



**Er småt godt eller hvad skal der til?**

**Perspektiver og økonomi i små  
husstandsmøller set i forhold til den  
generelle VE udbygning i Danmark.  
Hvor langt kan vi nå?**

**Kristian Jakobsen**

**Formand for Danmarks Vindmølleforening**

# Danmarks Vindmølleforening

## Danmarks Vindmølleforening foreningen for mølleejere og andre vindkraftinteresserede

Foreningens formål er

- at oplyse om vindkraft og
- at varetage mølleejeres fælles interesser.

# 3 ud af 4 er medlemmer

4.650 personlige medlemmer  
34.700 møllelaugsmedlemmer

3.950 møller  
2.930 MW installeret effekt

78% af alle møller i Danmark  
81% af alle MW i møller i Danmark

800 møller i udlandet (1.100 MW)

# Aktuelle opgaver

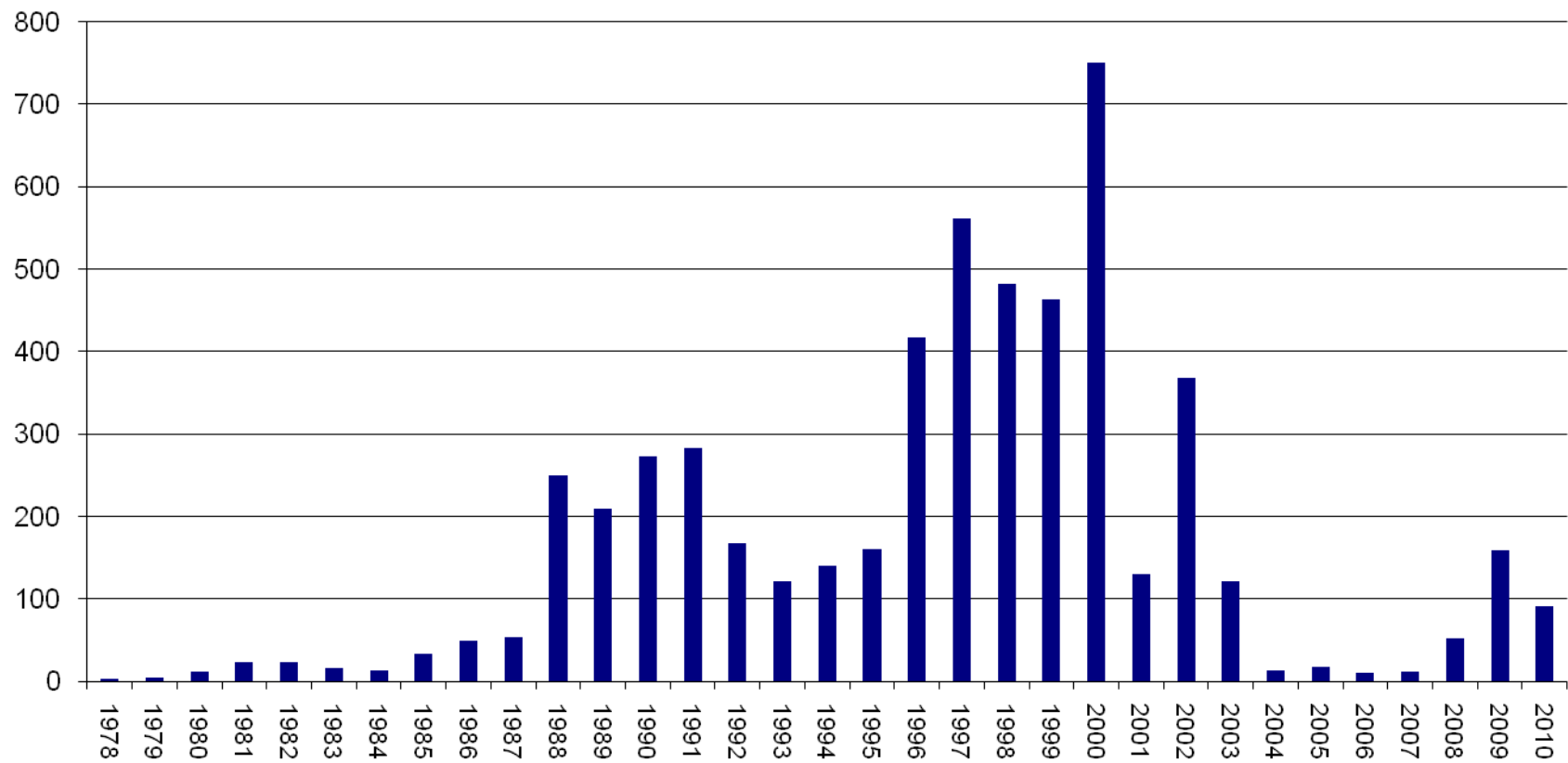
## Foreningens rolle og aktuelle opgaver

- Medlemsrådgivning
- Information om vindkraft
- Politisk arbejde
  - Afregning/økonomiske vilkår
  - Stabile lovgivningsmæssige rammevilkår for både eksisterende og nye møller
  - Nye indpasningsinitiativer
  - Politiske beslutninger om vindkraftens rolle i Danmarks energipolitik
  - Kommunernes vindmølleplanlægning

# Status i DK: 13 år i gennemsnit

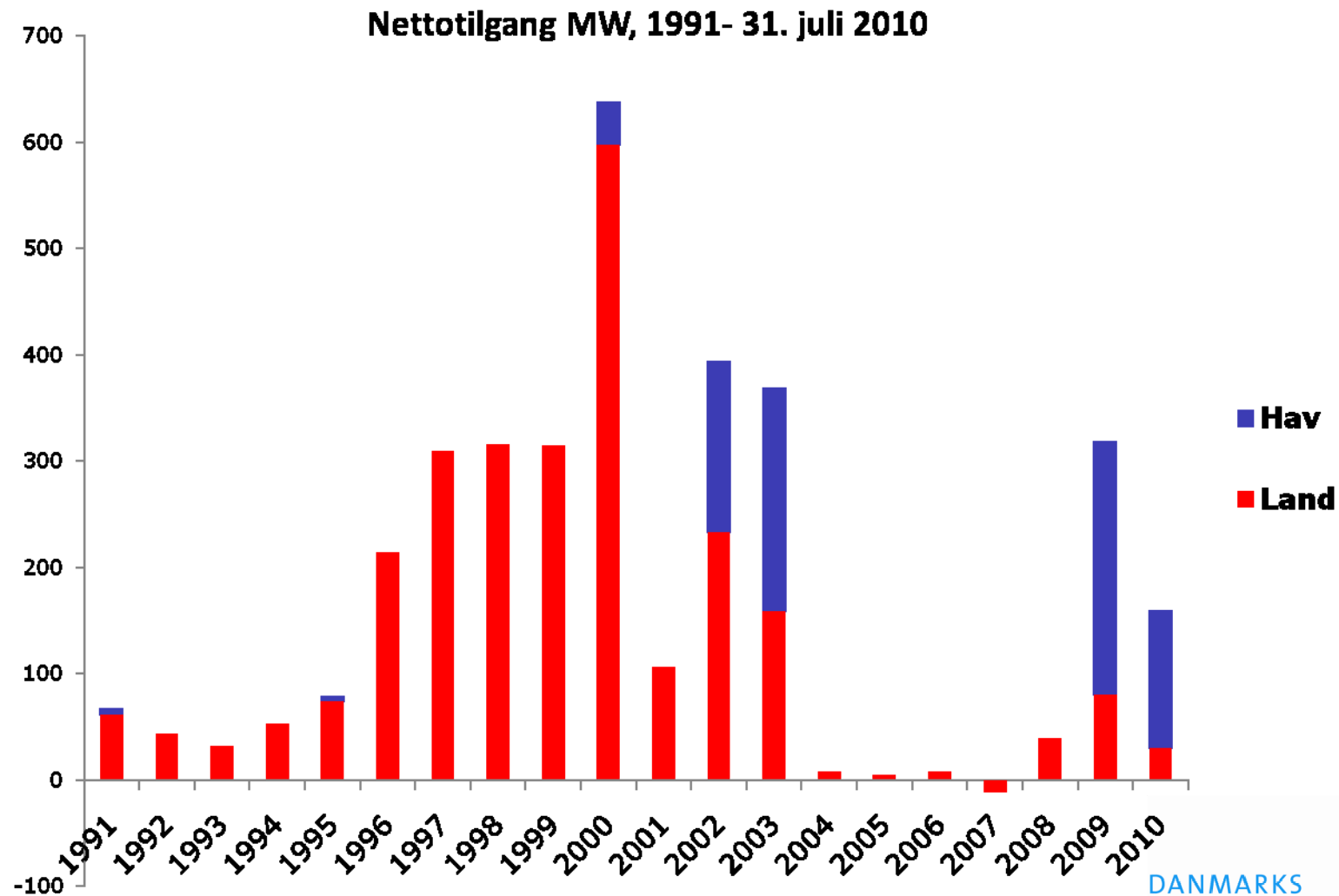
## Vindmøller opstillet i 1978 - 31. juli 2010

Antal



# Nettobilgang 2004-10: 524 MW

især fra Horns Rev 2 i 2009 og Rødsand 2 i 2010



# Status ultimo juli 2010

## **5.045 vindmøller**

4.675 på land og 370 på hav

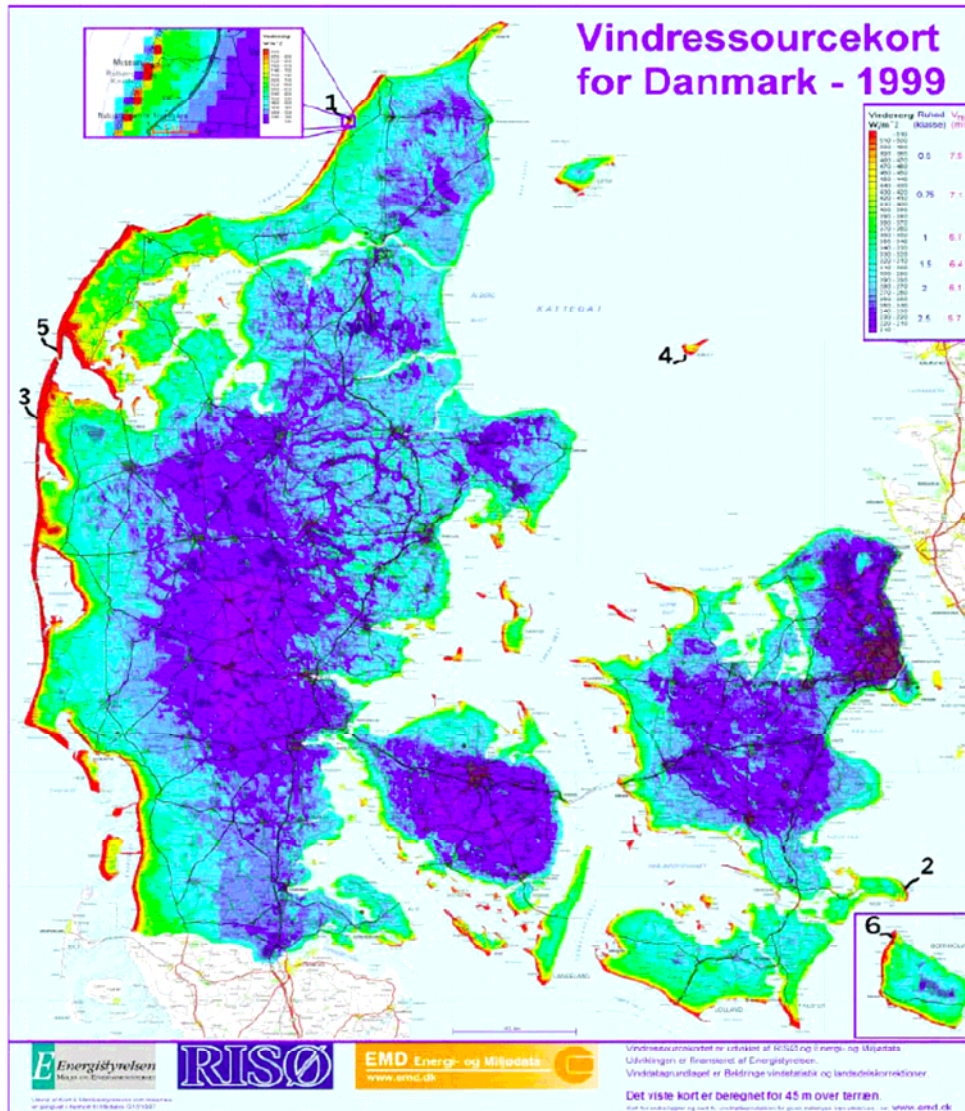
## **Installeret effekt 3.641 MW**

2.851 MW på land og 790 MW på hav

# Husstands- og minimøller

- **212 vindmøller** < 25 kW,  
(jf. Stamdataregister pr. august 2010.)
- 10% er opstillet i 2009 og 2010.
- Mere end 60 % er 10 år gamle eller ældre.

# Vindressourcer



Vindressourcen i Danmark er kortlagt detaljeret og beregnet for højderne 25, 45, 70 og 100m over terræn.

MEN, lokal lævirkning er IKKE indregnet.

# Produktionsberegning

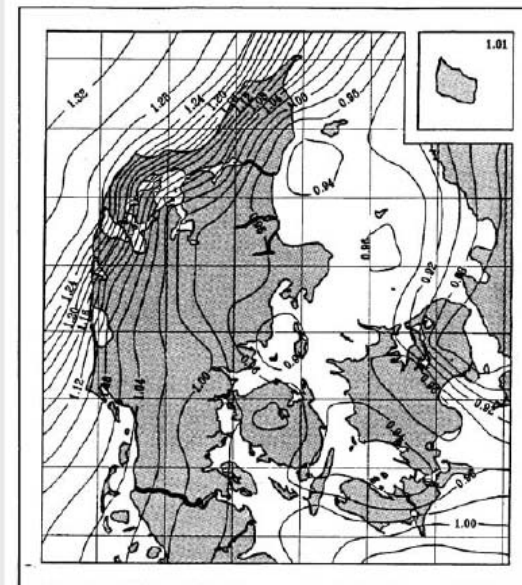
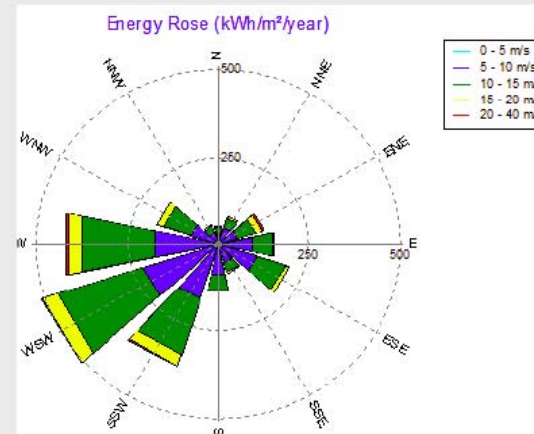
## Beregningsmetode for VIND: Vindatlas

### VIND

- En vindstatistik fælles for hele DK er kalibreret (landsdels korrektion)

**TERRÆN** (i parentes data krav for beregning af små vindmøller < 20m)

- Ruhed i 20 km radius (5000 m)
- Bakker i ca. 5 km radius (1000 m)
- Lokale lægiverere i ca. 1 km radius (500 m)



# Produktionsberegning

## Resultat af VINDATLAS beregning:

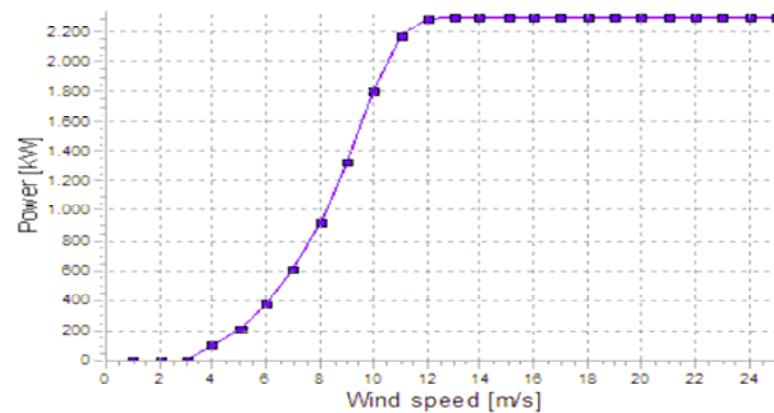
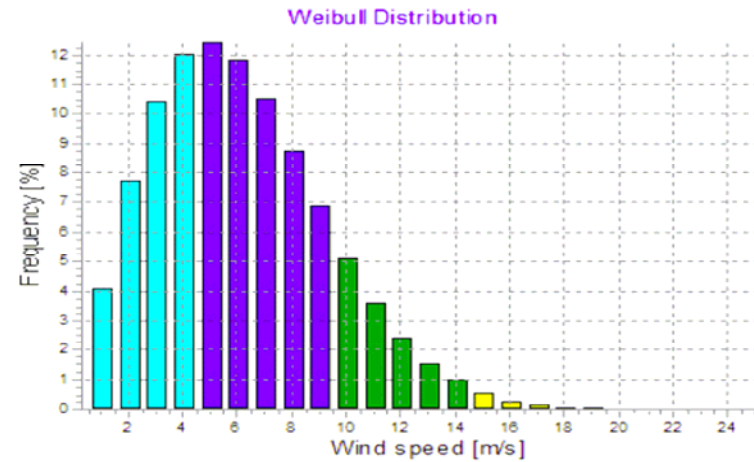
Vind fordeling

X (ganges med):

EFFEKTKURVE

=

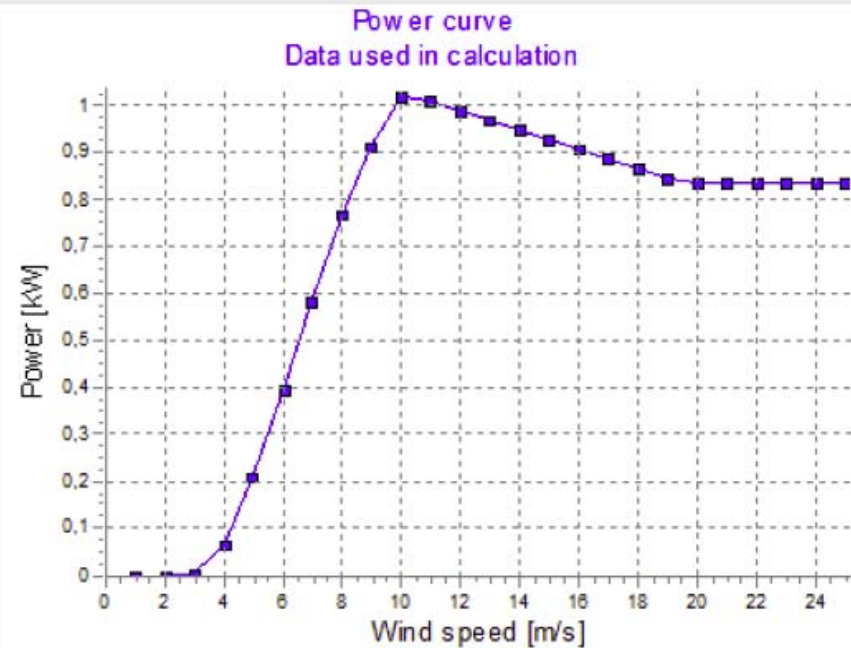
Årlig energi  
produktion



# Det bestrøgne areal er vigtigt

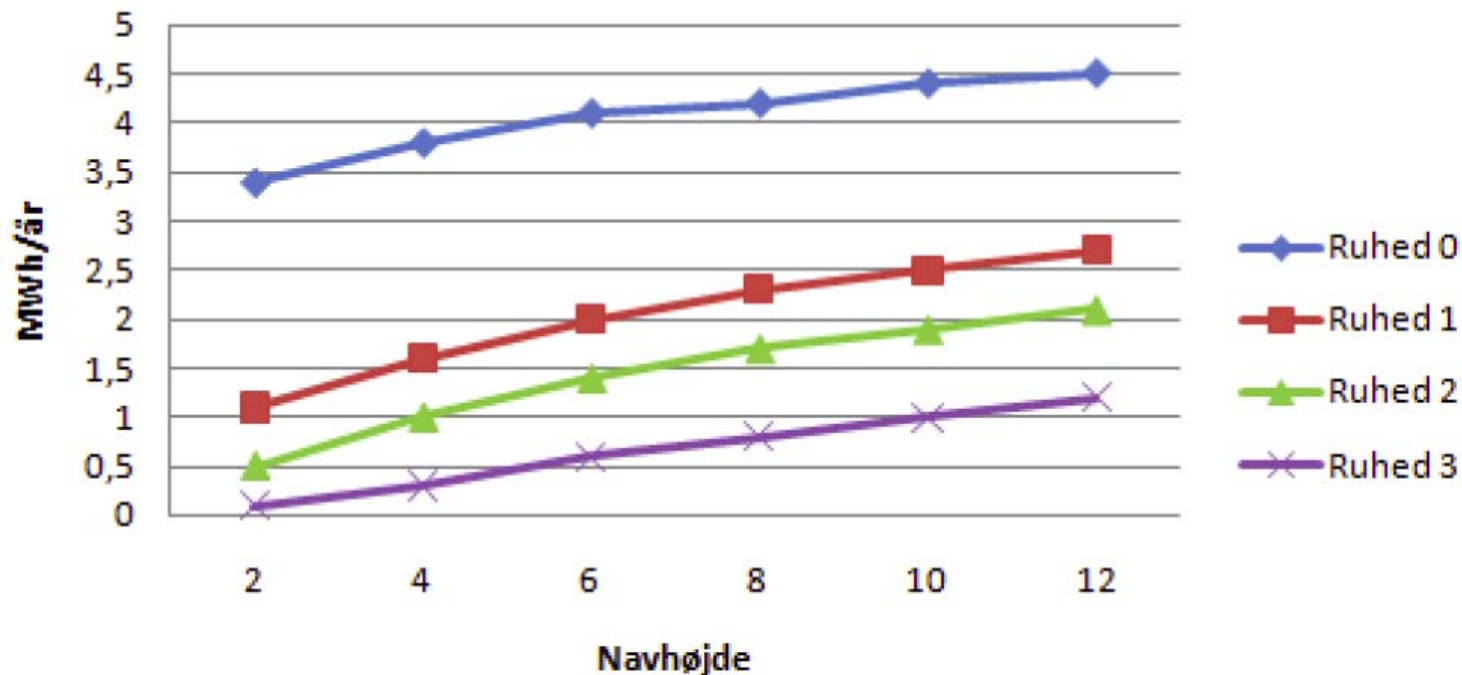
Spec. Effekt: (W/m <sup>2</sup> rotor)	75	125	300	500
Effekt (kW)	Rotor diameter (m)			
0,2	1,8	1,4	0,9	0,7
0,5	2,9	2,3	1,5	1,1
1	4,1	3,2	2,1	1,6
2,5	6,5	5,0	3,3	2,5
5	9,2	7,1	4,6	3,6
5,5	9,7	7,5	4,8	3,7
10	13,0	10,1	6,5	5,0
11	13,7	10,6	6,8	5,3
20	18,4	14,3	9,2	7,1
1000	130	101	65	50
2000	184	143	92	71

eksempel for 1 kW mølle med 3,5 m rotor diameter.



# Stor variation med ruhed og navhøjde

**1 kW mølle, 3,5 m rotordiameter UDEN lokal læ**



# Lokale lægiverere

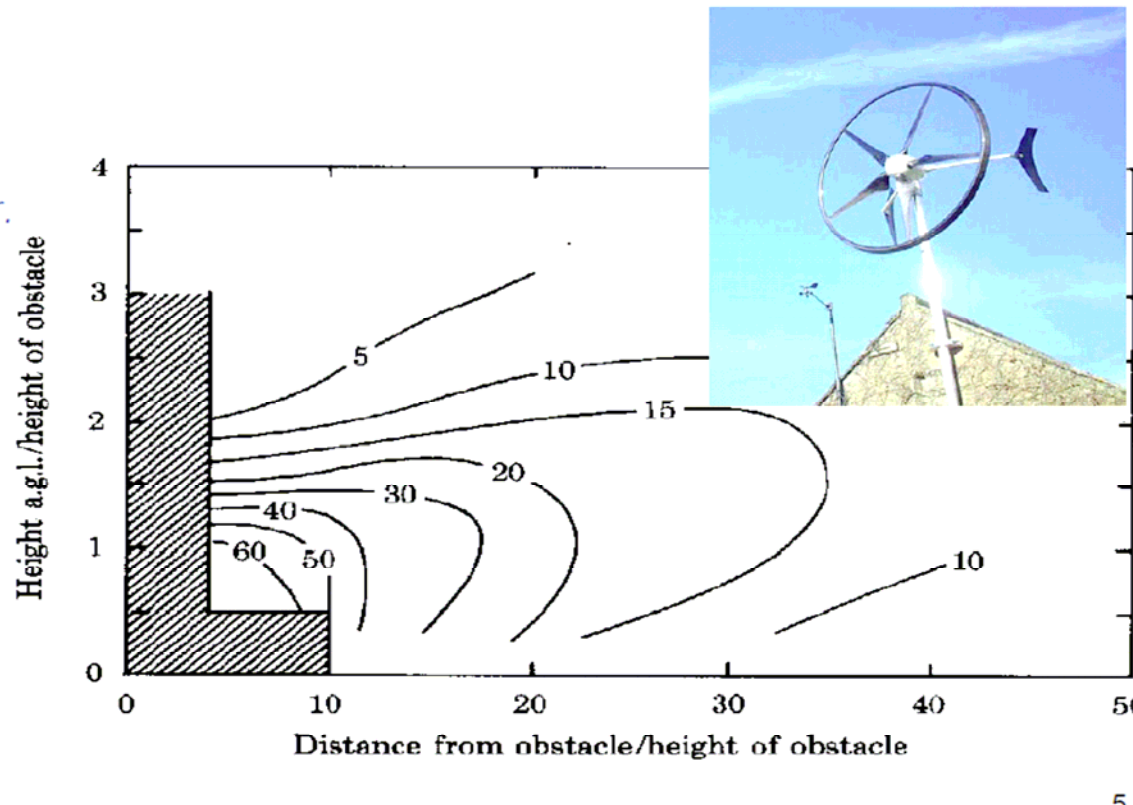
## Særlig kritisk for små vindmøller: **Lokale lægiverere**

*En lægiver af samme højde som vindmøllen i en afstand 10 x højden reducerer vindhastighed fra denne retning med 50%. Denne beregning er MEGET usikker.*

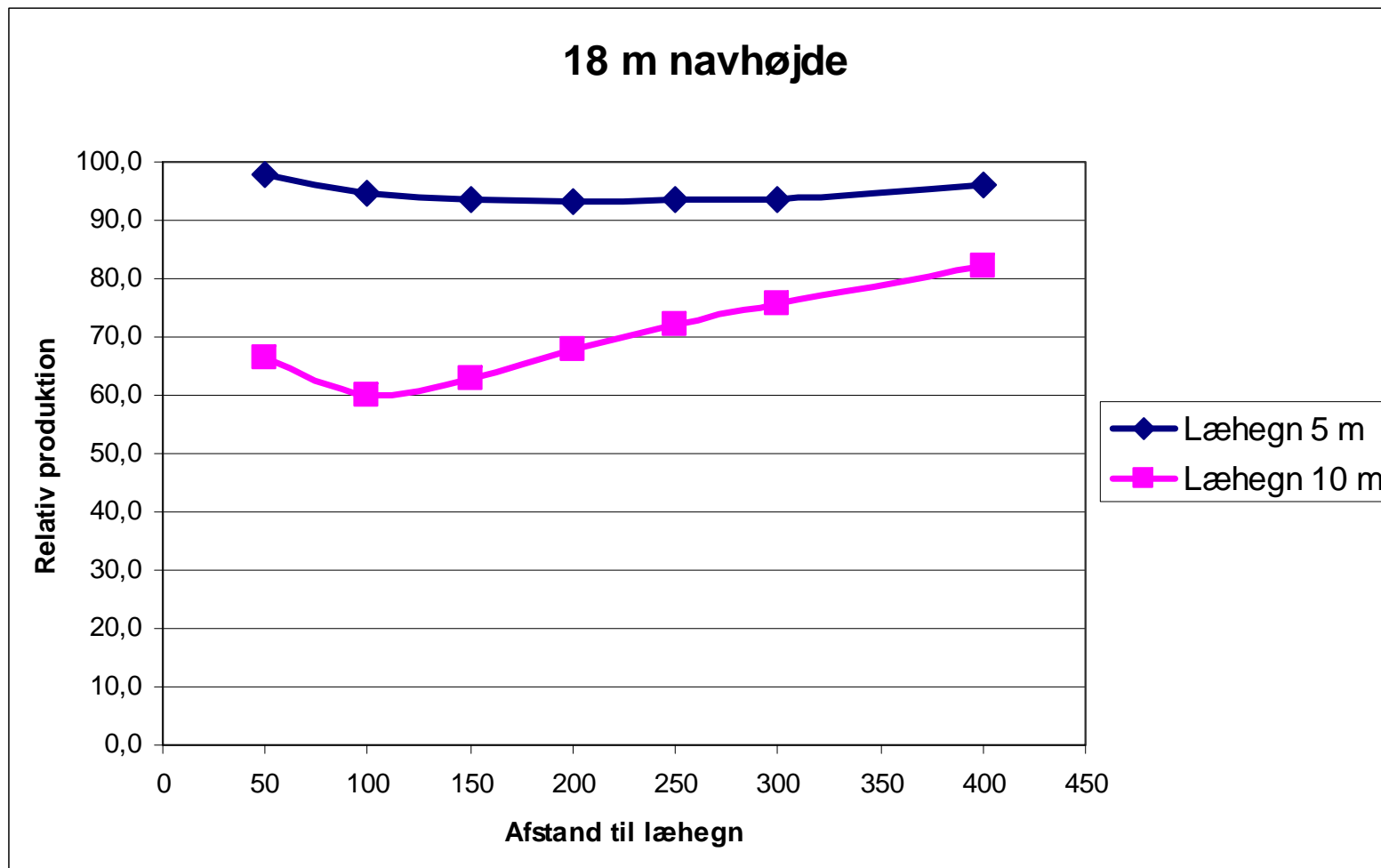
*Er møllen 2 x lægiver højde er reduktion "kun" 10% (30% på Energiproduktion)*

*Er afstanden < 4 gange læ højden er model beregning EKSTREM usikker.*

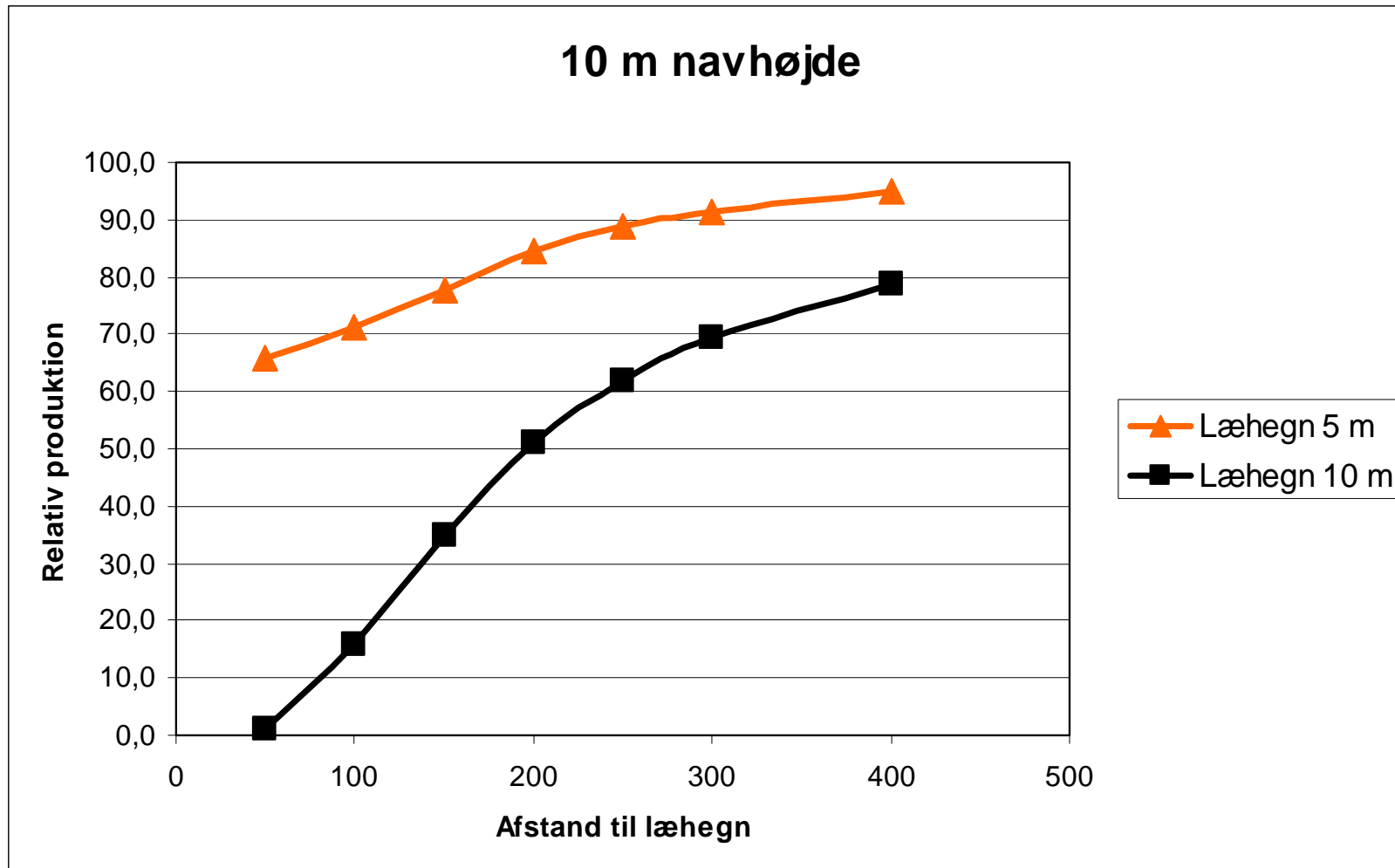
*Er afstanden 0 m ...så kan man kun gætte!*



# Lokale lægiverere er vigtige



# Lokale lægiverere kan være altafgørende



# ...men de små møller er ikke altid så effektive

## Produktiviteten i små vs. store vindmøller:

En tommelfingerregel: Små møller er ca. 4 gange så dyre som store vindmøller og kun en femtedel så produktive som store møller pr. KW installeret effekt.

Dvs. prisen pr. produceret kWh er ca. 20 gange højere for en husstandsmølle end for en megamølle

Et højt tårn og stort rotorareal kan kompensere for den lavere produktivitet

# Godkendelse efter 200 - 40 - 5 m<sup>2</sup> reglerne

## Godkendelse af vindmøller

28. Juni 2008

1.maj 2009

19. marts 2010



## ende A

Udgivet den 28. juni 2008

Nr. 651.

g for konstruktion, fremstilling,  
vice af vindmøller

v og procedurer. Vindmøllehovedkomponenter kan  
endes selvstændigt.

rtifikat for typegodkendelse af vindmøller udstedes  
enter eller leverandører af vindmøller inden for 2  
lesklasser (A eller B). En typegodkendelse er nød-  
r udstedelse af certifikat for projektypegodkendelse, jf.

Certifikat for A-typegodkendelse udstedes med en  
på højst 5 år.

Certifikat for B-typegodkendelse udstedes med gyl-  
k højst 1 år. I en B-typegodkendelse tillades, at  
den væsentlig betydning for den primære sikkerhed  
res og efterprøves efter certifikatets udstedelse in-  
tidsfrist fastsat af den certificerende virksomhed.

For vindmøller med A-typegodkendelse eller B-ty-  
delse kræves i tilknytning til typegodkendelsen et  
et kvalitetsstyringssystem.

Producenten eller leverandøren er ansvarlig for, at  
idriftsættelse af en leveret vindmølle foreligger en  
ngstidspunktet gyldig typegodkendelse.  
Godkendelsesordningen fritager ikke producenten  
andøren for deres normale produktansvar.

i Bilag 2 fastsatte tekniske krav kan i særlige tilfælde  
såfremt det på tilfredsstillende vis dokumenteres, at  
nedsmæssige og energimæssige krav opfyldes, og at  
tsmæssige forhold ved produktion og installation  
nges. En certificerende virksomhed skal i tilfælde af  
raf principiel betydning forelægge disse i høring for  
relsens Godkendelsessekretariat for Vindmøller, jf.  
1.

modning om typegodkendelse skal indsendes til en  
nde virksomhed bilagt dokumentationsmateriale,  
et muligt at vurdere og efterprøve vindmølletypen i  
kravene i Bilag 2.

Ansøgeren til en typegodkendelse er ansvarlig for at  
e oplysninger om tekniske krav i typegodkendelsen  
r den virksomhed, der certificerer det anvendte kva-  
ngssystem, jf. § 3, stk. 4.

Indehaveren af en A-typegodkendelse skal en gang  
nsende en rapport til den typecertificerende virk-  
der har udstedt certifikatet for godkendelsen, om  
sikkerhedsmæssig, energimæssig og kvalitetsmæs-

B3000089

1. maj 2009

nder og med

juni 2008 om  
dligeholdelse og  
er kan godken-  
ndlag, som er-

ning i højre

it udformet vind-  
det vindbestrog-  
vis en vindmølle  
areal, som af-  
en rotordel med

certificerende  
t et særskilt  
n efter indstil-

til indsendes til en  
t dokumentati-  
t at vurdere og  
til de sikker-

lle med et rotor-  
k godkendes på  
tsatte krav og  
eller med rotor-

tt foreligger veri-  
dsk dokumenta-  
målinger, der sva-  
tsatte krav, vil  
gå i en dansk  
dende virksom-  
le dokumentation

Energistyrelsen  
19. marts 2010

Godkendelse af vindmøller med en effekt på 25 kW og derunder og et rotorareal på 200 m<sup>2</sup> og derunder.

Som en undtagelse fra de gældende regler i bekendtgørelse nr. 651 af 26. juni 2008 om teknisk godkendelsesordning for konstruktion, fremstilling, opstilling, vedligeholdelse og service af vindmøller fastsætter Energistyrelsen, at nedenstående bestemmelser kan anvendes ved godkendelse af vindmøller med en effekt på 25 kW og derunder og et rotorareal på 200 m<sup>2</sup> og derunder. Regelsættet indeholder og erstatter tidligere undtagelsesregler for møller med et rotorareal på 40 m<sup>2</sup>.

(Godkendelsesgrundlaget er skrevet i venstre spalte og den tilhørende vejledning i højre spalte).

Reglerne giver mulighed for godkendelse af vindmøller på 25 kW og derunder i henhold til krav og procedurer, der afhænger af vindmøllens rotorareal. De maksimale grænser for anvendelse af reglerne er henholdsvis 200 m<sup>2</sup>, 40 m<sup>2</sup> og 5 m<sup>2</sup>, jf. afsnit 1-5.

Godkendelsen omfatter hele vindmøllen inklusive tårn og dettes fundament eller monteringsanordning.

Såfremt fabrikanten/leverandøren ønsker det, kan godkendelse i stedet vælges i henhold til de generelle regler i Energistylens bekendtgørelse nr. 651 af 26. juni 2008.

Ligeledes kan godkendelse for en vindmølle til enhver tid vælges i henhold til krav fastsat for en vindmølle med et større rotorareal.

Ved en vindmøllens rotorareal forstås det vindbestrogede areal (vinkelret på vindens retning), som en rotor beskriver under en hel omdrejning.

Ved effekt forstås den elektriske effekt som vindmøllen leverer ved den af fabrikanten specificerede nominelle vindhastighed.

Vindmøller, der omformer vindens kraft via en generator til en anden energiform, er defineret som vindmøller med elproduktion.

I det omfang der helt eller delvist foreligger verificeret anden dansk eller udenlandsk dokumentation i form af beregninger eller målinger, der svarer til niveauet i de fastsatte krav, vil denne dokumentation kunne indgå i en dansk godkendelse. Det er den godkendende virksomhed, der vurderer om eksisterende dokumentation kan anvendes.



# Typegodkendelse

- Ligesom andre vindmøller skal husstands- og minimøller typegodkendes hos Risø/ Energistyrelsens Godkendelsessekretariat. Alle møller med rotorareal over 1 m<sup>2</sup> skal CE-mærkes.
- Dog skal møller med rotorareal mindre end 1 m<sup>2</sup> ikke godkendes. Dette svarer til en rotordiameter mindre end 1,13 m. Kaldes ofte mikromøller.

# Typegodkendelse II

- Møller med op til 5 m<sup>2</sup> rotorareal skal blot anmeldes med CE-dokumentation og installations- og brugermanual.  
Dette svarer til en rotordiameter mindre end 2,52 m. Kaldes ofte minimøller.

# Typegodkendelse III

- Møller med rotorareal over 5 m<sup>2</sup> og op til 40 m<sup>2</sup> skal godkendes. Dette svarer til en rotordiameter mindre end 7,14 m. Godkendelsen er baseret på enkle afprøvninger.
- Møller med rotorareal over 40 og op til 200 m<sup>2</sup> skal typegodkendes efter nationale og internationale standarder, IEC 61400-2. Disse møller benævnes ofte husstandsmøller op til 25 kW. Rotordiameter op til 15,96 m.

# Typegodkendelse, oversigt

Rotorareal	Max. rotordiameter	Krav
< 1 m <sup>2</sup>	1,13 m.	-
1 - 5 m <sup>2</sup>	2,52 m.	Anmeldes
5 – 40 m <sup>2</sup>	7,14 m.	Godkendelse med enkle afprøvninger
40 – 200 m <sup>2</sup>	15,96 m.	Godkendelse efter standarder

# Godkendte små vindmøller

Godkendelser af små vindmøller fra  
Energistyrelsens Godkendelsessekretariat, primo  
september 2010:

<b>Fabrikant</b>	<b>kW</b>	<b>Rotor, m</b>	<b>Navhøjde</b>
Gaia	11	13	18,2
EcoWind	6	5,5	15
Vindby	1	1,8	6 og 9

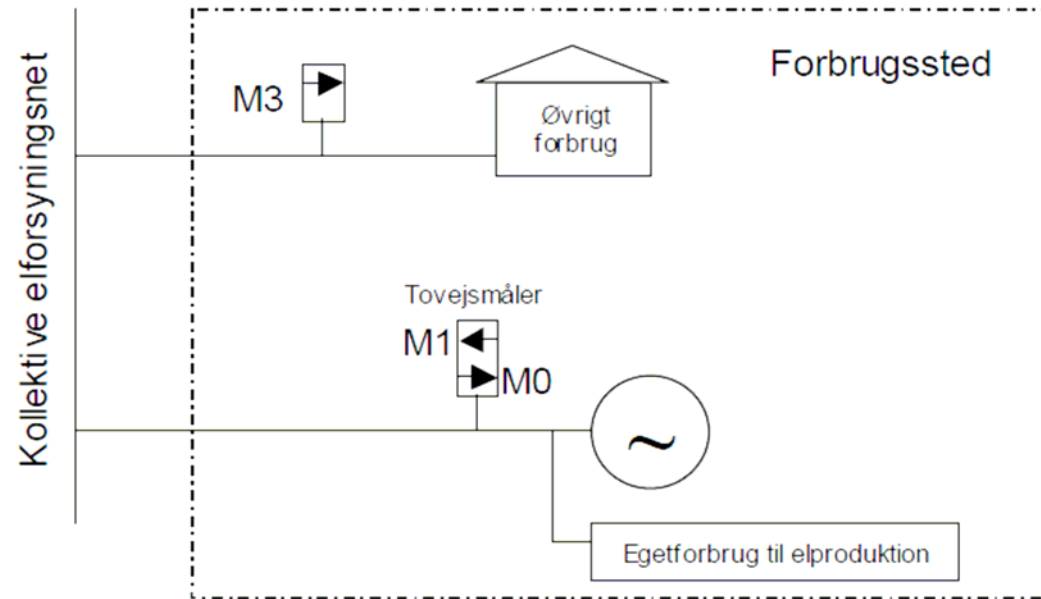
# Anmeldte minimøller

Anmeldte møller under 5 m<sup>2</sup> rotorareal, (minimøller)  
jf. Energistyrelsens Godkendelsessekretariat, primo  
september 2010:

Fabrikant	kW	Rotor, m.	Navhøjde, m.
Procure	0,4/0,5	1,5/2,5	5,5
Toria	1	2,5	7,5
Logik (2 typer)	1	3,61	3
Build a Mill	0,4	3,8	6,3
Build a Mill	0,6	4,52	6,2
Carlo Gavazzi	3	4,9	6,2
Zeteco Energy	0,3	1,5	6
Zeteco Energy	0,5	2,5	4,9

# Afregning

- Nettoafregning på årsbasis gælder for vindmøller til og med 6 kW. (den gamle "solcelleregel") Kræver tilslutning i egen forbrugsinstallation ved bolig. 100 % ejet af forbrugeren. Ordningen gælder ikke for virksomheder.
- Solgt el afregnes med 60 øre pr. kWh for vindmøller op til 25 kW
- Afskrivningsmuligheder for husstandsmøller

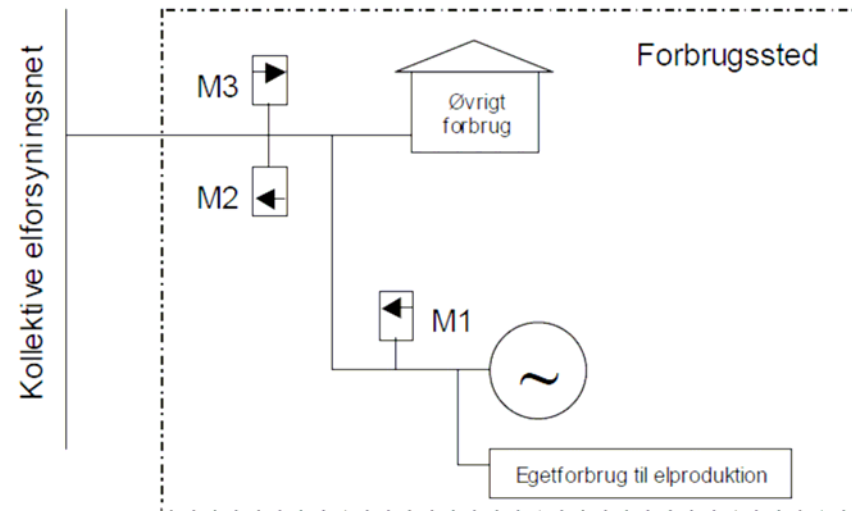


### Direkte tilsluttet:

Sælge elproduktionen (M1) selv og afholde omkostningerne

Pristillæg: 25 øre/kWh i 22.000 fuldlasttimer og 2,3 øre/kWh (tidsubegrænset), Energinet.dk afregner.

Købe forbrug (M0 og M3) på almindelige betingelser



Målepunkterne M1, M2 og M3 defineres som:  
M1 = Nettoproduktionen.  
M2 = Målt leverance til det kollektive elforsyningsnet  
M3 = Målt leverance fra det kollektive elforsyningsnet.

## Tilsluttet i egen installation:

Overskydende produktion (M2-M3):

>25 kW: pristillæg 25 øre/kWh i 22.000 fuldlasttimer, sælge selv  
<= 25 kW: 60 øre/kWh (tidsubegrænset), Energinet.dk håndterer  
og afregner

Egenproduktion (M1-M2): sparet køb (el, PSO, afgifter, nettarif)

Forbrug (M3): køb

# Potentiale ?

## Et regneeksempel:

Ifølge Danmarks Statistik findes der ca. 110.000 beboede stuehuse til landbrugsejendomme.

Antagelse : Ved alle disse ejendomme opstilles en husstands- eller minivindmølle.

Gennemsnitsproduktion ca. 10.000 kWh om året

Den samlede produktion fra alle disse møller vil i så fald svare til ca. 3,2 % af det samlede elforbrug i Danmark.

Realistisk? Optimistisk?

# Min nye mølle

- Hvad kan møllen producere ?
- Vindressource ? Pas på lokale lægivere!
- Byggetilladelse hos kommunen.
- Meget forskellige holdninger hos kommunerne, som ikke skal lave særlig planlægning for husstandsmøller, men er forpligtet på enkeltsagsbehandling.
- Kontakt netselskabet mht. nettoafregning

# Vindkraft i 2020

Målet er 30 % af energiforbruget fra VE i 2020  
I dag får vi 17 % af energiforbruget fra VE

Vindkraft leverer 20 % af elforbruget svarende til  
ca. 3 % af energiforbruget

I 2020 kan vindkraft levere mindst 50 % af  
elforbruget svarende til 7-8 % af energiforbruget

# Den rigtige vindkraftudbygning

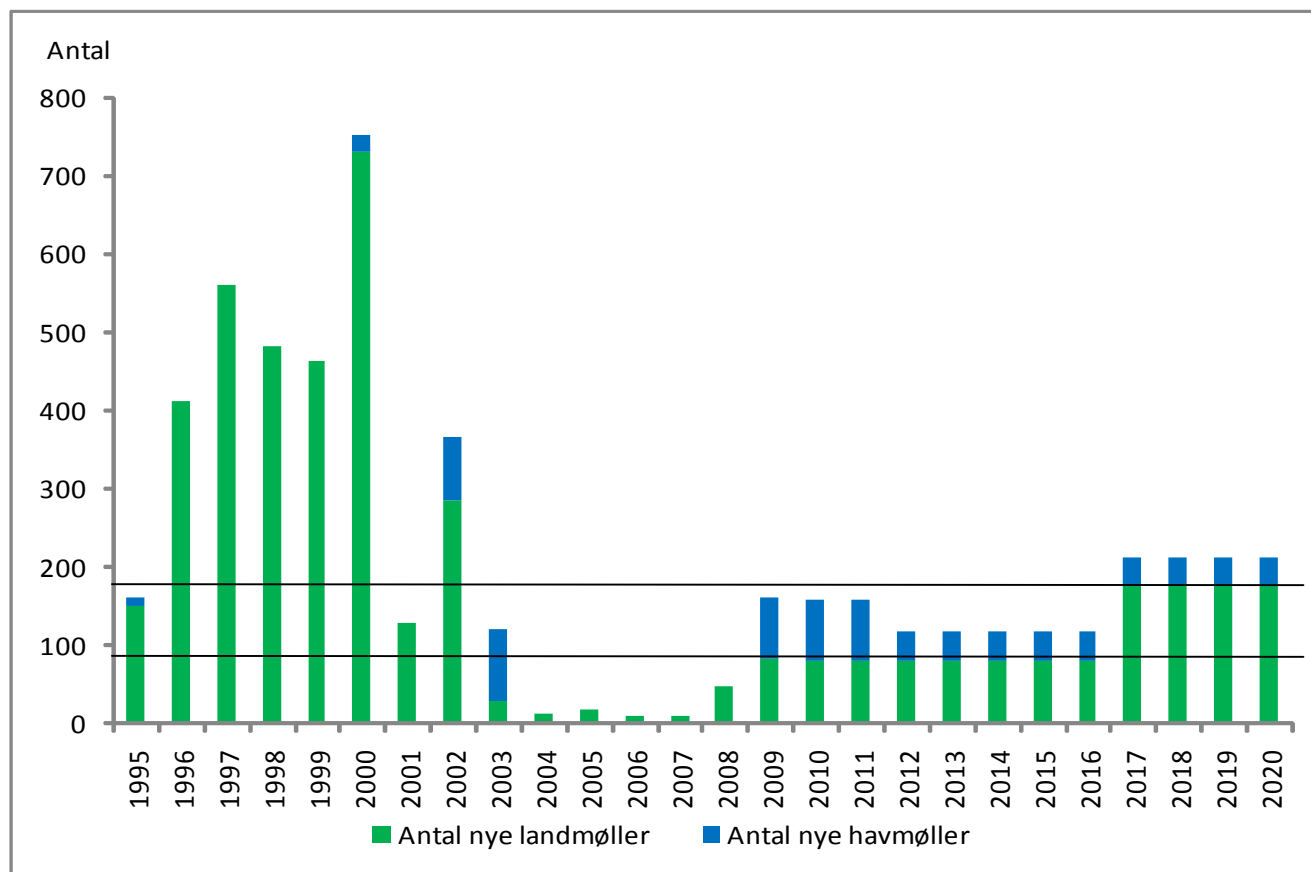
	<b>Land</b>	<b>Hav</b>
2010	2.851 MW	790 MW
2020	3.850 MW	2.550 MW

En stor opgave?

På land svarer det til i gennemsnit  
1 ny mølle pr. kommune pr. år

# Antal nye møller

Der er ikke tale om en stor planlægningsopgave



# VE-lovens "incitament"

- Erstatningsordning
- **Forkøbsret for lokale,  
ny lovgivning om møllelav i VE-  
loven**
- Garantifond v. oprettelse af møllelav
- Lokal grøn fond

# Forkøbsret for lokale

"Den der opstiller en eller flere vindmøller .....

her undtages husstandsmøller og møller på havet...

skal inden opstillingen påbegyndes udbyde mindst 20 pct. af ejerandelene heri til de naboer som efter § 10 er berettiget til at afgive købstilbud"

# Vindkraft er billigst

Figur 10. Elproduktionsomkostninger i kr./MWh ved alternative teknologier

