



## Klimastatus og –fremskrivning 2022 (KF22): Landvind

Forudsætningsnotat nr. 8B  
Opdateret april 2022

**Kontor/afdeling**  
Systemanalyse

**Dato**  
04-05-2022

**J nr.** 2021-15863

IMRN / MIS

### Indholdsfortegnelse

1. KF22 forløbet frem mod 2035 .....	2
2. Metode og antagelser bag KF22 forløbet .....	3
2.1 Generelle antagelser og metode .....	3
2.2 Frozen policy antagelser til KF22 .....	6
3. Kvalificering af KF22 forløbet.....	9
3.1 Sammenligning med KF21 .....	9
3.2 Usikkerhed .....	10
3.3 Planlagt udvikling fremadrettet.....	11
4. Kilder .....	11
5. Bilag .....	12

*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 fastfrosset" fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet ud over dem, som Folketinget har besluttet før 1. januar 2022 eller som følger af bindende aftaler. For yderligere information om frozen policy tilgangen, se KF22 forudsætningsnotatet om Principper for frozen policy.*

*Der blev i december 2021 indgået aftale om omlægning af testpladser på Høvsøre, således at antallet af pladser reduceres mod at der tillades højere møller. Dette indgår ikke i KF22, da den egentlige udmøntning af aftalen afventer igangværende undersøgelser.*

**Energistyrelsen**

Carsten Niebuhrs Gade 43  
1577 København V

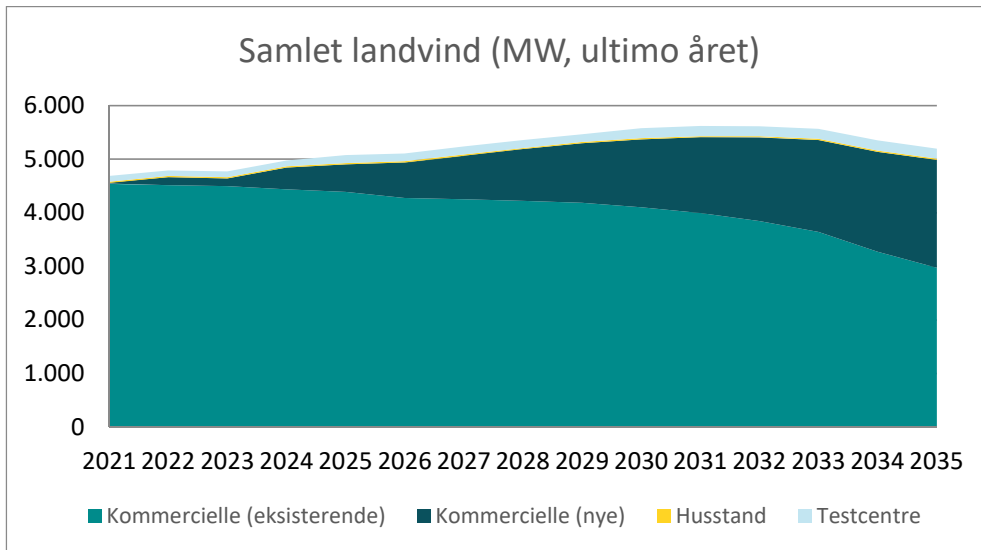
T: +45 3392 6700  
E: ens@ens.dk

www.ens.dk

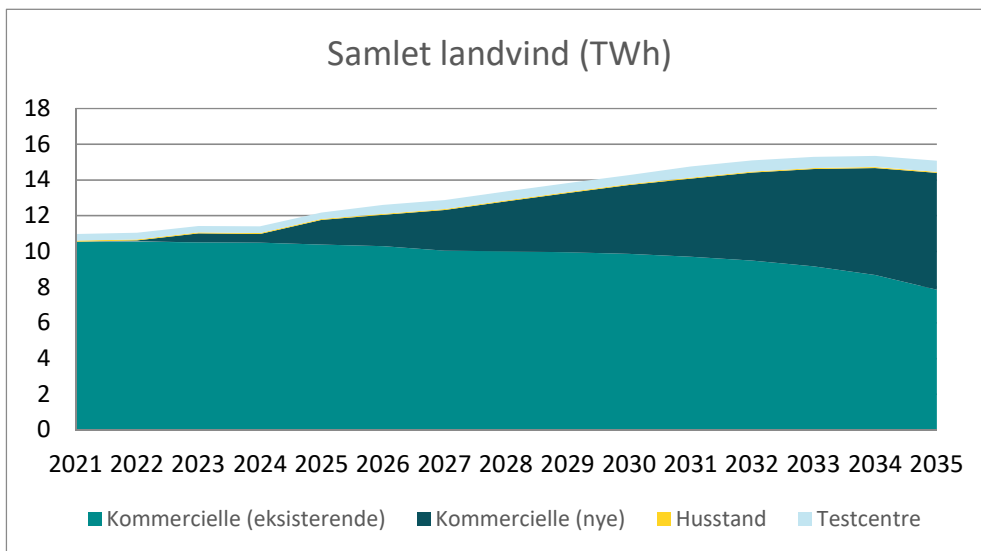


## 1. KF22 forløbet frem mod 2035

Figureerne herunder viser den samlede udvikling i kapacitet for og produktion fra landvind i KF22. Der forudsættes en stigning i både kapacitet og produktion frem mod 2035.



Figur 1: Samlet landvindkapacitet i KF22 (MW).



Figur 2: Samlet produktion fra landvind i KF22 (TWh). Figuren er baseret på antagne fuldlasttimer. De endelige fuldlasttimer i KF22 kan afvige herfra, hvis modelberegningerne viser behov for nedregulering.



Følgende opdateringer er foretaget eller vil blive foretaget sammenlignet med KF21:

- Fuldlasttimer for eksisterende møller bliver opdateret med nyeste statistik ultimo januar 2022.
- Udbygning med kommercielle møller på kort sigt er opdateret med nyeste viden om projekter i pipeline samt kvantificering af usikkerhed om niveau for producentbetaling fra 2023.
- Metode for udbygning på testcentre er opdateret, således at fremskrivningen tager hensyn til stadig stigende møllekapaciteter, da møllerne, som opstilles på testcentre, får stadigt større kapacitet.

## 2. Metode og antagelser bag KF22 forløbet

### 2.1 Generelle antagelser og metode

Forudsætninger for landvind skelner mellem kommercielle møller, forsøgsmøller opstillet på testcentre og husstandsmøller.

Ved eksisterende kommercielle møller forstås møller på land ekskl. forsøgsmøller opstillet på testcentre og husstandsmøller. Forsøgsmøller opstillet uden for testcentre medregnes under kommercielle møller.

Ved forsøgsmøller opstillet på testcentre forstås møller på land opstillet på et af de to nationale testcentre, Østerild og Høvsøre.

Ved husstandsmøller forstås møller på land med en kapacitet på mindre end eller lig med 25 kW. Husstandsmøller udgør en meget lille del af den samlede landvindkapacitet.

#### *Kommercielle møller*

##### **Levetider for eksisterende og nye møller**

Tidspunktet for hvornår en mølle tages ned afhænger af den økonomiske levetid. Når en mølle er ude af en given tilskudsordning er der to forhold, der afgør, om den nedtages. For det første vil forholdet mellem den forventede fremtidige markedspris på el og de forventede fremtidige omkostninger til drift og vedligehold afgøre, hvorvidt det kan betale sig at holde liv i møllen eller om det bedre kan betale sig at tage den ned. For det andet afhænger det af, hvorvidt en mølle "står i vejen" for et fremtidigt mølleprojekt, da en del af møllerne netop tages ned for at gøre plads til nye møller. For så vidt angår antagelser om levetider for eksisterende møller skelnes der derfor mellem møller opstillet inden for og uden for et område, hvor der potentielt kan opstilles nye møller.



Antagelser om levetider for eksisterende møller baseres i lighed med KF21 på analysen udarbejdet til Basisfremskrivning (BF20) og Analyseforudsætninger til Energinet (AF20), og der henvises derfor til notater herom for en uddybning af forudsætningerne (Energistyrelsen, Landvindanalyser, 2020). Antagelserne fremgår af tabellen herunder og anvendes for møller opstillet til og med 2020.

*Tabel 1: Antagelser om levetider for møller opstillet til og med 2020.*

Nr.	Størrelse	Placering	Antaget levetid (år)
1	<= 599 kW – Vestas 225 kW	Inden for potentielt nyt område	35
2		Uden for potentielt nyt område	40
3	<= 599 kW – Øvrige møller	Inden for potentielt nyt område	30
4		Uden for potentielt nyt område	35
5	600-1499 kW	Inden for potentielt nyt område	35
6		Uden for potentielt nyt område	40
7	>= 1500 kW	Inden for potentielt nyt område	25
8		Uden for potentielt nyt område	25

Levetider for nye møller opstillet fra 2021 og frem baseres på data fra Energistyrelsens Teknologikatalog (Energistyrelsen, Teknologikatalog, 2020), jf. tabellen herunder. Levetiden for nye møller kan afvige fra levetiden for eksisterende møller. Det skyldes primært, at teknologien nu er mere moden og der derfor findes større viden om levetiden af de forskellige komponenter.

*Tabel 2: Antagelser om levetider for møller opstillet fra 2021 og frem.*

Periode	Levetid (år)
2021-2030	27
2031-2035	30

### Produktion fra eksisterende og nye møller

Forventet elproduktion beregnes på baggrund af antagelser om årlige fuldlasttimer.

#### Møller opstillet til og med 2020

For møller opstillet til og med 2020 anvendes observerede årlige fuldlasttimer, der er normeret ift. et normalt vindår og afrundet til nærmeste 50. Så vidt muligt er der anvendt et gennemsnit af de seneste 10 år (2012-2021)<sup>1</sup>. Fuldlasttimerne er beregnet for de 8 kategorier anvendt ift. antagelser om levetid, men med en yderligere opdeling på Østdanmark (DK2) og Vestdanmark (DK1), altså 16 kategorier i alt. Fuldlasttimerne fremgår af tabellen herunder.

<sup>1</sup> Kun år med fuld produktion anvendes.

*Tabel 3: Antagelser om fuldlasttimer for møller opstillet til og med 2020.*

Nr.	Størrelse	Placering ift. levetid	Placering ift. geografi	Fuldlasttimer (MWh/MW)
1	<= 599 kW – Vestas	Inden for potentielt område	DK1	2.350
			DK2	2.300
2	225 kW	Uden for potentielt område	DK1	2.250
			DK2	1.750
3	<= 599 kW – Øvrige møller	Inden for potentielt område	DK1	1.750
			DK2	1.700
4		Uden for potentielt område	DK1	1.750
			DK2	1.600
5	600-1.499 kW	Inden for potentielt område	DK1	1.800
			DK2	1.950
6		Uden for potentielt område	DK1	1.950
			DK2	1.800
7	>= 1.500 kW	Inden for potentielt område	DK1	2.700
			DK2	2.950
8		Uden for potentielt område	DK1	2.500
			DK2	2.850

#### Møller opstillet fra 2021 og frem

For møller opstillet fra 2021 og frem baseres årlige fuldlasttimer på Energistyrelsens Teknologikatalog. Der skelnes ikke mellem møller i Østdanmark og Vestdanmark, da der ikke indgår data herom i teknologikataloget. Fuldlasttimerne fremgår af tabellen herunder.

*Tabel 4: Antagelser om fuldlasttimer for møller opstillet fra 2021 og frem.*

Periode	Fuldlasttimer (MWh/MW)
2021-2025	3.400
2026-2030	3.500 <sup>2</sup>
2031-2035	3.600

<sup>2</sup> Data for 2025 er ikke en del af teknologikataloget, hvorfor gennemsnittet af 2020 og 2030 er anvendt.



### *Forsøgsmøller på testcentre*

#### **Produktion fra eksisterende og nye møller**

Forventet elproduktion beregnes på baggrund af antagelser om årlige fuldlasttimer. Møller på testcentre driftes ikke som almindelige kommercielle møller, og der vil bl.a. også være kortere eller længere perioder, hvor der foretages udskiftninger af vindmøller på testpladserne. Det er derfor svært at anvende såvel historiske observerede fuldlasttimer som data fra eksempelvis Energistyrelsens Teknologikatalog. I stedet anvendes en simpel antagelse om 3.400 årlige fuldlasttimer for møller på de to testcentre, svarende til den antagelse, der ligger til grund for beregninger relateret til tilskudspuljen for forsøgsmøller på testcentre.

### *Husstandsmøller*

#### **Produktion fra eksisterende og nye møller**

Forventet elproduktion beregnes på baggrund af antagelser om årlige fuldlasttimer. Produktionen fra husstandsmøllerne baseres på en antagelse om 2.385 årlige fuldlasttimer baseret på observerede fuldlasttimer. Antagelser er uændret ift. KF21.

## **2.2 Frozen policy antagelser til KF22**

### *Kommercielle møller*

#### **Udbygning med nye møller**

Udbygning med nye møller forventes at ske enten via de teknologineutrale udbud<sup>3</sup>, eller på markedsvilkår, herunder med aftaler om afsætning af hele eller dele af produktionen i såkaldte PPA'er (Power Purchase Agreement). Information om PPA'er er dog vanskelig at få konkret indblik i, fordi der er tale om bilaterale aftaler, der indeholder forretningshemmeligheder fra aktørerne. Det er derfor ikke muligt at estimere en eksakt udbygning som følge af indgåelse af PPA'er, og PPA'er indgår derfor i en samlet vurdering af udbygningen med nye møller. Det bemærkes, at når der ses mere end et par år frem i tiden, er udbygningen forbundet med væsentlig usikkerhed.

#### **Udbygning på kort sigt (2022-2025) ekskl. forsøgsmøller uden for testcentre**

Udbygning i årene 2022-2023 baseres på projekter, der har indgået aftale om nettilslutning. De konkrete projekter fremgår af tabellen herunder. Der blev ikke afholdt udbud i 2020 og i forbindelse med 2021-udbuddet modtog Energistyrelsen ingen bud.

---

<sup>3</sup> Med klimaaftale for energi og industri mv. af 22 juni 2020 er der reserveret midler til teknologineutrale udbud i 2021-2024. Med aftalen blev det desuden besluttet at igangsætte en analyse af markedets udvikling for at afklare, om der fortsat er behov for teknologineutrale udbud efter 2021. Analysearbejdet er igangværende.



*Tabel 5: Projekter, der har indgået aftale om nettilslutning.*

Projekt	Antagelser	Udvikler	Placering	MW
Overgaard III	Antages etableret i forlængelse af Overgaard I og II og medregnes fra primo 2023.	Wind Estate A/S & Eurowind Energy A/S	Randers (DK1)	36,0
Thyborøn Havn	Antages etableret i 2022 og medregnes fra primo 2023.	Thyborøn Sydhavns Møllelaug I/S	Lemvig (DK1)	7,0
Greenlab vind	Forventes etableret i 2022 og medregnes fra primo 2023.	GreenLab Skive Vind ApS	Skive (DK1)	54,6

Med klimaaftalen af 22. juni 2020 blev det besluttet at indføre lovgivning, der muliggør, at netvirksomhederne og Energinet kan opkræve geografisk differentierede tilslutningsbidrag og indfødningsstariffer (producentbetaling). Det forventes, at Energinet og netvirksomhederne vil introducere producentbetalingen i 2023. Usikkerhed omkring niveauerne for tilslutningsbidrag og indfødningsstariffer betyder, at endelig beslutning om investering i nye projekter er forbundet med større usikkerhed indtil niveauet for producentbetaling er kendt, hvilket forventeligt sker i løbet af 2022. På baggrund heraf forventes en midlertidig nedgang i udbygningen i 2022-2023. Projekterne i pipeline forventes dog etableret på et senere tidspunkt og indgår i udbygningen i 2024-2025.

Udbygning i årene 2024-2025 (medregnes fra primo 2025 og 2026) baseres på øvrige projekter i pipeline med en vedtaget lokalplan eller lokalplansforslag. Ultimo januar 2022 svarer det til ca. 340 MW, der fordeles mellem de to år på baggrund af, hvor langt projekterne er i planlægningsprocessen. Projekter, der er længst i planlægningsprocessen, etableres først. Antaget fordeling mellem etablering i 2024 og 2025 samt geografisk fordeling mellem Vest- (DK1) og Østdanmark (DK2) fremgår af tabellen herunder.

*Tabel 6: Projekter i pipeline, der antages etableret i 2024-2025.*

År	Placering	MW (afrundet til nærmeste 10)
2024	DK1	150
2024	DK2	80
2025	DK1	110
2025	DK2	0



### Udbygning på længere sigt (fra 2026 og frem) ekskl. forsøgsmøller uden for testcentre

Udbygning på længere sigt er forbundet med stor usikkerhed. I lighed med KF21 antages en gennemsnitlig udbygning på 150 MW årligt. Møllestørrelser baseres på data fra Energistyrelsens Teknologikatalog (Energistyrelsen, Teknologikatalog, 2020), hvilket giver en udbygning målt i antal som angivet i tabellen herunder.

*Tabel 7: Antagelser om årlig udbygning fra 2026 og frem (medregnes fra primo 2027 og frem).*

Periode	Årlig udbygning (MW)	Møllestørrelse (MW/mølle)	Årlig udbygning, afrundet til nærmest 5 (stk.)
2026-2030	150	4,5	35
2031-2035	150	5,0	30

Den geografiske placering er forbundet med stor usikkerhed. Der antages en fordeling med 80 pct. i Vestdanmark (DK1) og 20 pct. i Østdanmark (DK2) baseret på historisk fordeling og relevante projekter i pipeline.

### Udbygning med forsøgsmøller uden for testcentre

Udbygning med forsøgsmøller uden for testcentre baseres på de aftalte puljer for årene 2020-2022. Antagelserne fremgår af tabellen herunder. For puljerne i 2021-2022 vides det endnu ikke, om projekterne vil blive opstillet i DK1 eller DK2. Projekterne antages dog at blive opstillet i DK1, da alle forsøgsmøller fra 2018-2020 opstilles i DK1.

*Tabel 8: Antagelser om udbygning med forsøgsmøller uden for testcentre (medregnes fra primo 2023-2025).*

Pulje	Placering	Kapacitet (MW)
2020	DK1	30
2021	DK1	0 <sup>4</sup>
2022	DK1	30

Med klimaaftalen af 22. juni 2020 blev det besluttet, at reservere midler til støtte til forsøgsmøller i 2022-24 for at styrke forskning- og udviklingsaktiviteter inden for vindenergi. Det er dog endnu ikke fastlagt, hvordan test af vindmøller skal støttes fra 2023. Det antages derfor, at puljerne fra 2023 og frem håndteres som en del af den generelle udbygning med kommercielle møller. Dette er en beregningsteknisk metodeantagelse, da der endnu ikke foreligger en politisk aftale omkring støtte til forsøgsmøller uden for testcentre efter 2022. Metoden er uændret ift. KF21.

<sup>4</sup> Puljen var på 30 MW men Energistyrelsen modtog ingen ansøgninger.





### *Forsøgsmøller på testcentre*

For så vidt angår forsøgsmøller på testcentrene, Østerild og Høvsøre, blev det ligeledes, med klimaaftalen af 22. juni 2020 besluttet, at reservere midler til støtte til forsøgsmøller i 2022-24 for at styrke forskning- og udviklingsaktiviteter inden for vindenergi. Det er dog endnu ikke fastlagt, hvordan test af vindmøller skal støttes fra 2023. Da der således ikke foreligger en politisk aftale for forsøgsmøller inden for de nationale testcentre efter 2022, vil der også her skulle foretages en beregnings-teknisk metodeantagelse for disse møller.

Beregningsteknisk baseres fremskrivningen på antal testpladser og antaget gennemsnitlig møllestørrelse pr. testcenter. På Østerild testes en blanding af land- og havmøller, mens der på Høvsøre alene testes landmøller. Den gennemsnitlige møllestørrelse er derfor lavere på Høvsøre end på Østerild.

Det bemærkes, at selv med en tidshorisont, der strækker sig ganske få år frem i tiden, er udbygningen forbundet med væsentlig usikkerhed. På begge centre antages der en gradvis indfasning af større møller. Antagelserne, der skeler til udviklingen i møllestørrelser i Energistyrelsens Teknologikatalog (Energistyrelsen, Teknologikatalog, 2020), fremgår af tabellen herunder. Da der på testcentrene vil være kortere og længere perioder, hvor der skiftes ud i møllerne på standene, vil kapacitetsudnyttelse være behæftet med betydelig usikkerhed.

*Tabel 9: Antagelser om forsøgsmøller på testcentre.*

	<b>Antal pladser (stk.)</b>	<b>Gennemsnitlig møllestørrelse (MW/mølle)</b>	<b>Kapacitet (MW, afrundet til nærmeste 10)</b>
Østerild (2022-2025)	9	8	70
Østerild (2026-2030)	9	12	110
Østerild (2031-2035)	9	16	140
Høvsøre (2022-2025)	7	5,0	40
Høvsøre (2026-2030)	7	5,5	40
Høvsøre (2031-2035)	7	6,0	40

### *Husstandsmøller*

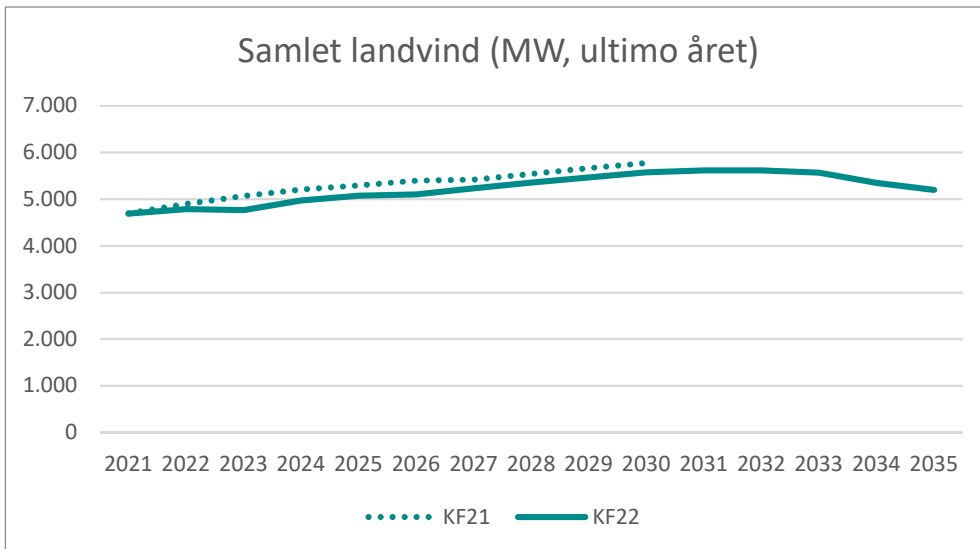
Husstandsmøller udgør en meget lille del af den samlede landvindkapacitet. Der er i dag ca. 22 MW installeret, hvilket antages at stige med ca. 0,1 MW årligt i hele fremskrivningsperioden.

## **3. Kvalificering af KF22 forløbet**

### **3.1 Sammenligning med KF21**

Figuren herunder viser den samlede kapacitet for landvind i hhv. KF22 og KF21. Kapaciteten er opgjort ultimo året, dvs. at den udvidede kapacitet indgår i det år,

den etableres. I 2030 ligger de to fremskrivninger på næsten samme niveau og de små forskelle, der er mellem KF22 og KF21, skyldes en lavere udbygning på kort sigt i KF22 sammenlignet med KF21, som følge af opdateret viden om projekter i pipeline.



Figur 3: Samlet kapacitet fra landvind i KF21 og KF22 (MW).

### 3.2 Usikkerhed

Levetiden for eksisterende kommercielle møller er forbundet med usikkerhed og har samtidig stor betydning for udfasningen af disse møller. Energistyrelsens bud på parametervariationer af levetiden, som er uændret ift. BF20 og KF21, fremgår af tabellen herunder.

Tabel 10: Parametervariationer af levetiden for eksisterende kommercielle møller.

Nr.	Størrelse	Placering	Lavere levetid	KF22	Højere levetid
1	<= 599 kW – Vestas 225 kW	Inden for potentielt område	30	35	40
2		Uden for potentielt område	35	40	45
3	<= 599 kW – Øvrige møller	Inden for potentielt område	30	30	35
4		Uden for potentielt område	30	35	40
5	600-1499 kW	Inden for potentielt område	30	35	40
6		Uden for potentielt område	35	40	45
7	>= 1500 kW	Inden for potentielt område	25	25	30
8		Uden for potentielt område	25	25	30



Udbygningen på længere sigt er forbundet med usikkerhed. På den ene side har den faktiske udbygning i løbet af de sidste få år ligget på et lavere niveau end de foregående 5-10 år. Samtidig er udbygningen generelt forbundet med væsentlig usikkerhed når der ses mere end et par år frem i tiden.

Landspolitiske uafhængige faktorer, såsom øget modstand i lokalområdet og lavere markedsværdi på elmarkedet, kan også have en negativ effekt på, hvor mange udviklere, der kan realisere deres projektportefølje og i hvilket omfang.

På den anden side kan den øgede bevågenhed om klimadagsorden have en positiv effekt helt ned på kommunalt niveau, hvor eksempelvis flere midler til behandling af projektansøgninger og større kommunalpolitisk velvilje til at godkende projekter, kan have en positiv effekt på udbygningen. Med *Aftale om finansloven for 2022* er det besluttet, at oprette en akutupakke til grøn myndighedsbetjening med sigte på en bedre og hurtigere samlet myndighedsbetjening af sager vedrørende grøn omstilling med fokus på vedvarende energi. Myndighedsbetjeningen i Miljøstyrelsen, Energistyrelsen og Nævnenes hus bliver styrket. Samtidig er det med *Aftale om finansloven for 2022* også politisk besluttet, at der skal udarbejdes et redskabskatalog, der kan styrke udbygningen af sol og vind på land i forhold til klimafremskrivningen 2021. Redskabskataloget skal udarbejdes i dialog med KL.

### 3.3 Planlagt udvikling fremadrettet

Frem mod KF23 vil der blive set nærmere på metoden til beregning af fuldlasttimer for eksisterende møller. Det skyldes, at den modhandel der i dag finder sted mellem Energinet og den tyske TSO TenneT sker ved specialregulering, som bl.a. indbefatter, at elproduktion fra danske vindmøller nedreguleres. Fra Energinets side er der dog en forventning om, at den kommende nye markedsmode for modhandel vil betyde mindre nedregulering af danske vindmøller og dermed højere fuldlasttimer end observeret de seneste år.

## 4. Kilder

(Energistyrelsen, Landvindanalyser, 2020).

Fremskrivning af antal vindmøller på land: [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/udfasning\\_af\\_eksisterende\\_vindmoeller\\_paa\\_land.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/udfasning_af_eksisterende_vindmoeller_paa_land.pdf)

EMDs analyse: [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/bilag\\_1\\_-\\_rapport\\_fra\\_emd\\_international\\_as.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/bilag_1_-_rapport_fra_emd_international_as.pdf)

Landvind-potentialemodellen: [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/beskrivelse\\_af\\_potentialemodellen\\_for\\_landvind.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/beskrivelse_af_potentialemodellen_for_landvind.pdf)

(Energistyrelsen, Teknologikatalog, 2020).

[https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology\\_data\\_catalogue\\_for\\_el\\_and\\_dh.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_el_and_dh.pdf)

## 5. Bilag

Figuren herunder viser udviklingen i antal møller. Selvom KF22 kun går til 2035 er fremskrivningen udarbejdet til 2040, da loftet på maksimalt 1.850 landmøller gælder for 2040.

Figur 4: Udvikling i antal møller på land.

