



Notat

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
5. maj 2020

J nr. 2019-97769

/IMRN

Fremskrivning af antal vindmøller på land

Indhold

Indledning og afgrænsning	2
Konklusion.....	2
Nedtagning af eksisterende møller	3
Hvad driver nedtagningen?	3
Hvor gamle bliver møllerne?	4
EMD's analyse	4
Møller der "står i vejen" for nye projekter (repower-analyse)	6
Potentialemodellen	6
Antagelser om levetid	6
Udvikling frem mod 2050.....	8

Vedlagte bilag:

1) Konsulentrapport udarbejdet af EMD International A/S for Energistyrelsen, maj 2019. "Driftsomkostninger for ældre vindmøller".

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

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

www.ens.dk



Indledning og afgrænsning

Dette notat beskriver de forudsætninger, der er lagt til grund for en opdateret fremskrivning af nedtagning af eksisterende møller på land. Notatet udgør baggrundsmateriale til Energistyrelsens fremskrivninger til brug for blandt andet Basisfremskrivning og Analyseforudsætninger til Energinet. Notatet omhandler alene udfasning af eksisterende møller på land, mens udbygning med nye møller beskrives i dokumentationen hørende til Basisfremskrivning og Analyseforudsætninger til Energinet.

Fremskrivningen er eksklusiv husstandsmøller¹ samt forsøgsmøller inden for de nationale testcentre. Det skyldes, at fokus i dette notat er sammenhængen til det med Energifaite 2018 aftalte loft på maksimalt 1.850 landmøller i 2030, hvor husstandsmøller samt møller på testcentre er undtaget.

Fremskrivninger der rækker frem til 2030 og længere er behæftet med væsentlig usikkerhed, uanset hvor detaljerede analyser der lægges til grund for forudsætningerne. Fremskrivningen består derfor af et bedste bud suppleret med et sandsynligt udfaldsrum udarbejdet på baggrund af følsomhedsberegninger på de mest betydende parametre ift. loftet på maksimalt 1.850 møller i 2030, i dette tilfælde levetiden for eksisterende møller.

I det følgende er forudsætninger og resultater beskrevet for perioden frem til 2050 for ikke kun at vise forventet antal i 2030, men også vise et forventet langsigtet niveau.

Konklusion

Energistyrelsen har udarbejdet en opdateret fremskrivning af nedtagning af møller på land. Fremskrivningen er dels baseret på konklusionerne i en ny konsulentrapport om driftsomkostninger og levetid for eksisterende møller udarbejdet af EMD International A/S (EMD) for Energistyrelsen. Og dels baseret på Energistyrelsens egne analyser.

Rapporten fra EMD konkluderer, at møllerne kan forventes at være i drift i mange år endnu, medmindre de nedtages for at gøre plads til nye projekter (repower). Det betyder, at levetiden for eksisterende møller er opjusteret væsentligt sammenlignet med seneste fremskrivninger, herunder den fremskrivning der lå til grund for Energifaite 2018. Tidligere blev der regnet med en gennemsnitlig levetid på ca. 28 år for møller opstillet til og med 2007 og 25 år for møller opstillet fra 2008. Levetiden afhænger nu af møllestørrelse og placering og ligger inden for 25-40 år afhængig heraf. Det giver en gennemsnitlig levetid på ca. 35 år for eksisterende møller².

¹ Møller med en kapacitet på mindre end eller lig med 25 kW.

² Målt ift. antal. Målt ift. kapacitet (MW) er tallet ca. 32 år.

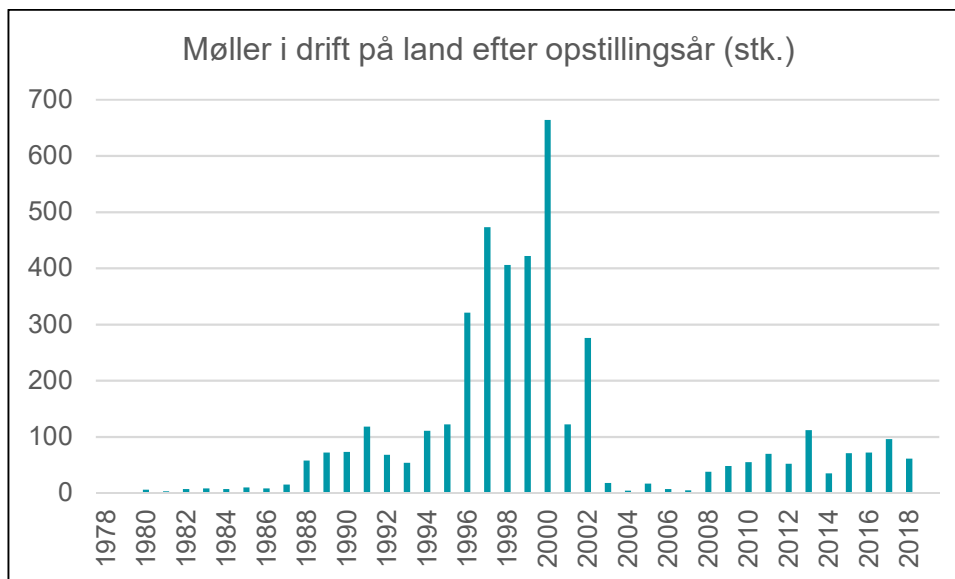


På baggrund af opjustering i forventede levetider er det Energistyrelsens vurdering, at det bliver svært at nå loftet på maksimalt 1.850 møller i 2030. Det bemærkes dog, at man med en udbygningstakt svarende nogenlunde til de seneste 10 år på den lange bane vil nå et niveau svarende til eller under loftet.

Nedtagning af eksisterende møller

Ved udgangen af august 2019³ var der ca. 4.200 møller i drift, hvilket fremgår af figuren herunder fordelt efter opstillingsår. Bruttoudbygningen har i nogle perioder været høj mens den i andre perioder har ligget næsten helt stille. I perioden 1996-2002 blev der i gennemsnit sat knap 430 møller op årligt, mens der er i en efterfølgende periode fra 2003-2007 næsten ikke blev sat nye møller op. De seneste 10 år er der i gennemsnit sat ca. 65 møller op årligt svarende til ca. 200 MW årligt.

15 % af de møller der er i drift i dag er 25 år eller ældre, mens hele 56 % er 20 år eller ældre. Af de møller, der er i drift i dag, udgør møller opstillet i perioden 1996-2002 64 %. Levetiden for denne gruppe af møller har således afgørende betydning for, hvornår den største nedtagning kan forventes at ske.



Figur 1: Eksisterende møller på land (stk.).

Hvad driver nedtagningen?

Tidspunktet for hvornår en mølle tages ned afhænger af den økonomiske levetid. Når en mølle er ude af en given tilskudsordning er det forholdet mellem den forventede fremtidige markedspris på el og de forventede fremtidige omkostninger til drift og vedligehold, der afgør hvorvidt det kan betale sig at holde liv i møllen. Samtidig afhænger det af hvorvidt en mølle "står i vejen" for et fremtidigt

³ Det stamdatasæt, der er anvendt til fremskrivningen. Der er kun sket få ændringerne siden, som ikke har betydning for fremskrivningens resultater.



mølleprojekt, da en stor del af møllerne netop tages ned for at gøre plads til nye møller (repower).

Hvor gamle bliver møllerne?

Energistyrelsen har de seneste år baseret antagelserne om levetid for møller opstillet til og med 2007 på en analyse udarbejdet af Energinet i 2016⁴. Analysen resulterede i en gennemsnitlig levetid for bestanden af møller opstillet til og med 2007 på ca. 28 år. Energistyrelsen opdaterer med jævne mellemrum antagelserne om forventet levetid og da Energinets analyse efterhånden har nogle år på bagen, har Energistyrelsen bedt EMD International A/S (EMD) udarbejde en analyse af forventede driftsomkostninger og levetider for eksisterende møller på land.

EMD's analyse

Analysen er udarbejdet pba. interviews med branchen:

- Aktører, der ejer og driver mange ældre møller
- Vestas, der servicerer en del ældre møller for private ejere
- Servicefirmaer, der servicerer mange ældre møller for ejere

I analysen inddeles eksisterende møller på land i tre kategorier baseret på møllens størrelse - medium (<599 kW), large (600-1499 kW) og x-large (\geq 1500 kW). I analysen er der fokus på kategorien large samt Vestas 225 kW møller, eftersom denne gruppe af møller hovedsageligt er opstillet i årene 1996-2002, og har stor betydning for udviklingen i antal møller på land frem mod 2030.

Analysen er baseret på vurderinger vedr. de væsentligste mølletyper, defineret som møller hvor der er minimum 75 stk. i drift. Der udarbejdes vurdering af driftsomkostninger for to forskellige driftskoncepter, intern og ekstern drift, hvoraf intern drift skønnes at udgøre omkring 20% af alle møller og 15% af kategorien large. Ved intern drift varetager mølleejers selv driften, mens mølleejers ved ekstern drift hyrer et eksternt servicefirma til at varetage driften.

Det kræver et vist volumen at have intern drift, idet intern drift er karakteriseret ved et stort reservelager, længere levetid på komponenter, selvforsikrede, færre omkostninger til administration og god adgang til uddannede serviceteknikere. Derudover har læringsprocessen med gradvis optimering af driften ført til faldende omkostninger. Det betyder, at møller der drives med intern drift har lavere driftsomkostninger, hvilket kan ses i tabellen herunder, der viser driftsomkostninger i øre/kWh efter ca. 20 års drift. Driftsomkostningerne ligger i spændet fra ca. 4-11 øre/kWh, hvor det ses, at jo mere effektiv møllen er (jo højere kapacitetsfaktor den har) des lavere er omkostningerne. De analyserede møller ligger med en gennemsnitlig kapacitetsfaktor på ca. 23% svarende til ca. 2.000 årlige fuldlasttimer.

⁴ <https://energinet.dk/Analyse-og-Forskning/Analyser/RS-Analyse-Juni-2016-Nedtagning-af-gammel-landvind> (Analyse - Nedtagning af gamle landmøller (2016)).



Kapacitetsfaktor	kWh/kW	Ekstern drift	Intern drift
20%	1.752	11,0	6,5
25%	2.190	8,8	5,1
30%	2.628	7,3	4,3

Tabel 1: Driftsomkostninger ved forskellige driftskoncepter (øre/kWh).

Det bemærkes, at analysen ikke tager højde for at der for en del af møllerne (dog langt fra alle) vil skulle forhandles ny jordlejekontrakt efter 25-30 år, hvor udlejer reelt kan forlange det han har lyst til for jorden. Mange af de gamle møller er dog opstillet på selvejet grund (udmatrikuleret), men det kan blive en joker for nogle møller.

Adgang til billige reservedele kan, hvis møllerne lever længe, blive en anden joker for nogle mølletyper. EMD vurderer, at dette nok vil føre til at de ringest producerende møller nedtages og bruges til reservedele.

En tredje joker er den fremtidige elpris i elmarkedet. Hvis elprisen igen bliver meget lav som i 2015 (15 øre/kWh) kan det få betydning for levetiden, men intet tyder pt. på at vi varigt er på vej helt derned igen.

Rapporten konkluderer således, at der er god økonomi i at holde liv i møllerne og at det som udgangspunkt ikke vil være pga. driftsøkonomien, at møllerne evt. nedtages. For møller med ekstern drift vil det være mere sandsynligt at de sælges til firma med intern drift end at de nedtages.

Rapporten konkluderer endvidere at levetider op mod 50 år ikke vurderes problematisk og at det sandsynligvis vil være fundamentene, der sætter begrænsningen.

For møller under 600 kW vurderes det dog, at man vil se en hel del blive pillet ned de kommende år, dette er dog ikke vurderet nærmere i rapporten.

Rapporten fra EMD er vedlagt som bilag 1 til notatet.

Kvalitetstjek af Nordic Wind Consultants (NWC)

Da konklusionerne i rapporten fra EMD afviger væsentligt fra tidligere forventninger har Energistyrelsen bedt Nordic Wind Consultants (NWC) kvalitetstjekke EMD's analyse. NWC er enig i rapportens konklusioner, men påpeger at det ikke vil være alle møller, der lever til de bliver 50 år. NWC vurderer en gennemsnitlig levetid på lige under 40 år.



Møller der "står i vejen" for nye projekter (repower-analyse)

Som supplement til EMD's analyse har Energistyrelsen udarbejdet en analyse af levetiden for de møller, der er nedtaget de seneste 5 år, og som er nedtaget for at gøre plads til nye projekter, det vil sige nedtaget pga. repower.

Analysen viser, at over 60% af møller nedtaget siden 2014, er nedtaget for at gøre plads til nye projekter. Analysen viser også, at disse møller har en levetid, der er 5 år kortere end øvrige nedtagne møller. På baggrund heraf antages potentielle repower-møller at have en levetid der er 5 år lavere end øvrige møller.

Potentialemodellen

Med Energistyrelsen potentialemodel for landvind i Danmark er der udarbejdet en opdateret vurdering af potentielle områder for fremtidige placeringer af møller.

Modellens resultater kan bruges til at beskrive et potentiale opgjort som antal møller eller kapacitet, baseret på moderne møllers fysiske karakteristika, og estimerer dermed ikke nuværende eller fremtidig produktion. Med andre ord er potentialet en summering af, hvor der er plads til at opstille møller. Den GIS tekniske metode og det høje detaljeniveau i det tilgængelige geodata giver desuden indblik i den geografiske fordeling af potentialet. Beregningerne er behæftet med stor usikkerhed grundet de mange parametre i modellen. Samtidig tages der ikke hensyn til muligheden for dispensation for de forskellige begrænsninger, afstand til mulig kobling til nettet og præcisionen af ejendomsvurderinger. Ved forskellige indstillinger af modellen vil resultaterne naturligvis variere.

Den opdaterede vurdering viser et teoretisk potentiale på ca. 4.100 møller. Potentialet forventes dog ikke udnyttet i praksis. Dette skyldes bl.a. at der er store forskelle i opstillingshistorik mellem kommunerne. F.eks. er der i nogle kommuner ikke er tilsluttet nye større møller på land de sidste 10 år. Ligeledes kan det ikke forventes, at estimerede maksimale antal møller pr. områder opstilles.

Til brug for den opdaterede landvindfremskrivning er de potentielle områder koblet med eksisterende møllers placeringer, således at eksisterende møller er blevet opdelt efter hvor vidt de er placeret inden for eller uden for et potentielt fremtidigt mølleområde.

Antagelser om levetid

På baggrund af rapporten fra EMD (fire kategorier) og opdelingen fra potentialemodellen på hvorvidt møller er placeret inden for eller uden for et potentielt fremtidigt mølleområde (to kategorier) fås i alt otte kategorier, jf. tabellen herunder, hvor antagelser om levetider også fremgår. Antagelser om levetider er Energistyrelsens bedste bud pba. af EMD's analyse, NWC's kvalitetstjek og egen

repower-analyse. Antagelserne medfører en gennemsnitlig levetid på ca. 35 år for eksisterende møller⁵

Nr.	Størrelse	Placering	Gennemsnitsalder	Antal	Bedste bud	Kommentar
1	<= 599 kW – Vestas 225 kW	Inden for potentielt område (repower)	25,8	13	35	Minus 5 år ift. uden for potentielt område pba. repower-analyse.
2		Uden for potentielt område	25,9	155	40	Fastsat pba. EMD rapport og NWC kvalitetstjek.
3	<= 599 kW – Øvrige møller	Inden for potentielt område (repower)	26,0	161	30	Minus 5 år ift. uden for potentielt område pba. repower-analyse.
4		Uden for potentielt område	28,1	590	35	EMD vurderer at man nok vil se at en hel del nedtages de kommende år, men at det ikke er ikke vurderet nærmere, da uden for analysens fokusområde. 35 år antaget, da allerede tæt på 30 år i dag.
5	600-1499 kW	Inden for potentielt område (repower)	21,2	769	35	Minus 5 år ift. uden for potentielt område pba. repower-analyse.
6		Uden for potentielt område	21,1	1.681	40	Fastsat pba. EMD rapport og NWC kvalitetstjek.
7	>= 1500 kW	Inden for potentielt område (repower)	8,0	558	25	Lille betydning i 2030, da primært opstillet inden for de seneste 10 år. Sat til 25 år som hidtil for nyere og nye møller.
8		Uden for potentielt område	9,1	261	25	

Tabel 2: Antagelser om levetid, bedste bud (år) og kommentarer hertil.

Bedste bud er suppleret med et udfaldsrum baseret på kortere og længere levetider. Antagelser og levetid for bedste bud og udfaldsrum fremgår af tabellen herunder. Udfaldsrum er skønnet ud fra alder i dag, bedste bud og konklusionerne fra EMD og NWC. Udfaldsrummet anvendes til at illustrere usikkerheden på fremskrivningen.

Nr.	Størrelse	Placering	Lavere	Bedste bud	Højere
1	<= 599 kW – Vestas 225 kW	Inden for potentielt område (repower)	30	35	40
2		Uden for potentielt område	35	40	45

⁵ Målt ift. antal. Målt ift. kapacitet (MW) er tallet ca. 32 år.

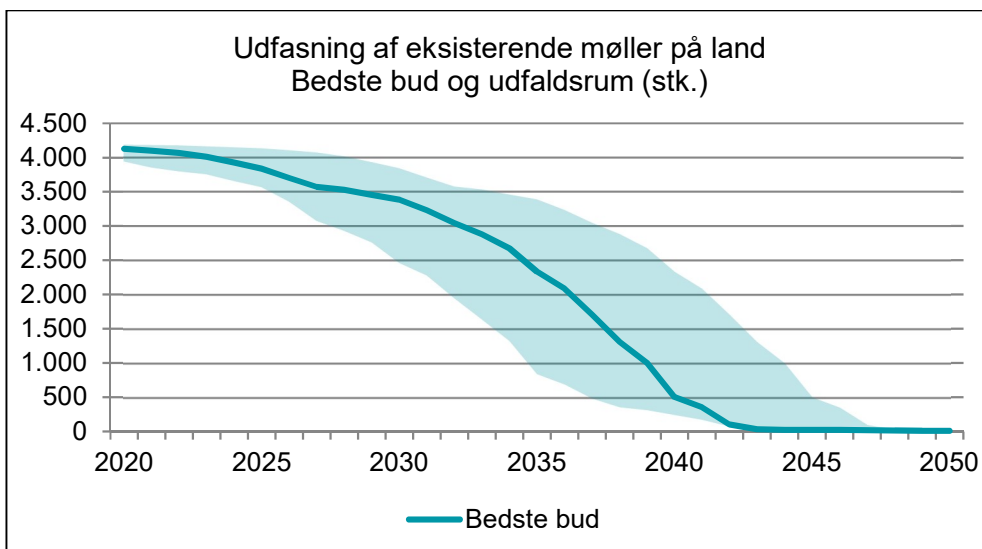


3	<= 599 kW – Øvrige møller	Inden for potentielt område (repower)	30	30	35
4		Uden for potentielt område	30	35	40
5	600-1499 kW	Inden for potentielt område (repower)	30	35	40
6		Uden for potentielt område	35	40	45
7	>= 1500 kW	Inden for potentielt område (repower)	25	25	30
8		Uden for potentielt område	25	25	30

Tabel 3: Antagelser om levetid, bedste bud og udfaldsrum (år).

Udvikling frem mod 2050

På baggrund af ovenstående forudsætninger fås udviklingen frem mod 2050 som vist på figuren herunder. På grund af de store mølleårgange opstillet i perioden 1996-2002 vil der med en markedsdrevet udvikling⁶ først ses en stor nedtagning efter 2030 i bedste bud. I 2030 forventes der således fortsat at være knap 3.400 eksisterende møller i drift, hvilket er væsentligt over det fastsatte loft på 1.850 møller.



Figur 2: Udfasning af eksisterende møller, bedste bud og udfaldsrum (stk.).

⁶ Med en markedsdrevet udvikling menes en udvikling, der ikke er påvirket af politisk fastsatte virkemidler til reduktion af antal møller.