



Klimastatus og –fremskrivning 2022 (KF22): Havvind

Forudsætningsnotat nr. 8A
Opdateret april 2022

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
04-05-2022

J nr. 2021-15863

TTO/IMRN

Indholdsfortegnelse

1. KF22 forløbet frem mod 2035	2
2. Metode og antagelser bag KF22 forløbet	2
2.1 Generelle antagelser og metode	2
2.2 Frozen policy antagelser til KF22	5
3. Kvalificering af KF22 forløbet.....	8
3.1 Sammenligning med KF21	8
3.2 Usikkerhed	10
3.3 Planlagt udvikling fremadrettet.....	10
4. Kilder	11

Dette forudsætningsnotat er en del af Klimastatus og -fremskrivning 2022 (KF22). KF22 er en såkaldt frozen policy fremskrivning, hvilket indebærer, at forudsætningerne for fremskrivningen afspejler et "politisk fastfrossent" fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet ud over dem, som Folketinget eller EU har besluttet før 1. januar 2022 eller som følger af bindende aftaler. For yderligere information om frozen policy tilgangen, se KF22 forudsætningsnotat 2C om Principper for frozen policy.

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

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

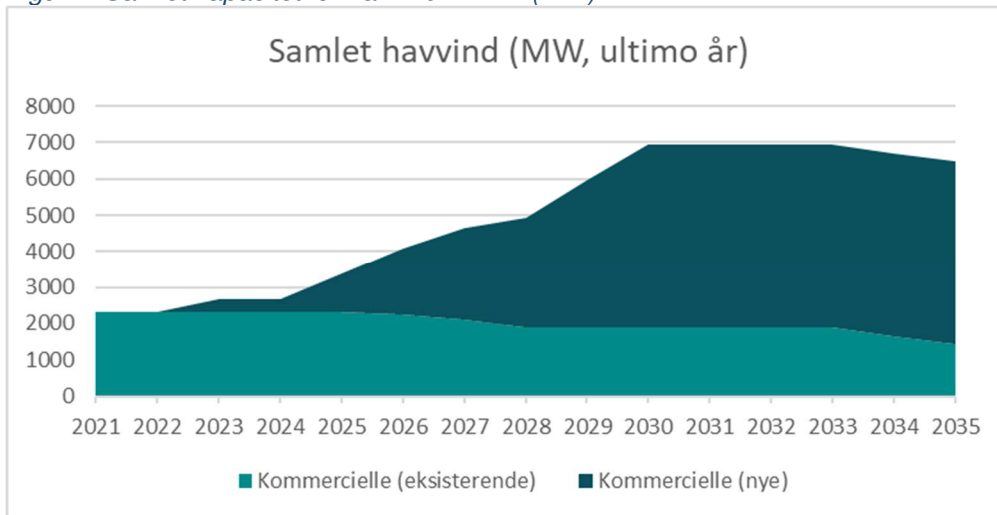
www.ens.dk



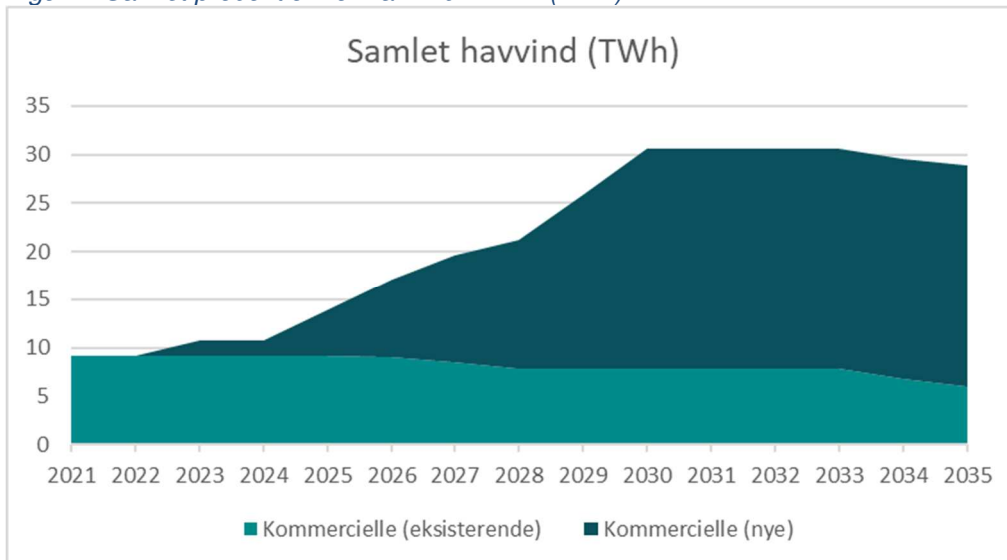
1. KF22 forløbet frem mod 2035

Figureerne herunder viser den antagne samlede udvikling i kapacitet for og produktion fra havvind i KF22. Forudsætningerne for figurene uddybes i det efterfølgende.

Figur 1: Samlet kapacitet for havvind i KF22 (MW)



Figur 2: Samlet produktion for havvind i KF22 (TWh).



2. Metode og antagelser bag KF22 forløbet

2.1 Generelle antagelser og metode

Forudsætninger for havvind skelner mellem eksisterende møller, nye møller opstillet efter åben dør-ordningen og nye møller opstillet efter udbud.



Ved eksisterende møller forstås de 15 etablerede storskala og småskala havvindmølleparker og forsøgsmølleparker i de danske farvande.

Ved nye møller opstillet efter åben dør-ordninger forstås et overordnet estimat for forventet udbygning samt estimat for idriftsættelsesår af de indkomne ansøgninger til Energistyrelsen, der er under sagsbehandling.

Ved nye møller opstillet efter udbud forstås i grundforløbet af KF22 de aftalte parker, der er truffet konkret politisk beslutning om etablering af samt penge afsat til i forbindelse med finansloven og hvor opstilling ikke er betinget af endnu ikke afsluttede forløb.

Etablering af energierne fra Klimaaftale for energi og industri mv. af 22. juni 2020 er komplekse projekter, og betragtes på nuværende tidspunkt stadig at være i planlægningsfasen. Energierne er derfor ikke medtaget i KF22s grundforløb, jf. nedenstående.

Energierne

Da den overordnede forventning er, at energierne bliver etableret, udarbejdes der et partielt alternativforløb på forsyningsiden med det på nuværende tidspunkt bedste bud på etableringstidspunkter og forbindelser til udlandet, som belyser effekten af den forøgede elhandelskapacitet samt produktionskapacitet fra havvind, som vil følge med energierne. Der vil dermed i den endelige klimafremskrivning for en række nøgletal indgå resultater af både *grundforløb* og *partielt alternativforløb*.

Klimaaftale for energi og industri mv. af 22. juni 2020 indeholder etablering af to energier på 3 GW og 2 GW i henholdsvis Nordsøen og ved Bornholm. I tillæg til Klimaaftale for energi og industri mv. vedr. Ejerskab og konstruktion af energier mv. fra 4. februar 2021 beskrives "For Energiø Nordsøen noterer aftalekredsen sig, at det i kraft af valget af ejerskab og konstruktionstype og på det foreliggende grundlag vurderes vanskeligt at realisere øen før 2033, men dette søges optimeret". På baggrund af dette antages energiøen i Nordsøen først at være fuldt idriftsat i 2033 i det partielle alternativforløb, da det endnu er uklart hvorvidt det er muligt at fremskynde processen. Energiøen ved Bornholm antages at være fuld idriftsat i 2030.

Energistyrelsens metode for håndtering af nye udlandsforbindelser er først at indregne disse i frozen policy-fremskrivninger, når de er tilstrækkeligt langt i planlægningsprocessen. Det vil typisk være, når de behandles efter ansøgning jf. §4 i lov om Energinet, eller indgår i den såkaldte PCI (Projects of Common Interest) i ENTSO-E's Ten Year Network Development Plan. Denne metodetilgang er væsentlig for at sikre, at modelleringen af det danske elsystem og resultaterne herfra er anvendelige til at bruge som basisforløb for vurderinger af effekter af nye



politiske tiltag. Samlet set anser Energistyrelsen derfor energiøerne for at være i planlægningsfasen, hvorfor energiøerne ikke indgår i KF22s grundforløb, men kun i det partielle alternativforløb.

Eksisterende møller

For eksisterende møller på havet regnes med en forventet levetid på 25 år, hvorefter møllerne tages ud af drift. Eksisterende havvindmølleparker¹ har alle fået tilladelse til produktion i 25 år fra nettilslutning af første mølle. 25 år flugter endvidere godt med den tekniske levetid i Energistyrelsens og Energinets Teknologikatalog (Energistyrelsen, Teknologikatalog for produktion af el og fjernvarme, 2020) for møller i dag. De 25 år regnes fra det tidspunkt på året, hvor møllerne er tilsluttet til nettet. Det betyder eksempelvis, at en park tilsluttet medio 2010 er i drift til og med medio 2035. Forventet elproduktion beregnes på baggrund af antagelser om årlige fuldlasttimer. For eksisterende møller anvendes observerede årlige fuldlasttimer, der er normeret ift. et normalt vindår og afrundet til nærmeste 50'ende fuldlasttime (Energistyrelsen, Stamdataregister for vindkraftanlæg, 2020). Forudsætninger for eksisterende vindmøller fremgår af tabellen herunder.

¹ Med undtagelse af Tunø Knob.

Tabel 1: Forudsætninger for eksisterende møller på havet

Park	Placering	Startår	Slutår	Kapacitet (MW)	Fuldlasttimer (MWh/MW)
Tunø Knob	DK1	1995	2025 ²	5	2.700
Middelgrunden	DK2	2000	2025	40	2.150
Horns Rev 1	DK1	2002	2027	160	3.750
Rønland	DK1	2003	2028	17,2	3.700
Nysted	DK2	2003	2028	165,6	3.200
Samsø (2003)	DK1	2003	2028	20,7	3.450
Frederikshavn	DK1	2003	2028	7,6	2.850
Horns Rev 2	DK1	2009	2034	209,3	4.150
Avedøre Holme (2009)	DK2	2009	2034	7,2	3.300
Avedøre Holme (2011)	DK2	2011	2036	3,6	3.450
Sprogø	DK1	2009	2034	21	2.750
Rødsand	DK2	2010	2035	207	3.800
Anholt (2012)	DK1	2012	2037	50,4	4.250
Anholt(2013)	DK1	2013	2038	349,2	4.250
Samsø (2018)	DK1	2018	2043	2,3	4.250
Nissum Bredning	DK1	2018	2042	28	4.050
Horns Rev 3 ³	DK1	2019	2044	406,7	4.100
Kriegers Flak	DK2	2021	2046	605	4.250

2.2 Frozen policy antagelser til KF22

Nye møller opstillet efter åben dør-ordningen

Antagelser om udbygning med havvindmøller efter åben dør-ordningen baseres på indkomne ansøgninger til Energistyrelsen, der administrerer ordningen. Per 1. januar 2021 er der 10 aktive ansøgninger igennem åben dør-ordningen. Ansøgningerne vedrører havvindmølleparker på mellem 0,7 MW - 864 MW. Havvindmølleparkerne er placeret ca. 3,5 km - 17 km fra kysten, og hvis alle realiseres, vil de potentielt kunne bidrage med ca. 2-3 GW. Projekterne er dog meget forskellige steder i planlægningsprocessen.

Ud fra de aktive ansøgninger, hvor der er givet en forundersøgelsestilladelse, er der udarbejdet et overordnet estimat for forventet udbygning (kapacitet) i hhv. Vestdanmark (DK1) og Østdanmark (DK2) samt et estimat for idriftsættelsestidspunktet (startår). Da parkerne er behæftet med stor usikkerhed anvender Energistyrelsen en afrundet vægtning på 50% af kapaciteten, for at illustrere, at det ikke forventes, at alle ansøgningerne vil blive realiseret, dog uden at tage stilling til sandsynligheden for den enkelte ansøgning. Kapaciteten er

² Forlænget fra 2020 til 2025, da parken fortsat er i drift.

³ De første møller blev nettilsluttet i december 2018.



antaget som en udglattet udbygning ved de forskellige placeringer og ikke som enkelte parker. For nye møller idriftsat fra 2025 og frem regnes med en forventet levetid på 30 år, hvorefter møllerne tages ud af drift. For nye møller baseres årlige fuldlasttimer på Energistyrelsens og Energinets Teknologikatalog, dog tages højde for et lavere produktionsniveau i de kystnære områder, hvor åben dør-parkerne forventes opstillet. Forudsætninger for nye møller på havet opstillet efter åben dør-ordningen fremgår af tabellen herunder.

Tabel 2: Forudsætninger for nye møller på havet opstillet efter åben dør-ordningen.

Park	Placering	Startår	Slutår	Kapacitet (MW)	Fuldlasttimer (MWh/MW)
Åben dør (Vest 2025)	DK1	2025	2055	65	4.000
Åben dør (Vest 2026)	DK1	2026	2056	65	4.000
Åben dør (Vest 2027)	DK1	2027	2057	70	4.000
Åben dør (Øst 2025)	DK2	2025	2055	160	4.000
Åben dør (Øst 2026)	DK2	2026	2056	170	4.000
Åben dør (Øst 2027)	DK2	2027	2057	170	4.000

Nye møller opstillet efter udbud

For nye møller opstillet efter udbud skelnes mellem de med energiaftale 2012 og 2018 aftalte parker og ekstra endnu ikke besluttede parker. Ligesom for eksisterende møller regnes med en forventet levetid på 25 år for møller idriftsat før 2025 (parker besluttet med energiaftale 2012), hvorefter møllerne tages ud af drift. For møller idriftsat fra 2025 og frem (parker besluttet med energiaftale 2018 og senere) regnes med en forventet levetid på 30 år, hvorefter møllerne tages ud af drift. De 30 år er baseret på, at der ved det netop afholdte udbud af havmølleparken Thor bliver givet bevilling til elproduktion i 30 år med mulighed for 5 års forlængelse.

Aftalte parker

Ud over parken ved Horns Rev 3 og Kriegers Flak, der blev idriftsat i henholdsvis 2019 og 2021, blev der med energiaftalen 2012 besluttet udbud af 350 MW kystnær havvind, hvilket resulterede i 170 MW ved Vesterhav Syd og 180 MW ved Vesterhav Nord, som forventes idriftsat i 2023. Fuldlasttimer baseres på dialog med de pågældende projektjere.

Med energiaftalen 2018 blev det besluttet at udbygge med tre parker af minimum 800 MW pr. park frem mod 2030. Den første aftalte park er Thor, der placeres ved Vestkysten ud for Thorsminde med en kapacitet på 1.000 MW med nettilslutning inden for perioden 2025-2027. Det antages, at Thor nettilsluttes i 2025-2026, hvilket er samme antagelse som for KF21, da der endnu ikke kendes et præcist

tilslutningstidspunkt⁴. Med Klimaaf tale for energi og industri mv. af 22. juni 2020 blev det besluttet at placere den anden park, Hesselø, i Hesselø Bugt i Kattegat med en kapacitet på 800-1.200 MW. Af de potentielt 1.200 MW kan 1.000 MW leveres til det kollektive elnet. Det antages, at Hesselø nettilsluttes i 2027-2028 og bliver på 1.000 MW nettilsluttet kapacitet. Den senere tilslutning sammenlignet med tidligere års fremskrivning skyldes, at udbuddet er sat på pause⁵. Årlige fuldlasttimer baseres på Energistyrelsens og Energinets Teknologikatalog, fsva. Thor parkens udbudsmateriale, og fsva. Hesselø, finscreening-rapporten fra 2020 (Energistyrelsen, Finscreening af havarealer til etablering af nye havmølleparker med direkte forbindelse til land, 2020).

Med Klimaaftalen blev det også besluttet, at den tredje park fra energiaftalen 2018 indgår i energiøerne. Da energiøerne, som beskrevet i afsnit 2.1, ikke indgår i KF22s grundforløb, betyder det for park 3 fra energiaftalen 2018, at den tilhørende kapacitet heller ikke medregnes i KF22s grundforløb.

I forbindelse med Finansloven 2022 er der indgået delaftale om Investeringer i et fortsat grønnere Danmark af 4. december 2021⁶. Aftalen indeholder planer om udbygning med yderligere 2 GW havvind etableret senest ved udgangen af 2030, med mulighed for yderligere 1 GW havvind, der analyseres i forbindelse med energi- og forsyningsudspillet i første halvår 2022 og skal ses i sammenhæng med PtX-fremmende initiativer. Regeringen har i december 2021 fremlagt et PtX-udspil, som bl.a. indeholder et mål om 4-6 GW PtX-kapacitet i 2030. Den yderligere mulige 1 GW udbygning af havvind medtages ikke i KF22, grundet "frozen policy" tilgangen.

Da placeringen for parkerne endnu ikke er kendt fordeles de 2 GW ligeligt mellem DK1 og DK2. Etableringen forventes at ske i løbet af 2029 og 2030 for begge parker og forventningen til antallet af fuldlasttimer baseres på Energistyrelsens finscreening af havarealer.

Forudsætninger for konkret aftalte parker på havet fremgår af [Tabel 3](#) herunder.

⁴ <https://ens.dk/presse/energistyrelsen-indkalder-til-lodtraekning-identificere-budvinder-paa-thor-havvindmoellepark>

⁵ <https://ens.dk/presse/udbuddet-hesseloe-havvindmoellepark-saettes-paa-pause>

⁶ <https://fm.dk/media/25328/delaftale-om-investeringer-i-et-fortsat-groennere-danmark.pdf>

Tabel 3: Forudsætninger for aftalte parker på havet.

Park	Placering	Startår	Slutår	Kapacitet (MW)	Fuldlasttimer (MWh/MW)
Vesterhav Syd	DK1	2023	2048	170	4.600
Vesterhav Nord	DK1	2023	2048	180	4.650
Thor (2025)	DK1	2025	2055	500	4.605
Thor (2026)	DK1	2026	2056	500	4.605
Hesselø (2027)	DK2	2027	2057	500	4.425
Hesselø (2028)	DK2	2028	2058	500	4.425
Havvind FL22 DK1 (2029)	DK1	2029	2059	500	4.725
Havvind FL22 DK1 (2030)	DK1	2030	2060	500	4.725
Havvind FL22 DK2 (2029)	DK2	2029	2059	500	4.625
Havvind FL22 DK2 (2030)	DK2	2030	2060	500	4.625

3. Kvalificering af KF22 forløbet

3.1 Sammenligning med KF21

Metoden i KF22 er grundlæggende den samme som i KF21. Figurerne herunder viser samlet havvind i hhv. KF22-grundforløbet og KF21, både kapacitet (MW) og produktion (TWh), samt indikation af den samlede kapacitet og produktion fra havvind i det partielle alternativforløb. Forløbene er opgjort i ultimo kapacitet, dvs. den udvidede kapacitet indgår i det år, hvor kapaciteten opstilles. Antagelser bag energierne i det partielle alternativforløb fremgår af Tabel 4 herunder.

Tabel 4: Forudsætninger for energier i partielt alternativforløb.

Park	Placering	Startår	Slutår	Kapacitet (MW)	Fuldlasttimer (MWh/MW)
Bornholm (2029)	DK2	2029	2059	1000	4.575
Bornholm (2030)	DK2	2030	2060	1000	4.575
Nordsø (2032)	DK1	2032	2062	1500	4.650
Nordsø (2033)	DK1	2033	2063	1500	4.650

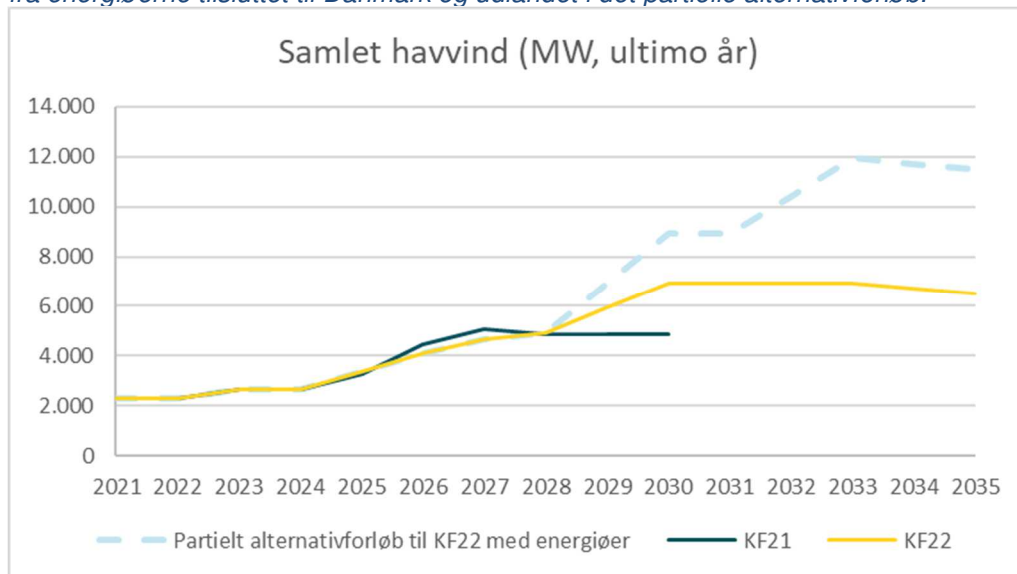
Forskellen i kapacitet skyldes de nye forventninger til idriftsættelsesåret for Hesselø, samt den nye udbygning besluttet i forbindelse med Finansloven 2022.

Det forventes dog, at det fortsatte arbejde omkring energierne vil føre til, at parkerne og øerne bliver etableret, hvorfor det i kommende klimafremskrivninger vil blive revurderet, når energierne på det tidspunkt er langt nok i planlægningen til at indgå i den frozen policy-sammenhæng, som Klimafremskrivningen er baseret på, og dermed inkluderes i grundforløbet.

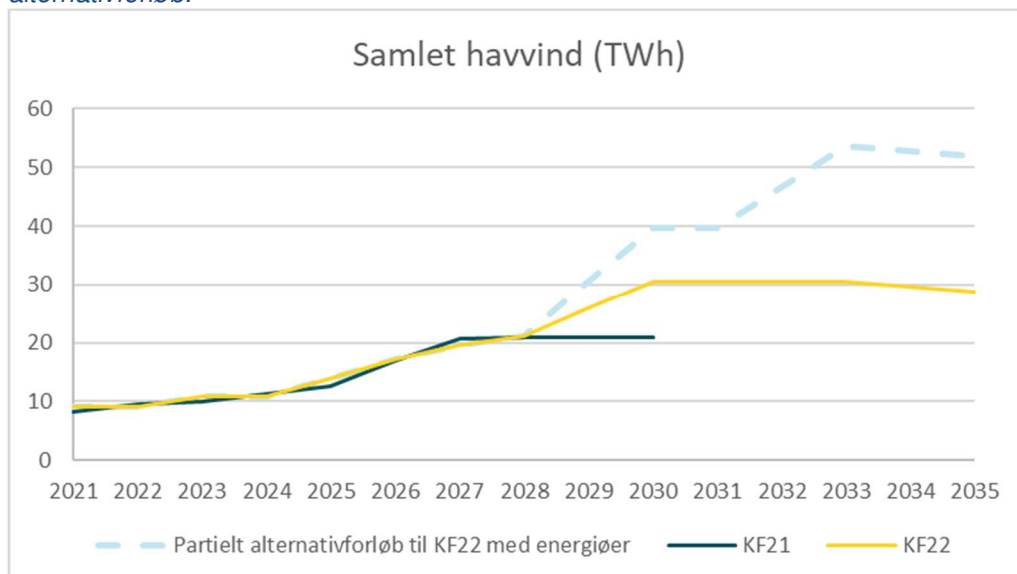


Grunden til, at den samlede kapacitet falder fra 2027 til 2028, er et fald i kapacitet pga. nedtagning af de fire i 2003 etablerede parker Rønland, Nysted, Samsø og Frederikshavn, som rammer slutningen af deres forventede levetid af 25 år, og derfor antages nedtaget i løbet af 2028.

Figur 3: Samlet kapacitet fra havvind i KF21 og KF22 (MW), inkl. eksportkapacitet fra energigørerne tilsluttet til Danmark og udlandet i det partielle alternativforløb.



Figur 4: Samlet produktion fra havvind i KF21 og KF22 (TWh), inkl. eksportproduktion fra energigørerne tilsluttet til Danmark og udlandet i det partielle alternativforløb.





3.2 Usikkerhed

Levetiden for havvindmøller afhænger af teknik og økonomi, samt om elproduktionstilladelsen er udløbet. Energistyrelsen er, ved udgivelsen af høringsudgaven af KF22, i gang med at behandle ansøgningerne om levetidsforlængelse og beslutninger i forbindelse med dette vil blive behandlet i forbindelse med den endelige udgave af KF22 hvis disse er truffet.

Udbygning efter åben dør-ordningen er forbundet med stor usikkerhed, ikke mindst fordi der endnu ikke er blevet opstillet nogen parker under den nuværende ordning. Udbygningen har betydning for, hvor stor en andel af elforbruget, der kan dækkes af VE-baseret elproduktion. Der er foretaget en overordnet vurdering af, hvor stor en andel af ansøgningskapaciteten der forventes nettilsluttet i de kommende år, og fordelingen af kapaciteten antages nogenlunde ligelig henover årene. Der er dog usikkerhed om, hvorvidt etableringen af de konkrete parker afviger fra den overordnede vurdering.

I driftsættelsestidspunktet for Hesselø er forbundet med usikkerheder, da udbuddet er sat på pause, indtil der er foretaget yderligere forundersøgelser af havbunden. Der er også usikkerhed vedrørende den nettilsluttede kapacitet af Hesselø samt parkens indfasede produktionsmængde set fra det kollektive elnet. Udbuddet lægger op til, at op til 200 MW over den kapacitet af 1.000 MW, der maksimalt må tilsluttes nettet, kan bruges i forbindelse med overplanting (dvs. opstilling af en højere møllekapacitet end nettilslutningskapacitet), lagring eller Power-to-X. Parkens fuldlasttimer set fra det kollektive elnet kan derfor overordnet stige, når der installeres kapacitet, som bruges til overplanting, eller stige i nogle tidsrum, når der installeres lagringskapacitet.

Hvad angår aftalerne om energierne er de endelige beslutninger om udbygningen også behæftet med usikkerhed, selv om den overordnede forventning, som nævnt ovenfor, er, at kapaciteterne fra energierne bliver etableret. Der er dog endnu usikkerhed om bl.a. kapaciteten og tidsplanen for udlandsforbindelser og nettilslutningen af energierne til Danmark. Energierne kan derfor endnu ikke regnes med i en frozen policy-fremskrivning jf. ovenfor, men da det overordnet forventes, at energierne bliver etableret, udarbejdes der et partielt alternativforløb på produktionssiden i KF22 med energierne kapacitet, og effekten heraf. Den endelige aftalte fordeling af nettilslutningskapaciteten til Danmark og udlandet, samt evt. øvrige aftagemuligheder af kapaciteten gennem lagring eller PtX, vil have en stor effekt på elmarkedet. Fordelingen af nettilslutningskapaciteten mellem Danmark og udlandet, og herunder hvilke lande der kobles til øerne, vil løbende blive vurderet i forbindelse med kommende års Klimafremskrivninger.

3.3 Planlagt udvikling fremadrettet

I forbindelse med høringen af KF21 forudsætningerne lovede Energistyrelsen at se nærmere på antagelserne omkring levetider for eksisterende havmølleparker. Dette



kræver en større analyse, som det ikke har været muligt at gennemføre til KF22. Der vil dog blive arbejdet videre med emnet frem mod KF23. Frem mod KF23 planlægges det endvidere at se nærmere på metoden for udbygning med åben-dør havvind. Der forventes ikke udarbejdet ny metode for øvrige dele af havvind-fremskrivningen, dog vil der blive foretaget en opdateret vurdering af, hvorvidt energiøerne kan indregnes i et frozen policy-forløb.

4. Kilder

- Energistyrelsen. (2020). *Finscreening af havarealer til etablering af nye havmølleparker med direkte forbindelse til land*. Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/1-0_finscreening_af_havarealer_til_ny_havvind_med_direkte_forbindelse_til_land.pdf
- Energistyrelsen. (2021). *Stamdataregister for vindkraftanlæg*. Retrieved from <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/data-oversigt-over-energisektoren>
- Energistyrelsen. (2020). *Teknologikatalog for produktion af el og fjernvarme*. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_el_and_dh.pdf
- Energistyrelsen. (2021). *Analyse af åben dør-ordningen* https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/analyse_af_aaben_doer-ordningen.pdf