Energistyrelsen

# Klimastatus og –fremskrivning 2021 (KF21):

## Havvind

Forudsætningsnotat nr. 4B

*Høringsversion*

**Bemærk: Nogle tal vil blive opdateret primo 2021 med statistisk data for 2020**

**Kontor/afdeling**
Systemanalyse

**Dato**
12-01-2021

**J nr.** 2020-14797

CHWO/IMRN/RSMS

# Indholdsfortegnelse


1. KF21 forløbet frem mod 2030 ..... 2
2. Metode og antagelser bag KF21 forløbet ..... 3
   2.1 Generelle antagelser og metode ..... 3
   2.2 Frozen policy antagelser til KF21 ..... 5
3. Kvalificering af KF21 forløbet ..... 7
   3.1 Sammenligning med BF20 ..... 7
   3.2 Usikkerhed ..... 9
   3.3 Planlagt udvikling frem mod KF22 ..... 9
4. Kilder ..... 10



**Energistyrelsen**

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

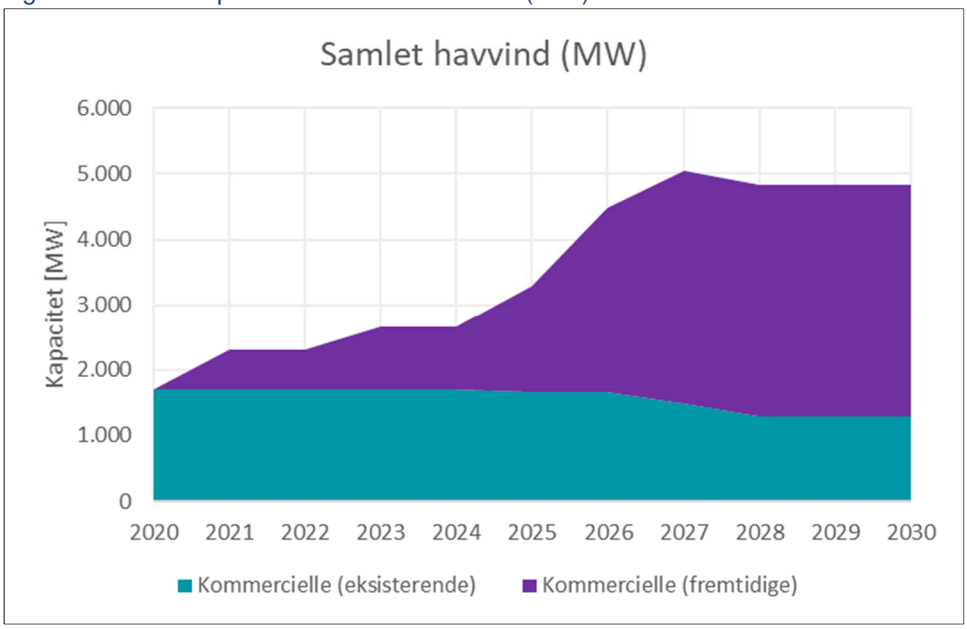
T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk

## 1. KF21 forløbet frem mod 2030

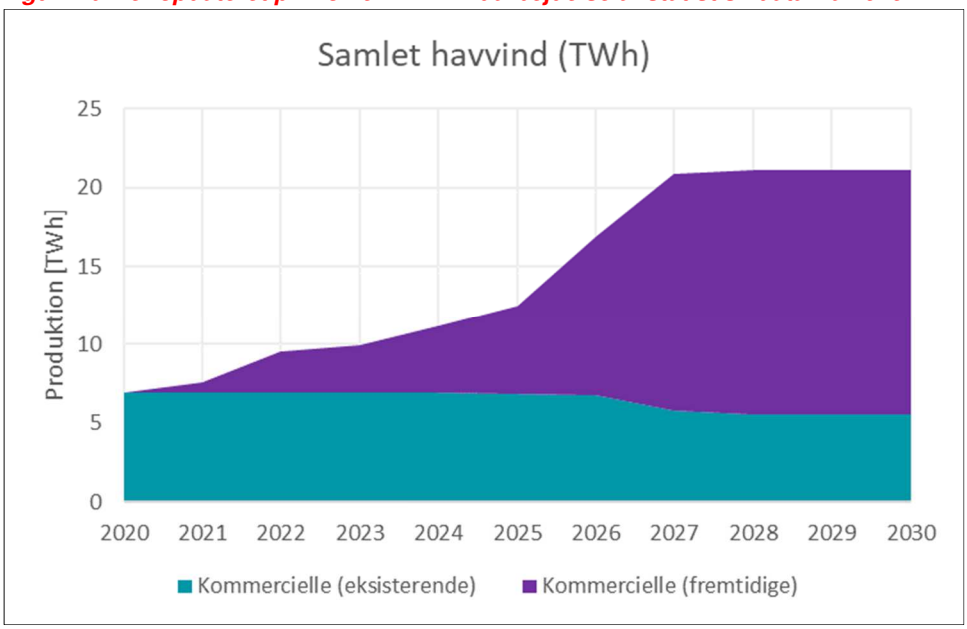
Figurerne herunder viser den antagne samlede udvikling i kapacitet for og produktion fra havvind i KF21. Forudsætningerne for figurerne uddybes i det efterfølgende.

Figur 1: Samlet kapacitet for havvind i KF21 (MW)




*Figur 2: Samlet produktion for havvind i KF21 (TWh)*

***Figur 2 bliver opdateret primo 2021 ifm. indarbejdelse af statistisk data fra 2020***



## 2. Metode og antagelser bag KF21 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 14 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 idriftsættelse af de indkomne ansøgninger til Energistyrelsen, der er under sagsbehandling.

Ved nye møller opstillet efter udbud forstås i grundforløbet af KF21 de aftalte parker, der er truffet konkret politisk beslutning om igangsættelse af.

Energiøerne fra Klimaaftalen 2020 er komplekse, og består af mange delelementer. De anses samlet set på nuværende tidspunkt stadig at være i planlægningsfasen, hvilket er for tidligt til at blive medtaget i KF21s grundforløb, jf. understående. Klimaaftalen 2020 indeholder etablering af to energiøer på 3 GW og 2 GW i henholdsvis Nordsøen og ved Bornholm senest i 2030. Det forventes, at energiøerne vil skulle fungere som knudepunkter for distribution af energi til Danmark og andre lande. Dette vil også være væsentligt for at øerne kan være rentable, hvilket forudsætter enten forbindelser til udlandet, eller markant øget elforbrug i Danmark (f.eks. gennem PtX). Der er endnu ikke vedtaget politiske beslutninger om tiltag, der kan bidrage til en markant forøgelse af elforbruget i sammenhæng til energiøerne eller aftalt specifikke udlandsforbindelser og kapaciteter af dem, der afsætter strømmen i udlandet.

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 til vurderinger af effekter af nye politiske tiltag. Energistyrelsen anser således som helhed, at den konkrete udformning af energiøerne endnu er i planlægningsfasen, hvorfor energiøerne ikke indgår i KF21s grundforløb.

Da den overordnede forventning dog er, at energiøerne bliver etableret, udarbejdes der et alternativt forløb med det på nuværende tidspunkt bedste bud på etableringstidspunktet og forbindelser til udlandet, som belyser effekten af den forøgede produktionskapacitet fra havvind, som vil følge med energiøerne. Der vil

dermed i den endelige klimafremskrivning for en række nøgletal indgå resultater af både *grundforløb* og *alternativforløb*.

### *Eksisterende møller*

For eksisterende møller på havet regnes med en forventet levetid på 25 år, hvorefter møllerne tages ud af drift. Eksisterende storskala havvindmølleparker[1] har alle fået tilladelse til produktion i 25 år fra nettilslutning af første mølle. 25 år flugter endvidere godt med den tekniske levetid i Energistyrelsen 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 (hvilket svarer til en indfasning på 50 pct. i *Tabel 1* herunder) er i drift til og med medio 2035 (hvilket svarer til en udfasning på 50 pct. i tabellen herunder). 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. Fuldlasttimerne er indtil videre baseret på dataene fra BF20, men dataene vil blive opdateret, når data for hele 2020 er registreret i stamdataregistret. Det er de opdaterede data, der vil blive anvendt i KF21.

[1] Horns Rev 1-3, Nysted, Rødsand 2, Anholt.

*Tabel 1: Forudsætninger for eksisterende møller på havet*

***Røde tal kan blive opdateret i primo 2021 ifm. indarbejdelse af statistisk data fra 2020***

| Park | Placering | Startår | Slutår | Indfasning (pct.) | Udfasning (pct.) | Kapacitet (MW) | Fuldlasttimer (MWh/MW)[2] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tunø Knob | DK1 | 1995 | 2025[3] | 59 | 41 | 5 | 2.750 |
| Middelgrunden | DK2 | 2000 | 2025 | 1 | 99 | 40 | 2.250 |
| Horns Rev 1 | DK1 | 2002 | 2027 | 18 | 82 | 160 | 3.900 |
| Rønland | DK1 | 2003 | 2028 | 96 | 4 | 17,2 | 3.950 |
| Nysted | DK2 | 2003 | 2028 | 54 | 46 | 165,6 | 3.400 |
| Samsø (2003) | DK1 | 2003 | 2028 | 89 | 11 | 20,7 | 3.550 |
| Frederikshavn | DK1 | 2003 | 2028 | 61 | 39 | 7,6 | 2.700 |
| Horns Rev 2 | DK1 | 2009 | 2034 | 33 | 67 | 209,3 | 4.450 |
| Avedøre Holme (2009) | DK2 | 2009 | 2034 | 10 | 90 | 7,2 | 3.350 |
| Avedøre Holme (2011) | DK2 | 2011 | 2036 | 26 | 74 | 3,6 | 3.500 |
| Sprogø | DK1 | 2009 | 2034 | 18 | 82 | 21 | 2.950 |
| Rødsand | DK2 | 2010 | 2035 | 54 | 46 | 207 | 3.900 |
| Anholt (2012) | DK1 | 2012 | 2037 | 13 | 87 | 50,4 | 4.550 |
| Anholt(2013) | DK1 | 2013 | 2038 | 69 | 31 | 349,2 | 4.550 |
| Nissum Bredning | DK1 | 2017 | 2042 | 50 | 50 | 28 | 4.100 |
| Samsø (2018) | DK1 | 2018 | 2043 | 100 | 0 | 2,3 | 3.550 |
| Horns Rev 3[4] | DK1 | 2019 | 2044 | 75 | 25 | 406,7 | 4.250 |

## 2.2 Frozen policy antagelser til KF21

*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. 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). 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 Energistyrelsen og Energinets Teknologikatalog, dog ved at tage 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.

[2] Fuldlasttimerne baseres på datagrundlaget af BF20, men vil blive opdateret med statistikken fra 2020, når den er ENS tilgængelig.
[3] Forlænget fra 2020 til 2025, da parken fortsat er i drift.
[4] De første møller blev nettilsluttet i december 2018.

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

| Park | Placering | Startår | Slutår | Indfasning (pct.) | Udfasning (pct.) | Kapacitet (MW) | Fuldlasttimer (MWh/MW) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Åben dør (Vest 2025) | DK1 | 2025 | 2055 | 100 | 0 | 65 | 4.000 |
| Åben dør (Vest 2026) | DK1 | 2026 | 2056 | 100 | 0 | 65 | 4.000 |
| Åben dør (Vest 2027) | DK1 | 2027 | 2057 | 100 | 0 | 70 | 4.000 |
| Åben dør (Øst 2025) | DK2 | 2025 | 2055 | 100 | 0 | 160 | 4.000 |
| Åben dør (Øst 2026) | DK2 | 2026 | 2056 | 100 | 0 | 170 | 4.000 |
| Åben dør (Øst 2027) | DK2 | 2027 | 2057 | 100 | 0 | 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 kommende udbud af havmølleparken Thor, vil blive givet bevilling til elproduktion i 30 år med mulighed for 5 års forlængelse.

### *Aftalte parker*

Ud over parken ved Horns Rev 3, der blev idriftsat i 2019, blev der med energiaftalen 2012 besluttet udbud af 600 MW ved Kriegers Flak og 350 MW kystnær havvind, hvilket resulterede i 170 MW ved Vesterhav Syd og 180 MW ved Vesterhav Nord. Fuldlasttimer baseres på dialog med opstillere.

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 800-1.000 MW og med nettilslutning inden for perioden 2025-2027. Det antages, at Thor nettilsluttes i 2025-2026 og bliver på 900 MW. Med Klimaaftalen 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. Tidsplanen for parken er endvidere besluttet fremrykket, og det antages, at Hesselø nettilsluttes i 2026-2027 og bliver på 1.000 MW nettilsluttet kapacitet. Årlige fuldlasttimer baseres på Energistyrelsen og Energinets Teknologikatalog, og fsva. Thor, parkens udbudsmateriale.

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 KF21s grundforløb, betyder det for park 3 fra energiaftalen 18, at den tilhørende kapacitet heller ikke medregnes i KF21s grundforløb. I BF20 var der forudsat en

højere havvindkapacitet på den lange bane, da park 3 fra energiaftalen stadig var med som enkeltstående park. Havvindkapaciteten fra det alternative forløb fra KF21 er dog markant højere i 2030 end BF20, da energiøerne og dermed også energiaftalens park 3 er medregnet der.

Forudsætninger for konkret aftalte parker på havet fremgår af *Tabel 3* herunder.

*Tabel 3: Forudsætninger for aftalte parker på havet.*

| Park | Placering | Startår | Slutår | Indfasning (pct.) | Udfasning (pct.) | Kapacitet (MW) | Fuldlasttimer (MWh/MW) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kriegers Flak | DK2 | 2021 | 2046 | 25 | 75 | 605 | 4.250 |
| Vesterhav Syd | DK1 | 2023 | 2048 | 25 | 75 | 170 | 4.600 |
| Vesterhav Nord | DK1 | 2023 | 2048 | 25 | 75 | 180 | 4.650 |
| Thor (2025) | DK1 | 2025 | 2055 | 25 | 75 | 450 | 4.605 |
| Thor (2026) | DK1 | 2026 | 2056 | 75 | 25 | 450 | 4.605 |
| Hesselø (2026) | DK2 | 2026 | 2056 | 25 | 75 | 500 | 4.575 |
| Hesselø (2027) | DK2 | 2027 | 2057 | 75 | 25 | 500 | 4.575 |

# 3. Kvalificering af KF21 forløbet

## 3.1 Sammenligning med BF20

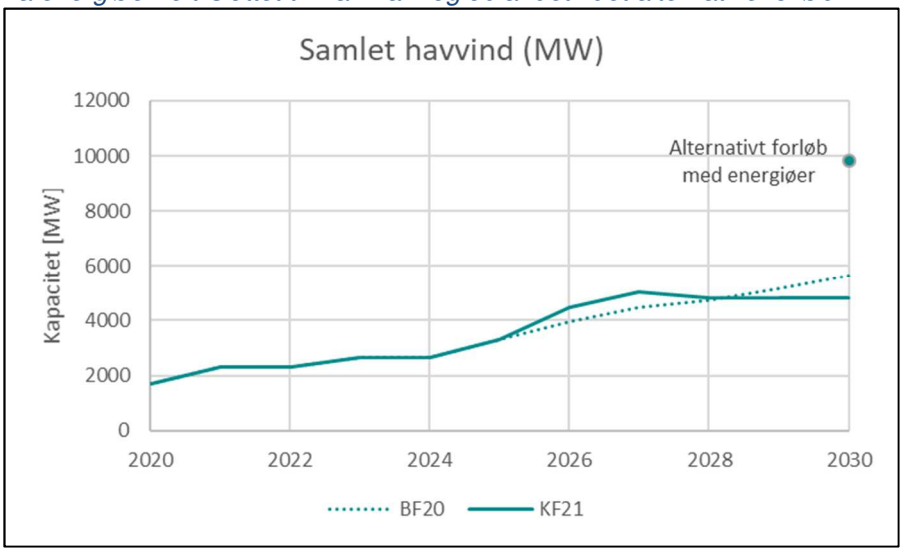
Metoden i KF21 er grundlæggende den samme som i BF20. Figurerne herunder viser samlet havvind i hhv. KF21-grundforløbet og BF21, både kapacitet (MW) og produktion (TWh), samt indikation af den samlede kapacitet og produktion fra havvind i det alternative forløb. Forløbene er opgjort i ultimo kapacitet, dvs. den udvidede kapacitet indgår i det år, det udvides.

Forskellen i kapacitet skyldes, at den tredje park fra energiaftalen ikke regnes med, da park tre indgår i energiøerne i forbindelse med Klimaaftalen, som beskrevet ovenfor i afsnit 2.2. Da den fulde etablering af energiøerne endnu ikke kan regnes med i en frozen policy-fremskrivning jf. ovenfor, og da kapaciteten af park 3 jf. Klimaaftalen 2020 indgår i energiøernes kapacitet, er udbygningen af havvindkapacitet i KF21s grundforløb mindre end i BF20, som blev offentliggjort inden Klimaaftalen 2020. Den samlede havvindskapacitet i det alternative forløb, hvor energiøerne er medregnet og forventes opstillet i 2030, er dog markant højere end grundforløbet.

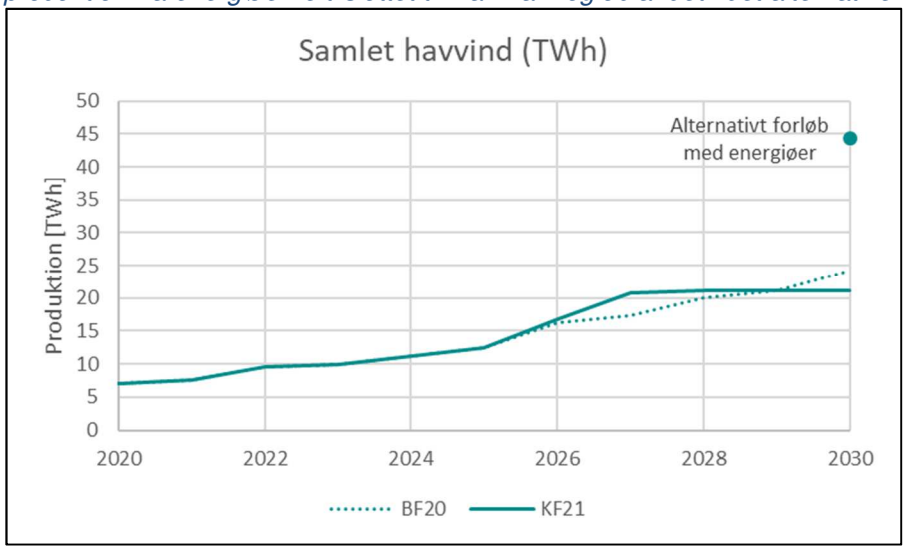
Det forventes dog, at det fortsatte arbejde omkring energiøerne vil føre til, at parkerne og øerne bliver etableret, hvorfor det i kommende klimafremskrivninger vil blive revurderet, om energiøerne på det tidspunkt er langt nok i planlægningen til at indgå i den frozen policy-sammenhæng, som Klimafremskrivningen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

Grunden til, at den samlede kapacitet falder fra 2027 til 2028, er for det første 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. For det andet skyldes fremrykkelsen af tidsplanen for Hesselø og den indgåelsen af Energiaftalens tredje park i energiøerne, at der efter 2027 ikke opstilles yderligere kapacitet i grundforløbet.

*Figur 3: Samlet kapacitet fra havvind i BF20 og KF21 (MW), inkl. eksportkapacitet fra energiøerne tilsluttet til Danmark og udlandet i det alternative forløb*




*Figur 4: Samlet produktion fra havvind i BF20 og KF21 (TWh), inkl. eksport-produktion fra energiøerne tilsluttet til Danmark og udlandet i det alternative forløb*



### 3.2 Usikkerhed

Udbygning efter åben dør-ordningen er forbundet med stor usikkerhed, ikke mindst fordi der ikke er blevet opstillet nogen parker under det nuværende støtteregime endnu. 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.

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 tidspunkter, når der installeres lagringskapacitet. Afgørende ift. parkens producerede fuldlasttimer vil dog være hvilken kapacitet, der overordnet nettilsluttes og som kan indfases i det kollektive elnet, da kapacitetsintervallet er et større udfaldsrum end forventet øget produktion fra overplanting.

Hvad angår aftalerne om energiøerne er de endelige beslutninger om udbygningen også behæftet med usikkerhed, selv om den overordnede forventning, som nævnt ovenfor, er at kapaciteterne fra energiøerne bliver etableret. Der er dog i det endnu tidlige stadie i processerne usikkerhed om bl.a. kapaciteten og tidsplanen for udlandsforbindelser og nettilslutningen af energiøerne til Danmark. Energiøerne kan endnu ikke regnes med i en frozen policy-fremskrivning jf. ovenfor, men da det overordnet forventes, at energiøerne bliver etableret, udarbejdes der et alternativt forløb i KF21 med energiøernes kapacitet, og effekten heraf. Den endelige aftalte fordeling af nettilslutningskapaciteten til Danmark og udlandet, samt evt. øvrige aftagningsmuligheder 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 frem mod KF22

Der er ikke planer om at udarbejde en ny metode frem mod KF22, da de nuværende forudsætninger ikke giver anledning til metodiske ændringer. Det forventes, at der skal bruges den samme metode med opdateret datagrundlag til KF22, herunder en opdateret vurdering af hvorvidt energiøerne kan indregnes i et frozen policy-forløb, samt opdatering af alle øvrige forventninger til kapaciteter.

## 4. Kilder

Energistyrelsen (2020). *Stamdataregister for vindkraftanlæg*. Hentet fra https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/data-oversigt-over-energisektoren

Energistyrelsen (2020). *Teknologikatalog for produktion af el og fjernvarme*. Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_el_and_dh.pdf