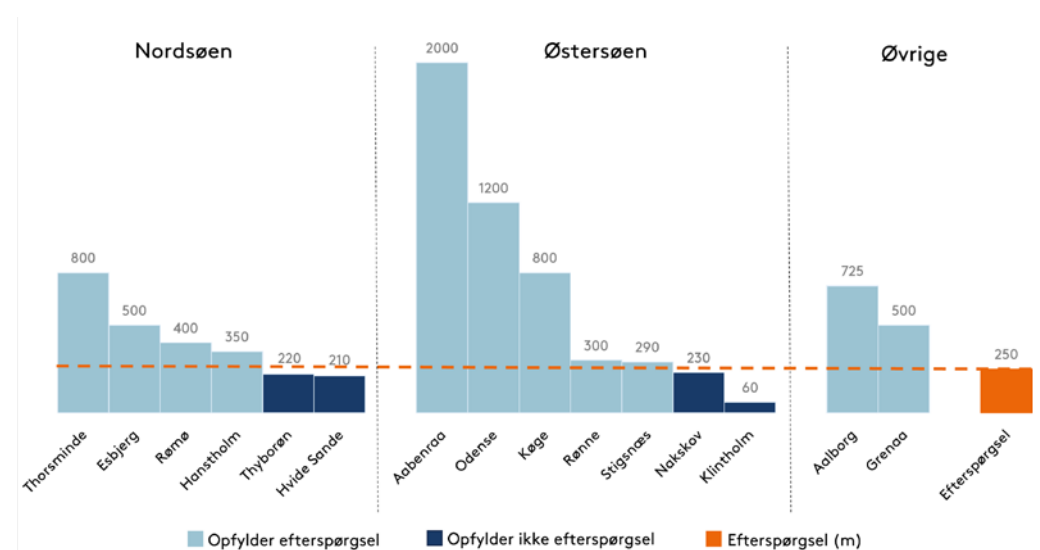
Kilde: KPMG 2023, DI (Danskindustri.dk) & Energi-styrelsen (ens.dk)

3.6 Danske vindhavne vil være underdimensionerede i fremtiden

I takt med at fremtidens møller bliver større og tungere, ændres installatørers efterspørgsel efter havnedimensionerne. De identificerede dimensioner, der er særligt vigtige for installationen af havvind, er kajlængde, kajbredde, bæreevne og sejldybde.

Kajlængde er essentielt for de installationskibe, der skal lægge til kaj, når mølletårne, vinger og naceller skal transporteres fra havn til park. Kun enkelte havne, herunder Thyborøn, Hvide Sande, Nakskov og Klintholm, opfylder ikke den både nuværende og fremtidige efterspørgsel efter kajlængde på 250 m.

Figur 3.11: Havnes kajlængder ift. efterspørgsel, 2025 - (m)



Kilde: KPMG (2023)

Kajbredden er på samme vis central for installationskibe, da der er behov for enten landkran eller skibskran til at flytte store komponenter fra havnen til skibet. Det drejer sig f.eks. om vinger på mere end 100 m, der skal ligge på tværs af skibet og mølletårne, der har en diameter på 8-10 m. Størstedelen af de identificerede havne opfylder efterspørgslen på kajbredde, der ikke forventes at ændre sig betydeligt over tid, da det i højere grad er arealet bag kajen, der bruges til opmagasinering og pre-assembly.

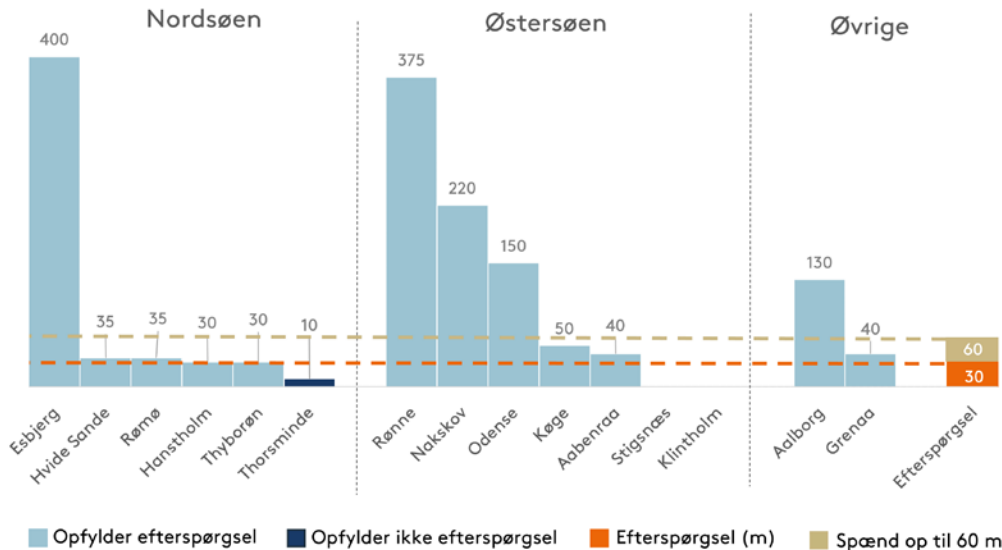
Kajernes **bæreevne** er en kritisk dimension for håndteringen af møllekomponenter, der bliver større og tungere. Bare om få år, når 15 MW-møllen bliver industristandard, ventes vægten at stige fra omkring 1100 ton til 1700 ton, svarende til en stigning på omkring 50% ift. 10 MW-møllen. Efterspørgslen efter en høj bæreevne vil derfor allerede, når 15 MW-møl-

len bliver introduceret - forventeligt omkring 2025 - være højere end alle havnes tekniske bæreevne med undtagelse af Rønne Havn. For at kunne imødekomme efterspørgslen efter øget kajbæreevne, er der behov for investeringer, hvis ikke der skal gøres brug af mitigerende tiltag, der midlertidigt kan øge bæreevnen.

Ligesom bæreevnen er **sejldybden** en kritisk dimension for udskibning havvindmøller. Skibene, der skal fragte møllekomponenter fra havn til park, forventes at blive større og stikke dybere, og derfor vil installatører efterspørge en sejldybde på 12 -14 m.

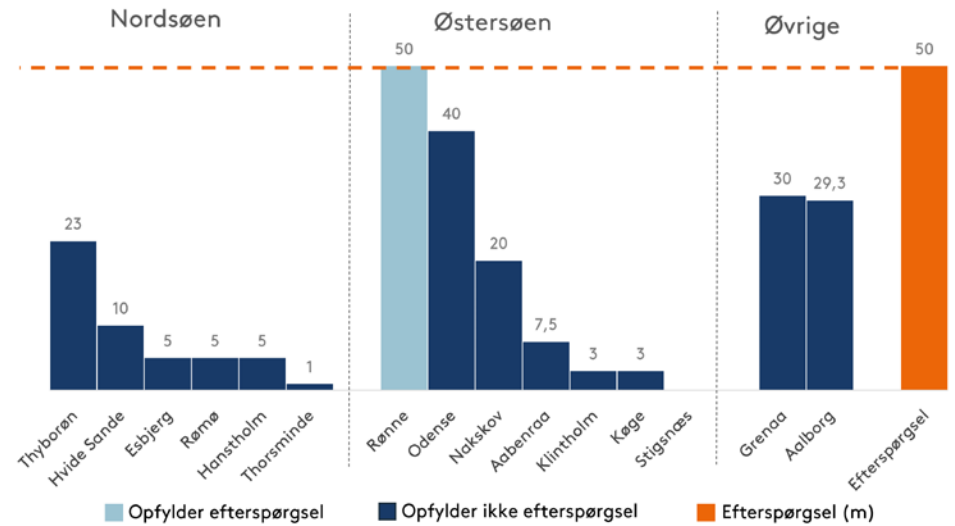
Kun to havne, Aabenraa Havn og Stignæs Olie Terminal, kan i dag imødekomme den efterspørgsel. Dog er en lang række havne tæt på med en sejldybde på mellem 9 og 11 m. Da sejldybden allerede er relativt høj i de identificerede havne, vil investering i en even-

Figur 3.12: Havnes kajbredder ift. efterspørgsel, 2025 - (m)



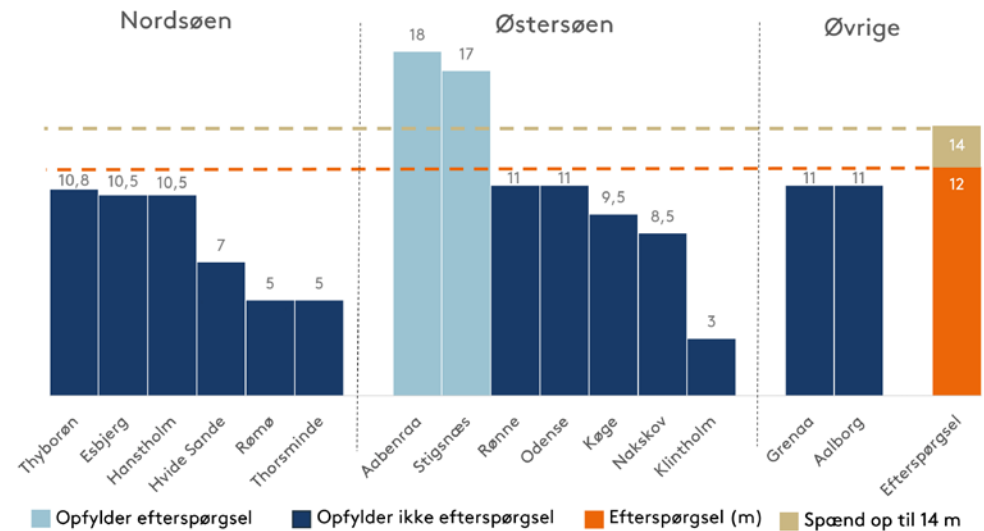
Kilde: KPMG (2023)

Figur 3.13: Havnes bæreevne ift. efterspørgsel, 2025 - (t/m²)



Kilde: KPMG (2023)

Figur 3.14: Havnes sejldybde ift. efterspørgsel, 2025 - (m)



Kilde: KPMG (2023)

tuel udgravning være mere overkommelig. Til gengæld er der ofte udfordringer med at få klaptilladelser, som kan forsinke eller forhindre et projekt. Også her er det muligt at lave mitigerende tiltag, f.eks. ved brug af pramme i stedet for jack-ups.

De identificerede vindhavne lever grundlæggende op til fremtidens efterspørgsel efter kajbredde og kajlængde, men når det kommer til sejldybde og kajbæreevne, hvor efterspørgslen ændrer sig, er der en betydelig forskel mellem havnenes dimensioner og installatørernes efterspørgsel. For at de danske havne skal være attraktive for installatører og fremtidens havvindinstallation, er der de fleste steder behov for investeringer i både dybere sejltrender og stærkere kajbæreevne.

Alternativet er som tidligere nævnt mitigerende tiltag, som gør selve installationerne dyrere. Så i princippet er det spørgsmålet om, hvem der skal bære omkostningerne, havnene eller installatørerne.

3.7 Danske havne har potentiale til at installere store mængder havvind

Arealplads er en kritisk men dynamisk dimension for udbygningen af havvind. Servicehavne kræver mindre arealplads, omkring 8000 m², mens der kræves væsentligt mere for en havn, hvis der skal udskibes havvindmøller. For at udskibe 1 GW havvind over en periode på et år, kræver det 150–200.000 m².

Dog er dette arealbehov ikke ekskluderende, da mindre havne har mulighed for at udskibe over en længere tidsperiode eller udskibe mindre projekter.

I praksis vil det dog kræve havnearealer af en vis størrelse for at være relevant som installationshavn.

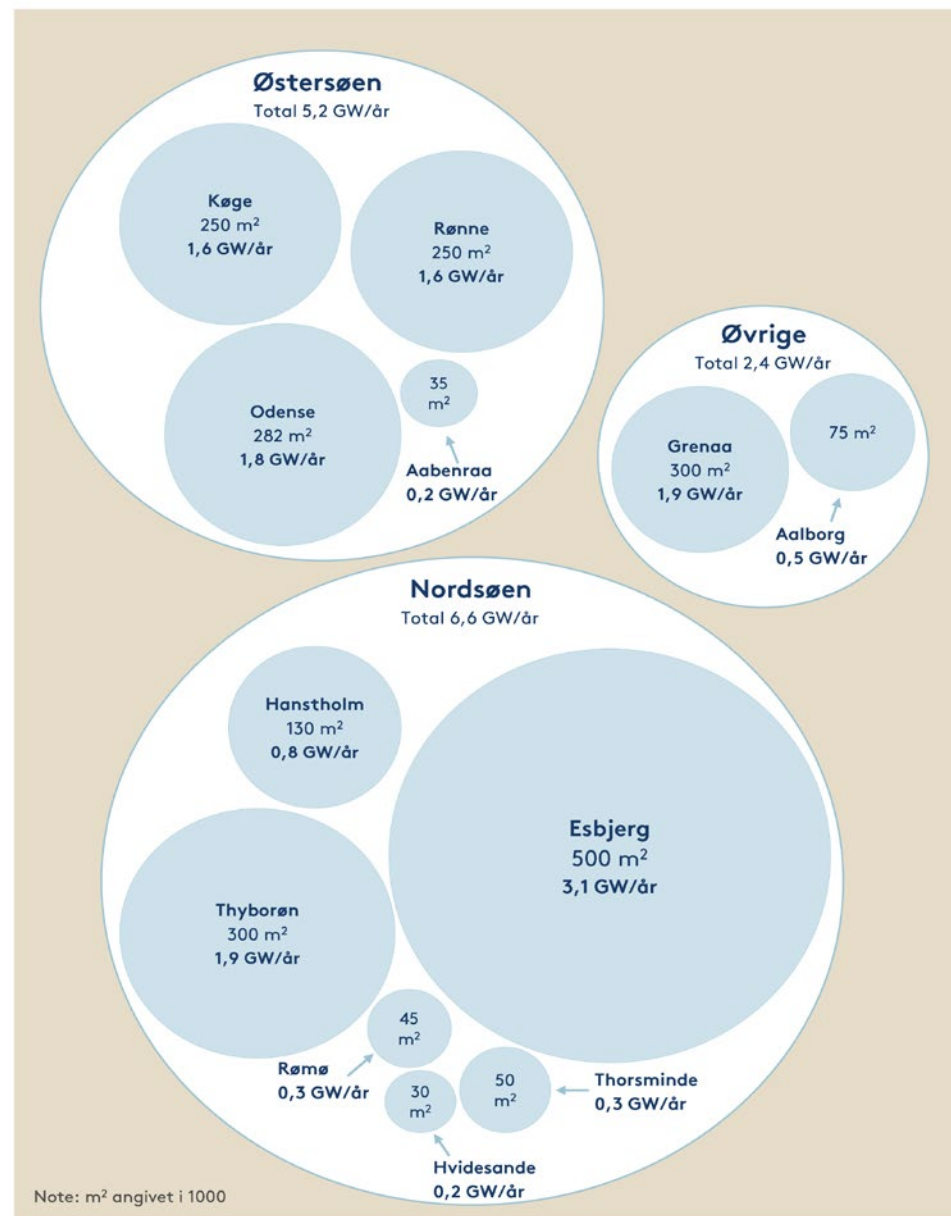
Figur 3.15 viser, uden skelen til at de mindre havne næppe vil være relevante som installationshavn, hvor mange GW havnene potentielt har mulighed for at installere årligt på baggrund af det areal, de har tilgængeligt til havvindinstallation. I Nordsøen er Esbjerg den største havn med mulighed for en årlig installation på 3,1 GW, mens de havne i Østersøen, der kan installere mest vind årligt, er Odense, Rønne og Køge med en samlet kapacitet på 5 GW/år. I øvrige områder er Grenaa den største havn med mulighed for at installere 1,9 GW årligt.

Samlet set kan de identificerede vindhavne installere 14,2 GW årligt.

Resultaterne baserer sig på relativt optimistiske beregninger af arealbehovet og medregner også arealet fra de mindste havne, der realistisk set ikke bliver installationshavne. Hvis havnekapaciteten i stedet beregnes med afsæt i et arealbehov pr. GW på 200.000 m² årligt, og hvis de mindste havne Thorsminde, Rømø og Hvidesande, som næppe kommer til at spille en rolle som installationshavne, ikke medregnes, falder havnenes kapacitet med 25%. Se figur 3.16 på næste side.

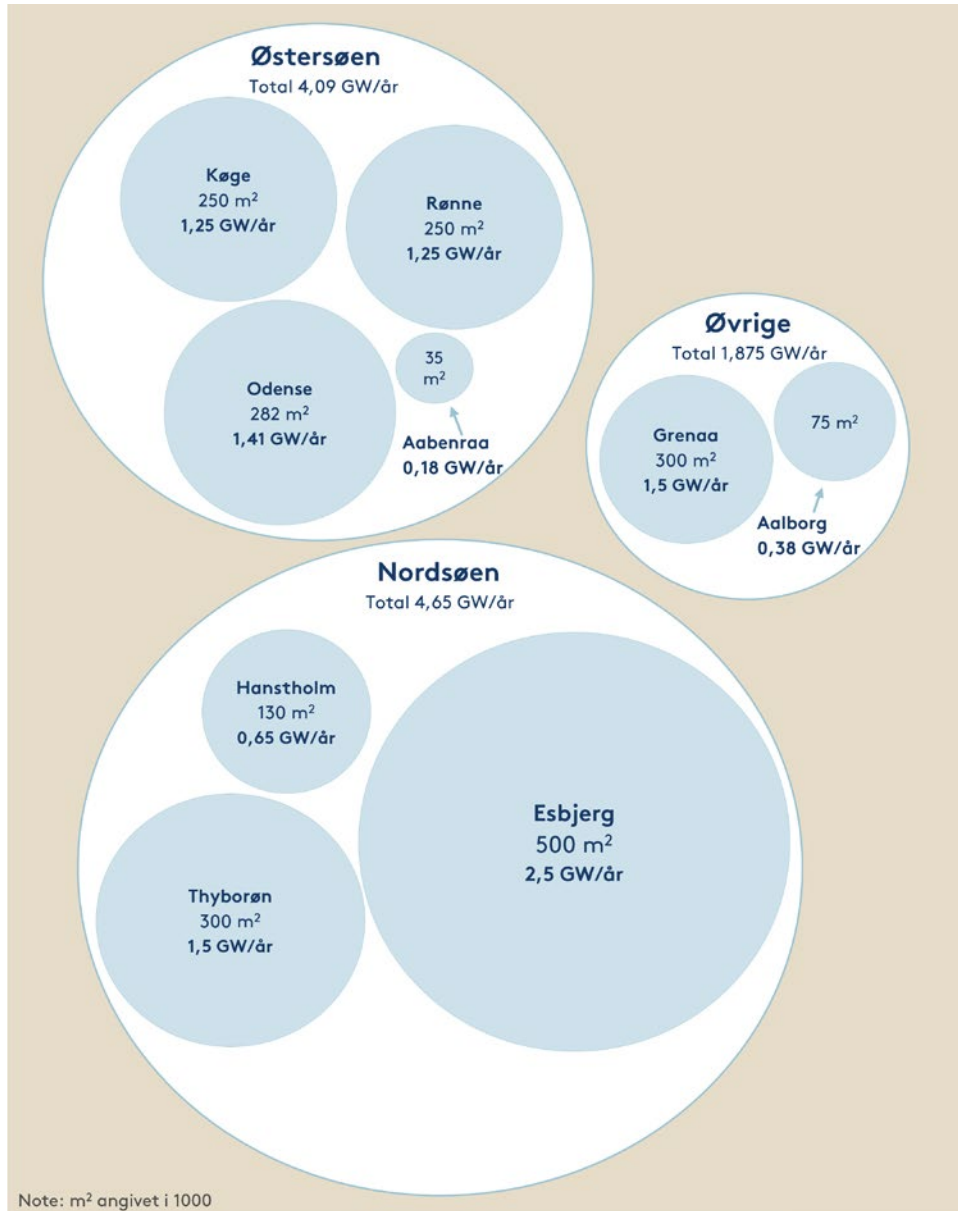
Samlet set vil Danmark – hvis havnes bæreevne og sejldybde øges – kunne udskibe mellem

Figur 3.15: Danske havnes arealplads til havvindinstallation, KPMG's beregning



Kilde: KPMG (2023)

Figur 3.16: Danske havnes arealplads til havvindinstallation, konservativt scenarie



Kilde: CIP Fonden pba. KPMG (2023)

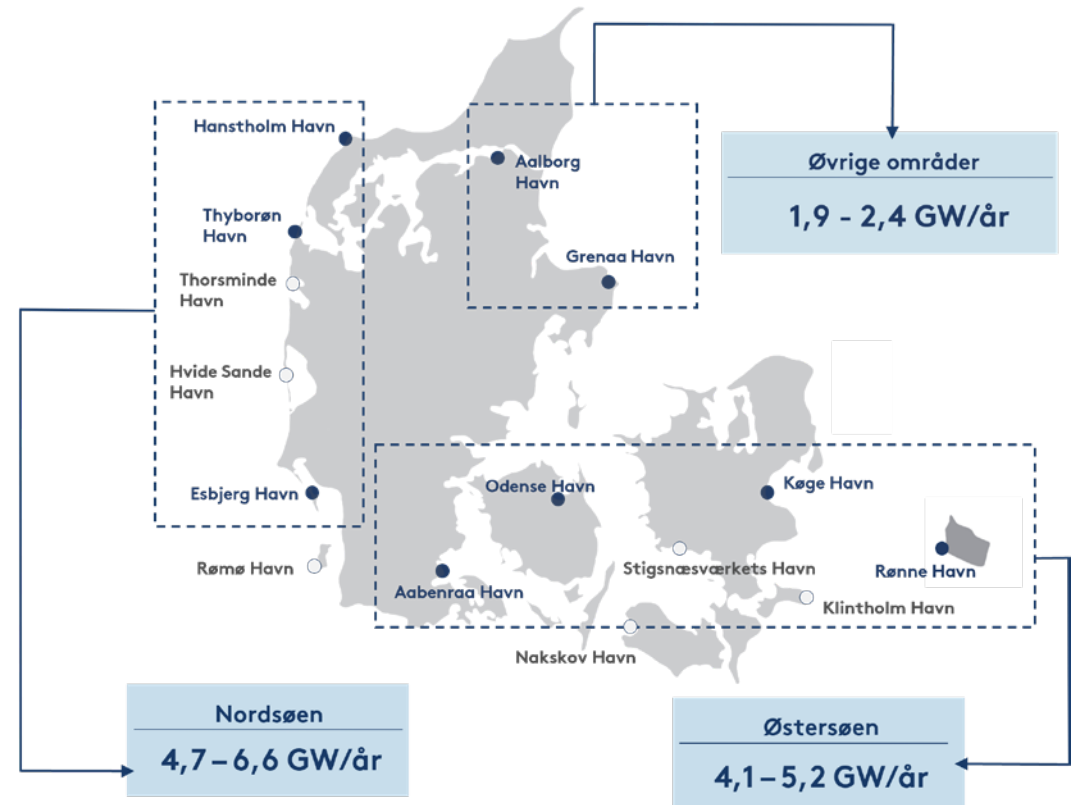
10,6 GW årligt og 14,2 GW årligt, afhængigt af især arealudnyttelsen på og omkring havnene. Det svarer til en akkumuleret kapacitet på mellem 275 GW og 370 GW frem mod 2050.

Figuren nedenfor viser et spænd for, hvor mange GW årligt, der potentielt kan installeres i hhv. Nordsøen, Østersøen og i de øvrige områder på baggrund af de tilgængelige arealer.

3.8 Udbygningsplaner skaber flaskehalse i danske havne

Ved at sammenligne den danske arealkapacitet med tidsprofilerne for havvindudbygning, kan Danmarks over- og underkapacitet i forhold til at håndtere den forventede havvindudbygning kortlægges. Da scenarie 3, der inkluderer politiske målsætninger og en andel udenlandsk havvind, vurderes at være det mest realistiske, tages der udgangspunkt heri.

Figur 3.17: Danmarks havnekapacitet fsva. havvindinstallation, GW/år, afrundet



Kilde: CIP Fonden pba. KPMG (2023)

Danmarks havnekapacitet sammenlignet med udbygningsprofilerne for havvind tager ikke forbehold for sejldybde og bæreevne, da disse – eller mitigerende tiltag – ulitimativt skal være til stede, hvis installationen af havvindmøller skal lykkes.

Konklusionerne forudsætter således Danmarks havnekapacitet i forhold til den forventede havvindudbygning, hvis sejldybden og bæreevnen bliver øget tilstrækkeligt, eller hvis der sker mitigerende tiltag.

I Nordsøen vil der – med en aktivering af samtlige havne og en optimal arealudnyttelse - i 2029 opstå en flaskehals i udbygningen, der forhindrer en udbygning på 1,7 GW.

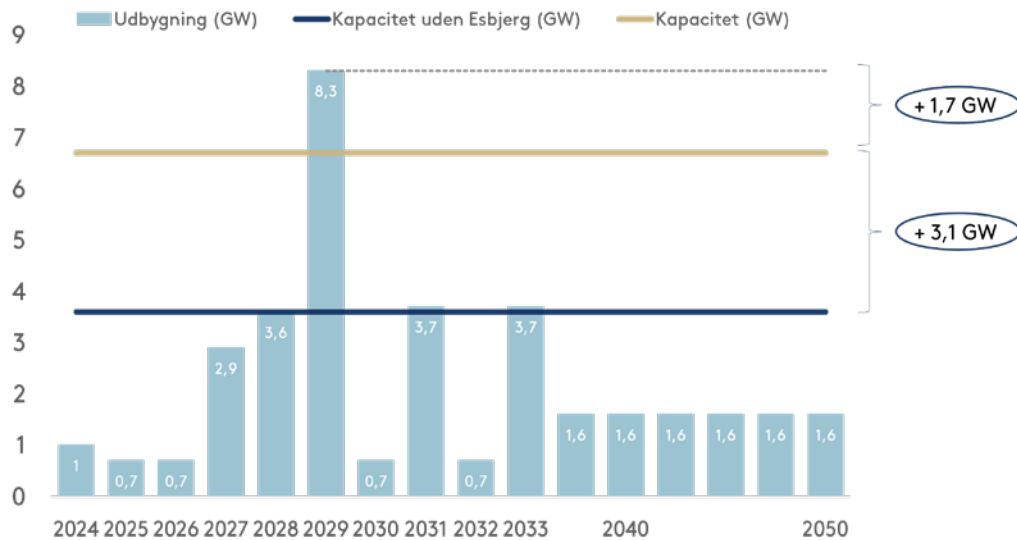
Figur 3.18 viser, at Esbjerg udgør en stor del af kapaciteten i Nordsøen. Esbjerg Havn er allerede i dag booket flere år frem, og fraregnes havnens kapacitet, vil flaskehalsen i 2029 være på 4,8 GW ligesom kapaciteten også vil blive presset i 2028, 2031 og 2033.

I Østersøen vil der i 2031 opstå en flaskehals i udbygningen, der forhindrer udbygningen af 1,2 GW.

Figur 3.19 illustrerer Odense Havns andel af kapaciteten, der i praksis kan være svær at udnytte på grund af bookinger eller udfordringer med transport under Storebæltsbroen.

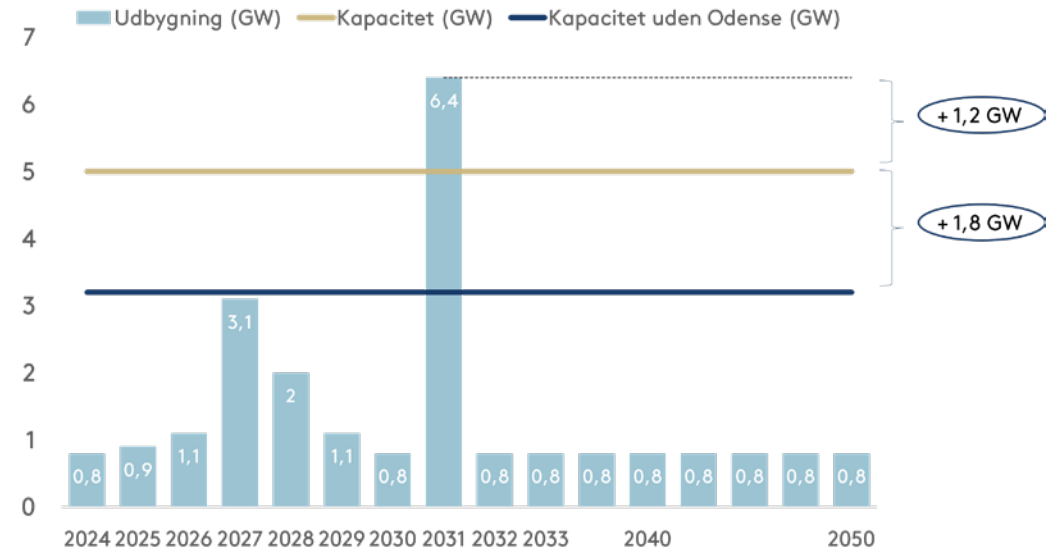
Fraregnes Odense i opgørelsen vil flaskehalsen i 2031 stige til 3 GW, og kapaciteten vil blive presset i 2027, dog uden yderligere flaskehalse.

Figur 3.18: Flaskehalse i Nordsøen, 2024-2050



Anm.: Figur illustrerer kapaciteten til installation af mølletårne, vinger og naceller.
Kilde: KPMG (2023)

Figur 3.19: Flaskehalse i Østersøen, 2024-2050



Anm.: Figur illustrerer kapaciteten til installation af mølletårne, vinger og naceller.
Kilde: KPMG (2023)



Foto: Esbjerg Havn

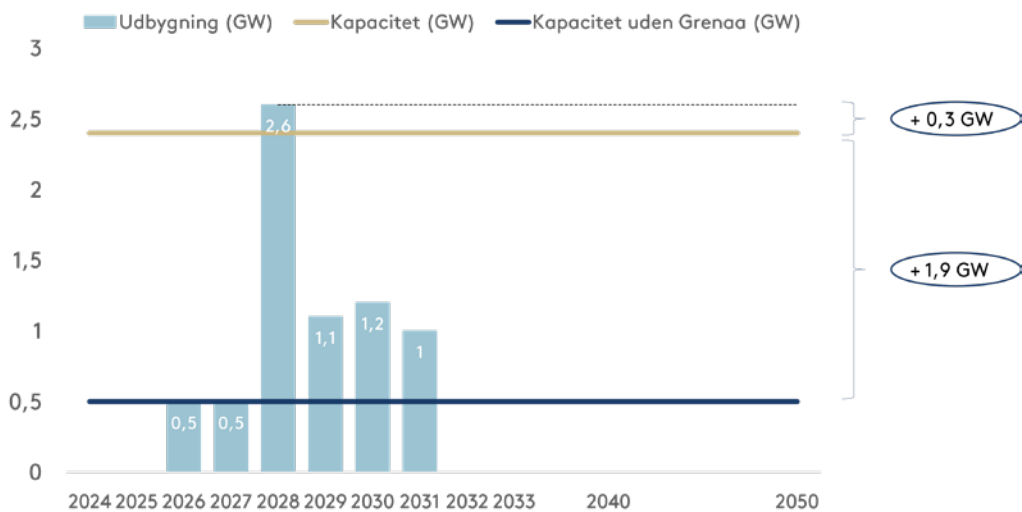
I øvrige områder bestående af Kattegat, Skagerrak, Bælthavet og Storebælt, vil der opstå en flaskehals i 2028, der forhindrer udbygningen af 0,3 GW. Figuren nedenfor illustrerer, at Grenaa Havn udgør størstedelen af kapaciteten i området, og fraregnes havnen vil flaskehalsen i 2028 stige til 2,2 GW, mens der ligeledes vil opstå flaskehals i årene til og med 2031. Aalborg Havn, vil som eneste anden udskibningshavn være fuldt booket i 2026 og 2027.

Kapaciteten fra Grenaa Havn spiller således en central rolle, hvis udbygningen af havvind i området skal indfries. Som følge af den geografiske placering kan Odense Havn potentielt udskibe til dele af områder, hvilket potentielt kan mindske flaskehalsen i 2028, hvor behovet i Østersøen er mindre.

Lægger man de mere konservative beregninger til grund, der sænker den samlede kapacitet med 25%, skabes der ikke nye flaskehalse i udbygningen, men størrelsen på de eksisterende flaskehalse øges illustreret med forholdet mellem den blå og lyse streg i figur 3.21 til højre.

Gennemgangen af installationskapaciteten i Nordsøen, Østersøen og øvrige områder viser, at der med de nuværende udbygningsplaner vil opstå flaskehalse, der samlet umuliggør udskibningen af samlet 3,2–6,7 GW afhængigt af kapacitets- og arealudnyttelsen²¹. Renses der for udenlandsk havvind, således at kun dansk havvind indgår i beregningerne, bliver mængden af havvind, der ikke kan installeres på grund af arealmangel på mellem 1,9 og 5,3 GW²².

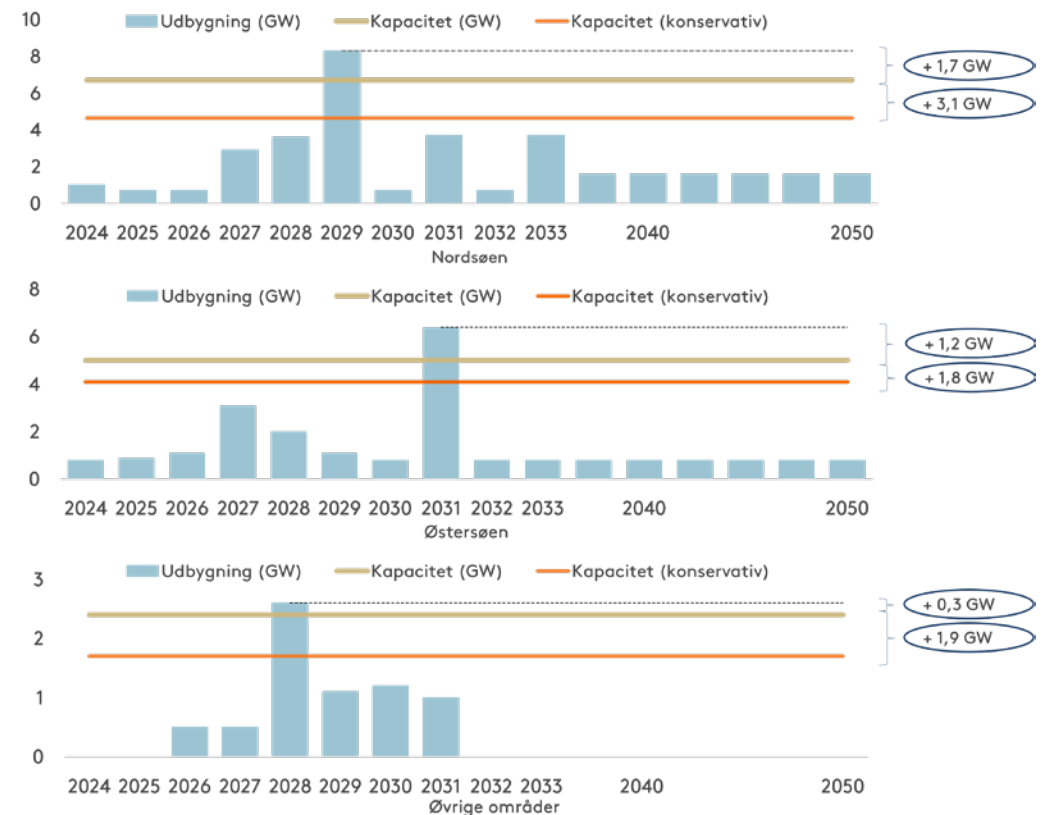
Figur 3.20: Flaskehalse i øvrige områder, 2024-2050



Anm.: Figur illustrerer kapaciteten til installation af mølletårne, vinger og naceller.
Kilde: KPMG (2023)

²¹ Egne beregninger pba. KPMG (2023), scenarie 3.
²² Egne beregninger pba. KPMG (2023), scenarie 2.

Figur 3.21: Flaskehalse i Nordsøen, Østersøen og øvrige områder, efter investeringer i opgradering af kajbæreevne og sejlrendedybde i samtlige danske installationshavne, 2024-2050.



Anm.: Udbygningen af havvind efter 2030 er præget af usikkerhed, og i praksis vil udbygningstakten med stor sandsynlighed blive mere ujævn. Figur illustrerer kapaciteten til installation af mølletårne, vinger og naceller.

Kilde: CIP Fondens egen tilvirkning pba. KPMG (2023)

Danske havne kan altså ikke – selv hvis de nødvendige investeringer i sejlrendedybde og bæreevne bliver foretaget – håndtere de udbygningsplaner, der er planlagt, og de målsætninger, der er fastsat. Der er behov for yderligere havnekapacitet eller en mere jævn planlagt udbygningstakt.

Gennemgangen viser også, at de største havne udgør en stor del af havnekapaciteten, som akkumuleret frem mod 2050 er høj i Danmark, og at der i store dele af perioden vil være kapacitet, der ikke bliver benyttet. For at komme kapacitetsudfordringerne til livs, kan havnekapaciteten udvides eller udbygningstakten kan ændres, f.eks. gennem en fremrykning af de nuværende udbygningsplaner.

Gennemgangen er baseret på de arealer, som havnene har tilgængelig til udskibning af havvind. Hvis arealerne bliver anvendt til anden havvind end den, der er forudsat i scenariet, eller hvis arealerne omlægges til en anden funktion, vil kapacitetspresset blive større. Ligeledes kan kapacitetspresset stige yderligere, hvis arealer, der p.t. er reserveret til havvindinstallation, i stedet bruges til andre formål, f.eks. produktion.

3.9 Konklusion: Danske havne kan ikke indfri Danmarks målsætninger

Danske havne kan på nuværende tidspunkt ikke tilbyde de dimensioner, som installatører vil efterspørge til udskibningen af havvindmøller om få år.

Havvindmøllerne vil blive større og tungere, ligesom politiske målsætninger og udbygningsplaner vil øge tempoet for, hvor hurtigt de skal udskibes fra havnene. Det skaber et forøget pres på havnene: både når større og tungere komponenter skal håndteres, og når Danmark allerede frem mod starten af 2030 skal femdoble den installerede havvindkapacitet.

Fra 2025 ventes 15 MW at blive industristandard for havvindmøllerne, hvilket medfører en stigning på omkring 50% i møllevægten. Fra et installatørperspektiv vil efterspørgslen efter havnekapacitet således ændre sig til at lægge vægt på en styrket kajbæreevne og dybere sejlrender. På disse dimensioner kan kun få danske havne i dag tilbyde det, der efterspørges. Det kan, i et internationalt perspektiv, gøre danske havne mindre attraktive, når installatører eller udviklere skal vælge hvilken havn, havvindmølleparker skal installeres fra.

Hvis danske havne også i fremtiden skal være attraktive for udskibning, kræver det investeringer i kajbæreevne og dybere sejlrender, da de mitigerende tiltag, der bruges i dag, øger omkostningerne til installation.

I forhold til danske havnes arealplads, er den ikke tilstrækkelig til at indfri de udbygningsplaner og målsætninger, der er vedtaget.

Selv med yderligere investeringer i danske havne, vil der opstå flaskehalse i både Nordsøen, Østersøen og øvrige områder, da havnekapaciteten ikke er stor nok til at håndtere de udbygningsplaner, der især topper i slutningen af 2020'erne og i starten af 2030'erne. Modsat er der mange andre år, hvor der er overkapacitet med mulighed for at installere mere havvind, end der umiddelbart er behov for. Muligheden for installation fra danske havne er især præget af de havne med mest areal udlagt til havvind: Esbjerg i Nordsøen, Odense, Rønne og Køge i Østersøen og Grenaa i øvrige områder.

Analysen er følsom overfor tilgængelig kapacitet, og ændres den, f.eks. ved at havnene er bookede til andre projekter, eller hvis arealerne i stedet bruges til andre formål eksempelvis produktion eller håndtering af fundamenter, kan antallet og størrelsen på flaskehalsene stige. En konservativ beregning, hvor de mindste havnes kapacitet udelades og arealbehovet for udskibning øges, viser, at der ikke opstår nye flaskehalse, men at de eksisterende bliver større.

Således vurderes den samlede mængde havvind, der ikke kan installeres på grund af for lille et havneareal, at ligge mellem 3,2 og 6,7 GW afhængigt af areal- og kapacitetsudnyttelse.

Renses der for udenlandsk havvind, så kun dansk havvind indgår i beregningerne, bliver mængden af havvind, der ikke kan installeres, på mellem 1,9 og 5,3 GW.

For at undgå flaskehalsene i vindudbygningen, og indfri de nuværende udbygningsplaner, er der behov for

investeringer i øget sejldybde omkring havnene og styrket kajbæreevne, ligesom der er behov for en midlertidig udvidelse af havnearealerne i få år, en fremrykning af de aktuelle udbygningsplaner for at fordele presset på havnene eller en inddragelse af udenlandske havne i opgaven.



Foto: Grenaa Havn

4. International konkurrence

Danske havne befinder sig i en international konkurrencesituation, når udviklere og installatører skal vælge hvilken havn, en havvindmøllepark skal opføres fra. Hvor kapitel tre kortlagde, hvordan danske havne kan møde fremtidens efterspørgsel og bidrage til indfrielsen af udbygningsplanerne, så kortlægger dette kapitel den konkurrencesituation, danske havne står i, og hvordan den kan udvikle sig i hhv. Nordsøen og Østersøen. Kortlægningen vil både belyse de danske havnes konkurrencesituation i forhold til installation af dansk havvind samt deres konkurrenceevne i forhold til installation af udenlandsk havvind.

4.1 Flere konkurrenceparametre har betydning

For at sammenligne konkurrencen mellem forskellige danske og udenlandske havne, har CIP Fonden identificeret fire konkurrenceparametre, som indikerer, hvor konkurrence-dygtig en udenlandsk installationshavn er i forhold til danske installationshavne – to havnespecifikke parametre og to landespecifikke.

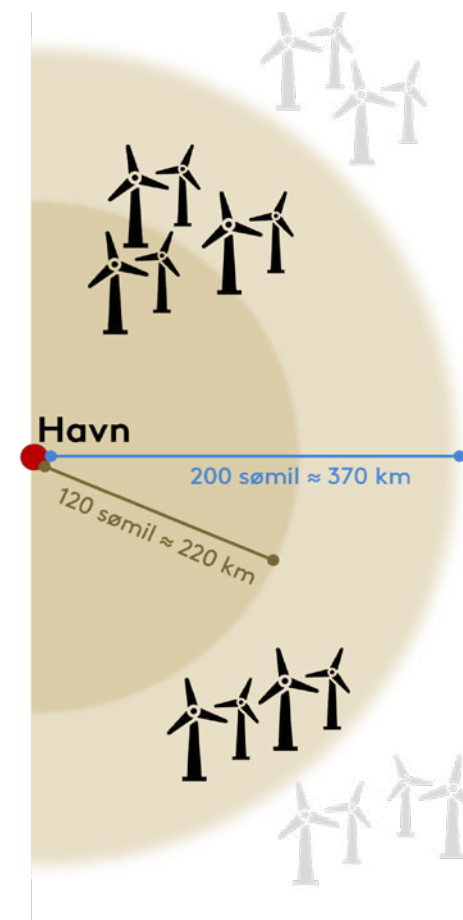
HAVNESPECIFIKKE KONKURRENCEPARAMETRE

Transportafstanden mellem havn og danske havvindparker er et centralt parameter, når det skal vurderes, hvorvidt en udenlandsk havn kan konkurrere om de danske havvindområder. Da der er betydelige omkostninger forbundet med transport og de afledte effekter som f.eks. oplagring af komponenter eller

nedetid i produktionen, vil installatører og udviklere – alt andet lige – prioritere at vælge en installationshavn, der ligger forholdsvis tæt på det område, hvor havvindmøllerne skal installeres²³. I dag transporteres havvindmøller over lange afstande, når de skal installeres. Forventningen er dog, at i takt med at der samlet skal udbygges flere havvindmølleparker internationalt indenfor samme tidshorisont, vil transportgrænsen blive mindre, da der opstår flere havvindmølleprojekter i havnenes nærområder. Grænsen for transportafstand mellem installationshavn og havvindmøllepark er på 120-200 sømil svarende til ca. 220-370 km²⁴. De udenlandske havne, der har danske havarealer udlagt til vind inden for denne afstand, kan potentielt konkurrere med danske installationshavne. Omvendt kan danske havne, der har udenlandske havvindarealer inden for denne radius, konkurrere om installationen af udenlandske projekter. Jo kortere afstanden mellem havn og park er, jo mere konkurrence-dygtig er havnen på dette parameter.

Havnenes erfaring og størrelse er ligeledes et centralt konkurrenceparameter. Havnene med erfaring i at installere havvind og havne med tilstrækkelige tekniske dimensioner til at håndtere de store komponenter eller erfaring med at udføre mitigerende tiltag, er bedre stillet sammenlignet med havne, der ikke har erfaring. Har havnene fremskredne udbygningsplaner, kan de ligeledes indgå i vurderingen af, om en havn er attraktiv: har en havn planer om at forøge f.eks. sejlrende,

Figur 4.1: Installatører har en forventet rækkevidde på 120-200 sømil fra havn til park, når mange projekter skal opføres samtidigt



Kilde: CIP Fonden pba. KPMG (2023)

bæreevne eller kajlængde kan den blive en konkurrent. Det samme gælder, hvis en havn har planer om at udvide arealet til installation af havvind. I forhold til de dimensionerende faktorer, er de fleste havne i Europa, ligesom de danske, ikke dimensioneret til at håndtere fremtidens, større møller. Parameteret vil derfor i høj grad fokusere på de tilgængelige arealer, som ved investeringer i havnen kan blive aktiveret i den internationale konkurrence. Her er størrelsen på de tilgængelige arealer centrale, da de både kan indikere størrelsen på en potentiel konkurrent men også realisme i, at der bliver investeret i en havn.

LANDESPECIFIKKE PARAMETRE

Landenes ambitioner for havvind – forholdet mellem landenes installerede havvind og deres målsætninger – har også betydning for, i hvilken grad de udenlandske havne kan konkurrere med de danske. Er et land f.eks. allerede kommet langt med egen udbygning af havvind, eller har det relativt begrænsede udbygningsplaner sammenlignet med dets havnekapacitet, kan havnene fra det pågældende land i højere grad konkurrere med de danske havne om installationen af dansk havvind. Modsat, hvis et land har langt igen med at nå sine målsætninger, eller hvis målsætningerne er høje sammenlignet med havnekapaciteten, vil havnenes konkurrenceevne være mindre, da de forventes at udskibe i hjemlandet. Parameteret er afledt af afstandskriteriet, da landes egne havvindområder i de fleste tilfælde ligger tættere på egne havne, hvorfor omkostningerne til installation herfra er mindre.

²³ Esbjerg har f.eks. været involveret i havvindmølleprojekter i og omkring Storbritannien, +600 km.

²⁴ KPMG 2023. Baseret på interviews med installatører og udviklere.

Slutteligt har landenes **økonomiske og politiske rammer for havneudvikling** også betydning for havnenes konkurrenceevne. Dette konkurrenceparameter handler om politisk prioritering, koordinering mellem havne som resultat af bl.a. ejerskabsforhold samt muligheder for offentlig støtte til at drive havneudvidelser og -opgraderinger.

Politisk fokus på at udbygge havvind vil typisk betyde, at landet står stærkere end et land med et mindre politisk fokus på havne og installation af havvindmøller. Landets prioritering af offentlig støtte til havneudvidelser og -opgraderinger kan bidrage med den nødvendige kapital til at finansiere havneudvidelser og -opgraderinger – det gælder både kommunale, regionale, nationale og europæiske støtteprogrammer. Sidst har forskellige sags-

Figur 4.2: Den internationale konkurrence mellem installationshavne er præget af forskellige konkurrenceparametre



Kilde: CIP Fonden (2024a)

behandlingstider mellem landene indflydelse på, hvor hurtigt havnene har mulighed for at udvikle og omstille sig.

I de følgende afsnit kortlægges den internationale konkurrence, som de danske havne befinder sig i, pba. de fire konkurrenceparametre. Først kortlægges konkurrencesituationen i Nordsøen, hvorefter konkurrencen i Østersøen og de øvrige områder kortlægges.

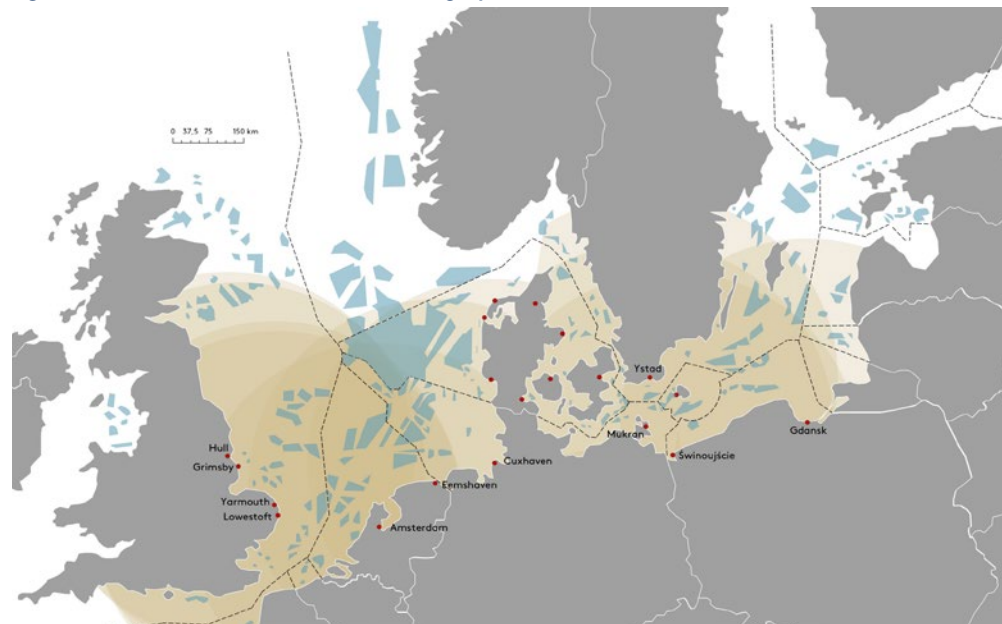
4.2 Den danske del af Nordsøen er konkurrenceudsat

I Nordsøen kan syv udenlandske installationshavne i forskellig grad konkurrere med de danske havne på de danske arealer. Se figur 4.3 og tabel 4.1.

Cuxhaven og Eemshaven har det største konkurrenceområde på omkring 95% af dansk havareal udlagt til havvindmøller i Nordsøen, mens Amsterdam dækker omkring 40%. De britiske havne på kysten i Østengland, Port of Hull, Grimsby, Lowestoft og Yarmouth, har et konkurrenceområde på omkring 15%-20%. Udover selve konkurrenceområdet, kan havnene konkurrere i forskellig grad på baggrund af deres areal, som viser, hvor mange GW, der årligt kan installeres fra havnene. Det bemærkes, at arealerne i de fleste tilfælde ikke er klargjort til at håndtere fremtidens store møller, hvorfor de skal opgraderes med f.eks. øget bæreevne og/eller dybere sejlerender, hvis de skal være brugbare og kunne deltage i konkurrencen.

Mitigerende tiltag kan mindske behovet for investeringer i infrastruktur, men i en konkurrencesituation, vil de havne med den største kapacitet og bedste faciliteter stå bedst – herunder også dem med den stærkeste infrastruktur.

Figur 4.3: Især havne fra Holland og Tyskland kan konkurrere med danske havne



Anm.: Cirkler illustrerer udenlandske havnes rækkevidde (≈370 km)
 Kilde: CIP Fonden (2024a)

Tabel 4.1: Cuxhaven og Eemshaven kan installere på 95% af Danmarks havareal.

	Konkurrence-område	Havnekapacitet GW/år	Type havn
Esbjerg	≈ 100%	2,5 GW	Produktions-, installations- og servicehavn
Cuxhaven	≈ 95%	1,1 GW Udvidelser: 1,4 GW	Produktion- og installationshavn
Eemshaven	≈ 95%	2,1 GW	Installations- og servicehavn
Amsterdam	≈ 40%	1,3 GW Udvidelser: 0,75 GW	Installations- og servicehavn
Østengland	≈ 15-20%	7,5 GW Udvidelser: 12,5 GW	Produktion- og installationshavn

Anm.: GW/år er beregnet pba. areal og tager ikke højde for havnes dimensionerende faktorer
 Kilde: CIP Fonden (2024a)

Alle danske havvindområder i Nordsøen er dermed indenfor rækkevidde af mindst én udenlandsk havn. Derved er der ikke kun konkurrence mellem danske havne om at være installationshavne for havvindmøller i den danske del af Nordsøen – der er også mulighed for, at udenlandske installationshavne kan konkurrere i det danske marked.

Over sommeren 2023 blev en bred gruppe partier på Christiansborg enige om en ny havplan, hvor Danmarks havvindarealer blev betydeligt forøget. Den mest betydelige ændring for det danske havvindpotentiale bestod i, at de fjerneste dele af det danske Nordsøterritorie blev ændret fra at være

udlagt til gas-ekstraktion og CO₂-lagring til også at være havvindområder²⁵. Denne del af Nordsøen – altså den yderste del, som ligger ca. 150-300 km fra Jyllands vestkyst – er der, hvor flest udenlandske havne rækker ind i de danske havvindområder i Nordsøen. Derved er der størst risiko for international konkurrence fra udenlandske havne i de nyudpegede havvindområder.

4.3 Esbjerg, Eemshaven og Cuxhaven dominerer nordøst-Nordsøen

Esbjerg Havn er en markant aktør til installation af havvindmøller i både Tyskland og Holland,

og Havnen har installeret mere end 20 GW havvind udenfor Danmark. Esbjerg Havn er med sine 500.000 m² den største installationshavn i den nordøstlige del af Nordsøen²⁶.

Eemshaven i Holland er den næststørste havn med 410.000 m² udlagt til installation af havvind. Eemshaven er en stærk konkurrent til danske installationshavne, herunder Esbjerg Havn, fordi havnen har stor erfaring med at udskibe havvindmøller til både hollandske havvindområder og den tyske del af Nordsøen. Derudover er der kort afstand til storbyen, Groningen, hvilket giver adgang til store mængder kvalificeret arbejdskraft. Eemshaven har installeret 18 havvindmølleparker – primært i Tyskland, men også i England og Holland²⁷ – og den 19., 20. og 21. park er under installation fra Eemshaven. De 18 parker består af i alt 1223 møller svarende til 7,2 GW.

Cuxhaven i Tyskland har en ideel placering i forhold til at konkurrere med danske installationshavne for havvind. Havnen er statsligt ejet, men har et stærkt virksomhedsnetværk, som giver Cuxhaven en central placering i den tyske grønne omstilling. Der er god plads til udvidelse af havnen, da der er ledige arealer omkring havnen, men de nuværende havvindarealer i Cuxhaven er under pres, da havnen bliver brugt til både produktion og opbevaring af naceller af Siemens Gamesa samt til produktion af landvindmøller.

Oostende i Belgien og North Sea Port i Holland er også to markante installationshavne, der dog, på grund af deres placering mere end 370 km. væk, ikke forventes at kunne konkurrere på de danske havarealer. Norge har i dag ingen konkurrencedygtige havne, når det kommer til installation af havvind²⁸.

Figur 4.4: Der er størst konkurrence i Danmarks nyudlagte og mest vindrige arealer



Anm.: Cirkler illustrerer udenlandske havnes rækkevidde i dansk havområde (≈370 km)

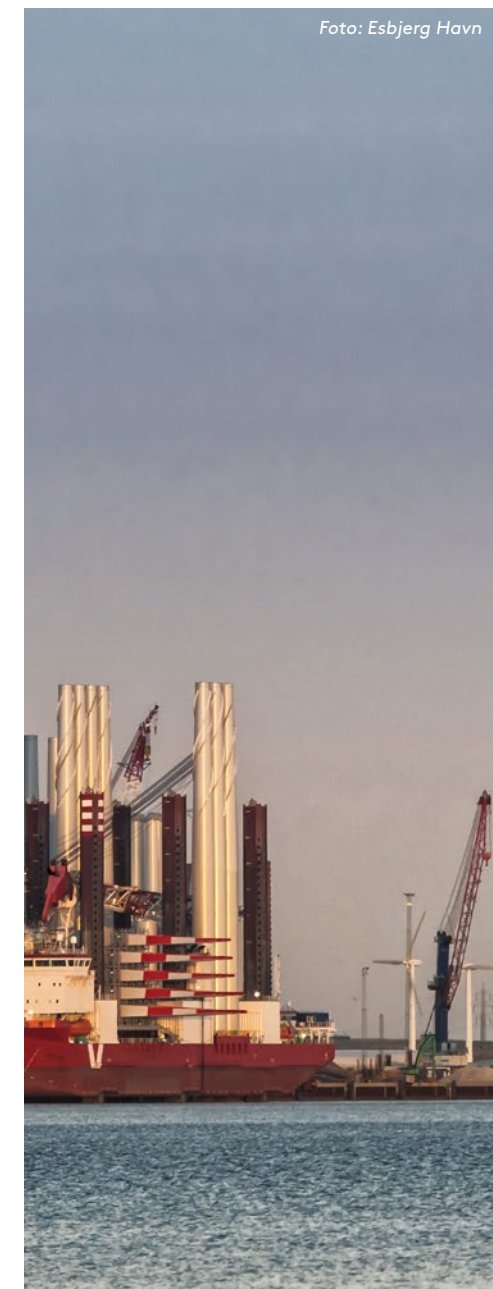
Kilde: CIP Fonden (2024a)

²⁵ Aftale om Danmarks Havplan (em.dk)

²⁶ KMPG 2023

²⁷ Groningen Seaports: Offshore Wind (groningen-seaports.com)

²⁸ Menon Economics (2023): MULIGHETER FOR NORSKE SAMMENSTILLINGS- OG INSTALLATIONSHAVNER INNEN HAVVIND FREM MOT 2030



4.4 Danmark har få installerede møller og relativt lave målsætninger

Tyskland og Holland har ikke væsentligt større arealer i Nordsøen end Danmark, men Danmark har betydeligt færre havvindmøller end begge lande. For nuværende har Danmark 0,82 GW havvind installeret i Nordsøen, hvor Tyskland har installeret 7,1 GW svarende til omkring 8,5 gange Danmarks kapacitet. Holland har installeret 4,7 GW havvindmøller, hvilket svarer til ca. 6 gange så meget havvind som Danmark.

I forhold til målsætninger, så har Danmark et 2030-mål om 5,3 GW havvind i Nordsøen, mens Tyskland sigter mod det femdobbelte, 26,4 GW, og Holland mod det firedobbelte, 21 GW. På den anden side af Nordsøen har Storbritannien en målsætning om 50 GW havvind på tværs af Storbritanniens kyst.

Storbritannien, Tyskland og Holland har således de højeste målsætninger for havvindudbygningen. Det er samtidigt i disse tre lande, hvor de konkurrerende havne²⁹ ligger. Fra et dansk perspektiv vil det alt andet lige mindske konkurrencen om installation på de danske arealer, da disse tre lande alle skal installere betydelige mængder havvind, relativt til deres havnekapacitet.

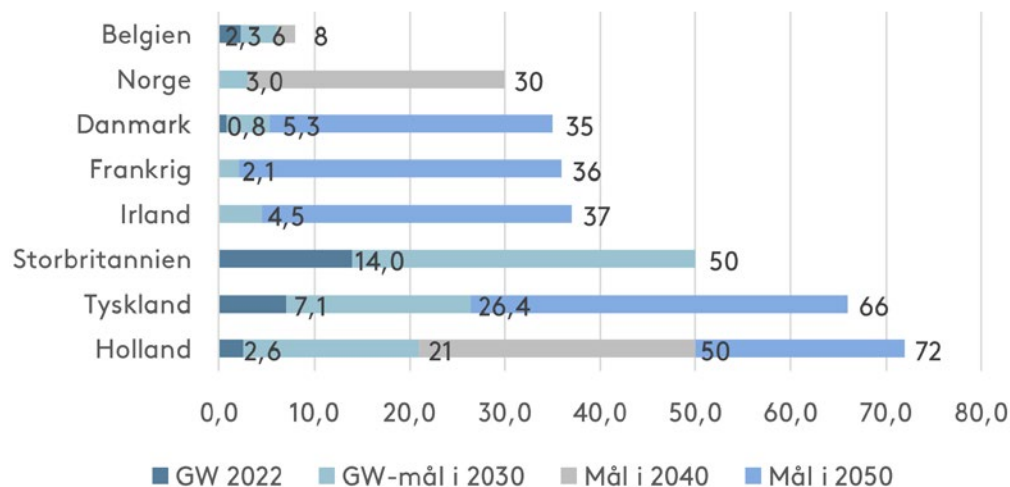
De udenlandske havne kan altså, som følge af omkostninger ved lange sejlruiter, forventes at installere havvind i hjemlandene, før de konkurrerer på de danske arealer.

Figur 4.5: Danmarks installerede havvindkapacitet er betydeligt lavere end Tyskland og Holland, 2024



Kilde: CIP Fonden (2024a)

Figur 4.6: Der er stor variation i Nordsølandenes målsætninger for havvind (GW)



Kilde: CIP Fonden (2024a)

4.5 Havnekapaciteten i Nordsøen er presset – især i 2029-2030

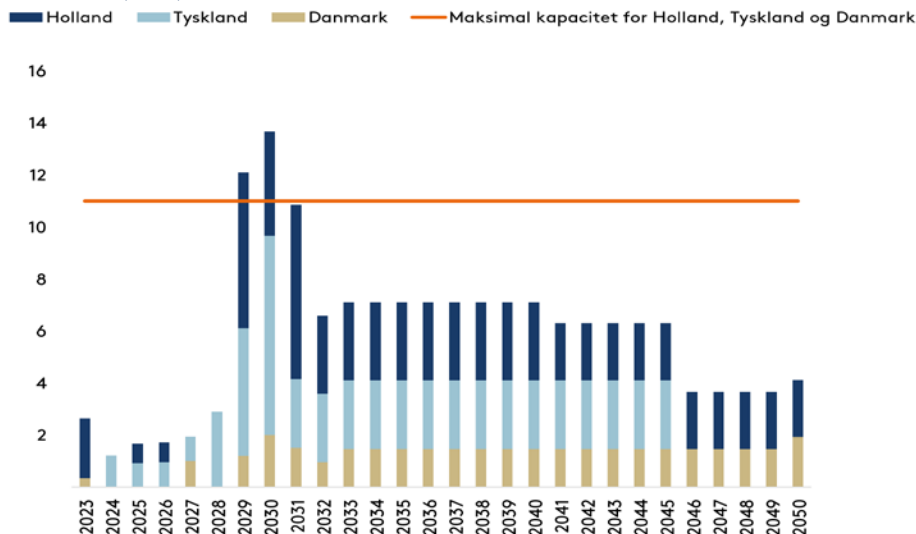
I Europa er der – ligesom i Danmark – en generel mangel på havnekapacitet, da størstedelen af havnene, og dermed de tilgængelige arealer, ikke er dimensionerede til at håndtere 15 GW-møllen, der allerede fra 2025 forventes at blive industristandarden. Ligesom udbygningstakten i Danmark er koncentreret omkring 2030, planlægger Holland og Tyskland også størstedelen af udbygningen mellem 2029 og 2031. Danmark, Tyskland og Holland, hvis havne kan konkurrere på hinandens havvindområder, kan samlet udskibe omkring 11 GW årligt, hvis alle havnene bliver opgraderet til at kunne håndtere de større møller med tunge komponenter³⁰.

I forhold til den forventede udbygningstakt, vil der således opstå flaskehalse i både 2029 og 2030, selv hvis der bliver investeret i havnene. Når efterspørgslen efter havnekapacitet i disse år er større end den forventede kapacitet, vil den internationale konkurrence mellem havnene forventes at være begrænset. Da det er mest omkostningseffektivt at installere havvind tættest på havnen, vil havnene i høj grad installere på egne arealer. På grund af knaphed på havnekapacitet kan konkurrencen i årene 2029-2030 i højere grad forventes at være mellem lande fremfor havne, når det for både Danmark, Tyskland og Holland gælder om at nå de politisk fastsatte udbygningsmål. Danmark har, efter 2031, overskud af havnekapacitet, der kan eksporteres til nabolandene. Den overskydende kapacitet, der kan eksporteres, vurderes til at være på omkring over 3 GW årligt efter år 2034, da Danmarks årlige havnekapacitet i Nordsøen er estimeret til at være 4,7 GW,

²⁹ Cuxhaven, Eemshaven, Amsterdam, Hul, Grimsby, Lowestoft og Yarmouth

³⁰ Opgradering henviser til forøget kajbæreevne og dybere sejlrende. Havnene, der er inkluderet i beregningen, er Esbjerg, Hanstholm, Thyborøn, Eemshaven, Amsterdam og Cuxhaven.

Figur 4.7: Forventet årlig havvindudbygning: Danmark, Tyskland og Holland, 2023-2024 (GW).



Anm.: Maksimal kapacitet er baseret på tilgængelige arealer. Kilde: North seas offshore wind port study 2030-2050

mens der indtil 2050 kun skal bruges 1,6 GW årligt til at installere den danske havvind³¹. Samtidig forventes en samlet udbygning blandt Danmark, Tyskland og Holland at være på 7 GW årligt fra 2033-2040 og 6,2 GW årligt fra 2041-2045 og slutteligt lige under 4 GW årligt fra 2046-2050³². Danmarks eksportpotentiale efter 2034 kan bruges til at imødekomme den efterspørgsel, der bliver skabt af udbygningsplanerne i de omkringliggende lande.

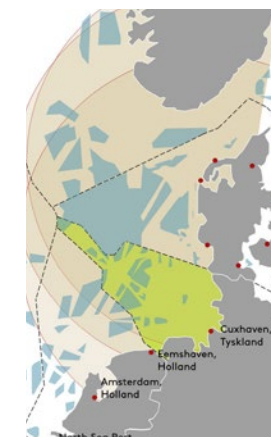
4.6 Danske og Hollandske havne skal konkurrere om det tyske marked

Frem mod 2029 vil ikke kun Danmark, men også Holland, have en akkumuleret overkapacitet, hvis der bliver investeret i at opgradere havnene. Tyskland vil derimod have en akkumuleret underkapacitet. Se tabel 4.2. Det samme billede, dog forstærket, gør sig

gældende for årene efter 2031. Danske og Hollandske havne vil således, i årene inden 2029 og efter 2031, kunne konkurrere om at installere den tyske havvind, da Tysklands havne ikke selv kan opfylde landets målsætninger. De store overskudskapaciteter, der fremgår af tabel 4.2, er et udtryk for den kapacitet, der kan akkumuleres over tid, hvis der bliver investeret i at konkurrencegøre samtlige

danske, tyske og hollandske havne. I praksis vil de havne, som investerer i offshore-arealer og faciliteter som dybe sejlrender og kajer med stor bæreevne stå bedst i konkurrence. Danmark har, med både den største havnekapacitet og den mest erfarne havn i Nord-søen, gode muligheder for at konkurrere om den tyske havvind efter 2031. Dette skal især ses i lyset af, at Tyskland vil være et primært marked for danske havne, da danske havne kan nå hele det tyske havområde, hvor 17 GW af den planlagte udbygning ligger tættere på danske havne end tyske og hollandske³³.

Samtidigt har hollandske havne, og den største Hollandske havn North Sea Port, kun mulighed for at nå dele af det tyske havvindområde med en lavere kapacitet. Både Holland og Danmark har mulighed for at eksportere havnekapacitet til andre markeder: Holland kan eksportere havnekapacitet mod syd, da de ligger tæt på både franske og belgiske vindområder, og Danmark har mulighed for at eksportere havnekapacitet mod nord, da flere norske vindarealer ligger inden for grænsen på 200 km fra danske installationshavne. En stor del af det norske marked forventes dog at bestå af flydende havvind, hvorfor dansk installation i norsk farvand bliver begrænset³⁴.



Figur 4.8: Danske havne kan nå hele det tyske havvindområde, men også dele af det britiske og norske.

Kilde: CIP Fonden (2024a)



Figur 4.9: Hollandske havne kan nå dele af det tyske havvindområde, men også dele af det franske og belgiske.

Kilde: CIP Fonden (2024a)

Tabel 4.2: Kapacitet i Nordsøen: havvindmøller og havne i Danmark, Tyskland og Holland.

	Havvindmøllekapacitet (GW)					Havnekapacitet (GW)				
	Nuværende installeret kapacitet	GW-mål 2030	GW-mål 2050	Manglende GW indtil 2030	Manglende GW indtil 2050	Årlig havnekapacitet	Akkumuleret kapacitet indtil 2030	Akkumuleret kapacitet indtil 2050	Difference i kapacitet indtil 2030	Difference i kapacitet indtil 2050
Danmark	0,8	5,3	35	4,5	34,2	4,7	≈ 32,9	≈ 126,9	≈ 28,4	≈ 92,7
Tyskland	7,1	26,4	66 (2045)	19,3	58,9 (2045)	1,1	≈ 7,7	≈ 24,2 (2045)	≈ -11,6	≈ -34,7 (2045)
Holland	4,7	21	72	16,3	67,3	5,2	≈ 36,4	≈ 140,4	≈ 15,4	≈ 73,1

Anm.: Kapaciteten er et udtryk for de arealer, havnene har til rådighed og ikke hvorvidt havnene er dimensionerede til at håndtere fremtidens store møller. Kilde: CIP Fonden (2024a)

³¹ Jf. kapitel 3 pba. KPMG (2023)

³² NSEC (2023)

³³ KPMG 2023

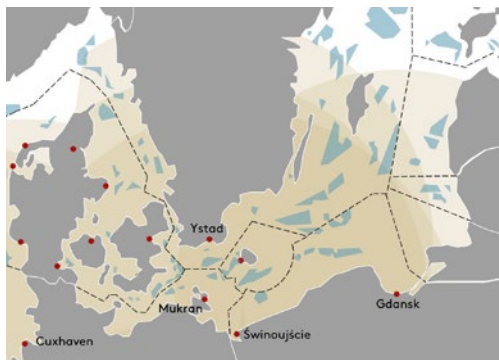
³⁴ Flydende havvindmøller er modsat traditionelle havvindmøller ikke fastgjort til havbunden. Installationen af flydende havvindmøller sætter anderledes krav til havnene afhængig af mølletype. Norge forventer i høj grad at udskibe flydende havvind fra indenlandske havne.

4.7 Den danske del af Østersøen og øvrige områder er konkurrenceudsat

I Østersøen er afstandene fra havn til havvindområder mindre end i Nordsøen, hvilket mindsker relevansen af afstandskriteriet for udvælgelsen af de relevante havne. Havne fra Sverige, Tyskland og Polen dækker således ikke kun hele den danske del af Østersøen, men også de indre farvande herunder Kattegat, Skagerrak, Bælthavet og Storebælt.

De havne, der kan konkurrere med de danske havne i Østersøen og de indre farvande, er Mukran havn i Sassnitz, Tyskland, og med de rette investeringer kan Ystad havn i Sverige samt Świnoujście og Gdansk havn i Polen også konkurrere med danske havne. Både Øresundsbroen og Storebæltsbroen vil udgøre en barriere for udskibningen af havvind, da transport af møller gennem Storebælt og Øresund bliver besværliggjort. For at transportere møller under broerne og gennem tunellen er der således behov for tiltag, som f.eks. at transportere møllerne adskilt og færre ad gangen over flere omgange, hvilket øger omkostningerne til installation.

Figur 4.10: Polske, tyske og svenske havne kan installere i dansk del af Østersøen



Anm.: Cirkler illustrerer udenlandske havnes rækkevidde (≈370 km). Kilde: CIP Fonden (2024a)

4.8 Rønne Havn dominerer Østersøen

Selvom der er kort afstand mellem havnene og de danske havvindarealer, er konkurrencen lav. I dag er det kun Mukran havn i Sassnitz, Tyskland, der kan konkurrere med de danske havne – dog på hele det danske areal og med en kapacitet til at installere 1,3 GW årligt. Ystad havn i Sverige samt Świnoujście og Gdansk havn i Polen forventes inden for kort tid at kunne komme til at konkurrere. Særligt Rønne Havn dominerer i dag Østersøregionen.

Rønne havn er blevet brugt som installationshavn til de store havvindmølleparker i Østersøen på både danske og udenlandske arealer. Rønne havn var installationshavn, da Danmarks største havvindmøllepark, Kriegers Flak, på 604 MW, blev installeret. I 2021 blev Rønne havn valgt som installationshavn for den 476 MW store tyske havvindmøllepark Baltic Eagle, der blev bygget af tyske Iberdrola³⁵. I 2016 vedtog ejerne af Rønne Havn en såkaldt Masterplan 2050, som opridsede udviklingsplanerne for Rønne Havn i fire faser

frem mod 2050. Siden vedtagelsen af planen er investeringsbeslutningerne til de fire faser blevet fremrykket betydeligt. Fase et og to er færdigbygget mens fase tre, som ifølge planen skulle stå færdig i 2040, er færdigsagsbehandlet og under opførsel.

Snarligt vil der ansøges om godkendelse til fase fire, som forventes færdig 20-25 år før, den oprindelige plan anviser. Behovet for øget havnekapacitet til installation af havvind driver en betydelig del af havneudviklingen. Inden for få år forventes op til 45% af omsætningen i Rønne Havn at komme fra havvind.

Der er på nuværende tidspunkt ikke nogen havne på den polske kyst, som kan installere havvindmøller³⁶. Rønne havn er blevet valgt som installationshavn for den polske havvindmøllepark MFW Bałtyk I project, der bliver 1,7 GW og bygges af det privatejede polske firma, Polenergia, i samarbejde med norske Equinor³⁷. Den polske havn i Gdansk skulle efter planen være færdigbygget i 2025 og agere installationshavn for den polske havvindmøllepark, men entreprenøren, der skal bygge havvindmølleterminalen, var i midt-2023

endnu ikke blevet valgt, hvorfor havneudvidelsen alligevel ikke forventes færdigbygget i 2025. Polenergia og Equinor har derfor indgået kontrakt med Rønne havn om at være installationshavn for den pågældende havvindmøllepark i polsk farvand.



Foto: Rønne Havn

4.9 Danmark har mange møller og høje mål i Østersøen og indre farvande

På trods af, at udbygningen af havvind er kommet senere i gang i Østersøen sammenlignet med Nordsøen, er der et stort, uforløst potentiale. På nuværende tidspunkt er der installeret 2,8 GW havvindmøller i Østersøregionen, men ifølge EU-Kommissionen vurderes potentialet for havvindmøller i Østersøen at være på hele 93 GW³⁸. Ligesom Nordsølandene har haft Esbjerg-erklæringen og senere Oostende-erklæringen, har Østersølandene, Danmark, Sverige, Finland, Tyskland, Polen, Estland, Letland og Litauen i 2022 underskrevet Marienborg-erklæringen, der skal syvdoble de daværende 2,8 GW vindmøller til 19,6 GW i 2030. Marienborg-erklæringen forventes at sætte gang i en større udbygning af havvindmøller i Østersøen.

Danmark er i dag dominerende på havvindmøller i Østersøen både hvad angår vores nu-

Tabel 4.3: Udenlandske havne, der kan konkurrere på installation i den danske del af Østersøen

	Konkurrence-område	Havnekapacitet GW/år	Type Havn
Rønne	≈ 100%	1,3 GW	Produktions- og installations
Mukran (Sassnitz)	≈ 100%	1,3 GW	Installations og servicehavn
Ystad	≈ 100%	0 GW Kan omstilles til installation ifm. Triton vindpark	Installationshavn
Świnoujście	≈ 100%	0 GW Udvidelser 0,85 GW planlagt til 2025	Installationshavn
Gdansk	≈ 70%	0 GW Udvalgt af polske myndigheder til installation fra 2025	Installationshavn

Kilde: CIP Fonden (2024a)

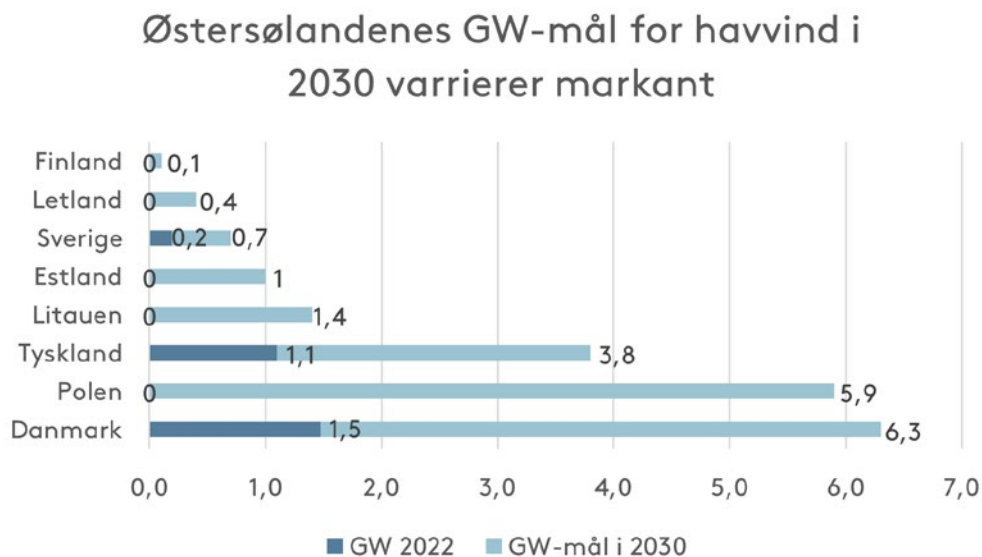
³⁵ Port of Roenne selected as wind turbine installation port for Baltic Eagle offshore windfarm - Baltic Wind

³⁶ Rønne Havn (2016): publisert-masterplan-2050-d-11-16-1658-10.pdf (roennehavn.dk) besøgt d. 26/2/24

³⁷ Offshore wind farms - Polenergia - Corporate Website

³⁸ Østersøens lande styrker samarbejde om mere havvind og øget energisikkerhed (kefm.dk)

Figur 4.11: Danmark har de højreste målsætninger i Østersøen



Kilde: CIP Fonden (2024a)

værende kapacitet på 1,5 GW³⁹ og Danmarks målsætning om 6,3 GW vindmøller i Østersøen i 2030. Dette er en modsætning til situationen i Nordsøen, hvor Danmark både har mindre kapacitet og væsentligt lavere GW-mål for 2030 og 2050 end Tyskland, Holland og Storbritannien. I Marienborg-erklæringen har Polen tilmed meldt et mål for 5,9 GW havvind i 2030, på trods af at landet endnu ikke har noget havvind i deres farvande.

4.10 Danmark og Tyskland kan konkurrere om arealer i Polen og Sverige

Akkumuleret kan Danmark få den største kapacitet i Østersøen, hvis der investeres i at øge bæreevnen og sejlrenden i de danske hav-

ne. Samlet er der en høj kapacitet i Østersøen, som især skyldes de relativt begrænsede målsætninger på 19,6 GW i 2030. Billedet vil ændre sig markant, hvis målet øges til det tekniske potentiale, EU-kommissionen har vurderet til 93 GW. Danmark har den højeste akkumulerede kapacitet på 37 GW, og Tyskland har den næststørste på 6,6 GW, mens både Sverige, men især Polen, er i kapacitetsunderskud for at nå deres udbygningsmålsætninger, fordi de ikke har havnearealer til installation af havvind.

Danmark og Tyskland vil således kunne konkurrere om at levere kapacitet til det polske og det svenske marked, hvis der bliver investeret i at opgradere havnene, så de kan håndtere de større og tungere møller. I denne konkurrence har Danmarks en umiddelbar

fordel, dels fordi Rønne har større erfaring med installation af havvindmøller sammenlignet med Mukran, og dels fordi Rønne, med sin placering centralt i Østersøen, har kortere sejlruiter til de polske områder. Danmark kan altså aktivere en høj kapacitet placeret nær de polske havvindområder, som udgør det største marked i Østersøen med de nuværende udbygningsmålsætninger. Den akkumulerede overkapacitet er betydelig, men også betinget af store investeringer i havnene. Det vil i den forbindelse være de havne, der først bliver udbygget og opnår komparative fordele, der vil stå bedst i konkurrencen, da de kan indgå i udviklernes planlægning.

Modsat Danmark og Tyskland, er konkurrencepresset fra Polen og Sverige begrænset. Gdansk bliver efter forventningen ikke færdigbygget på kort sigt, og det tager tid at opbygge en industri. Samtidigt har Sverige

også en begrænset havnekapacitet. Ystad havn vil formentligt ikke komme til at spille en betydningsfuld rolle for havvind på den korte og mellemlange bane, da havnen ikke har erfaring med installation af havvind. Fælles for begge havne er dog, at de fra efter midten af 20'erne kan blive konkurrenter for Rønne, hvis der bliver prioriteret midler til udbygningen af havnene.

Kigges der mod Baltikum, styrkes Rønnes position i Østersøen. Selvom Estland, Letland og Litauen har målsætninger om at bidrage til at nå Marienborg-erklæringens målsætning på i alt 19,3 GW, har de for nuværende ikke opsat nogle havvindmøller i deres farvande, på trods af deres relativt store potentialer. Derved har de baltiske lande heller ikke installationserfaring i deres havne.

Tabel 4.4: Kapacitet i Østersøen: havvindmøller og havne i Danmark, Tyskland, Polen og Sverige.

	Havvindmøllekapacitet (GW)			Havnekapacitet (GW)		
	Nuværende installeret kapacitet	GW-mål 2030	Manglende GW indtil 2030	Årlig havnekapacitet	Akkumuleret kapacitet indtil 2030	Difference i kapacitet indtil 2030
Danmark	1,5	6,3	4,8	6	≈ 42	≈ 37,2
Tyskland	1,3	3,8	2,5	1,3	≈ 9,1	≈ 6,6
Polen	0	5,9	5,9	0	0	≈ -5,9
Sverige	0,2	0,7	0,5	0	0	≈ -0,5

Anm.: Kapaciteten er et udtryk for de arealer, havnene har til rådighed og ikke hvorvidt havnene er dimensionerede til at håndtere fremtidens store møller. Danmark og Tyskland og overskydende havnekapacitet akkumuleret.

Kilde: CIP Fonden (2024a)

³⁹ Baseret på den akkumulerede kapacitet for alle danske havvindmølleparker i både Østersøen og indre farvande.

4.11 Politiske og økonomiske rammer påvirker hastigheden i konkurrenceudviklingen

De politiske og økonomiske rammer, som havnene er underlagt, og som varierer fra land til land, kan have betydning for, hvilke muligheder havnene har for at udvikle sig i fremtiden. Når det kommer til ejerskabsforhold, muligheder for statsstøtte og myndighedsbehandlingstider, er der flere forskelle blandt landene, som skaber forskellige rammer for havnene.

Modsat de danske havne, har de britiske havne en høj grad af koordinering på trods af, at havnene er privatejede. Dette skyldes, at de mest markante installationshavne til havvindmøller på den engelske vestkyst er ejet af den største havneoperatør i Storbritannien, Associated British Ports (ABP), som er et holdingselskab med 23 britiske havne i porteføljen. Den britiske regering har des-

uden givet offentlige midler til udvidelsen og opgraderingen af vindhavnene⁴⁰. At de fleste installationshavne på den engelske vestkyst er ejet af den samme havneoperatør, har givet en fordelagtig koordinering mellem installationshavnene.

I Tyskland er Cuxhaven en offentligt ejet havn, som drives af Niedersachsen Ports, som driver 15 havne i nærheden af Cuxhaven⁴¹. Niedersachsen Ports har udvalgt Cuxhaven, som deres hub for havvindmøller⁴². Et større ejerskab over flere havne kan på den måde fokusere indsatsen og prioriteringen af midlerne og dermed havnenes roller i et område.

I forhold til myndighedsbehandlingstider er der store forskelle på, hvor hurtigt projekter bliver godkendt. Mens der i Holland og England er eksempler på havneudvidelser, der er blevet godkendt på 12 og 13 måneder, tog det 3 år og 10 måneder i Esbjerg Havn. Rønne Havns havneudvidelse blev godkendt på 15 måneder, men venter i skrivende stund på en klaptilladelse, der indtil videre har ventet i to år.



Foto: Grenaa Havn

Tabel 4.5: Forskelle på ejerskabsforhold, statsstøtte og myndighedsbehandling mellem de konkurrerende lande.

	Danmark	Tyskland	Holland	England	Polen	Sverige
Ejerskabsforhold	Kommunal selvstyrehavne	Delstatsejede havne, offentligt	Kommunalt ejede havne	Private havne	Offentligt	Aktieselskab eje
Statsstøtte	Underlagt EU's statsstøtteregler	Underlagt EU's statsstøtteregler	Underlagt EU's statsstøtteregler	UK Subsidy Control Regime	Underlagt EU's statsstøtteregler	Underlagt EU's statsstøtteregler
Sagsbehandlingstid	23 måneder (gns.)	12 måneder (eks.)	-	13 måneder (eks.)	-	-

Anm.: Ejerskab henviser til ejerskabet af havnen, men i praksis ejer og driver havneoperatører områder omkring havnene. Den danske sagsbehandlingstid er baseret på et gennemsnit af tre havneudvidelser, mens sagsbehandlingstider fra Tyskland og England er baseret på enkelte havneudvidelser.

Kilde: CIP Fonden (2024a)

⁴⁰ Offentlig støtte til havneinfrastruktur i Europa, Danske Havne (Maj 2022)

⁴¹ Niedersachsen Ports

⁴² Port Information Guide Cuxhaven (nports.de)

De tre havneudvidelser, der i Danmark blev behandlet i 2023, tog i gennemsnit 23 måneder⁴³. Odense Kommune forventer en samlet myndighedsbehandlingstid på op til 8 år for en kommende havneudvidelse.

Forventningen om den lange behandlingstid bunder blandt andet i, at klager over godkendelserne kan have opsættende virkning. Udover en gennemsnitlig dansk sagsbehandlingstid i Trafikstyrelsen på omkring 23 måneder, kan behandlingen i klagenævn om f.eks. miljø således trække en havneudvidelse i langdrag.

Forskellen i myndighedsbehandlingen – herunder også opsættende klager i klagenævn – kan betyde, at Danmarks nuværende førerposition udfordres. Hvis Danmark fortsat skal stå stærkt i konkurrencen, er der behov for, at beslutningerne om havneudvidelser og -opgraderinger træffes væsentligt tidligere end i vores nabolande, medmindre den samlede myndighedsbehandling, især i klagenævnene, nedbringes.

Forskellige ejerskabsformer giver desuden forskellige incitamenter og muligheder for havnene. De fleste havne – med undtagelse af de britiske – er offentligt ejede, og deres fremtidige udvikling er således i højere grad drevet af politiske målsætninger om fx vækst og beskæftigelse.

De britiske havne har desuden den fordel, at de kan tilføres øgede mængder statsstøtte uden at komme i klemme af EU's statsstøtteregler, som forhindrer EU medlemslandene i at subsidiere havneudvidelser markant.

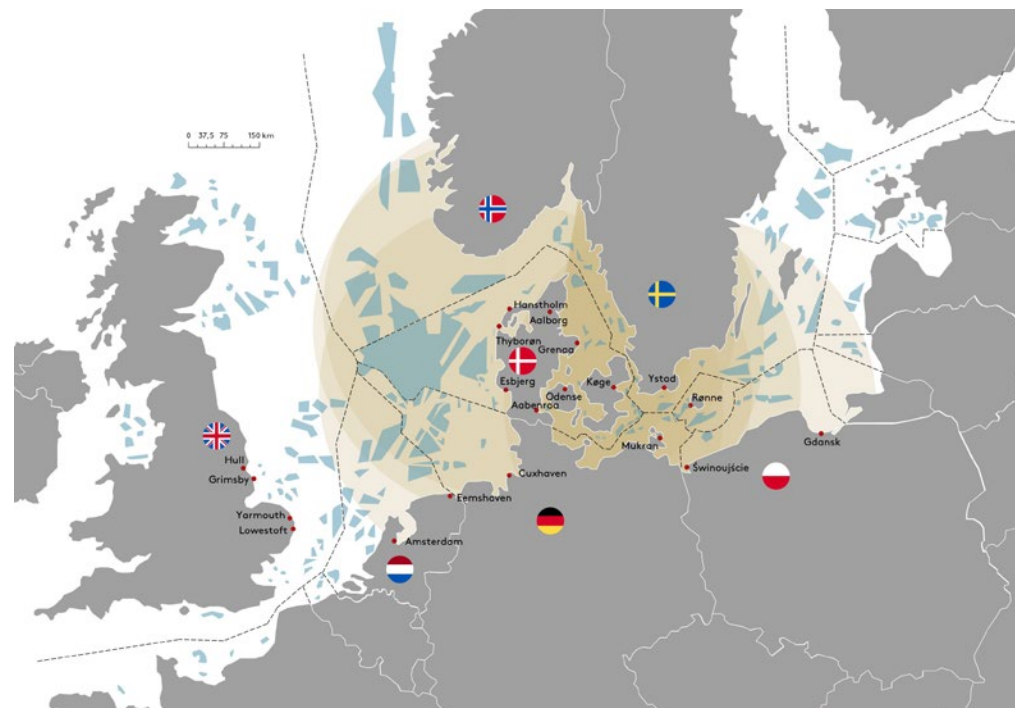
4.12 Konklusion: Danmark er førende internationalt, men konkurrence udefra truer

Danske installationshavne står godt i den internationale konkurrence i Nordeuropa, hvor der er en generel mangel på havne, der kan håndtere de store møller, som allerede fra 2025 forventes at blive industristandarden. Både kapaciteten i danske installationshavne samt den mangeårige erfaring med at installere havvindmøller gør havnene til en markant aktør i både Nord- og Østersøen.

Danske installationshavne kan række ud over de danske grænser og ind i udenlandsk farvand. I Nordsøen er det i særdeleshed Esbjerg Havn, der dominerer med høj årlig kapacitet på 2,5 GW. Denne installationskapacitet bruges i dag til at installere havvindmøller i de nærliggende tyske farvande, men Esbjerg havn har også erfaring med at udskibe havvindmøller til flere europæiske lande. I Østersøen er Rønne havn en af de dominerende danske havne i internationalt farvand. Med en årlig installationskapacitet på omkring 1,5 GW bliver Rønne Havn brugt til at installere polske og tyske havvindmølleparke. De danske havnes største konkurrenter er hhv. Eemshaven i Holland mod Nordsøen og Mukran i Tyskland mod Østersøen.

Blandt de ni Nordsølande⁴⁴ er der med Oostende-erklæringen sat et mål om ca. 120 GW i 2030 og 300 GW i 2050, og blandt de otte Østersølande⁴⁵ er der med Marienborg-erklæringen sat et mål om 19,6 GW havvind i 2030. Konkurrencebilledet er derfor forskelligt i Nordsøen og Østersøen, dels fordi der er større potentialer for installation af havvind

Figur 4.14: Danske installationshavne kan konkurrere på udenlandske arealer



Anm.: Cirkler illustrerer danske havnes rækkevide (≈370 km)
Kilde: CIP Fonden (2024a)



⁴³ Jf. Trafikstyrelsen 2024: Årsrapport_Trafikstyrelsen som miljøvurderingsmyndighed

⁴⁴ Oostende Erklæringen består af Belgien, Nederlandene, Tyskland, Storbritannien, Luxemburg, Frankrig, Norge, Irland og Danmark.

⁴⁵ Marienborg Erklæringen består af Danmark, Sverige, Polen, Finland, Estland, Letland, Litauen og Tyskland

i Nordsøen end i Østersøen og dels, fordi der er flere kvalificerede havne i Nordsøen end i Østersøen. Hvor Danmarks GW-mål i Nordsøen i 2050 står for ca. 12% af det samlede GW-mål i Oostende-erklæringen, er Danmark i Østersøen ansvarlig for 33% af det samlede GW-mål.

Selvom Danmarks GW-mål er større i Østersøen relativt til nabolandene, er det absolutte potentiale for dansk havvind dog størst i Nordsøen. Hvor Danmark dominerer på udbygningsambitionerne i Østersøen, har Danmark – relativt til vores naboer og egne målsætninger i Østersøen – mindre planer i Nordsøen. Danske installationshavne er dog både i Nord- og Østersøen nogle af de største

og mest betydningsfulde installationshavne for både danske og udenlandske vindprojekter.

De internationale udbygningsplaner er, ligesom Danmarks, baseret på politiske målsætninger i årene 2030 og 2045-2050. Det betyder, at selv hvis der blev investeret massivt i opgradere havnene i samtlige lande, vil der nogle år ikke være nok havnekapacitet til at gennemføre udbygningsplanerne og dermed indfri de politiske målsætninger. Modsat vil der, hvis de nødvendige investeringer foretages, også være længere perioder, hvor der på tværs af landene er mere havnekapacitet, end der er behov for. I den forbindelse bemærkes det, at havnearealer til installation

af havvind koster omkring det dobbelte af andre erhvervsarealer, hvilket betyder, at det sjældent er rentabelt at udnytte offshore-arealer til andre formål⁴⁶.

Hvor konkurrencen i år med underkapacitet i høj grad vil foregå mellem lande, der skal sikre havnekapacitet til at indfri deres nationale målsætninger, så vil konkurrencen i år med overkapacitet være mellem havnene, der skal gøre sig attraktive for udviklere og installatører for at tiltrække aktivitet. I år med overkapacitet vil konkurrencen i Nordsøen i særdeleshed være mellem Esbjerg i Danmark og Eemshaven i Holland, der kan konkurrere om at installere de havvindmøller, Tyskland ikke selv kan opnå kapacitet til. I Østersøen ventes konkurrencen at være mellem Rønne i Danmark og Mukran i Tyskland, der kan konkurrere om at installere polske havvindmølleparker, så Polen kan indfri sin del af Marienborg-erklæringen.

Generelt forventes det, at al havnekapacitet vil blive udnyttet i år med underkapacitet, da der vil være konkurrence mellem lande om at få del i havnekapaciteten til at nå de politisk fastlagte målsætninger i Oostende- og Marienborg-erklæringerne. Her vil de lande, der er først med at udpege og udbyde havarealerne og sikre nødvendige havneinvesteringer, være bedst stillede, da udviklerne og installatører vil kunne planlægge og lave de nødvendige aftaler. I år med overkapacitet forventes det, at de bedst-dimensionerede installationshavne vil blive valgt fremfor de underdimensionerede installationshavne, hvor udviklerens omkostninger drives op af mitigerende tiltag.

Tabel 4.5: Udenlandske installationshavne, der kan konkurrere med danske installationshavne

	Nordsøen	GW/år	Østersøen	GW/år
4,7 GW/år	Esbjerg	2,5	Odense	1,4
	Thyborøn	1,5	Rønne	1,3
	Hanstholm	0,7	Køge	1,3
1,1 GW/år	Cuxhaven	1,1	Aabenraa	0,2
	Eemshaven	2,1	Grenaa	1,5
3,4 GW/år	Amsterdam	1,3	Aalborg	0,4
	Østengland	7,5	Mukran (Sassnitz)	1,3
Hull			0	
Ystad			0	
Świnoujście			0	
Grimsby			0	
7,5 GW/år	Lowestoft	Yarmouth	0	
				Gdansk

Kilde: CIP Fonden (2024a)

⁴⁶ Interview med havnedirektør



5. Samfundsøkonomiske effekter ved havvindinstallation

Hvis danske havne skal kunne konkurrere om at installere fremtidens havvindmøller i den internationale konkurrence, skal de være attraktive for udviklere, der bl.a. efterspørger større bæreevne og dybere sejlrender. Det kræver betydelige investeringer i havnene, som til gengæld kan tiltrække arbejdspladser og skabe vækst lokalt, regionalt og nationalt. Dette kapitel kortlægger de samfundsøkonomiske gevinster ved, at danske havne bliver udpeget som henholdsvis installationshavn og servicehavn i relation til den forventede havvindudbygning omkring danske farvande, som ligger til grund for kapacitetsanalysen i kapitel 3.

5.1 Havvind skaber vækst og beskæftigelse

Danmark har mere end 30 års erfaring med havvindmøller og er derfor den mest komplette forsyningskæde i verden. Eksisterende analyser⁴⁷ estimerer, at danske virksomheder har 35-40% af de europæiske markedsandele for havvindmøller og 57% af de danske. Havvind har en betydelig effekt på dansk økonomi.

Værdikæden for havvind skaber en række økonomiske effekter, der overordnet kan opdeles i tre dele:

- De direkte effekter, der opstår i selve produktionen, anlægsfasen og den efterfølgende drift og servicering af vindmøllerne.
- De indirekte effekter, der belyser den effekt, der opstår hos underleverandørerne af f.eks. komponenter og serviceydelser til vindmøllerne.

⁴⁷ "Socio-economic impact study of offshore wind", QBIS (2020).

⁴⁸ CIP Fonden pba. QBIS (2020).

⁴⁹ CIP Fonden pba. QBIS, IRENA, Danmarks Statistik (INPMUL1), Wind Denmark og Wind Europe.

⁵⁰ QBIS (2023), Aegir (2023), NREL (2022) og U.S. Department of Energy (2021)

- De afledte effekter, der er et resultat af den øget indkomstdannelse fra investeringerne, og som f.eks. kommer til udtryk i form af højere forbrug, som gavner andre brancher.

Det estimeres, at der over tid samlet set er en dansk beskæftigelseeffekt på 14.600 årsværk pr. GW havvind, der installeres i Danmark. Det fordeler sig mellem, at der skabes omkring 4.900 danske årsværk pr. GW i direkte effekt, mens de indirekte effekter svarer til 5.100 årsværk og afledte effekter til 4.500 årsværk. Se tabel 5.1.

Omsætning og beskæftigelse i vindmøllebranchen

- Den samlede omsætning i vindmøllebranchen var i 2020 128,5 mia. kr.
- Omsætningen i 2020 var fordelt med 115 mia. kr. i den industrielle del af vindmøllebranchen og 13,4 mia. kr. hos energiselskaber med vindaktiviteter.
- Vindmøllebranchen beskæftigede i 2020 32.721 årsværk.
- I alt skønnes ca. 2,3 pct. af de privatansatte i Danmark at arbejde i vindmøllebranchen. Den industrielle del af vindmøllebranchen udgør alene ca. 2,1 pct. af de privatansatte i Danmark.

Kilde: Wind Denmark: Branchestatistik Vindmøllebranchen, november 2021

Beskæftigelses- og BNP-effekterne ved havvind fordeler sig med betydelig variation over de enkelte faser i værdikæden, hvor særligt produktionen af turbinerne og den efterfølgende service står for en stor del af beskæftigelsen. Servicefasen trækkes især op af den lange periode, hvori havvindmølleparter kræver arbejdskraft ifm. vedligehold og reparation.

Det er i installationsfasen, at danske virksomheder har den laveste markedsandel. Installerer en GW havvind fra en dansk havn er den direkte danske beskæftigelseeffekt på knap 170 årsværk, mens den indirekte effekt er på omkring 210 danske årsværk og de afledte på 185 danske årsværk.

Den største værdi, som havvindinstallation fra danske havne medfører, er således indirekte og afledte effekter i form af vækst i andre industrier⁴⁸.

Havvindmølleindustrien har ikke kun oplevet fremgang, når det kommer til møllernes størrelse og effekt. Der har også været en betydelig produktivitetsfremgang de seneste år, som har gjort møllerne billigere og behovet for arbejdskraftinput mindre.

Mellem 2010 og 2022 er den nødvendige arbejdskraft ved installationen af havvindmøller faldet med 60 pct⁴⁹. Udviklingen forventes, frem mod 2050 at fortsætte, om end i et lavere tempo⁵⁰. Det betyder, at beskæftigelseseffekterne forventeligt vil falde over tid.

Tabel 5.1: Arbejdskraftinput pr. GW havvind opført i Danmark

Årsværk	Fase 1	Fase 2A	Fase 2B	Fase 3	Fase 4	Fase 5	I alt
	Design og udvikling	Produktion (vindmøller)	Produktion (platforme)	Installation og tilslutning	Drift og vedligeholdelse (25 år)	Nedlukning	
Total							
Direkte	574	2.655	2.820	781	1.907	713	9.451
Leverandører (alle)							
Direkte	547	2.655	2.820	741	1.585	642	8.991
Leverandører (DK)							
Markedsandel	57%	56%	48%	23%	81%	50%	57%
Direkte	314	1.486	1.345	169	1.287	321	4.923
Indirekte	174	1.538	1.042	213	1.814	403	5.148
Afledte	224	1.443	733	185	1.515	351	4.451
I alt	713	4.467	3.119	568	4.616	1.075	14.558

Kilde: QBIS baseret på Danmark Statistik, Østed, Vattenfall, Siemens Gamesa, Semco m.fl.

Tabel 5.2: Jobtyper der kan opstå hos lokale leverandører

Type	Beskrivelse	Eksempler
Primære (direkte)	Leverandører af kerneaktiviteter i forbindelse med havvindmøller. Ofte højt specialiserede virksomheder, som er fokuseret på havvind.	Installationskibe, serviceskibe, turbineinspektion mv.
Sekundære (indirekte)	Leverandører med kerneaktiviteter i andre sektorer end havvind, men hvis ydelser kræves af havvindudviklerne og deres primære havvindleverandører	Lokale skibsværfter, udstyrsvirksomheder, stålproducenter, elektrikere, rengøring, brændstofleverandører mv.
Tertiære (afledte)	Leverandører uden direkte eller indirekte involvering i kerneaktiviteterne i en havvindmøllepark. Disse leverandører kan henvende sig til personalet inden for havvindudvikling og deres primære og sekundære leverandører	Lokale cateringfirmaer, hoteller, restauranter, butikker, biografer, bagerier mv

Kilde: QBIS

5.2 Danske havne kan skabe store gevinster gennem dansk havvind

I lyset af de danske udbygningsplaner for havvind, er der store gevinster at hente, hvis installationen foregår fra danske havne.

Baseret på scenarie 2 for udbygning af dansk havvind, jf. afsnit 3.3 der udelukkende medtager dansk havvind svarende til knap 52 GW frem mod 2050⁵¹, vurderes den samlede danske beskæftigelseseffekt i installationsfasen at være 27.000 årsværk, når der korrigeres for produktivitet fremgangen⁵². Det svarer til godt 1.000 årsværk om året i perioden, hvoraf 300 årsværk er i direkte effekt, mens den indirekte effekt er 370.

I alt vil installationen af dansk havvind fra danske havne give et BNP-bidrag på 48 mia. kr. frem mod 2050, hvoraf omkring 32 mia. kr. knytter sig til Nordsøen, 10 mia. kr. til Østersøen og 6 mia. kr. til øvrige områder.

Tabel 5.3: Årsværk knyttet til udbygningen af havvind i scenarie 2

Direkte effekt	8.000
Indirekte effekt	10.050
Afledte effekter	8.750
Samlet	26.800

Kilde: CIP Fonden (2024b)

Med gode forhold for installation af havvind og dermed gode forhold for vindindustrien generelt, kan effekterne dog blive væsentligt større. Hvis det bliver lukrativt at installere havvind fra danske havne, kan det tiltrække flere dele af værdikæden med henblik på at opnå synergieffekter både i forhold til vidensdeling, transportafstand og arbejdskraft.

Tiltrækkes f.eks. den tilknyttede produktion af platforme og vindmøller vil effekterne være mere end ti gange højere. Danmark har allerede i dag en veletableret industri, der hvert



Foto: Grenaa Havn

år omsætter for mere end 100 mia. kr. og står således i en god position til også at få del af den fremtidige vækst, når havvindambitionerne for alvor skal indfries. Industrien står dog foran en stor vækst, og den fremtidige placering af værdikæden er afhængig af, hvor de nødvendige rammer – herunder veldimensionerede havne – er tilgængelige.

5.3 Danske havne kan eksportere for milliarder

Også når det kommer til installationen af udenlandske havvindmølleparker og eksport af dansk havnekapacitet, er der betydelige gevinster at hente. Scenarie 3 indeholder samme udbygningsplaner som scenarie 2, men inkluderer yderligere 39 GW udenlandsk havvind i perioden 2024-2050, som kan

forventes at gøre brug af en dansk havn, da havarealerne er placeret tættere på danske havne end udenlandske.

Tabel 5.4: Årsværk knyttet til udbygningen af havvind i scenarie 3

Direkte effekt	13.750
Indirekte effekt	17.350
Afledte effekter	15.050
Samlet	46.200

Kilde: CIP Fonden (2024b)

De 39 GW udenlandsk havvind kan skabe en yderligere dansk beskæftigelseseffekt på 19.400 årsværk set over hele perioden. Samlet set, vil eksporten af havnekapaciteten levere et merbidrag til dansk BNP på 35 mia. kr.

⁵¹ KPMG (2023b)

⁵² CIP Fonden pba. bl.a. QBIS.

5.4 Danske havne skaber varig vækst og beskæftigelse

I begge scenarier, med og uden udenlandsk havvind installeret fra danske havne, ligger en stor del af effekten i starten af perioden på grund af udbygningsprofilen.

Installationen rummer dog også et stort beskæftigelsespotentiale i forhold til den efterfølgende service af vindmølleparkerne, som skaber en mere langvarig beskæftigelseeffekt, da serviceperioden strækker sig over en levetidsperiode for parkerne på omkring 25 år.

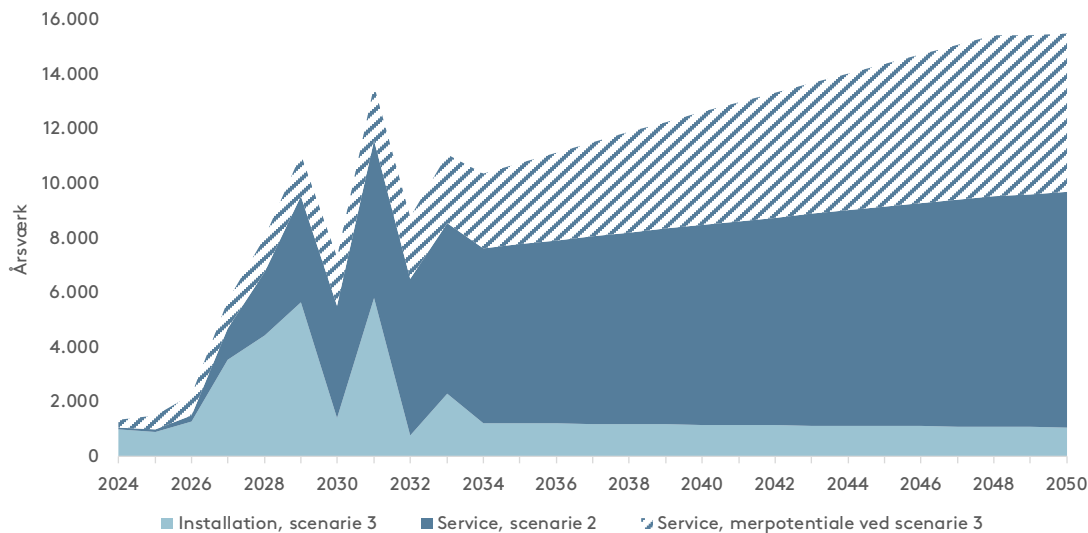
Alene ved udbygningen af havvindmølleparkerne i scenarie 2, vil der samlet blive skabt 220.000 årsværk i relation til service

af havvindmøllerne i perioden fra 2024-2075, som akkumuleres i takt med udbygningen. I 2050 vil service af vindmølleparkerne generere knap 9.000 årsværk.

Frem mod 2050, når størstedelen af havvindmøllerne er installeret, kan der blive frigivet yderligere havnekapacitet, der kan udnyttes til service af eksisterende havvindmølleparker. Her er der et betydeligt merpotentiale, hvis danske havne formår at blive servicehavne for de udenlandske havvindmølleparker, der indgår i scenarie 3. Hvis danske havne, der er placeret tættest på havvindmølleparkerne, får serviceopgaven for havvindmøllerne vil der kunne skabes mere end 5.000 flere årsværk i 2050.

I 2050, når udbygningsmålene er nået, kan årsværkene genereret gennem serviceringen

Figur 5.2: Årsværk knyttet til installation og service



Kilde: CIP Fonden (2024b) pba. QBIS (2023)

53 QBIS (2020)

af havvindmøllerne forventes at fortsætte, da den samlede mængde havvindkapacitet ikke vil blive mindre. Effekterne fra installationen vil ligeledes løbende – og varigt – blive genskabt i takt med, at havvindmøllerne bliver udskiftet ifm. deres levetid på 25-35 år ophører.

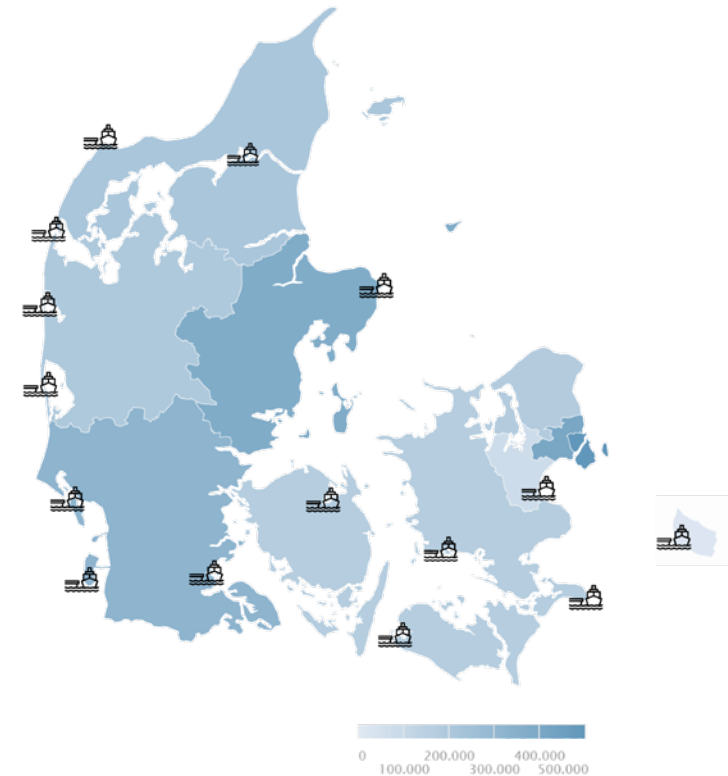
5.5 Havvind koncentrerer væksten i yderområderne

Udbygningen af havvind har stor betydning for lokalområderne, hvor møllerne produce-

res, udskibes og serviceres. Det gælder ikke mindst i forhold til havnenes rolle i udbygningen, som vil være med til både at skabe job og vækst i lokalområderne, der med placering i Vandkantsdanmark typisk er placeret uden for de klassiske vækstområder.

1 GW havvind genererer omkring 35 mio. kr. til installationshavnen, mens der bliver genereret omkring 2-4 mio. kr. årligt til servicehavnen. Det svarer til godt 95 mio. kr. i en forventet 25 års levetidsperiode for en havvindmøllepark⁵³.

Figur 5.3: Havvind koncentrerer væksten i yderområderne



Anm.: BNP pr. indbygger fordelt på landsdele 2022, 1.000 kr. (Løbende priser)
Kilde: CIP Fonden (2024b) pba. QBIS (2023)

Udover selve havnen vil virksomheder og underleverandører på havnen og i området omkring også kunne drage fordel af installationen. Det kan være alt fra virksomheder, der leverer ind til selve udbygningen, fx skibsværfter, opbevaring, turbineinspektion og formontering, til virksomheder, der nyder godt af den ekstra aktivitet i området, fx restauranter.

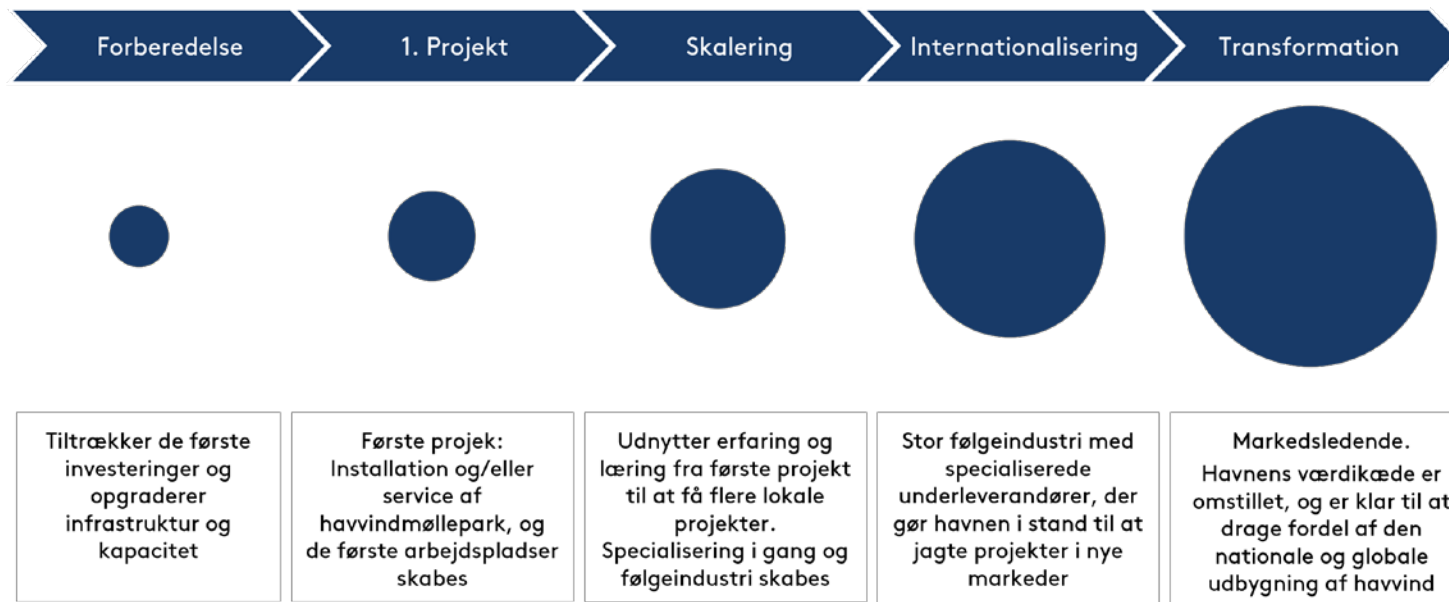
Potentialet for lokalområdet afhænger i sidste ende af områdets evne til at tage del i de samlede ordrer. Hvis der er en stor følgeindustri til at opsamle underleverandørordrerne, så vil effekten være mærkbart større, end hvis der ikke eksisterer følgeindustri.

Typisk vil vi se en sneboldeffekt, hvor potentialet bliver større i takt med, at flere projekter bliver udskibet fra en pågældende havn, da det vil tillade større investeringer hos lokale leverandører og dermed styrke klyngen og mulighederne for lokale aktører til at specialisere sig og få del i ordrerne. I Danmark er det bl.a. Esbjerg, Odense og Grenaa havne, der har bragt sig i en sådan position⁵⁴.

QBIS (2020) skelner mellem to havnekategorier i Danmark – Esbjerg Havn og andre havne. Afhængig af de andre havnes evne til at få del i den samlede ordre, så vurderer QBIS, at 1 GW havvind i installationsfasen kan generere 80-210 mio. kr. i omsætning og skabe mellem 30-96 årsværk i direkte, indirekte og afledte effekter.

For Esbjerg Havn, der allerede har udskibet betydelige mængder havvind, vurderes de lokale effekter markant højere. Her skønnes 1 GW havvind at generere 2,3-3,7 mia. kr. i omsætning og skabe mellem 869-1.415 årsværk i samlet effekt.

Figur 5.4: Udviklingstrin for installationshavn



Kilde: CIP Fonden (2024b) pba. QBIS (2020)

Den store forskel mellem Esbjerg og de andre danske havne skyldes forskelle i lokalsamfundets og de lokale virksomheders evne til at imødekomme den efterspørgsel efter produkter og serviceydelser, der relaterer sig til installationen af havvindmøllerne. Her har virksomhederne i og omkring Esbjerg en fordel, da flere års efterspørgsel har cementeret et udbud.

Fører den øgede udbygning af havvind til øget specialisering og en stærkere lokal følgeindustri, så vil effekterne blive større, da deres evne til at imødekomme efterspørgslen stiger. Her må det formodes, at potentialet er størst for de øvrige, større havne – et potentiale, som kan udmøntes i fordele, når det gælder den internationale konkurrence.

Udover job- og vækstskabelsen, så kan den fremtidige udbygning af havvind også være med til at tiltrække andre investeringer til havnene, sikre opkvalificering af medarbejderne i området og give mulighed for underleverandører til at ekspandere udover de lokale projekter og dermed styrke havnen.

5.6 Potentialet er større

Udbygningsplanerne for havvind er i høj grad koncentreret i perioden lige omkring 2030. Det betyder, at der i perioden før og især i den efterfølgende periode fra 2030 til 2050 vil være en overkapacitet i forhold til arealkapaciteten i havnene, som potentielt kan bruges til at installere udenlandske havvindmølleparke, hvis havnene er konkurrencedygtige og

havvindinstallation kan ske omkostningseffektivt trods længere afstande.

I et konservativt scenarie med lav arealudnyttelse og hvor der bliver investeret i de største og mest erfarne havne⁵⁵, så de bliver konkurrencedygtige, vil Danmark kunne udnytte en samlet årlig havvindkapacitet på 10,6 GW. Fraregnes den allerede identificerede internationale udbygning, er der et yderligere, teknisk, eksportpotentiale på 195 GW fordelt på 76 GW i Nordsøen, 82 GW i Østersøen og 37 GW i øvrige områder. Det er vel at mærke, hvis man formår at udnytte hele den samlede kapacitet.

Udnyttes hele eksportpotentialet for Nordsøen kan det skabe 45.600 årsværk, hvor den

⁵⁴ Baseret på interviews med havnedirektører

⁵⁵ Lav arealudnyttelse henviser til 200.000 m² pr. GW/år. De største og mest erfarne havne omfatter Esbjerg, Thyborøn, Hanstholm, Odense, Rønne, Køge, Grenaa, Aabenraa og Aalborg. Se kapitel 3.7.

direkte effekt udgør 13.600 årsværk. Og for de øvrige områder rummer eksportpotentialet 9.200 årsværk. I Østersøen vil det tekniske eksportpotentiale kunne skabe 39.700 årsværk, hvoraf den direkte effekt for perioden består af 11.800. For de øvrige områder rummer eksportpotentialet 18.000 årsværk.

Udnyttelsen af det tekniske eksportpotentiale, eller merkapacitet, er dog behæftet med usikkerhed og afhængig af fremtidige beslutninger og eventuelle udbygningsprofiler. F.eks. er det fundne eksportpotentiale større end den potentielle udbygning i Østersøen, som i samme periode forventes at være 73,4 GW⁵⁶. Danmarks havnekapacitet kan både udnyttes til udbygningen af udenlandsk havvind og dansk havvind, ligesom arealerne kan finde udnyttelse til produktion, service eller i helt andre erhverv, hvis der ikke er behov for at udnytte dem til installation af havvindprojekter. Det sidste er, som tidligere nævnt, næppe rentabelt med mindre investeringer i styrket infrastruktur allerede er blevet forrentet over længere tid.

5.7 Konklusion: Havvindinstallation skaber vækst og milliardeksport

Installationen af havvind udgør en helt nødvendig del af værdikæden, og de økonomiske effekter ved, at havvind bliver installeret fra danske havne, er betydelige. Beskæftigelses- og BNP-effekterne ved havvind fordeler sig med betydelig variation over de enkelte faser i værdikæden, hvor særligt produktionen af turbinerne og den efterfølgende service står for en stor del af beskæftigelsen.

Alligevel forventes det, at en indfrielse af de danske udbygningsmål i installationsfasen isoleret vil skabe en samlet beskæftigelseseffekt frem mod 2050 på 27.000 årsværk med et BNP-bidrag på næsten 50 mia. kr., hvis installationen af møllerne går gennem danske havne.

Formår de danske havne at være konkurrencedygtige, så den nærmeste udenlandske havvind også bliver installeret gennem danske havne, vil det skabe en beskæftigelseseffekt på yderligere 19.400 årsværk og et BNP-merbidrag på 35 mia. kr. Formår havnene også at

agere servicehavn for havvindprojekterne vil der skabes op imod 14.000 årsværk årligt fra 2050.

Installationen af havvind er kun en mindre del af en stor værdikæde i en industri, der i Danmark omsætter for mere end 100 mia. kr. årligt. Derfor er den også central, da installationsmuligheder både kan tiltrække og fastholde hele værdikæden i en stor, og for Danmark meget central, industri. Alligevel medfører installation fra danske havne isoleret en betydelig mervækst, som med konkurrencedygtige havne kan være varig.

Effekterne fra installationen vil ligeledes løbende- og varigt-blive genskabt i takt med, at havvindmøllerne skal udskiftes, ligesom der fortsat vil være behov for at servicere og reparere møllerne.

Udskibningen af havvind vil være med til både at skabe job og vækst i lokalområderne, der med placering i Danmark udkantsområder typisk er placeret uden for de klassiske vækstområder. Værdiskabelsen afhænger af lokalområdets evne til at tage del i aktiviteten, og er denne høj, vil gevinsten være større.



6. Danmarks havne - udfordringer og muligheder

De foregående kapitler har kortlagt den danske havnekapacitet i relation til havvindinstallation, den internationale konkurrence, de danske havne befinder sig i samt hvilke samfundsmæssige gevinster der kan opnås, hvis danske havne bliver udpeget som installatør for dansk og udenlandsk havvind. Dette kapitel perspektiverer til de andre udfordringer og muligheder, havnene står over for.

6.1 Havnene har flere roller for havvind

De foregående kapitler har især fokuseret på havnenes rolle i forhold til installationen af havvind. Dog er havnenes rolle for havvind bredere, og det skaber både muligheder for havnene og udfordringer for den samlede kapacitet i landet. På grund af vindmøllekomponenternes størrelse skal produktionen foregå ved havnen, ligesom serviceringen af havvindmølleparkerne også fylder mere i takt med, at udbygningen skrider frem og flere møller kommer op på havet. Især produktionen af komponenter og fundamenter optager, ligesom installationen, store havnearealer og arbejdspladserne, der følger med, er endnu flere. I dag findes produktionsfaciliteter flere steder i Danmark⁵⁷, men behovet vil stige med udbygningstakten. Hvis Danmark skal have del i en større del af produktionen fremadrettet, er der behov for yderligere, nye arealer til formålet, herunder også produktion og

installation af fundamenter. Alternativt skal installationsarealerne omdannes til produktionsarealer, hvilket vil resultere i en øget mangel på havnekapacitet til installation af havvindmøller. Havvindmøller skal produceres, før de kan installeres, og arealer til begge formål er således nødvendige for at nå i mål med udbygningsplanerne.

6.2 Forsvar og energiproduktion optager nye arealer

Havnene har historisk mange vigtige funktioner for samfundet. Udover fiskeri, gods-

transport, værfter og passagertransport, så gennemgår havnene i dag forandringer på flere områder, som øger behovet for plads. Udover selve havvindindustriens tilstedeværelse vil både arealer til brint- og power-to-x-produktion kunne optage yderligere havnearealer, ligesom der pga. den sikkerhedspolitiske situation kan opstå behov for yderligere arealer til forsvaret. F.eks. bliver der opført anlæg til brintproduktion på Aabenraa Havn⁵⁸, ligesom nye arealer til militære formål tages i brug på Esbjerg Havn⁵⁹. Jf. Havneloven skal arealer på havnene prioriteres til havnerelateret virksomhed – altså til erhvervs-

sige aktiviteter, der understøtter søtransport og til aktiviteter, der forudsætter havnenær beliggenhed. En kombination mellem øget efterspørgsel efter traditionelle havneaktiviteter og nye, energiproducerende aktiviteter rettet mod havets ressourcer, tilsiger et stadig større arealbehov i de danske havne.

I den forbindelse er det vigtigt at gentage pointen om, at det ikke er muligt uden videre automatisk at substituere mellem forskellige funktioner. Kravene til arealer til bl.a. havvind er større og prisen pr. arealenhed er det dobbelte af arealer til traditionelle havnefunktioner. Det vil således være vanskeligt at forrente investeringer i arealer til havvind, hvis de bruges til andre formål.

6.3 Globale forsyningskæder under pres

Udover manglen på havnekapacitet kan andre faktorer også skabe udfordringer for udbygningen af havvind. De seneste år har de globale forsyningskæder været under pres. Det har resulteret i stigende råvarepriser og stål-mangel, som ligeledes kan udfordre den samlede værdikæde for havvind. En robust forsyningskæde til både vindmøller og fundamenter er nødvendig for, at vækstplanerne kan indfries⁶⁰.

Som beskrevet i kapitel 5, kan den grønne omstilling skabe vækst, eksport og arbejds-



Foto: Grenaa Havn

⁵⁷ F.eks. bliver der produceret naceller og mølletårne i Esbjerg, naceller og fundamenter i Odense, vinger og fundamenter i Aalborg samt mølletårne i Aabenraa

⁵⁸ Linde Gas vil investere op mod 750 mio. kr. i dansk brintanlæg (Energiwatch.dk)

⁵⁹ Esbjerg Havn står over for udbygning: Kan blive en 'militær banegård' (dr.dk)

⁶⁰ Fremtiden for vindenergi ligger hinsides horisonten (group.vattenfall.com)

pladser for Danmark. Forudsætningen for det er dog, at der kan tiltrækkes kvalificeret arbejdskraft. Flere erhvervshavne rapporterer allerede om, at der er behov for import af arbejdskraft til at håndtere aktiviteterne i forbindelse med udbygningen af havvind. Alene i 2020'erne skal der rekrutteres i omegnen af 120.000 årsværk til den allerede planlagte udbygning af vind⁶¹.

Behovet for arbejdskraft knytter sig til udbygningen og vil derfor være størst omkring udbygningen af energiøerne i slutningen af årtiet. Manglen på arbejdskraften kan således udfordre både den danske udbygning og Danmarks mulighed for at tage del i den internationale udbygning.

Ift. selve søtransporten, er der også udfordringer. En analyse fra januar 2024 fra Spinergie⁶² kortlægger efterspørgslen efter installationskibe, der kan håndtere de massive udbygningsplaner. Allerede i 2026 vil der ikke være nok installationskibe globalt, og manglen vil resultere i, at der maksimalt kan installeres 114 GW frem mod 2030. Det skal ses i relation til, at der er konkrete planer om 170 GW havvind og politiske ambitioner på mere end 360 GW.

Igen er problemet størst omkring slutningen af årtiet, og mellem 2029 og 2039 vil der mangle installationskibe til mere end halvdelen af de 76 GW havvind, der skal installeres i perioden. En analyse fra blandt andre Wind Europe har kortlagt, hvordan den globale efterspørgsel efter forskellige installationsfartøjer allerede i løbet af 2024 vil overgå udbuddet, og at tendensen vil være kraftig i årene omkring 2030.

Udvidelse af Rønne Havn

Rønne Havn har gennemgået en række udvidelser som led i havnens "Masterplan 2050". Den første udvidelse krævede en investering på omkring 500 mio. kr. og indebar bl.a.

- +300 meter ny kaj til henholdsvis krydstogtskibe og offshore-industri med tilhørende ro-ro-rampe
- Udførelse af 150.000 m² nyt havneareal
- 650.000 m³ uddybningsarbejde, der skal udvide dybden i havnen til cirka 11 meter

Kilde: Bornholm Havn og Licitationen

Investeringer i sejlrænder

I 2024 udvider Esbjerg Havn sejlrænderen fra 9,3 til 12,8 m. Investeringen er på 211 mio. kr. og finansieres af EU-kommissionen.

Fra 2020 kom udrensning på finansloven, da Hanstholm Havn og Thyborøn Havn blev tildelt hhv. 5 og 4 mio. kr. årligt over en 25-årig periode. Midlerne er øremærket til en løbende oprensning af havbunden, og de blev afsat ifm. en aftale om etablering af testpladser til vindmøller i Østerild og Høvsøre.

Kilde: Esbjerg Havn, TVmidtvest

6.4 Mangel på investerings-signaler

Både 2030 og 2045-2050 er centrale år, for mange landes klimamål. Netop det faktum, at mange lande centrerer deres mål om disse år, er en udfordring i sig selv, da det skaber en massiv, men relativt kortvarig, efterspørgsel efter produkter og services i hele værdikæden for havvind: råstoffer, møller, fundamenter, skibe, arbejdskraft og ikke mindst havnearealer. Det kan udfordre investeringslysten i f.eks. havneinfrastruktur, hvis behovet for infrastrukturen kun er kortvarig. Dertil kommer andre havnespecifikke udfordringer, f.eks. at der er ulige finansieringsmuligheder for havnene afhængig af organisering og ejerskab, samt at danske havne ikke selv ejer – men kun administrerer – havbunden, hvorfor en uddybning af denne for at kunne modtage installationskibe i højere grad er en udgift frem for en investering.

Selvom der i Danmark er flere eksempler på investeringer i havnene med henblik på havvindinstallation, så skaber manglen på investerings-signaler en udfordring for havnene og dermed også indfrielsen af udbygningsmålene. Det tager flere år at udbygge en havn, og der skal være vished for business casen, inden investeringen foretages. Udbygningen af havvind er i imidlertid betinget af, at de offentlige udbud er kendte, så havnene og installatørerne har et grundlag at planlægge efter.

Ændringer og udskydelser af udbud og en aflysning af flere åben-dør-projekter har skabt usikkerhed i blandt både udviklere og havnene. Når de fremtidige projekter ikke er sikre, tager havnene andre opgaver ind, f.eks. installation af udenlandsk havvind. Flere danske havne er booket de næste år med udenlandske projekter, og det kan resultere i, at de danske projekter er nødsaget til at blive installeret gennem havne, der er mindre godt placeret. Det er fordyrende for både udviklerne og den grønne omstilling som helhed.



⁶¹ Center for logistik og samarbejde (2020) Udfordringer og muligheder for offshore vind i Danmark. - Baggrund for en national handlingsplan.

⁶² Mere end 50 GW havvind risikerer at sidde fast i flaskehals (Energiwatch.dk)

6.5 Danske havne kan både levere konkurrence og synergier

Ser man på de investeringer, der foretages i danske havne, er der stor forskel på strategien og dermed hvad, der investeres i. Over en ti-årig periode planlægger Odense, Esbjerg, Aalborg og Aabenraa havne tilsammen at investere 4,4 mia. kr. Investeringer i kaj anlæg og arealer og bygninger står tilsammen for mere end halvdelen af den samlede investeringssum, mens investeringer i landinfrastruktur, havneudbygning, teknologi og videnssamarbejde står for den resterende del. Investeringerne er ujævnt fordelt mellem havnene, og der er altid én havn der står for omkring eller mere end halvdelen af investeringen inden for en specifik kategori. Der er

f.eks. én havn, der står for mere end halvdelen af investeringerne i kaj anlæggene og én der står for mere end 75% af investeringerne i havnedybden.

De forskellige investeringsstrategier kan på en og samme gang både understøtte en intern konkurrence og synergieffekter på tværs: Investeringer, der specialiserer en havn f.eks. med dyb sejllende kan øge en havns specialiseringsprofil i konkurrencen med at tiltrække store skibe, men investeringerne kan også ses som komplementerbare og synergiskabende, så specialiserede havne kan samarbejde om værdikæden, og derved lette investeringsbyrden for andre havne. Specialiseringen, som både fordrer konkurrence og synergier ses i høj grad på produktionssiden, f.eks. er Esbjerg i dag engageret i naceller og tårne, Odense i naceller og fundamenter, Aalborg i vinger og

fundamenter - og Aabenraa i tårne. Havnene konkurrerer på nogle parametre og kan samarbejde på andre. Her kan skaleringseffekter også nedbringe omkostninger og billiggøre den samlede grønne omstilling.

6.6 Fra udbygningsmål til udbygningsplan

Havnene står med en stor udfordring: En stor mængde havvind skal installeres på kort tid. Drevet af politiske målsætninger skal størstedelen af havvindmøllerne ud på havet omkring ganske få år i 2030 og 2050. Men hvornår og hvor de konkrete projekter skal opføres, og hvilken udvikler der bliver ansvarlig, er usikkert for langt størstedelen af projekterne. Derfor følger investeringerne i havnekapacitet ikke automatisk med, da de er store irreversible og usikre. Hverken samfundet eller havnene er tjent med unødvendige overinvesteringer, og der er derfor behov for langsigtet planlægning af udbygningen af havvind og et formelt samarbejde, hvis udbygningen af havvind skal lykkes – og hvis den skal lykkes omkostningseffektivt.

Hvis den konkrete udbygning til og med 2031 allerede nu fastlægges gennem udbud, vil det øge gennemsigtigheden og skabe sikkerhed for investeringsbeslutninger i havnene. Det giver mulighed for, at der kan sendes investeringssignaler gennem hele værdikæden, ligesom udbygningen kan gennemføres med færrest mulige omkostninger. En konkret fastlæggelse af kommende havvindprojekter til og med 2031 kan således bidrage til, at:

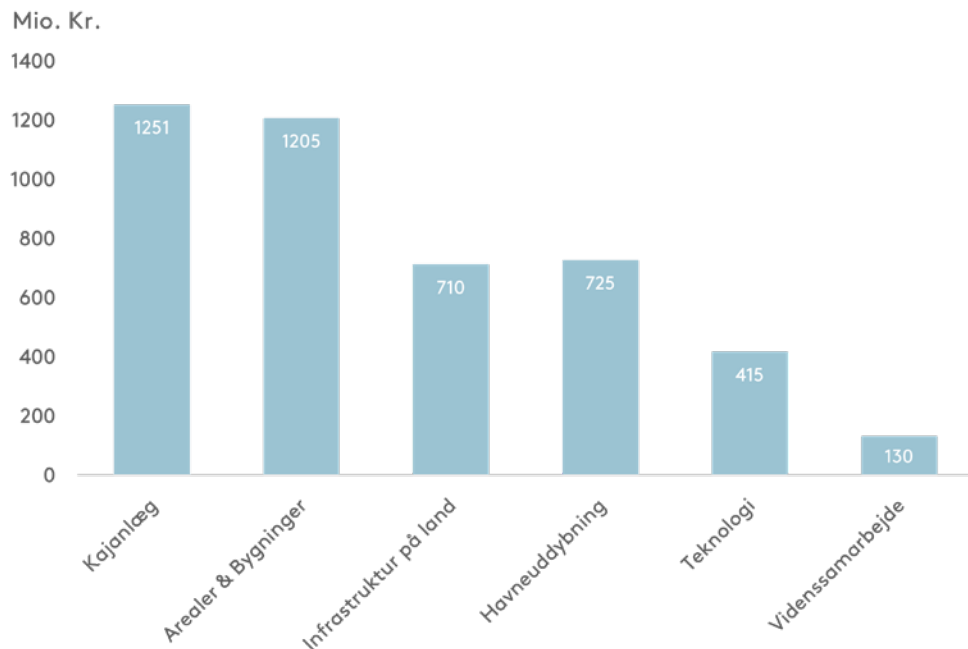
- Havnene kan træffe endelig investeringsbeslutning i forhold til havneudvidelser på baggrund af konkrete aftaler med udviklere
- Havneudvidelser bliver gennemført til

tiden, så Danmarks udbygningsmålsætninger kan blive til virkelighed

- Havnene på baggrund af et komplet projektoverblik over lang tid i højere grad bliver reserveret til nære projekter, som bidrager til en omkostningseffektiv grøn omstilling

Signalerne vil dog også have en positiv indvirkning på de resterende dele af værdikæden, da der vil kunne investeres i produktionsfaciliteter til både møller og skibe, ligesom en øget uddannelse og mobilisering af relevant arbejdskraft kan igangsættes. En langsigtet konkret udbygningsplan vil bidrage til, at Danmark kan nå sine udbygningsmålsætninger for havvind, ligesom omkostningerne til installation kan mindskes.

Figur 6.1: Investeringer fordelt på kategorier



Kilde: Center for logistik og samarbejde (2020)



7. Konklusion

De foregående kapitler har kortlagt Danmarks havnekapacitet i lyset af udbygningsplanerne for havvind i relation til den internationale konkurrence og de samfundsøkonomiske gevinster. Nedenfor præsenteres hovedkonklusionerne og CIP Fondens anbefalinger.

7.1 Udbygningsplaner og teknologiudvikling sætter pres på danske havne

Teknologiudviklingen gør, at havvindmøllerne bliver større og tungere. De politiske målsætninger og udbygningsplaner vil øge tempoet for, hvor hurtigt møllerne skal udsendes fra havnene. Det skaber et forøget pres på havnene: både når større og tungere komponenter skal håndteres, og når Danmark allerede frem mod starten af 2030 skal femdoble den installerede havvindkapacitet.

Fra 2025 ventes 15 MW-havvindmøllen at blive industristandard. Det medfører en stigning på omkring 50% i møllevægten. Fra et installatørperspektiv vil efterspørgslen efter havnekapacitet således ændre sig til at lægge mere vægt på plads, styrket kajbæreevne og dybere sejlrender, der kan håndtere fremtidens møller og de skibe, der skal transportere tungere komponenter.

7.2 Danske havne er ikke gearet til udbygningen

Kun få danske havne kan i dag tilbyde de dimensioner, der efterspørges til håndteringen af 15 MW-møllen. Hvis danske havne også i fremtiden skal være attraktive for installation, kræver det investeringer i kajbæreevne og dybere sejlrender, da de mitigerende tiltag, der i høj grad bruges i dag, øger omkostningerne ved installation. Hvis Danmark skal indfri udbygningsmålsætningerne vedtaget med Oostende-erklæringen og Marienborg-erklæringen, er der således behov for investeringer i opgradering af danske installationshavne, hvis danske havvindparker fortsat skal installeres fra danske havne, og vi skal fastholde den værdifulde værdikæde i vindindustrien.

7.3 Danmark kan ikke indfri udbygningsmålsætninger

Selv med massive investeringer i danske vindhavne, vil der opstå mindre flaskehalse i både Nordsøen, Østersøen og de indre farvande, da havnearealerne ikke er store nok til at håndtere de udbygningsplaner, der topser i slutningen af 2020'erne og i starten af 2030'erne. De danske udbygningsmålsætninger, der koncentrerer udbygningen omkring 2030, betyder, at der efterfølgende vil opstå perioder med overkapacitet med mulighed for at installere mere havvind, end der umiddelbart er behov for i Danmark. Muligheden for



Foto: Esbjerg Havn

installation fra danske havne koncentrerer sig om de havne med mest areal til installation af havvind: Esbjerg i Nordsøen, Odense, Rønne og Køge i Østersøen og Grenaa i øvrige områder. Investeres der i opgradering af faciliteterne i disse og en række andre havne, kan Danmark opnå en samlet installationskapacitet på omkring 10 GW årligt. Danmark står i dag stærkt i den internationale konkurrence, og en del af kapaciteten kan bruges til at installere udenlandske havvindparker.

7.4 Udfordringerne går igen i Europa

Udfordringerne med underdimensionerede havne og begrænset havneareal går igen i hele Nordeuropa. De internationale udbygningsplaner er, ligesom Danmarks, baseret på politiske målsætninger i årene omkring

2030 og 2045-2050. Det betyder, at selv hvis der blev investeret massivt i at opgradere havnene i samtlige lande, vil der nogle år ikke være nok havnekapacitet til at gennemføre udbygningsplanerne og dermed heller ikke indfri målsætningerne. Modsat vil der, hvis de nødvendige investeringer foretages, også være længere perioder, hvor der på tværs af landene er mere havnekapacitet, end der er behov for.

7.5 Danske havne står stærkt i Nordsøen og Østersøen

Danske installationshavne står godt i den internationale konkurrence i Nordeuropa. Både kapaciteten i danske installationshavne samt den mangeårige erfaring med at installere havvindmøller gør havnene til en markant

aktør i både Nord- og Østersøen. Danske installationshavne kan række ud over de danske grænser og ind i udenlandsk farvand. I Nordsøen er det i særdeleshed Esbjerg Havn, der dominerer med en høj årlig kapacitet på 2,5 GW. I Østersøen er Rønne havn en af de dominerende danske havne i internationalt farvand. Med en årlig installationskapacitet på omkring 1,5 GW bliver Rønne Havn brugt til at installere polske og tyske havvindmølleparker.

De danske havnes største konkurrenter er hhv. Eemshaven i Holland mod Nordsøen og Mukran i Tyskland mod Østersøen. Det danske forspring giver gode muligheder for, at danske havne også i fremtiden kan få en rolle i at installere udenlandske havvindmølleparker. Men det forudsætter, at der investeres i at styrke kajerne og i dybere sejlrender, så havnene kan håndtere de stadig større og tungere møllekomponenter.

7.6 Politiske og økonomiske rammer påvirker udviklingen

Selvom havnene i landene omkring Danmark i dag står svagere end de danske havne i den internationale konkurrence, er der en sandsynlighed for, at konkurrencepresset i fremtiden vil blive forøget. Både i England og Tyskland er der en større grad af koordinering mellem havnene, og de fleste af landene omkring os har hurtigere sagsbehandlingstid, når det kommer til havneudvidelser sammenlignet med Danmark. De politiske og økonomiske rammer og prioriteringer i landene omkring Danmark skaber rammerne for, at udenlandske havne kan udvikle sig i et tempo hurtigere end de danske.

En stor udfordring er imidlertid de manglende investeringssignaler. Forudsætningen for at igangsætte investeringer i at opgradere havnenes kapacitet er, at udbygningsplanerne er kendte.

7.7 Investeringer kan skabe arbejdspladser og vækst

Investeres der i de danske installationshavne, så havnene samlet får en kapacitet på omkring 10 GW/årlig, vil det skabe vækst og beskæftigelse, mens udbygningsplanerne realiseres. Alene til installation af danske vindprojekter vurderes den samlede danske beskæftigelseeffekt at være 27.000 årsværk frem mod 2050. Det svarer til godt 1.000 årsværk om året i perioden. I alt vil installationen af dansk havvind fra danske havne give et BNP-bidrag på 48 mia. kr. frem mod 2050, hvoraf omkring 32 mia. kr. knytter sig til Nordsøen, 10 mia. kr. til Østersøen og 6 mia. kr. til øvrige områder.

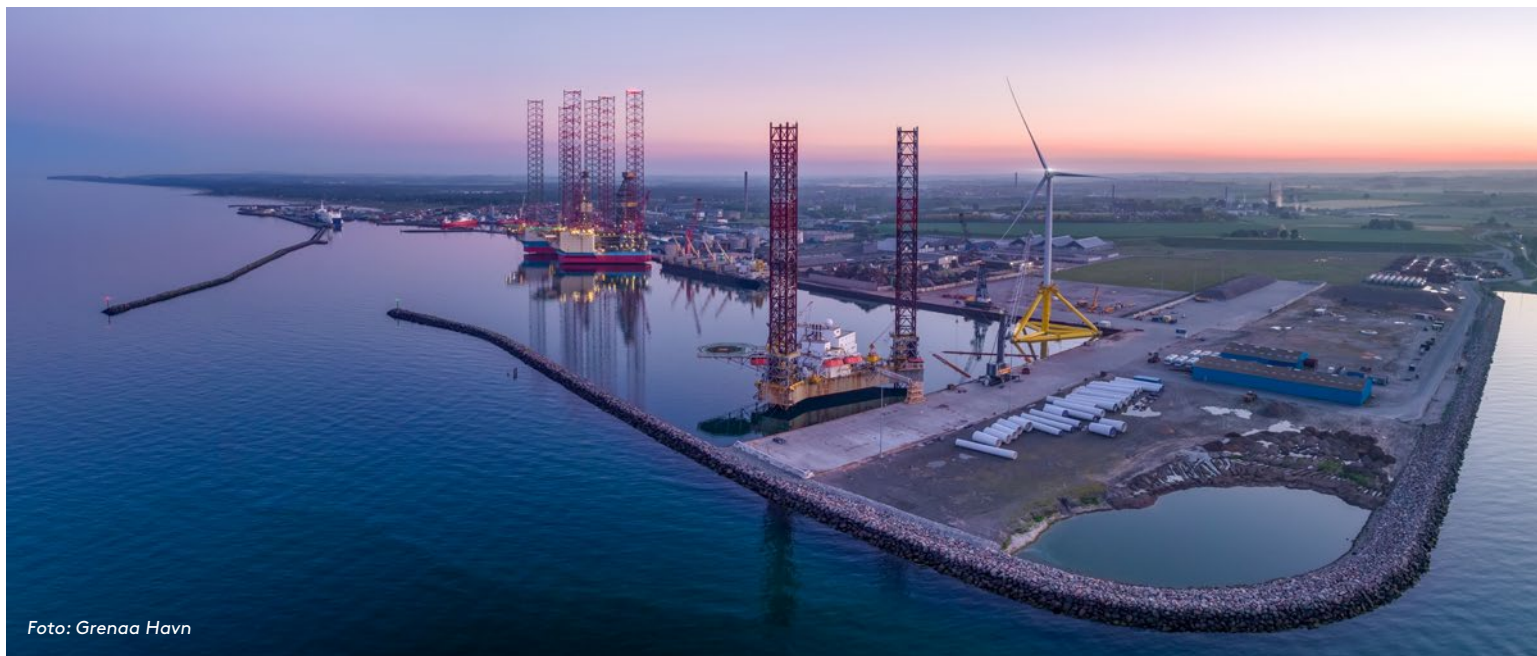


Foto: Grenaa Havn

Effekterne knytter sig alene til installationsfasen, som isoleret udgør en mindre del af den samlede aktivitet i værdikæden for havvind. Dertil skal tillægges et yderligt, betydeligt produktions- og servicepotentiale, som kan tiltrækkes og udgør den største del af de samfundsøkonomiske gevinster i værdikæden.

Det er værd at bemærke, at væksten og arbejdspladserne i overvejende grad vil være koncentreret om yderområderne i Danmark, hvor væksten og beskæftigelsen typisk er lavere.

7.8 Danske havne kan eksportere for milliarder

Også når det kommer til installationen af udenlandske havvindmølleparker og eksport af dansk havnekapacitet, er der betydelige gevinster at hente. Hvis danske havne får del i den udenlandske havvindudbygning, som ligger tæt på danske havne, er der et ekstra potentiale på 39 GW. De 39 GW udenlandsk havvind kan skabe en yderligere dansk beskæftigelseseffekt på 19.400 årsværk set over hele perioden. Samlet set kan eksporten af havnekapaciteten levere et merbidrag til dansk BNP på 35 mia. kr.

7.9 Havne kan skabe varig vækst

Installationen af havvind rummer også et stort beskæftigelsespotentiale i forhold til den efterfølgende service af vindmølleparkerne, som skaber en mere langvarig beskæftigelseseffekt, da serviceperioden strækker sig over en levetidsperiode for parkerne på omkring 25 år.

Alene ved udbygningen af den danske havvind, vil der samlet blive skabt 220.000

årsværk i relation til service af havvindmøllerne i perioden fra 2024-2075, som akkumuleres i takt med udbygningen. I 2050 vil service af vindmølleparkerne generere knap 9.000 årsværk. Hvis danske havne også får serviceopgaven i forhold til den nærtliggende udenlandske havvind, vil der kunne skabes mere end 5.000 flere årsværk i 2050.

I 2050, når udbygningsmålene er nået, kan årsværkene, genereret gennem serviceringen af havvindmøllerne, forventes at fortsætte, da den samlede mængde havvindkapacitet ikke vil blive mindre. Effekterne fra installationen vil ligeledes løbende- og varigt-blive genskabt i takt med, at havvindmøllerne bliver udskiftet ifm. deres levetid på 25-35 år ophører.

7.10 Behov for langsigtet planlægning

Havnene står i dag med en stor udviklingsudfordring: Drevet af politiske målsætninger skal store mængder havvind udbygges og installeres, men kun få projekter er kendte. Det skaber usikkerhed gennem hele værdikæden, da der er uklarhed om, hvor de konkrete projekter skal opføres.

Det skaber usikkerhed og gør det svært at træffe beslutninger om irreversible infrastrukturinvesteringer. Hertil kommer, at manglen på et samlet overblik over projekter kan fordyre den samlede udbygning, da den samlede havnekapacitet ikke kan blive udnyttet effektivt.

Hvis markedet skal kunne håndtere de store udbygningsplaner, er der behov for langsigtet planlægning og rollefordeling, så investeringsbeslutninger kan blive truffet på et oplyst grundlag.

CIP Fonden anbefaler:

1. Investér i en opgradering af danske vindhavne, så havnekapaciteten samlet giver mulighed for installation af op til 10 GW havvind årligt.

Investeringen bør sikre tilstrækkelige og fremtidssikrede sejlreneder og kajbæreevne, og den geografiske orientering bør baseres på tilgængelige arealer og planlagt vindudbygning. Opgraderingen kan potentielt forankres gennem investeringer i:

- Nordsøen: Esbjerg, Thyborøn og Hanstholm ($\approx 4,6$ GW/år)
- Østersøen: Rønne, Odense, Køge og Aabenraa ($\approx 4,1$ GW/år)
- Indre farvande: Grenaa og Aalborg ($\approx 1,9$ GW/år)

2. Gør udbygningsmålsætninger til udbygningsplaner ved at gennemføre udbud til og med 2031, så investeringssignaler kan forankre sig i værdikæden. Udbygningsplanen kan tilpasses, og eventuelle projekter kan fremrykkes, så Danmark kan indfri udbygningsmålsætningerne med den tilgængelige havnekapacitet.

3. Nedbring tidsforbruget på myndighedsbehandling, så danske havne hurtigere kan få afklaring i forhold til tilladelser og klageafgørelser og dermed bidrage til indfrielsen af Danmarks udbygningsmål.

Kilder

Aegir (2022): LCOE - Update and recent trends (offshore), <https://www.nrel.gov/wind/assets/pdfs/engineering-wkshp2022-1-1-jensen.pdf>

Baltic Wind (2021): Port of Roenne selected as wind turbine installation port for Baltic Eagle offshore windfarm, [Port of Roenne selected as wind turbine installation port for Baltic Eagle offshore windfarm - Baltic Wind](#)

Business Vordingborg: Klintholm Havn er servicehavn for havvindmøller, <https://businessvordingborg.dk/virksomhed/klintholm-havn/>, besøgt d. 24/01/2024

Center for logistik og samarbejde (2020) Udfordringer og muligheder for offshore vind i Danmark. - Baggrund for en national handlingsplan, <https://circabc.europa.eu/ui/group/9198696f-e42c-4a88-b4f1-7a1788eb9b7c/library/04f6ffce-cf95-4778-aa4a-65d3d3d441b9/details?download=true>

CIP Fonden (2024a) Notat om International konkurrence mellem danske og udenlandske installationshavne til havvindmøller, <https://cipfonden.dk/wp-content/uploads/2024/04/Notat-om-International-Konkurrence-Havvindinstallation-CIP-Fonden.pdf>

CIP Fonden (2024b) Baggrundsnotat om de samfundsøkonomiske gevinster ved udskibning af havvindmøller fra danske havne, <https://cipfonden.dk/wp-content/uploads/2024/04/Baggrundsnotat-om-samfundsøkonomiske-gevinster-havvindinstallation-CIP-Fonden.pdf>

CIP Fonden (2023): Roadmap for en dansk brintinfrastruktur til fremtiden: <https://cipfonden.dk/wp-content/uploads/2023/06/Roadmap-for-en-dansk-brintinfrastruktur-til-fremtiden-CIP-Fonden-maj-2023.pdf>

Danmarks Havplan (2023): Aftale mellem regeringen (Socialdemokratiet, Venstre, Moderaterne), Socialistisk Folkeparti, Danmarksdemokraterne, Liberal Alliance, Det Konservative Folkeparti, Enhedslisten, Radikale Venstre, Dansk Folkeparti, Alternativet og Nye Borgerlige om Danmarks Havplan, [aftaletekst-danmarks-havplan.pdf \(em.dk\)](#)

Danske Havne (danskehavne.dk): Danske Havne, <https://danskehavne.dk/>, besøgt 24/01/2024

Danske Havne (Maj 2022): Offentlig støtte til havneinfrastruktur i Europa

DI (Danskindustri.dk): Esbjerg Havn flyder over af opgaver, <https://www.danskindustri.dk/di-business/arkiv/nyheder/2023/12/esbjerg-havn-flyder-over-af-opgaver/>

DR: Esbjerg Havn står over for udbygning: Kan blive en 'militær banegård', <https://www.dr.dk/nyheder/indland/esbjerg-havn-staar-over-udbygning-kan-blive-en-militaer-banegaard>

Energiwatch: Linde Gas vil investere op mod 750 mio. kr. i dansk brintanlæg, <https://energiwatch.dk/Energinyt/Cleantech/article12929964.ece>

Energiwatch: Mere end 50 GW havvind risikerer at sidde fast i flaskehals: <https://energiwatch.dk/Energinyt/Renewables/article16726830.ece>, besøgt 24/01/2024

Erhvervsministeriet (em.dk) Aftale om Danmarks Havplan, <https://em.dk/Media/638314155637865872/aftaletekst-danmarks-havplan.pdf>, besøgt 12/02/2024

Energistyrelsen (ens.dk): Etablerede havvindmølleparker, <https://ens.dk/ansvarsomraader/vindmoeller-paa-hav/etablerede-havvindmoelleparker>

Esbjerg Havn (2023): 211 millioner kroner fra EU styrker Esbjergs rolle i europæisk infrastruktur, <https://portesbjerg.dk/news/211-millioner-kroner-fra-eu-styrker-esbjergs-rolle-i-europaeisk-infrastruktur>

Esbjerg Havn (2024): Offshore vind, <https://portesbjerg.dk/forretningsomrader/vind>, besøgt d. 24/01/2024

Groningen Sea Ports: EEMSHAVEN: ONE OF THE LEADING PORTS IN OFWFSHORE WIND INDUSTRY! <https://www.groningen-seaports.com/en/industries/offshore-wind/>, besøgt d. 12/02/2024

Groningen Seaports: CIRCULAR HUB AND BIOBASED LOCATION OF NORTHWEST EUROPE, Delfzijl - Groningen Seaports (groningen-seaports.com), besøgt d. 26/2/24

Groningen Seaports: GRONINGEN SEAPORTS, [Groningen Seaports - Groningen Seaports \(groningen-seaports.com\)](http://groningen-seaports.com) besøgt d. 26/2/24

Holstebro Kommune: Thorsminde bliver servicehavn for Thor Havvindmøllepark, <https://www.holstebro.dk/servicehavn-thorsminde>, besøgt d. 24/01/2024

IRENA (2018): Renewable Energy Benefits: Leveraging-Local Capacity for Offshore Wind, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/May/IRENA_Leveraging_for_Offshore_Wind_2018.pdf

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2022): Marienborg-erklæringen, [Østersøens lande styrker samarbejde om mere havvind og øget energisikkerhed \(kefm.dk\)](#)

KPMG (2023): Analyse af havnekapacitet i relation til udbygning af dansk havvind, KPMG for CIP Fonden, December 2023, <https://cipfonden.dk/wp-content/uploads/2024/04/Kapacitetsanalyse-december-2023-KPMG.pdf>

Licitationen: Aarsleff vinder udvidelsen af Rønne Havn til 500 mio. kroner, <https://www.licitationen.dk/article/view/561581/aarsleff-vinder-udvidelsen-af-ronne-havn-til-500-mio-kroner>

Menon Economics (2023): MULIGHETER FOR NORSKE SAMMENSTILLINGS- OG

INSTALLASJONSHAVNER INNEN HAVVIND FREM MOT 2030, <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2023-122-Muligheter-for-norske-havner-innen-havvind.pdf>

Niedersachsen Ports: Port Expansion in Cuxhaven Approved, [https://www.nports.de/en/_besøgt d. 26/2/24](https://www.nports.de/en/_besøgt_d.26/2/24)

Niedersachsen Ports (2020): Niedersachsen Ports, [Port Expansion in Cuxhaven Approved \(nports.de\)](https://www.nports.de), besøgt d. 26/2/24

Niedersachsen Ports (2021): Port Information Guide Cuxhaven, https://www.nports.de/media/Haefen/Cuxhaven/NPorts_Port-Information-Guide_Cuxhaven.pdf

NREL (2022): A Systematic Framework for Projecting the Future Cost of Offshore Wind Energy, <https://www.nrel.gov/docs/fy23osti/81819.pdf>

NSEC (2023): North seas offshore wind port study 2030 – 2050, <https://circabc.europa.eu/ui/group/9198696f-e42c-4a88-b4f1-7a1788eb9b7c/library/04f6ffce-cf95-4778-aa4a-65d3d3d441b9/details?download=true>

Odense Havn (2024): Odense Havn, <https://odensehavn.dk/>, besøgt d. 24/01/2024

Odense Havn (2024): <https://odensehavn.dk/16858/>, besøgt d. 24/01/2024

Polenergia: Offshore wind farms, [Offshore wind farms - Polenergia - Corporate Website](https://www.polenergia.com/corporate-website/offshore-wind-farms), besøgt d. 26/2/24

QBIS (2020): Socio-economic impact study of offshore wind, https://www.qbis-consulting.com/_files/ugd/cd2390_a67f69d716794cf1a963445c252e125d.pdf

QBIS (2023): Employment impacts of 40 GW offshore wind in France by 2050, https://www.qbis-consulting.com/_files/ugd/cd2390_f99930bf775d408a93fd1468c8b8329e.pdf

Rønne Havn (2016): Rønne Havn A/S Masterplan 2050, [publiseret-masterplan-2050-d-11-16-1658-10.pdf](https://www.roennehavn.dk/publiseret-masterplan-2050-d-11-16-1658-10.pdf) (roennehavn.dk) besøgt d. 26/2/24

The Baltic Sea – Energy Security Summit (2022): The Marienborg Declaration, <https://www.regeringen.dk/media/11544/the-marienborg-declaration-300822.pdf>

Thorsminde By & Havn: Thorsminde bliver servicehavn for Thor, <https://thorsminde.dk/servicehavnen-i-thorsminde/> besøgt d. 24/01/2023

Trafikstyrelsen 2024: Årsrapport 2023 Trafikstyrelsen som miljøvurderingsmyndighed [Årsrapport_Trafikstyrelsen_som_miljøvurderingsmyndighed](https://www.trafikstyrelsen.dk/arsrapport-2023-til-transportministeren)

TVmidtvest: Havne får millionbevilling fra staten <https://www.tvmidtvest.dk/thisted/havne-far-millionbevilling-fra-staten>

U.S. Department of Energy (2021): Offshore Wind Market Report: 2021 edition, https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-08/Offshore%20Wind%20Market%20Report%202021%20Edition_Final.pdf

U.S. Department of Energy (2022): Offshore Wind Market Report: 2022 edition, <https://www.energy.gov/eere/wind/articles/offshore-wind-market-report-2022-edition>

Vattenfall 09. MAJ 2023: Fremtiden for vindenergi ligger hinsides horisonten: <https://group.vattenfall.com/dk/nyheder-og-presse/nyheder/2023/fremtiden-for-vindenergi-ligger-hinsides-horisonten>

Wind Denmark (2020): Branchestatistik for vindmøllebranchen, <https://greenpowerdenmark.dk/files/media/winddenmark.dk/document/Branchestatistik%202019.pdf>

Wind Denmark (2021): Branchestatistik, https://greenpowerdenmark.dk/files/media/winddenmark.dk/document/Branchestatistik_2021.pdf

WindEurope (2019): Boosting offshore wind energy in the Baltic Sea, <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/WindEurope-Boosting-offshore-wind.pdf>

WindEurope (2020a): Offshore Wind in Europe - Key Trends and Statistics 2019, <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Offshore-Statistics-2019.pdf>

WindEurope (2020b): Financing and investment trends - The European wind industry in 2019, <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/Financing-and-Investment-Trends-2019.pdf>

WindEurope (2022): Financing and investment trends - The European wind industry in 2022, <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/financing-and-investment-trends-2022/>

WindEurope (2023): Wind energy in Europe, <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-2022-statistics-and-the-outlook-for-2023-2027/>