



Analyseforudsætninger til Energinet 2020 – Vindmøller på havet

Baggrundsnotat

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
27. august 2020

J nr. 2020 - 8581

/IMRN

Indholdsfortegnelse

Udvikling frem mod 2040	2
Metode og antagelser	3
Eksisterende møller	3
Nye møller opstillet efter åben-dør ordningen	3
Nye møller opstillet efter udbud herunder energiører	4
Usikkerhed	6
Ændringer i forhold til AF19	7

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

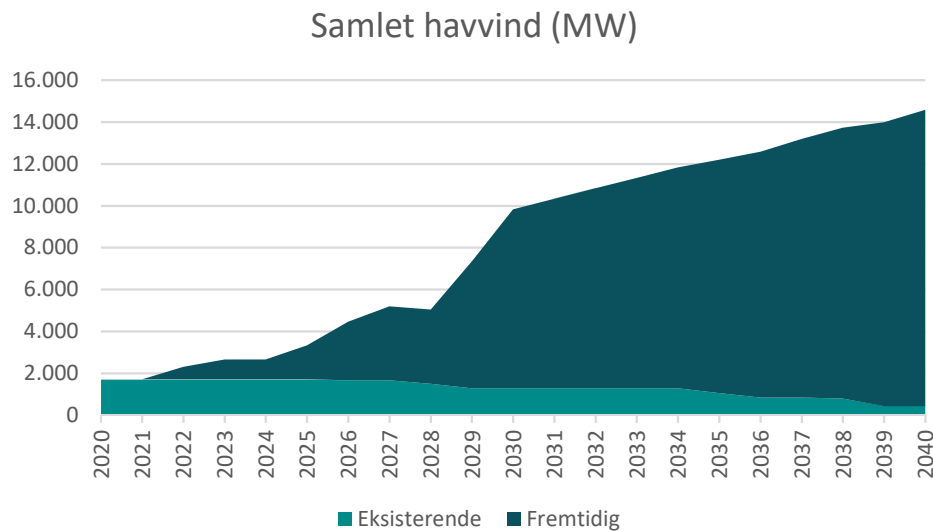
T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk

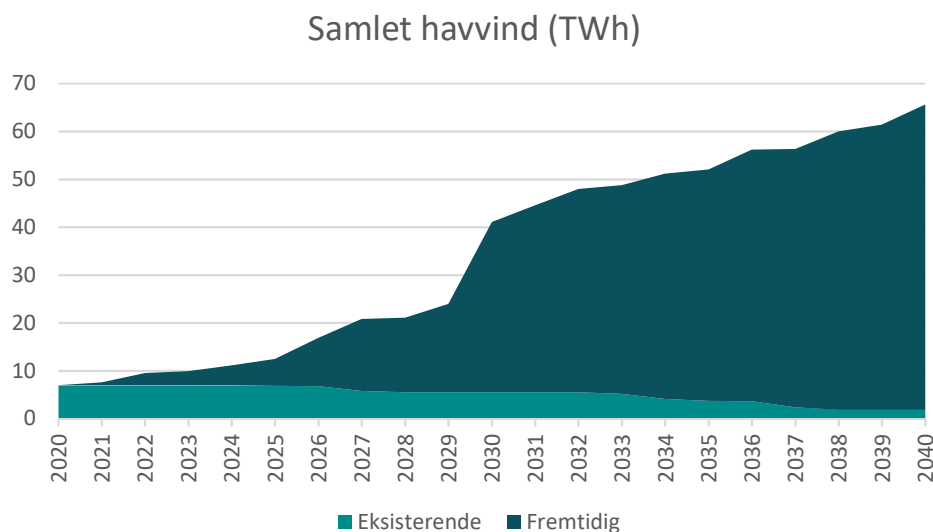


Udvikling frem mod 2040

Figureerne herunder viser den samlede udvikling i kapacitet for og produktion fra havvind i AF20. Fremskrivningen antager en stigning i både kapacitet og produktion i hele perioden dels pga. et øget elforbrug, der antages dækket af havvind, og dels på grund af etableringen af de med klimaaftalen af 22. juni 2020 besluttede energier, hvor en del af udbygningen sker med eksport for øje.



Tabel 1: Samlet havvind i AF20 (MW).



Tabel 2: Samlet produktion fra havvind i AF20 (TWh).

Metode og antagelser

Eksisterende møller

For eksisterende møller på havet regnes med en forventet levetid på 25 år, hvorefter møllerne tages ud af drift. Eksisterende storskala mølleparker¹ har alle fået tilladelse til produktion i 25 år fra nettilslutning af første mølle. 25 år stemmer endvidere overens med den tekniske levetid i Energistyrelsen og Energinets Teknologikatalog 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% i tabellen herunder) er i drift til og med medio 2035 (hvilket svarer til en udfasning på 50% 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. Forudsætninger for eksisterende møller fremgår af tabellen herunder.

Park	Placering	Startår	Slutår	Indfasning	Udfasning	Kapacitet (MW)	Fuldlasttimer (MWh/MW)
Tunø Knob	DK1	1995	2025 ²	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 ³	DK1	2019	2044	75%	25%	406,7	4.250

Tabel 3: Forudsætninger for eksisterende møller på havet.

Nye møller opstillet efter åben-dør ordningen

Antagelser om udbygning med møller efter åben-dør ordningen baseres på indkomne ansøgninger til Energistyrelsen, der er godkendende myndighed. Ud fra

¹ Horns Rev 1+2, Nysted, Rødsand 2, Anholt, Nissum Bredning og Horns Rev 3.

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

³ De første møller blev nettilsluttet i december 2018.

de ansøgninger, der er under sagsbehandling, og hvor der er givet en forundersøgelsestilladelse, er der udarbejdet et overordnet estimat for forventet udbygning i hhv. Vestdanmark (DK1) og Østdanmark (DK2) samt et estimat for idriftsættelse. For nye møller idriftsat fra 2025 og frem regnes med en forventet levetid på 30 år, hvorefter møllerne tages ud af drift, jf. beskrivelse herom i næste afsnit. For nye møller baseres årlige fuldlasttimer på Energistyrelsen og Energinets Teknologikatalog. Forudsætninger for nye møller på havet opstillet efter åben-dør ordningen fremgår af tabellen herunder.

Park	Placering	Startår	Slutår	Indfasning	Udfasning	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%	160	4.000
Åben-dør (Øst 2027)	DK2	2027	2057	100%	0%	170	4.000

Tabel 4: Forudsætninger for nye møller på havet opstillet efter åben-dør ordningen.

Nye møller opstillet efter udbud herunder energigør

For nye møller opstillet efter udbud skelnes mellem de med Energifaftale 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 Energifaftale 2012), hvorefter møllerne tages ud af drift. For møller idriftsat fra 2025 og frem (parker besluttet med Energifaftale 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 herunder energigør

Ud over parken ved Horns Rev 3, der er ved at være fuldt etableret, blev der med Energifaftale 2012 besluttet udbud af 600 MW ved Kriegers Flak og 350 MW kystnær havvind, hvilket er endt med 170 MW ved Vesterhav Syd og 180 MW ved Vesterhav Nord. Fuldlasttimer baseres på dialog med opstillere.

Med Energifaftale 2018 blev det besluttet at udbygge med tre parker af minimum 800 MW pr. park frem mod 2030. Der er pt. kun taget beslutning om placering m.m. for den første park, 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 ved Hesselø og det blev besluttet at parken skal være på ca. 1 GW. Tidsplanen for parken er endvidere besluttet fremrykket, og det antages, at den nettilsluttes i

2026-2027. Med aftalen blev det også besluttet, at den tredje park bliver en del af energigørerne. Årlige fuldlasttimer baseres på Energistyrelsen og Energinets Teknologikatalog.

I klimaaftalen af 22. juni er det besluttet at etablere to energigør ved hhv. Bornholm og i Nordsøen. Der etableres 2 GW havvind ved Bornholm og 3 GW havvind i Nordsøen begge med antaget nettilslutning i 2029-2030. Af aftalen fremgår det at *”strømmen fra energigørerne kan desuden eksporteres til vores nabolande og dermed bidrage til den grønne omstilling i Europa”*. Antagelser om forbindelser til udlandet beskrives nærmere i baggrundsnotatet om udlandsforbindelser.

Forudsætninger for aftalte parker på havet herunder energigør fremgår af tabellen herunder.

Park	Placering	Startår	Slutår	Indfasning	Udfasning	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	4.500
Thor (2026)	DK1	2026	2056	75%	25%	450	4.500
Hesselø (2026)	DK2	2026	2056	25%	75%	500	4.575
Hesselø (2027)	DK2	2027	2057	75%	25%	500	4.575
EnergiØ_DK1 (2029)	DK1	2029	2059	25%	75%	1.500	4.575
EnergiØ_DK1 (2030)	DK1	2030	2060	75%	25%	1.500	4.575
EnergiØ_DK2 (2029)	DK2	2029	2059	25%	75%	1.000	4.575
EnergiØ_DK2 (2030)	DK2	2030	2060	75%	25%	1.000	4.575

Tabel 5: Forudsætninger for aftalte parker på havet herunder energigør.

Ekstra endnu ikke besluttede parker

Udbygning med ekstra endnu ikke besluttede parker bestemmes residualt, således at udbygningen sikrer, at det danske elforbrug som minimum er 100 pct. dækket af grøn energi fra 2030 og frem⁴. Der vil sandsynligvis ske en yderligere udbygning af havvind med eksport for øje, blandt andet ved udvidelse af energigør i Nordsøen, men da dette kan føre til større nationale infrastrukturudbygninger bør en sådan udvikling følge et politisk udtalt ønske eller målsætning herom. Udbygningen med havvind antages således alene at følge det estimerede elforbrug til at muliggøre opfyldelse af de nationale mål.

⁴ Ved beregning heraf indgår 50% af kapaciteten fra energigørerne, da 50% af kapaciteten antages ilandført i Danmark, mens de resterende 50% antages ilandført i udlandet, jf. også baggrundsnotatet om eltransmissionsforbindelser til udlandet.

For at analyseforudsætningerne afspejler et sandsynligt udviklingsforløb, er det antaget, at udbygningen med ekstra endnu ikke besluttede parker frem mod 2040 sker som en jævn udbygning med parker af en vis størrelse, så der kan opnås skalafordele. Ligesom med de aftalte parker fra Energifaftale 2018 og klimaaftalen af 22. juni 2020 indfases hver ekstra park beregningsteknisk over to år. Det antages, at udbygningen med ekstra endnu ikke aftalte parker finder sted i Nordsøen, der har langt det største potentiale for yderligere udbygning. Årlige fuldlasttimer baseres på Energistyrelsen og Energinets Teknologikatalog. Forudsætninger for ekstra endnu ikke besluttede parker på havet fremgår af tabellen herunder.

Park	Placering	Startår	Slutår	Indfasning	Udfasning	Kapacitet (MW)	Fuldlasttimer (MWh /MW)
AF20 Ekstra 1	DK1	2031	2061	25%	75%	500	4.575
AF20 Ekstra 1	DK1	2032	2062	75%	25%	500	4.575
AF20 Ekstra 2	DK1	2033	2063	25%	75%	500	4.650
AF20 Ekstra 2	DK1	2034	2064	75%	25%	500	4.650
AF20 Ekstra 3	DK1	2035	2065	25%	75%	600	4.650
AF20 Ekstra 3	DK1	2036	2066	75%	25%	600	4.650
AF20 Ekstra 4	DK1	2037	2067	25%	75%	600	4.675
AF20 Ekstra 4	DK1	2038	2068	75%	25%	600	4.675
AF20 Ekstra 5	DK1	2039	2069	25%	75%	600	4.675
AF20 Ekstra 5	DK1	2040	2070	75%	25%	600	4.675

Tabel 6: Forudsætninger for ekstra endnu ikke besluttede parker på havet.

Nettilslutning

Analyseforudsætningerne forholder sig som udgangspunkt kun til hvor stor en udbygning der sker, men ikke til hvordan denne kapacitet mere konkret tilsluttes til nettet medmindre der er truffet beslutning herom. Energinet bør undersøge forskellige scenarier for nettilslutning.

Usikkerhed

Udbygning efter åben-dør ordningen er forbundet med stor usikkerhed – både kapacitet og geografisk placering. Energistyrelsen anbefaler derfor, at Energinet supplerer AF20 med følsomhedsanalyser på konkrete projektansøgninger.

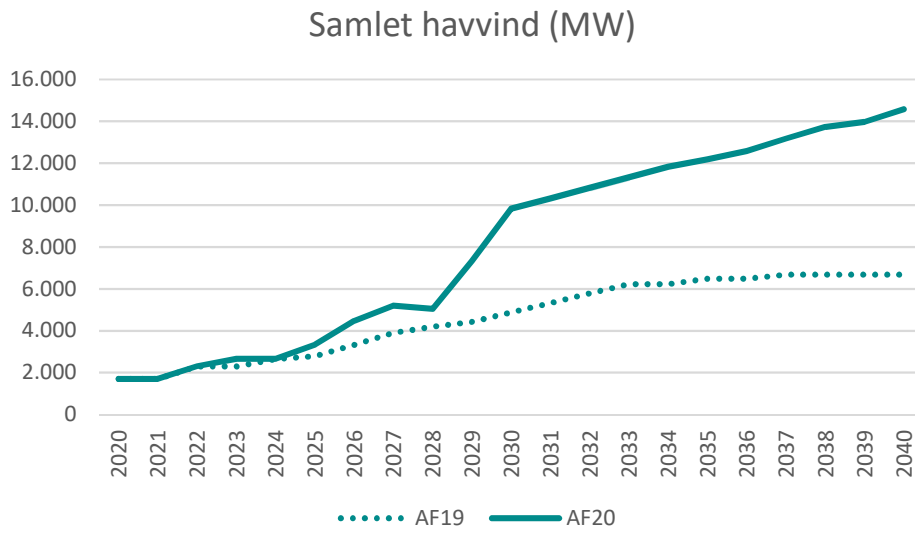
Omfanget af udbygning med ekstra endnu ikke besluttede parker samt typen af nettilslutning for disse er ligeledes forbundet med stor usikkerhed. Energistyrelsen anbefaler derfor, at Energinet supplerer AF20 med følsomhedsanalyser på forskellige løsninger for nettilslutning. Selvom Nordsøen har langt det største potentiale for udbygning, kan Energinet supplere AF20 med følsomheder på andre geografiske placeringer.

I Klimaaftalen for energi og industri af 22. juni 2020 fremgår det, der skal etableres to energigøer, under betingelse af, at projekterne er rentable. I Energinets anvendelse af AF20 til analyser af energigøerne og disses konsekvenser for infrastruktur og forsyningssikkerhed, kan det til visse analyser være nødvendigt at supplere AF20 med følsomhedsberegninger. Disse følsomhedsberegninger skal skabe øget transparens, ved at Energinet kan tydeliggøre hvilke behov i det interne net og hvilken betydning for effekttilstrækkeligheden, der kan henføres til etablering af energigøerne. Til Energinets følsomhedsberegninger uden etablering af energigøer med tilhørende udlandsforbindelser, skal Energinet anvende forudsætningerne i tabellen herunder vedr. park 3 fra Energiaftale 2018 samt alle ekstra endnu ikke besluttede parker. Øvrige forudsætninger for havvind er uændrede.

Park	Placering	Startår	Slutår	Indfasning	Udfasning	Kapacitet (MW)	Fuldlasttimer (MWh /MW)
EA2018 Park 3 (2029)	DK1	2029	2059	25%	75%	500	4.575
EA2018 Park 3 (2030)	DK1	2030	2060	75%	25%	500	4.575
AF20 Ekstra 1	DK2	2029	2059	25%	75%	500	4.575
AF20 Ekstra 1	DK2	2030	2060	75%	25%	500	4.575
AF20 Ekstra 2	DK1	2031	2061	25%	75%	500	4.575
AF20 Ekstra 2	DK1	2032	2062	75%	25%	500	4.575
AF20 Ekstra 3	DK2	2033	2063	25%	75%	500	4.650
AF20 Ekstra 3	DK2	2034	2064	75%	25%	500	4.650
AF20 Ekstra 4	DK1	2035	2065	25%	75%	600	4.650
AF20 Ekstra 4	DK1	2036	2066	75%	25%	600	4.650
AF20 Ekstra 5	DK1	2037	2067	25%	75%	600	4.675
AF20 Ekstra 5	DK1	2038	2068	75%	25%	600	4.675
AF20 Ekstra 6	DK1	2039	2069	25%	75%	600	4.675
AF20 Ekstra 6	DK1	2040	2070	75%	25%	600	4.675

Ændringer i forhold til AF19

Metoden i AF20 er grundlæggende den samme som i AF19, dog forudsættes en mere jævn udbygning med større parker for så vidt angår ekstra endnu ikke besluttede parker. Figuren herunder viser samlet kapacitet af havvind i hhv. AF20 og AF19. Forskellen skyldes primært et højere elforbrug i AF20, der antages dækket med havvind, samt etableringen af de to energigøer. En lille del af forskellen skyldes endvidere en opdateret vurdering af udbygning med parker efter åben-dør ordningen. Herudover er metoden justeret en smule, så udbygningen med endnu ikke besluttede parker antages mere jævn og med større parker i AF20.



Figur 1: Samlet havvind i AF19 og AF20 (MW).