

**MØLLEEJER** *Vestas forvandler vingeskrot til nye vinger*

**MARKED** *Elektrificeringsbølge kræver elnet til meget mere*

**ENERGI** *Underjordiske huler kan sikre balance i energisystemet*

NR 02  
2023

# NE

NATURLIG ENERGI



# INDHOLD

## MØLLEEJER

4

Ejerforum Årsmøde:  
En del af noget større

8

Thomas Aarestrup Jepsen: Vi skal  
ikke undervurdere markedskræfterne

10

Infografik: Status over Danmarks  
vindmøller

12

Vestas: Hun forvandler vingskrot til  
nye vinger

16

Verdens første havmølle står nu på  
Energimuseet.

## MARKED

20

Elektrificeringsbølge kræver  
elnet til meget mere

22

VE-producenter klar til at  
hjælpe elnettet

25

Vindens nøgletal

26

Direkte linjer - et længe  
ventet redskab i den grønne  
omstilling

## ENERGI

30

Luft og brint i underjordiske  
huler kan sikre balance i  
energisystemet

34

Kort Nyt

36

Europa er livlinen til Ukraines  
energisystem

40

Vindmøllepionererne:  
Peter Hauge Madsen:  
Vindenergi blev en mission

” Vi skal være stolte over, at vores virksomheder arbejder sammen og løser de udfordringer, der findes globalt både i forhold til udvikling, produktion, nedtagning og bortskaffelse af vindmøller og vindmøllevinger.

Kristian Jensen, adm. direktør, Green Power Denmark

## NE

### NATURLIG ENERGI

udgives 6 gange årligt af  
Green Power Denmark  
Fredensgade 28b, 2.,  
8000 Aarhus C - Tlf. 35 300 400  
www.greenpowerdenmark.dk  
ISSN 0106-1127

### FORSIDE:

Mie Elholm Birkbak, Vestas,  
forvandler vingskrot til nye vinger.  
Foto: Tony Bröchner

### REDAKTION

Thomas Kjærulff Torp (ansv.),  
Peter Alexandersen og Linette Riis

### REDAKTØR

Thomas Kjærulff Torp  
tkt@greenpowerdenmark.dk  
Tlf. 2253 1513

### GRAFIK & TEKNIK

Linette Riis  
lr@greenpowerdenmark.dk

### ANNONCER

Thomas Kjærulff Torp  
tkt@greenpowerdenmark.dk  
Tlf. 2253 1513  
Se annonceinfo på  
www.greenpowerdenmark.dk/  
annoncering

### ADRESSEÆNDRINGER / MEDLEMSKAB

Rehni Felding Lund  
rfl@greenpowerdenmark.dk

### SYNSPUNKTER

Green Power Denmarks holdninger udtrykkes i lederen. Synspunkter fremsat i den øvrige del af bladet er ikke nødvendigvis udtryk for foreningens holdning. Bladets artikler kan frit citeres mod kildeangivelse. Erhvervsmæssig brug af tekst og annoncer kun tilladt efter skriftlig aftale, jfr. lov om ophavsret.



AF KRISTIAN JENSEN

ADM. DIREKTØR, GREEN POWER DENMARK

## PIONERER I BÆREDYGTIGHED



**E**n væske, der muliggør genanvendelse af udtjente vindmøllevinger, er det seneste tiltag i ambitionen om at gøre vindmøller fuldstændig bæredygtige. I mange år har netop vingerne udgjort de sidste omkring 10 pct. af en vindmølle, der ikke kan genanvendes, når de nedtages. Vingerne er i sidste ende enten endt som deponi, i cementproduktion eller som fyld i andre produkter, men nu har den danske innovationsevne langt om længe indhentet udfordringen. Først kom Siemens Gamesas vingefabrik i Aalborg med opskriften på genanvendelse af nye vinger i form af konceptet RecyclableBlade, som I tidligere har læst om i Naturlig Energi. I dette nummer af dit medlemsblad kan du læse om en proces udviklet af Vestas, der gør det muligt også at opløse gamle vinger ved at epoxy og glasfiber adskilles, så det stenhårde vingemateriale kan genanvendes på ny.

Vindmøllebranchen har en særlig forpligtelse til og ambition om, at vores vindmøller efter et langt liv med CO<sub>2</sub>-fortrængende elproduktion ikke er en belastning for miljøet. Vi skal være stolte over, at vores virksomheder arbejder sammen og løser de udfordringer, der findes globalt både i forhold til udvikling, produktion, nedtagning og bortskaffelse af vindmøller og vindmøllevinger. Vindmøllebranchen har allerede selv - på tværs af EU - sat en

ambition om at gøre deponi forbudt fra 2025. Vestas' seneste innovative løsning giver nu en håndgribelig metode til at undgå deponi.

### VERDENS MEST BÆREDYGTIGE VINDVIRKSOMHEDER

De nye løsninger er selvsagt afgørende, men skal ikke stå alene, og i Danmark er vores vindmølleindustri med helt forrest, når det gælder bæredygtighed. Således er både Ørsted, Vestas og Siemens Gamesa helt fremme blandt verdens mest bæredygtige virksomheder. Dette fokus er med til at skubbe på udviklingen i hele den grønne leverandørkæde og er et konkurrenceparameter, som ikke kun giver fordele i forhold til udenlandske konkurrenter, men som jeg mener er sund fornuft i forhold til kommende generationers fremtid og klodens ressourcer.

Bæredygtighed kommer i mange former og handler også om, hvorvidt vi i den europæiske vindindustri kan udnytte vores egne råvarer, så vi ikke er helt afhængige af for eksempel Kina. Det er svært for den enkelte virksomhed at ændre ved, at Kina i dag sidder på store dele af verdens råvareudvinding og forarbejdning. En løsning skal derfor findes på statsligt niveau. Vi deltager i Green Power Denmark i arbejdet og er tilfredse med den udvikling, som vi senest har set i EU, hvor udspillet 'Critical Raw Materials Act' forsøger at gøre op med den afhængighed, der alt andet lige er en trussel mod vores forsyningssikkerhed. ▮



Et år efter sammenlægningen afholdt VE-Ejerforum traditionen tro årsmøde i Vingsted under overskriften ”En del af noget større”. Det var med spændende oplæg om bl.a. indfødningsstariffer og modhandel og med besøg af Danmarks Mr. Wind Power, Henrik Stiesdal.

# GREEN POWER DENMARK - EN DEL AF NOGET STØRRE

AF THOMAS KJÆRULFF TORP

**F**or år tilbage havde det været utænkeligt, at formanden for danske vindmølleejere skulle indlede et årsmøde i Vingsted i fællesskab med den adm. direktør for et af landets største energiselskaber. Det var ikke desto mindre tilfældet på VE-Ejerforums årsmøde lørdag den 18. marts, hvor formand Kristian Jakobsen bød velkommen med Jesper Hjulmand, adm. direktør i Andel og bestyrelsesformand i Green Power Denmark.

”I tog tidligt stilling til den grønne omstilling, og I handlede på jeres holdnin-

ger, så det både gav en klimagevinst og økonomisk gevinst. Mange af jer er pionerer, der gik foran i den grønne omstilling, og der er stadigvæk brug for jer,” sagde Jesper Hjulmand.

Han medgav foran de mere end 100 gæster på årsmødet, at netselskaber og vindmølleejere fortsat kan have forskellige særinteresser, men påpegede samtidig, at særinteresserne klart overskygges af en fælles mission om at accelerere VE-udbygningen og sikre en grønnere fremtid for alle danskerne.

”En stor forening har givet os fornyet styrke og en magtposition, så politikerne for

alvor lytter til os på Christiansborg. Jeg er glad for, at VE-Ejerforum for et år siden besluttede at blive en del af Green Power Denmark,” sagde Kristian Jakobsen.

## INDFØDNINGSTARIFFER

På årsmødet blev vindmøllejerne introduceret for de medarbejdere, der varetager deres interesser i Green Power Denmark. Medarbejderne var letgenkendelige med deres grønne veste, som de havde taget på i anledning af dagen. Dertil påpegede VE-Ejerforums formand Kristian Jakobsen, at det måske ikke længere er muligt at kende

På VE-Ejerforums årsmøde på Vingsted Hotel- og Konferencenter deltog over 100 vindmølleejere. I alt er omkring 1150 vindmølleejere medlemmer af Green Power Denmark, hvor de er repræsenteret i VE-Ejerforum. Til stede var også eksterne oplægsholdere som vindmøllepioner Henrik Stiesdal (t.v.).







Deltagerne på VE-Ejerforums årsmøde fik mulighed for at møde og tale med flere af de faglige specialister fra Green Power Denmark, som arbejder inden for VE-området. Medarbejderne var let genkendelige med deres grønne veste (t.h.).

alle navnene i sekretariatet, men til gengæld er kræfterne blevet flere.

”VE-Ejerforum vil fortsat være mølleejernes fyrtårn i Green Power Denmark, men vi har brug for jeres opbakning og engagement, så tøv ikke med at tage fat i mig eller en anden af jeres repræsentanter i VE-Ejerforums bestyrelse,” sagde Kristian Jakobsen.

Første del af årsmødets faglige program omhandlede emner med betydning for møllejerne her og nu. Første punkt var indfødningsstariffer, som Folketinget fra 1. januar 2023 har pålagt VE-producenter for at dække omkostningerne til bl.a. nettab i det kollektive elnet. Niveaet for indfødningsstarifferne varierer mellem landets 40 netselskaber, og flere af møllejerne var bekymrede for, om tariffene fra 2023 ville fortsætte eller falde i takt med, at elprisen giver netselskaberne lavere nettabsomkostninger.

”Regulatorisk er netselskaberne frataget muligheden for at prissikre deres indkøb af el til nettab, der med de historisk høje energipriser har ført til højere omkostninger til nettab, hvilket igen har afspejlet sig i indfødningsstarifferne. Dog er det vigtigt at understrege, at netselskaberne ikke må opkræve flere penge i indfødningsstariffer end omkostningerne til nettab, vedligehold og drift af elnettet kræver. Derfor vil faldende strømpriser alt andet lige føre til faldende nettabsomkostninger og lavere tariffer,” sagde Nicolaj Mølgaard Jakobsen, seniorchefkonsulent i Green Power Denmark, som følger området tæt.

Et andet vigtigt emne for vindmøllejerne er udsigten til en ny modhandelsmodel, der



”I tog tidligt stilling til den grønne omstilling, og I handlede på jeres holdninger, så det både gav en klimagevinst og økonomisk gevinst. Mange af jer er pionerer, der gik foran i den grønne omstilling, og der er stadigvæk brug for jer.

Jesper Hjulmand, CEO i Anel og bestyrelsesformand i Green Power Denmark.

træder i kraft den 2. maj 2023. Energinets nye model har til hensigt at øge konkurrencen i markedet for såkaldt modhandel, hvor danske mølleejere slukker for deres vindmøller for ikke at belaste den tyske netkapacitet syd for grænsen.

”En ny modhandelsmodel skal skabe langt bedre konkurrence og mulighed for, at hele forbrugssiden kan deltage, hvilket vil føre til lavere priser for danske elforbrugere og reducere den europæiske CO<sub>2</sub>-udledning. Når det er sagt, så vil der også i fremtiden være behov for danske møllejeres regulerkraft, og jeg anbefaler, I tager en snak med jeres balanceansvarlige om muligheden,” sagde Johannes Bruun, der er afdelingsleder i Energinet.

#### FREMTIDEN FOR VINDMØLLERNE?

Den anden del af årsmødet var med oplæg under hovedoverskriften ”Hvordan ser fremtiden ud for vindmøllerne?” Jens Bredahl Nielsen, seniorspecialist i Vestas, fortalte, at markedet for opgradering af ældre vindmøller med nye komponenter vokser stødt i bl.a. Tyskland og Sverige, men at det stadig går trægt med markedet i Danmark.

”Vi kan forlænge vindmøllens levetid med 15 til 25 år, og vi ser ind i en øget årsproduktion på helt op til 60 pct. I Vestas ser vi et stort potentiale i opgradering af vindmøller af ældre dato - også i Danmark, men det kræver, at myndigheder letter det administrative arbejde,” sagde han.

Dagen sluttede med et besøg af en velkendt herre. Vindpioner Henrik Stiesdal var med til at bygge de første kommercielle dan-



ske vindmøller og er med sin virksomhed Stiesdal I/S fortsat med til at drive den grønne omstilling. På årsmødet fortalte Stiesdal om potentialet i PtX og grønne brændsler, hvor brintlagring gemmer på et stort potentiale for danske VE-producenter (læs også side 30).

”Det bliver nok ikke de mindre vindmølleejere, der først får gavn af Power-to-X, fordi vi mindst skal op på en kapacitet på 100 MW, men der er ingen tvivl om, at det er

den vej, vi skal,” sagde Henrik Stiesdal og fortsatte:

”Vindmølleeventyret blev til virkelighed, fordi danske politikere og virksomheder samarbejdede om at skabe langsigtede rammevilkår, der gav en fordel i konkurrencen med andre lande. Vi kan skabe et nyt grønt væksteventyr, men det kræver, at politikerne skærper igennem, så vi får sat vindmøllerne op og får skabt de nødvendige rammevilkår, der skal til for at investere i de nye grønne teknologier. █

Formand for VE-Ejerforum Kristian Jakobsen opfordrede medlemmerne til at række ud til ham eller andre i VE-Ejerforums bestyrelse.

## VE-EJERFORUM

VE-Ejerforum er repræsenteret med to mand i Green Power Danmarks bestyrelse i form af Kristian Jakobsen og Per Bjerke Hansen.

Kristian Jakobsen er også en del af Green Power Danmarks forretningsudvalg.

Nyt valg til VE-Ejerforum foretages først næste år, fordi det før sammenlægningen blev besluttet, at den nuværende bestyrelse skulle have to år til at få implementeret mølleejerne i den nye forening.

Fra 2024 vil der være valg til VE-Ejerforums bestyrelse hvert år.



## VE-EJERFORUMS BESTYRELSE

Her er bestyrelsesmedlemmerne i VE-Ejerforum, der repræsenterer vindmølleejere i Green Power Denmark.

Du er velkommen til at tage kontakt, hvis du har spørgsmål.



**KRISTIAN JAKOBSEN**  
Formand for VE-Ejerforum  
Tlf. 6162 2932  
kj@mi.dk



**MADS WILLADSEN**  
Tlf. 4096 1254  
msw@ecn.dk



**PER BJERKE HANSEN**  
Næstformand VE-Ejerforum  
Tlf. 2028 4605  
uhrevind@uhrevind.dk



**JAKOB FERLØV GRETH**  
Tlf. 22 808 808  
jfg@pmvind.dk



**MICHAEL KRISTENSEN**  
Næstformand VE-Ejerforum  
Tlf. 2323 9280  
mak@pjwindpower.com



**JENS PETER LUNDÉN**  
Tlf. 3065 0400  
lundén@asdal.dk



**RUNE SCHMIDT**  
Tlf. 5382 4949  
rs@aeroe-emk.dk

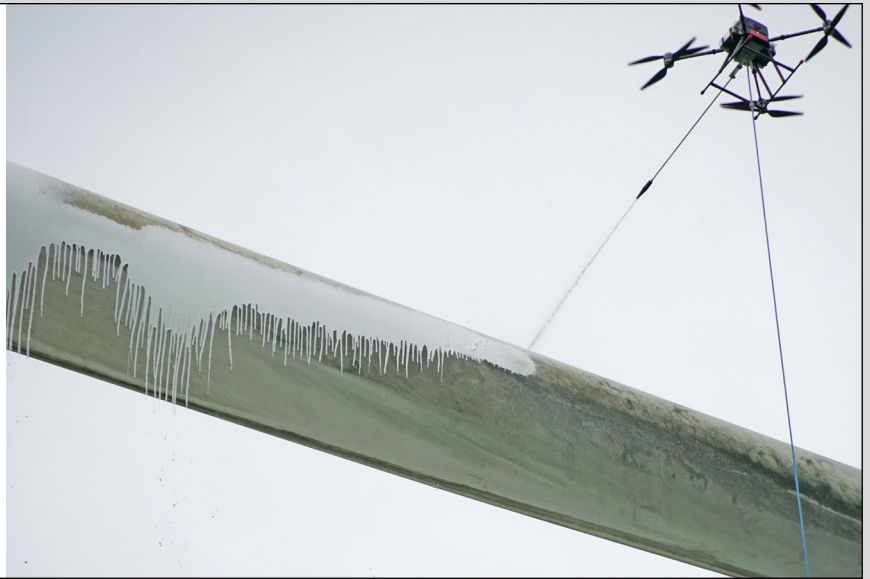
## VINGEVASK VIA DRONE

Intropris 11.200,- kr. pr. mølle.

Ring eller skriv for mere info:  
info@skylevel.dk - Tlf. 2277 1477  
Lufthavnsvej 151, 5220 Odense N

www.skylevel.dk

**Sky Level**



## GREEN POWER DENMARK TOPMØDE 2023

1. juni 2023 kl. 13.00 - 17.30 i København

## MORGENDAGENS ENERGISYSTEM

Vi er midt i en omsiggribende forvandling af vores energisystem, der skal skabe et grønnere Danmark og levere billigere energi til danskerne.

Topmødet 2023 stiller skarpt på de politiske beslutninger, der skal træffes i dag, for at energisystemet kan blive grønt i morgen.

Mød blandt andre Lars Aagaard (M), Klima-, Energi- og Forsyningsminister, Pia Olsen Dyhr, SF, og Kristian Jensen, Green Power Denmark. Flere navne tilføjes løbende programmet.

Om formiddagen afholdes Green Power Denmark's generalforsamling.

Program og tilmelding på  
[www.greenpowerdenmark.dk](http://www.greenpowerdenmark.dk)

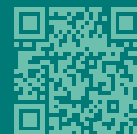


## ANNUAL EVENT 2023 WIND EUROPE COPENHAGEN 25-27 APRIL

Wind Europe er Europas største europæiske konference om vindenergi, som finder sted i Bella Center i København fra den 25. til den 27. april 2023.

Hvert år samler Wind Europe tusindvis af beslutningstagere, ledere og eksperter fra hele Europa for at diskutere den nyeste udvikling i vindenergi, og i Green Power Denmark er vi stolte over at konferencen igen i 2023 finder sted i Danmark.

Program og tilmelding:





Fra 1. april får Thomas Aarestrup Jepsen udvidet sit direktørområde til også at indbefatte VE-ejere og udviklere i Green Power Denmark. Til Naturlig Energi fortæller han om at stå vagt om det frie elmarked i en krisetid.

# VI SKAL IKKE UNDERVURDERE MARKEDSKRÆFTERNE

AF THOMAS KJÆRULFF TORP

**T**homas Aarestrup Jepsens møde med grøn energi begyndte som barn i Tønder, da hans far i 1989 købte en andel i en vindmølle i Østergammelby Vindmøllelaug, hvor faderen hurtigt fik ansvar for regnskabet. På grund af de øgede omkostninger til vedligehold solgte familien sin andel i 2000, men vindmøllen snurrer fortsat i lokalområdet.

”Jeg tror, at min far blev andelshaver, fordi han syntes, det var en spændende udvikling, der var på vej, og det fik han jo ret i,” konstaterer han.

Siden barndommen i det sønderjyske har han studeret på Handelshøjskolen (CBS) og tilbragt stort set hele sin karriere med politisk interessevaretagelse - både i Danmark og i udlandet med et par år i Schweiz. Efter nogle år som afdelingschef for energi og infrastruktur hos Danmarks største lobbybureau, Rud Pedersen A/S, blev han ansat som adm. direktør i Dansk Solkraft, der blev dannet i 2021 for at udbrede forståelsen for og tilslutningen af solenergi i Danmark.

De senere forhandlinger om en sammenlægning førte ham til Green Power Denmark som direktør for kommunikation, public affairs og presse. Og nu står den så igen på VE-produktion for Thomas Aarestrup Jepsen, som netop er fyldt 40 år.

Fra 1. april får han udvidet sit direktørområde til også at indbefatte VE-ejere og udviklere i Green Power Denmark.

”I det seneste år har jeg ikke haft lige så meget dialog med medlemmerne, som jeg havde tidligere, og det glæder jeg mig rigtig meget til at få igen. Der er selvfølgelig en masse nyt at lære, men jeg ser frem til udfordringen, og glæder mig til hurtigst muligt at hoppe op på ølkassen på vegne af alle VE-ejerne,” siger han.

## STÅR VAGT OM ELMARKEDET

Green Power Danmarks første år har været præget af en historisk energikrise i Europa forårsaget af krig i Ukraine og nedlukningen af gassen fra Rusland. Det gav politiske incitamenter til at gribe ind i elmarkedet og kræve ekstra afgifter på elproducenternes ’overnormale profitter’.

Thomas Aarestrup Jepsen roser sine medarbejdere, der i dialogen med EU-Kommissionen har advaret om konsekvenserne ved at intervenere i et velfungerende elmarked.

”Verden er ikke så sort-hvid, som nogle politikere gerne vil gøre den til. Det ville være forhastet at ændre på gode mekanismer, der virker, for at løse et kortsigtet problem. Jeg synes i al beskedenhed, at vi

var dygtige til at stå fast om, at et dynamisk og fleksibelt marked er den mest effektive vej til et grønt energisystem.”

Samtidig glæder han sig over, at Green Power Denmark i tæt samarbejde med andre aktører kom igennem med budskabet om, at det på grund af handel med lange finansielle kontrakter ikke er alle mølleejere, der tjener på de høje elpriser.

## BALANCE I PRODUKTION OG FORBRUG

Kapaciteten af vind og sol land skal firedobles mod 2030, hvilket stiller store krav til udbygningen og moderniseringen af elnettet. Som ansvarlig for den politiske interessevaretagelse siden dannelsen af Green Power Denmark har Thomas Aarestrup Jepsens fokus i høj grad været på, hvordan forbrug og produktion balanceres i udviklingen af fremtidens energisystem.

”Der ligger en stor opgave i at finde en balance, så forbrug og produktion følges ad i samme tempo, når det kommer til VE-udbygningen i de kommende år. Hvis forbruget ikke følger med produktionen, bliver elprisen for lav til de nødvendige investeringer. Omvendt vil elprisen blive for høj, hvis ikke der er nok grøn energi til forbruget, og det vil gå ud over opbakningen til den grønne omstilling,” siger han.



Thomas Aarestrup Jepsen har en fortid som adm. direktør i Dansk Solkraft. I dag er han direktør i Green Power Denmark for VE-produktion, kommunikation og Public Affairs.

Den stigende belastning på elnettet betyder også, at netselskaberne er i gang med at tænke mere kreativt end tidligere, når det gælder VE-producenternes adgang til elnettet. For eksempel skal der udvikles nye produkter, der kan give en mere fleksibel tilgang til det kollektive elnet.

”Et eksempel er dét, som netselskaberne kalder lokal kollektiv tarifiering, hvor produktion og forbrug, som er placeret tæt på hinanden, tarifieres anderledes. Det kan være, hvor vindmøllen er placeret tæt på en industrivirksomhed, som bruger vindmøllens elproduktion. På den måde belaster decentral elproduktion ikke i samme omfang nettet, fordi det ikke flyder op på transmissionsniveau, men bruges lokalt,” forklarer Thomas Aarestrup Jepsen.

**MARKEDET ER DEN STÆRKESTE KRAFT**  
Folketinget har besluttet, at der for alvor skal gang i udbygningen på land og til vands, men realiteten er, at der næsten ikke bliver etableret VE-projekter i øjeblikket. De regulatoriske rammevilkår er ikke fulgt med de politiske ambitioner, og samtidig stoppes for mange VE-projekter i Nævnens Hus med henvisning hensynet til natur- og dyreskyttelse.

”Vi arbejder benhårdt på at få gang i de processer, der skal sætte fart på den grønne



I det seneste år har jeg ikke haft lige så meget dialog med medlemmerne, som jeg havde tidligere, og det glæder jeg mig rigtig meget til at få igen. Der er selvfølgelig en masse nyt at lære, men jeg ser frem til udfordringen, og glæder mig til hurtigst muligt at hoppe op på ølkassen på vegne af alle VE-ejerne.

Thomas Aarestrup Jepsen, direktør for VE-produktion, kommunikation og public affairs i Green Power Denmark.

omstilling. Jeg er optimist, men det kræver, at der sættes handling bag ordene, og at vi får gang i udbygningen, for ellers løber tiden fra os,” påpeger Thomas Aarestrup Jepsen.

Han finder optimismen i den store investeringsvillighed, der venter på at blive sluppet løs, når regler og rammevilkår er på plads. ”Vi skal ikke undervurdere markedet som drivkraft i den grønne omstilling. VE-opstillingerne er klar med investeringerne, og efterspørgslen på VE-projekterne er stor, så nu handler det om at slippe kræfterne løs, så mølleejere og opstillere kan bidrage til et grønnere og mere bæredygtigt samfund,” siger Thomas Aarestrup Jepsen.

Han understreger, at der er plads til både store og små vindmølleejere, fordi alle kilowatt kommer til at tælle i fremtidens energisystem.

”Mange vindmølleejere står foran et valg om, hvorvidt de skal fortsætte produktionen eller sælge deres mølle. Der er gode argumenter for at erstatte ældre vindmøller med større og mere moderne møller, som vi så det med Sdr. Bork Vindpark. Modsat kan der også være fordele i at levetidsforlænge en ældre mølle – ikke kun økonomisk for den enkelte mølle, men også for klimaet og samfundet, fordi produktionen således ikke går til spilde,” konstaterer han. /

# STATUS OVER DANMARKS VINDMØLLER

Allerede sidst i 70'erne begyndte Naturlig Energi med indsamling af produktionsdata for vindmøller. I dag samles disse data af Energinet.dk og Energistyrelsen.

Hver måned henter vi, med hjælp fra EMD International, nøgletal og statistik fra disse data.

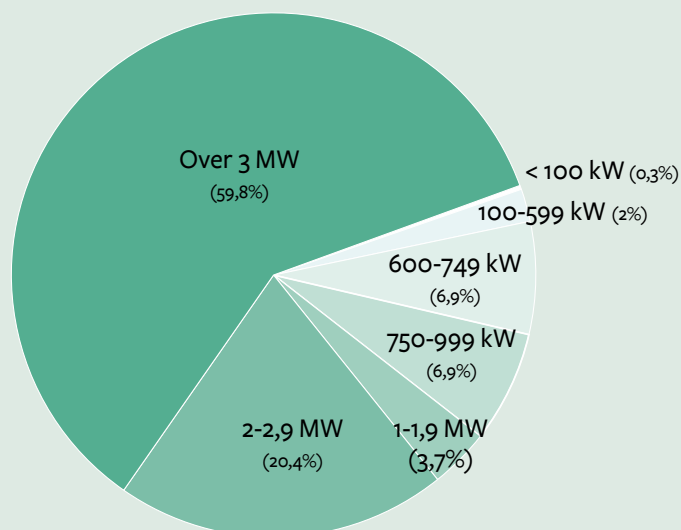
Her har vi visualiseret nogle af disse data.

AF LINETTE RIIS

DATA: EMD INTERNATIONAL

## 60 PCT. AF ELPRODUKTION KOMMER FRA MØLLER OVER 3 MW

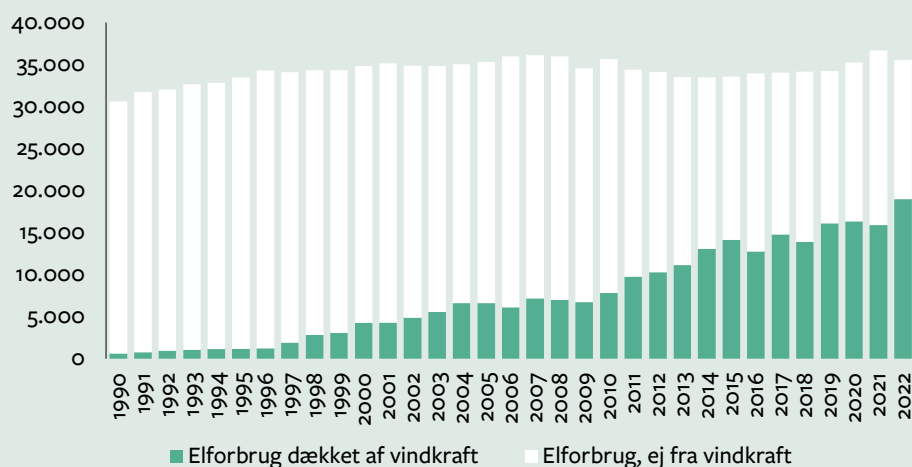
ELPRODUKTION FRA VINDMØLLER I 2022 FORDELT PÅ MØLLESTØRRELSER



## VINDMØLLERNE DÆKKER NU 55 PCT. AF ELFORBRUGET

VINDKRAFT DÆKKEDE I 2022  
KNAP 54 PCT. AF ELFORBRUGET.  
KORRIGERET FOR VINDFORHOLD  
ER DÆKNING CA. 55 PCT

Elforbrug (GWh)



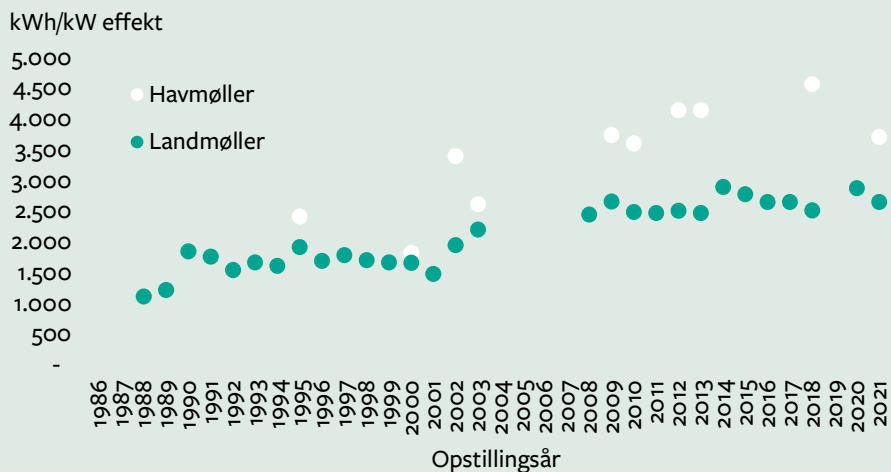


## PRODUKTION EFTER ALDER

UDVIKLING I PRODUKTION PR. INSTALLERET KW.

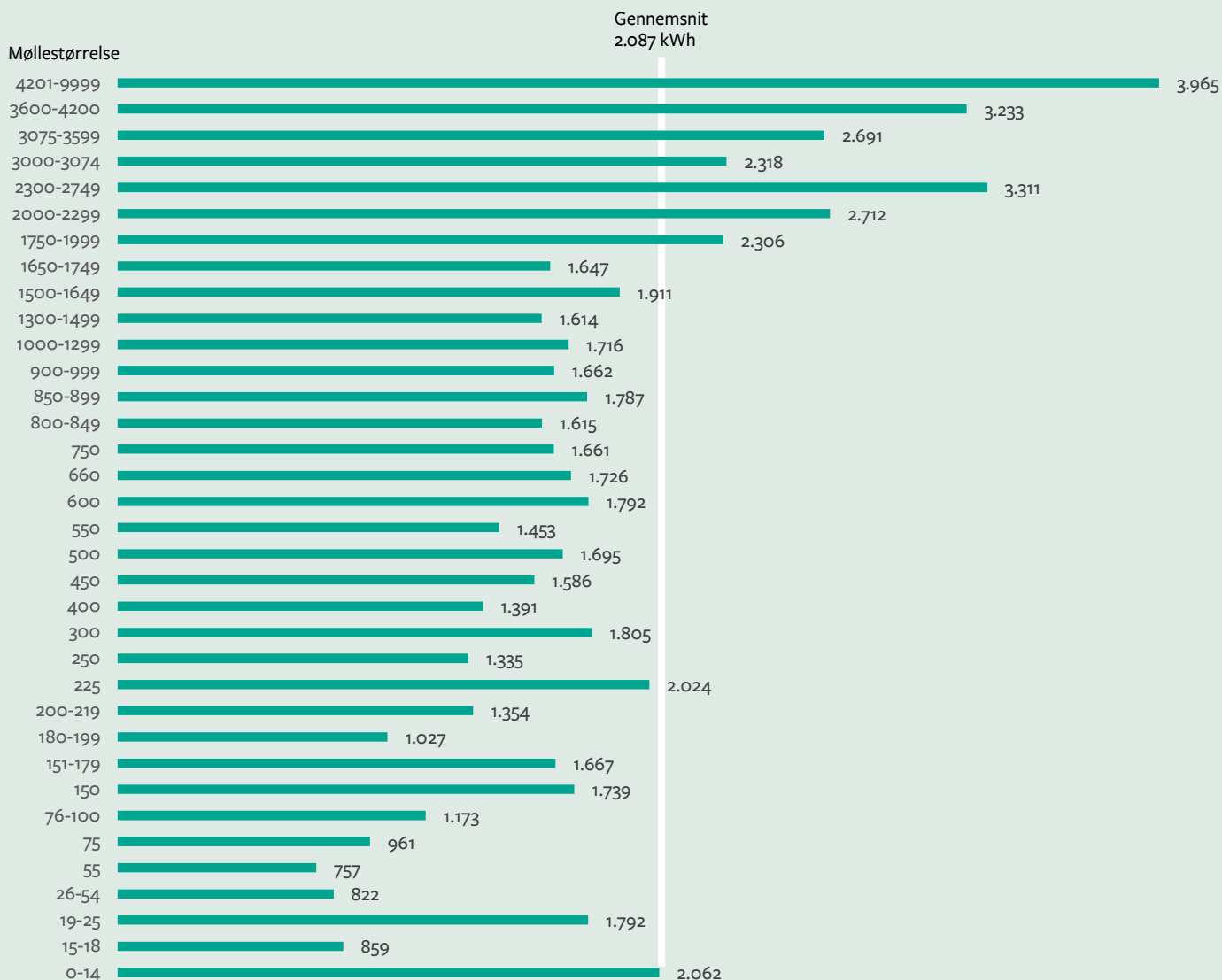
Kun møller over 25 kW og år, hvor der mindst er opstillet 20 møller, er vist.

Navnhøjde, rotorareal pr kW, placeringer og markedsregulering er afgørende for værdier de enkelte år.



## PRODUKTION EFTER MØLLESTØRRELSE

ÅRLIG PRODUKTION PR. MW INSTALLERET EFFEKT I ET NORMALT VINDÅR



HUN

FORVANDLER

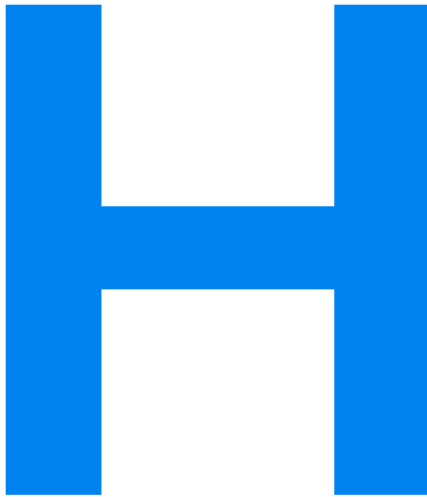
VINGESKROT

TIL NYE

VINDMØLLEVINGER







**Vestas har fundet en ny opskrift, der gør det muligt at fjerne den epoxyrim, der holder sammen på komponenterne i udtjente vindmøllevinger. Et gennembrud, der gør det muligt at genanvende tonsvis af vingskrot, der i en årrække har været en akilleshæl i vindmøllebranchen.**

AF LAURA BERGGREEN  
FOTO TONY BRÖCHNER

elt op til 85 pct. af en vindmølle genanvendes allerede i dag, men særligt de udtjente vinger har vist sig at være svære at nedbryde. Vestas' nye opdagelse er derfor et gennembrud for branchen, der har været udsat for kritiske røster, fordi vingeffaldet ofte ender som skrot på lossepladser. Men det skal være slut nu, fortæller Mie Elholm Birkbak. Hun er specialist i innovation and concepts i Vestas og en del af den arbejdsgruppe, der har banet vejen for en helt ny metode til at genanvende komponenterne i vindmøllevinger.

”Vestas har udviklet bæredygtige materialer til vindmøllevinger i årtier, hvor målet typisk har været at lave materialet så holdbart som muligt. Fra et bæredygtigt perspektiv er det absolut det bedste, men det siger næsten sig selv, at vinger, som hænger rigtig godt sammen, også er svære at pille fra hinanden igen,” fortæller Mie Elholm Birkbak.

Vindmøller skal modstå barske vejrforhold - både til lands og til vands. Det stiller særligt store krav til vingematerialerne, der består af hårdføre kompositter, som for eksempel glasfiber og kulfiber. Dette er limet sammen af resin - en slidstærk og modstandsdygtig lim, der i størstedelen af vindmøllerne udgøres af epoxy. En effektiv teknologi, der også har været vindmøllebranchens store hovedpine, når det kommer til genanvendelse af vingerne, da den klæbrige lim er tæt på umulig at opløse. Nu har Mie Elholm Birkbak og hendes team i Vestas' hovedkvarter i Aarhus imidlertid knækket koden.

”Vi har fundet en løsning, der gør os i stand til at nedbryde vingematerialerne på en måde, der er så mild, at vi ikke behøver bruge en masse energi på at gøre det, og vi er i fuld gang med at bygge den nødvendige værdikæde til at realisere målet om genanvendelse af udtjent vingemateriale,” siger hun.

#### ALLE UDTJENTE MØLLEVINGER

I takt med at generationer af vindmøller de kommende år har tjent deres værnepligt, er der udsigt til store mængder vingeffald. Selvom vingerne i dag genanvendes til for eksempel cementproduktion og støjværn, så ender mange ton vingeffald stadig på deponi. Blandt andet fordi det fortsat har krævet ekstremt hårdføre og CO<sub>2</sub>-tunge metoder at nedbryde vingerne.

”Kernen i vores metode er, at den er cirkulær. Vi kan komme tilbage til de oprindelige byggesten og få den samme mekaniske

værdi, som da vindmøllevingerne i sin tid blev bygget,” siger Mie Elholm Birkbak om den nye løsning, der ifølge hende har potentiale til at vende op og ned på den globale vindmølleindustri.

Vestas er én blandt flere store vindmølleproducenter, der bakker op om et forbud mod deponi af vindmøllevinger i 2025. Forskning og udvikling af nye typer resin, der letter adskilleelsesprocessen og fremmer genanvendelse, har derfor været et stort fokus i branchen. Ifølge Mie Elholm Birkbak var det først hensigten at udvikle en genanvendelig resin til produktionen af nye vindmøllevinger, som det er lykkedes for Siemens Gamesa, der for nyligt lancerede konceptet RecyclableBlade. Men undervejs tog projektet en drejning, og med Vestas' nye metode bliver det muligt at genanvende materiale fra vinger, der allerede er produceret - sågar også dem, der er endt på deponi. Den nye opdagelse bringer hele branchen et hurtigt og stort skridt nærmere 100 pct. genanvendelighed af en vindmølle.

”Det banebrydende er, at vi er lykkedes med at låse op for epoxylimen. Vi kan for første gang skille komponenterne ad i en grad, der gør det muligt at få adgang til de rene materialefraktioner. Det er her, vi reelt kan genbruge materialerne og skabe en cirkulær værdikæde, der giver værdi. Derfor er det i virkeligheden en to-trins-proces, hvilket har været helt afgørende for også at skabe en businesscase,” siger Mie Elholm Birkbak.

#### DEN HEMMELIGE OPSKRIFT

Ifølge Mie Elholm Birkbak udsættes vingeffaldet med den nye metode for en adskillelsesvæske. Når kompositmaterialet kommer i kontakt med væsken, slipper epoxyen og materialerne kan pilles fra hinanden. Glasfiber i én bunke, kulfiber i en anden og epoxy i en tredje, som nedbrydes yderligere:

”Den hemmelige opskrift er, at vi kan adskille epoxyen helt ned på molekylærniveau. Det betyder, at molekylerne svarer til de byggesten, som vi brugte, da vingematerialet i sin tid blev produceret. Dermed åbner metoden op for, at vi kan lave et cirkulært materiale af epoxyen og bruge den til at bygge nye vindmøllevinger. Her er det vigtigt at sige, at en ny vindmøllevinge af de gamle materialer ikke er en dårligere vinge. Den svarer fuldstændig til dem, som vi producerer i dag. Og det er jo vigtigt, da den også skal kunne holde i 30 år,” siger Mie Elholm Birkbak.

Indtil videre er den nye fremgangsmetode verificeret i laboratoriet, men den mere detaljerede opskrift på mirakelmidlet, der frigør epoxyen, forbliver en hemmelighed lidt endnu. Mie Elholm Birkbak vil dog gerne afsløre, at kilden til succes er gængse materialer. ”Vi har været opmærksomme på at udvikle en proces, der baserer sig på billige og tilgængelige materialer for industrien og som ikke kræver virkelig høje temperaturer eller meget højt tryk. Det er vigtigt, at det ikke koster en masse energi, fordi det skal være rentabelt ud fra et bæredygtigt og økonomisk perspektiv, så det hurtigt kan komme ud og leve i industrien.”

### 25.000 TON VINDMØLLEAFFALD

Vestas' løsning har alle forudsætninger for volumen og stordrift. Brancheorganisationen Wind Europe estimerer, at 25.000

ton vindmølleaffald skal skrottes årligt fra år 2025. Dertil kommer de vindmøllevinger, der allerede er sendt på deponi. Potentialet vil for alvor vise sig, når skaleringsprocessen sættes i værk, vurderer Mie Elholm Birkbak. Vestas har indgået et samarbejde med epoxyproducenten Olin og Stena Recycling, der skal være med til at industrialisere processen:

”Vi ønsker at lave en reel industri ud af det, der både sikrer, at de gamle vinger bliver behandlet bæredygtigt, men også at man på sigt kan købe vindmøller, der kommer af genanvendt materiale. Vi får adgang til en ressource, der i dag er en affaldsfraktion, som vi i stedet kan se som en kilde til nyt råmateriale. Forhåbentligt kan man skalere det så effektivt, at det fra et kommercielt synspunkt bliver superinteressant,” siger hun. ■

Mie Elholm Birkbak er specialist i innovation and concepts i Vestas og en del af den arbejdsgruppe, der har banet vejen for en helt ny metode til at genanvende komponenterne i vindmøllevinger. Udviklingen af den nye metode er sket i et samarbejde mellem Vestas, Olin, Teknologisk Institut og Aarhus Universitet med støtte fra Innovationsfonden.

## FLERE VEJE TIL GENANVENDELSE

Vindmøllevinger fra Vattenfalls hollandske vindmøllepark, Irene Vorrink, er blandt andet blevet brugt til ski, klatrestativer og byggematerialer til solcelleparker. Andre eksempler på genanvendelse tæller støjskærme, busskure og legepladser.

RecyclableBlade er en genanvendelig vinge udviklet af Siemens Gamesa. Vingetypen er fremstillet på samme måde som en standard vindmøllevinge. Forskellen er en ny type resin, der gør det muligt at adskille komponenterne ved hjælp af eddikesyre opvarmet til 80 grader, når vingerne er udtjente.

Virksomheden Continuum vil åbne seks fabrikker til genanvendelse af udtjente vindmøllevinger. Målet er bl.a. at producere facadeelementer, industridøre og køkkenbordplader af vingematerialet. Den første fabrik forventes åbnet i Esbjerg i 2024.



Verdens første havmøllepark blev i sommeren 1991 opstillet nordvest for Lolland af det sjællandske elselskab Elkraft. En af de 11 Bonus-vindmøller på 450 kW er renoveret og opstillet på Energimuseet i Tange ved Bjerringbro.

# Verdens første havmølle står nu på Energimuseet

AF JYTTE THORND AHL

FOTO: PALLE SKOV OG CHRISTINA SØRENSEN

**E**fter oliekrisen i 1970'erne ville de danske politikere gøre Danmark fri af olielandene ved bl.a. at satse på vedvarende energi som vindmøller.

Udviklingen gik dog ikke så hurtigt. Men allerede i 1980'erne stod det klart, at det med tiden ville være vanskeligt at finde tilstrækkeligt med egnede steder på land til opførelse af vindmølleparker. Derfor var man også begyndt at undersøge mulighederne for at opføre vindmølleparker på havet. I 1985 var der indgået en aftale mellem Energiministeriet og de danske elselskaber om, at elselskaberne skulle opstille i alt 100 MW vindkraft i løbet af de næste fem år. Det sjællandske selskab Elkraft (nu Ørsted og Vattenfall) stod for opstillingen på Sjælland, Lolland og Falster. Selskabet søgte tilladelse til at opstille 11 vindmøller ud for Lollands vestkyst og fik den uden problemer.

## 2200 HUSHOLDNINGERS ELFORBRUG

Vindeby havmøllepark bestod af 11 Bonusmøller (nu Siemens Gamesa) på hver 450 kW. Det var på det tidspunkt den største serieproducerede danske vindmølle. Bonusmøllerne var stall-regulerede, og såvel mølletårne som maskiner var særligt overfladebehandlede for at modstå de strengere klimatiske forhold på havet.

Møllerne blev placeret i to parallelle rækker med en afstand på 300 meter indbyrdes

og mellem rækkerne. Vindmølletårnene i stål var 33 meter i højden og 3 meter i diameter. Vingerne var 17 meter lange. Møllerne producerede, hvad der svarede til 2.200 husholdningers elforbrug om året.

Alle møllerne havde kontrolanlæg baseret på mikroprocessorer, og data blev sendt via lyslederkabler til møllerne samt til fjernovervågningsanlægget. Rent styringsmæssigt lignede kontrolanlægget det system, som man brugte på landbaserede vindmøller. Men det var udvidet med kontrol af klima, udvendig belysning, styring af blæsere og kølere og så videre.

## GENREJST EFTER 25 ÅR

Man valgte at tage vindmøllerne ned efter godt 25 års drift. De havde tjent deres rolle som verdens første pilotprojekt med opstilling og drift af havvindmøller godt og bidraget med vigtige erfaringer.

I 2017 kom mølle nr. 6E, én af de 11 Vindebymøller, til Energimuseet. Det var en foræring fra Dong Energy (nu Ørsted), museet skulle blot sørge for transport fra havnen i Nyborg til Energimuseet. Heldigvis støttede Slots- og Kulturstyrelsen transporten til museet økonomisk. Og det lykkedes museet at skaffe penge og assistance til fundament og istandsættelse af vindmøllen hos Siemens Gamesa i Brande og Hvide Sande Shipyard. Møllen er nu er rejst på et 17 meter højt tårn ved

museets to andre historiske vindmøller - Gedsermøllen fra 1957 og Riisagermøllen fra 1977.

Connected Windservice stod for rejsningen af møllen, og der var travlhed fra morgenstunden, men dog også tid til sandwich, møllekage og lidt at drikke ved rejsegildet.

## ET VIDNE OM DANSK VOVEMOD

Vindebymøllen 6E er et væsentligt ikon i Energimuseets samling. Den er en vigtig del af Danmarks vindmølle- og industrihistorie, som gav viden og inspiration til opsætning af nye og større havvindmøller.

Vindmøllerne var både Danmarks, men også verdens første havvindmøllepark. De vidner om dansk know-how, ekspertise og vovemod inden for den vedvarende energiproduktion. Flere danske vindmøller har været banebrydende rent teknologisk såvel internationalt som nationalt. Vindebymøllerne var et helt nyt teknologisk skridt, som blev taget i Danmark inden for den vedvarende energiproduktion. Det var en succeshistorie, der siden har gjort Danmark førende på verdensplan inden for dette område. **I**

Jytte Thorndahl er museumsinspektør ved Energimuseet.









## HAVMØLLEN PÅ ENERGIMUSEET

Knap 5 år tog det, før mølle nr. 6E kunne udstilles på Energimuseet.

Møllen var en foræring fra Ørsted. Slots- og Kulturstyrelsen gav støtte til transporten, og det lykkedes museet at skaffe penge og assistance til fundament og istandsættelse af vindmøllen hos Siemens Gamesa i Brande og Hvide Sande Shipyard.

Møllen er nu rejst på et 17 meter højt tårn ved museets to andre historiske vindmøller - Gedsermøllen fra 1957 og Riisagermøllen fra 1977.



## VINDEBY HAVMØLLEPARK

Vindeby Havmøllepark bestod af 11 Bonus-møller (nu Siemens Gamesa) på hver 450 kW, der da var den største serieproducerede danske vindmølle. Møllerne blev placeret i to parallelle rækker med en afstand på 300 meter indbyrdes og mellem rækkerne.

Vindmølletårnene i stål var 33 meter i højden og 3 meter i diameter. Vingerne var 17 meter lange.

Møllerne producerede, hvad der svarede til 2.200 husholdningers elforbrug om året.



# Finansiering af vindmøller, solceller og biogas



- Daniel Ulf Pedersen, direktør for vedvarende energi

Har du behov for finansiering af vindmøller, solceller eller biogasanlæg?

Vi er specialister i vedvarende energi og har en nicheafdeling, der udelukkende beskæftiger sig med rådgivning og medfinansiering på energiprojekter. Ikke to projekter er ens, derfor dedikerer vi både tid og ressourcer til at sætte os ind i netop dit projekt.

#### Hos os får du:

- Professionel sparring
- Stor faglig ekspertise og brancheindsigt
- Overblik over dine finansierings- og tilskudsmuligheder
- Optimal finansieringssammensætning
- Individuelle løsninger og konkurrencedygtige produkter
- Personlig rådgivning med tæt dialog, uanset hvor i landet, du har virksomhed

Kontakt Daniel på **96 63 22 08** og lad os tage en snak om dine muligheder.

[vestjyskbank.dk/vedvarende-energi](https://vestjyskbank.dk/vedvarende-energi)

 **vestjyskBANK**



# ELEKTRIFICERINGSBØLGE KRÆVER ELNET TIL MEGET MERE

Elnettet skal moderniseres, så det understøtter elnetskabernes øgede aktivitets- og investeringsniveau. Mette Rose Skaksen, der er viceadm. direktør i Green Power Denmark, opfordrer regeringen og Folketinget til at fjerne de sten, der kan forsinke elnetskabernes udbygning af et elnet med plads til elbiler, varmepumper, solceller, vindmøller og et stærkt elektrificeret erhvervsliv.

**D**e danske elnetselskaber skal investere i omegnen af 50 mia. kr. frem til 2030 for at sikre elnetdistributionsnettets transformestationer og kabler til Danmarks grønne omstilling. Det er konklusionen i en ny analyse fra Green Power Denmark, der viser, at Danmarks klimaambitioner kræver 30 til 38 mia. kr. i nye investeringer i eldistributionsnettet samt 19 mia. i reinvesteringer.

”Vores fælles elnet står over for store investeringer. Derfor bliver elnetselskaberne nødt til at have sikkerhed for reguleringen og få fjernet en række administrative barrierer,” siger viceadm. direktør Mette Rose Skaksen fra Green Power Denmark.

Med publikationen ”Elnet til meget mere” har Green Power Denmark lanceret 11 anbefalinger til en elinfrastrukturpakke, der skal inspirere SVM-regeringen og Folketinget i deres arbejde med at sikre en gennemgribende grøn omstilling. Anbefalingerne bygger videre på en indsats, der allerede er i gang ude i elnetselskaberne. En indsats, der bl.a. omhandler øget investeringsniveau, ansættelse af flere medarbejdere, planlægning og drift af anlæg, agilt samspil med entreprenører og samarbejde med Energinet om hurtigere nettilslutning af vind- og solenergi.

AF JESPER TORNBJERG

## KLAR TIL AT INVESTERE 49-57 MIA. KR.

Ifølge ”Elnet til meget mere” kan investeringerne mindskes med 8 mia. kr. mod 2030, hvis det lykkes at få elbilister og andre forbrugere til at justere adfærd, så det samlede elforbrug bliver mere jævnt end ellers. Tidsdifferentierede tariffer, som

elnetselskaberne er i gang med at indføre og forfine, er et af de mest effektive virkemidler.

”Elnettet skal altid levere den nødvendige kapacitet uanset tidspunktet på året og døgnet, men hvis vi kan holde ”toppen af toppene” nede, kan elnetselskaberne - og dermed kunderne - spare penge, fordi der er behov for færre transformestationer og færre kabler end ellers,” påpeger Mette Rose Skaksen.

Elnetselskaberne har allerede skruet op for investeringerne i både eksisterende og ny infrastruktur, men regulering og udfordring med kvalificeret arbejdskraft forhindrer dem i at give den fuld skrue. Opgaven bliver bl.a. at gøre elnettet klar til op mod 1,5 mio. elbiler, flere hundrede tusinder ekstra varmepumper i 2030 samt meget mere grøn elproduktion født ind på lokale elnet. Mette Rose Skaksen fastslår, at elnetselskaberne beder om tidssvarende rammer. Til gengæld står de klar med store investeringer i nettet:

”Branchen er klar til at investere 49-57 mia. kr. fra 2024 til 2030, så danskerne har nok strøm, når de skal lade deres elbiler eller omlægge fra oliefyr og naturgaskedler til eldrevne varmepumper. Nu skal reguleringen følge med. Et moderne elnet er også fuldstændig afgørende for industrien, der er i gang med en omfattende elektrificering, ligesom elnetselskaberne fortsat skal kunne levere hurtig nettilslutning af vindmøller, solceller og ladeinfrastruktur til elektrisk transport.”

Ifølge ”Elnet til meget mere” kommer elforbruget på de lokale elnet (0,4-60 kV) til at stige kraftigt i de næste år. Fra ca. 35 TWh nu til minimum 48 TWh i 2030 - eller et plus på ca. en tredjedel. I 2040 kan forbruget være vokset til over 60 TWh. Produktionen af grøn strøm vil stige endnu mere: fra ca. 13 TWh i dag til omkring 36 TWh i 2030, eller en tredobling.

”

Spændetrøjen på elnetselskaberne skal løsnes. Vi har brug for at fjerne barrierer og unødvendigt bureaukrati.

Mette Rose Skaksen, viceadm. direktør i Green Power Denmark.



”Sidste gang, vi i Danmark foretog en massiv udbygning af elnettet, var fra 1960 og op i 1980’erne. I dag står vi overfor en ny stor opgave,” påpeger Mette Rose Skaksen.

#### ADMINISTRATIVE BARRIERER

Udover at reguleringen skal moderniseres, så den kan følge med elnetselskabernes øgede aktivitets- og investeringsniveau, er det ifølge Green Power Denmark også nødvendigt at fjerne barrierer for, at elnetselskaberne kan matche den nye elektrificeringsbølge i den nødvendige hastighed.

”Spændetrøjen på elnetselskaberne skal løsnes. Vi har brug for at fjerne barrierer og unødvendigt bureaukrati,” fastslår Mette Rose Skaksen.

Blandt de 11 anbefalinger fremhæver hun behovet for at få konkretiseret et grønt tillæg, der er politisk besluttet af et bredt flertal i Folketinget under den foregående S-regering. Det nye grønne tillæg skal understøtte elnetselskabernes muligheder for at finansiere langsigtede investeringer og en intensiveret digitalisering.

”Elnetselskaberne har brug for langsigtet sikkerhed om rammevilkår, så de bedre kan tilrettelægge de store investeringer, det kræver for at transportere fremtidens øgede forbrug af grøn strøm. Vi skal have fokus på tempoet samtidig med, at vi fastholder den tårnhøje leveringssikkerhed,” mener Mette Rose Skaksen.

Gaven til forbrugerne er, at de, udover et moderniseret elnet med fortsat strøm i stikkontakterne, stort set altid kan se frem til stabile tariffer. Mette Rose Skaksen forventer



#### ELNET TIL MEGET MERE

Med publikationen ”Elnet til meget mere” har Green Power Denmark lanceret 11 anbefalinger til en elinfrastrukturpakke, der skal inspirere SVM-regeringen og Folketinget i deres arbejde med at sikre en gennemgribende grøn omstilling.



nemlig, at elnetselskaberne – fordi omkostninger bliver fordelt på et større forbrug – kan holde tarifferne pr. kilowatttime i ro frem til 2030.

#### LÆS KUNDERNES BEHOV

Green Power Denmark mener grundlæggende, at den eksisterende regulering af elnetselskabernes monopol fungerer, som den skal. Reguleringen har bidraget til at skabe verdens bedste elnet med en leveringssikkerhed på 99,996 pct.

”Forbrugerne oplever, at der er strøm i stikkontakterne og kraft på maskinerne i industrien så godt som hele tiden. Den sikkerhed er fundamentet for velfærdssamfundet, og den sikkerhed skal vi fastholde,” pointerer Mette Rose Skaksen.

Green Power Danmarks 11 anbefalinger handler om, at myndighederne justerer reguleringen, så der på den ene side fortsat ikke opstår vild overkapacitet i elnettet, men at der på den anden side også bliver højere til loftet, så elnetselskaberne kan leve op til kundernes behov, før de opstår.

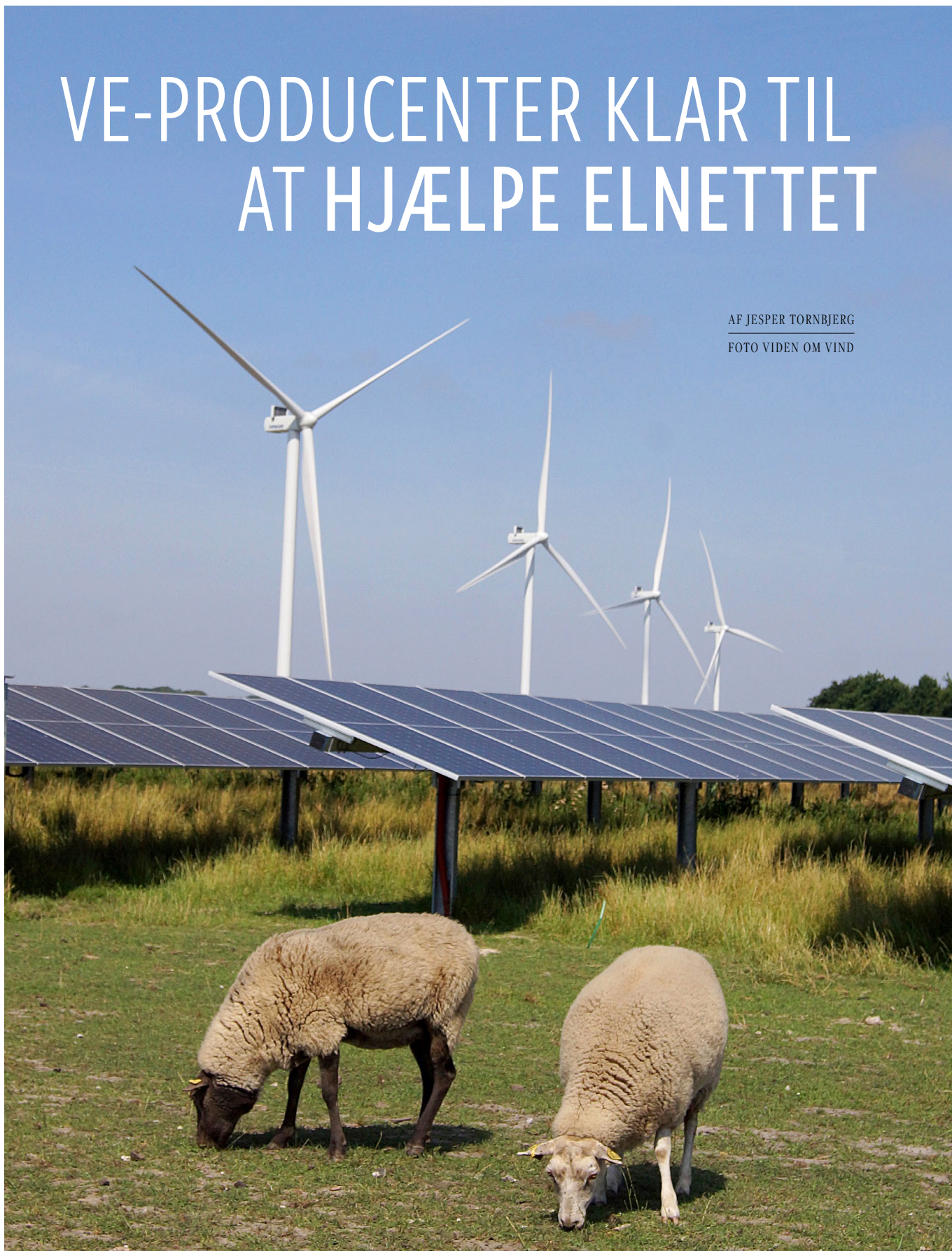
”Elnetselskaberne ved, hvad der foregår lokalt og er gode til at planlægge og træffe de nødvendige investeringsbeslutninger. Vi skal ikke opfinde nye redskaber og øge bureaukratiet. Tværtimod! Elnetselskaberne skal have en regulering, der giver mere langsigtet stabilitet og stabile rammer for de investeringer, der knytter sig til udbygningen. Jeg er sikker på, at elnetselskaberne dermed kan få den grønne bølge til at rulle hurtigere til glæde for klimaet, samfundet og kunderne,” siger Mette Rose Skaksen. ▮



# VE-PRODUCENTER KLAR TIL AT HJÆLPE ELNETTET

AF JESPER TORNBJERG

FOTO VIDEN OM VIND





Solcelle- og vindmølleparker kan – udover at producere ”grønne” elektroner – også levere ydelser til at **understøtte balancen i elnettet**. VE-udviklere og elnetselskaber går sammen i tættere dialog om teknologiske løsninger og hurtigere processer.

**V**indmøller og solceller producerer elektricitet efter naturens luner og døgnets skiften, men VE-anlæg udvikler sig hele tiden og kan allerede nu meget mere end at følge vind, sol og døgnrytmer. Derfor står VE-udviklerne også klar til at tage deres ansvar, når det gælder den nødvendige udbygning af elnettet.

”Vi kan hjælpe elnettet,” lød det glade budskab fra managing partner Anders Dolmer fra BeGreen på en konference i København for elnetselskaber, VE-udviklere, rådgivere, kommuner og andre interessenter om, ”Hvordan får vi tempo på udbygningen af elnettet, så vi når Danmarks klimamål?”

BeGreen udvikler, bygger og driver solcelleparker i Danmark og en række nabolande. Sammen med andre VE-udviklere har BeGreen æren for, at solcelleparker begynder at blive en væsentlig del af det danske el-miks. Danmarks installerede solcelleeffekt har rundet 2.000 MW, og meget mere er på vej. Alene BeGreen har projekter for over 5.000 MW i pipeline i ind- og udland. På samme måde, som kraftvarmeværker har vist sig at være fleksible i forhold til en række elmarkeder, får også vind- og solcelleparker stadig flere strenge at spille på:

”Vi ejer opsamlingsnet for vores parker. Vi er klar til batterier og vil kunne levere reservekapacitet, regulere spikes (spændingsstigninger, *rød.*) og byde ind med reaktiv effekt,” siger Anders Dolmer og påpeger, at kombinationen af vindmølle- og solcelleparker – de såkaldte hybrid anlæg – allerede har påvist synergier i forhold til en bedre udnyttelse af kapacitet i elnettet.

### BILLIG GRØN OG DANSK STRØM

Vindmøller og solceller – gerne i kombination med lokale lagringsteknologier – kan altså spille ind med løsninger på en række af de udfordringer, som elnettet står over for i omstillingen fra at være domineret af kraftvarmeværker til at være domineret af fluktuierende produktionsteknologier.

”Billig strøm er forudsætningen for alt. Priser på 7-10 kr. pr. kilowatt-time vil være

ødelæggende for os alle sammen,” fastslår Anders Dolmer, der med indførsel af producentbetaling ærgrer sig over, at der bliver lagt flere og flere økonomiske byrder ”på det, vi vil have mere af.”

Ifølge Anders Dolmer er vejen frem yderligere dialog om løsningerne mellem Energinet (statsejet), elnetselskaber (forbrugerejede) og producenter (private) på tværs af de kulturer, der vitterligt er. Løsningerne handler om såvel økonomi – herunder risikodeling – og teknologisk innovation, så VE-anlæg kan indpasses elnettet hurtigst mulig og til de lavest mulige omkostninger.

### PROCESSERNE OP I FART

Senior regulatory advisor Søren Klinge fra Eurowind Energy mener, det er ’en brændende platform’ at få etableret meget mere vedvarende energi til det øgede elforbrug, der sker som følge af direkte elektrificering og indirekte elektrificering af fly og skibe via Power-to-X.

”Adgang til elnettet er en afgørende parameter for VE-udviklere. Processerne skal op i fart, og vi er klar til at påtage os den større økonomisk risiko, men vi skal tale sammen måneder eller år tidligere om

## ELNETTET SKAL TRANSPORTERE MERE GRØN STRØM

Om syv år vil Danmark bruge næsten dobbelt så meget elektricitet sammenlignet med i dag. Det stiller nye krav til eldistributionsnettet, hvor elforbruget har været stabilt gennem en længere årrække. Ifølge Green Power Danmarks analyse skal elnetselskaberne i 2030 transportere minimum 48 terawatt-timer om året mod ca. 35 terawatt-timer i dag.

etableringen af de konkrete anlæg, så vi og netselskaberne hurtigere kan bestille de nødvendige komponenter,” siger han.

Han understreger, at VE-udviklere og elnetselskaber er i samme båd, når det handler om tilgangen til komponenter. De globale forsyningskæder er pressede, fordi stadig flere lande efterspørger kabler, transformere og andet udstyr til den grønne omstilling, så håbet om, at FN-ambitionen om at holde de globale temperaturstigninger på maksimum to grader holdes i live.

”Det politisk-administrative system skal også rebe sejlene”, mener Søren Klinge, der efterlyser langt hurtigere afklaring af spillereglerne for direkte linjer mellem VE-anlæg og forbrugsanlæg, f.eks. PtX og fjernvarmeanlæg.

### FORNUFTIGE RAMMER

Samtidig med, at et styrket elnet skal matche et kraftigt stigende forbrug, skal Danmark også, med hjælp fra bl.a. BeGreen og Eurowind Energy, producere langt mere grøn strøm fra vindmøller og solceller. For eksempel peger en analyse af Rambøll på, at kapaciteten alene på solenergi kan stige fra knap 2 GW til 27 GW i 2040 og 34 GW i 2050.

Energichef i Rambøll John Ammentorp peger på, at stigende priser, manglende forsyning af råvarer og arbejdskraft kan blive potentielle barrierer for den nødvendige elektrificering.

”Det er stærkt nødvendigt, at der er politisk villighed til at være på forkant med elnettets kapacitet ved at skabe gode rammevilkår for investeringer, så forsyningselskaberne kan garantere, at nettet og transformerstationerne står klar, når producenter og forbrugere har behovet. Der er ingen tvivl om, at udfordringerne skal løses i fællesskab på tværs af værdikæden, hvor man fra politisk hold skal have fokus på en ambitionsdrevet udbygning af elnettet, så vi når Danmarks klimamål,” siger John Ammentorp. █



## Dine uvildige og erfarne tekniske konsulenter

[www.nordicwindconsultants.dk](http://www.nordicwindconsultants.dk)



**Lasse Mathiasen**  
Tlf. 2441 5237  
[lm@nordicwindconsultants.dk](mailto:lm@nordicwindconsultants.dk)



**Steen Nedergaard Buss**  
Tlf. 3059 7949  
[sb@nordicwindconsultants.dk](mailto:sb@nordicwindconsultants.dk)



**Poul Kr. Stenvad Madsen**  
Tlf. 5122 2808  
[pm@nordicwindconsultants.dk](mailto:pm@nordicwindconsultants.dk)



## Vil du også være **opdateret** på seneste nyt om elmarkedet?

### Mere end 800 af Vindenergi Danmarks andelshavere modtager dagligt markedsinformation

Modtag dagens vigtigste nyheder og bevægelser i de internationale råvaremarkeder samt elmarkedet i Tyskland, Norden og Danmark.

Tilmeld dig via vores Selvbetjening eller mail til [info@vindenergi.dk](mailto:info@vindenergi.dk).

Vores specialister afsøger dagligt nyheder og informationer, som påvirker det danske elmarked og viderebringer relevante nyheder til dig, så du kan træffe de rigtige beslutninger.

Hold dig opdateret med Vindenergi Danmark gennem:

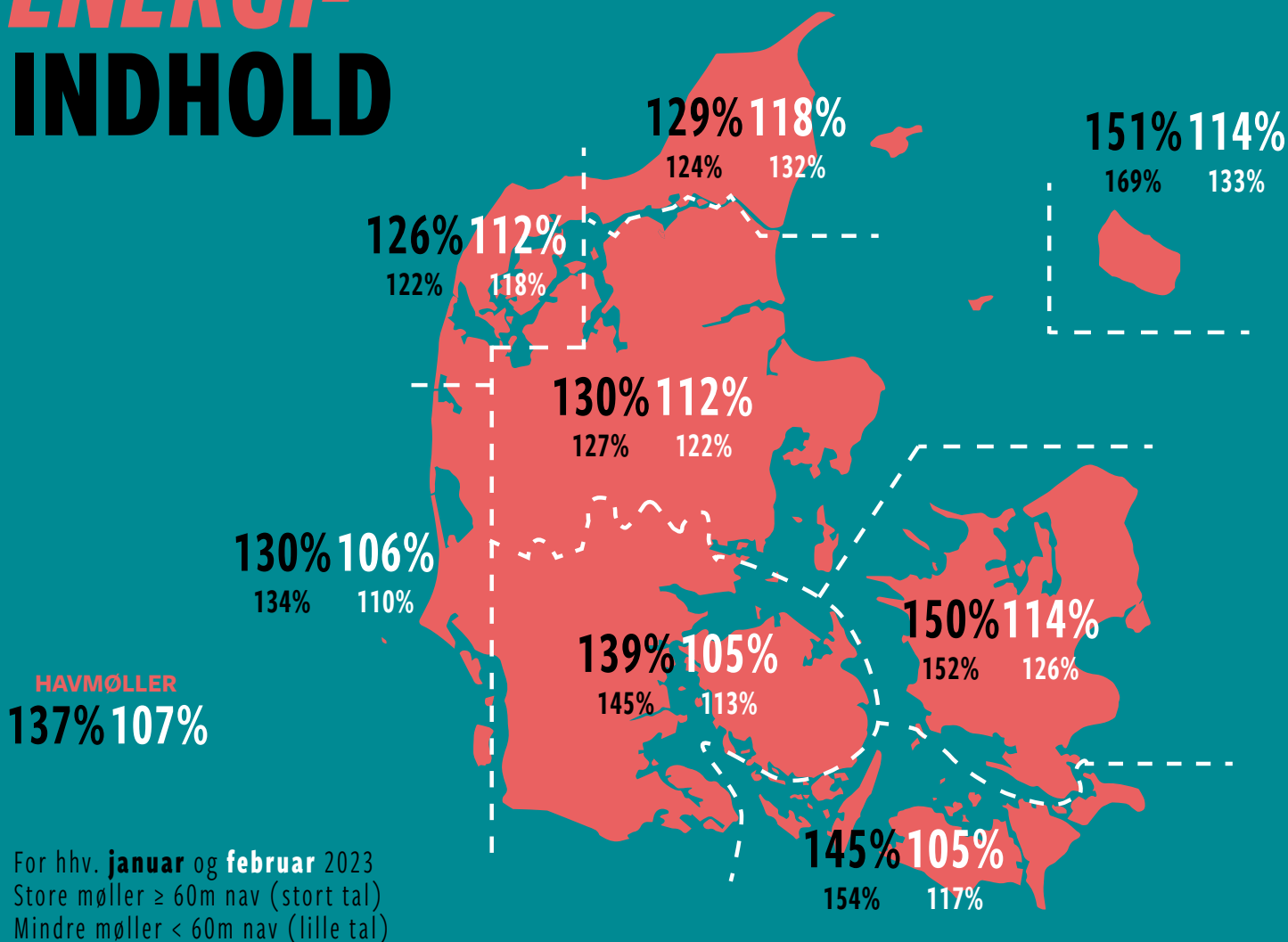
- Daglig markedscommentar
- Månedlige nyhedsbreve
- Årsrapport
- Den årlige generalforsamling
- Seminarer
- Mød os på Green Power Danmarks regionsmøder
- Selvbetjening

På [www.selvbetjening.vindenergi.dk](http://www.selvbetjening.vindenergi.dk) finder du alle nyheder, information og vejledninger under menupunktet **Marked** og **Seneste nyt**.



**VINDENERGI**  
DANMARK

# VINDENS ENERGI- INDHOLD



## INDEKSTAL DE SENESTE 12 MÅNEDER

	STORE MØLLER	MINDRE MØLLER
SYDVESTJYLLAND	94%	92%
NORDVESTJYLLAND	96%	92%
NORDJYLLAND	97%	93%
MIDTJYLLAND	95%	92%
SYDJYLLAND OG FYN	93%	90%
ØERNE	90%	87%
SJÆLLAND	91%	88%
BORNHOLM	89%	87%
GNS. LANDMØLLER	93%	90%
GNS. HAVMØLLER	92%	-

## INDEKSTAL STATISTIK LANDMØLLER

	STORE MØLLER	MINDRE MØLLER
<b>JANUAR 2023</b>	137%	141%
LAVESTE I 10 ÅR	94%	92%
HØJESTE I 10 ÅR	182%	174%
GENNEMSNIT OVER 10 ÅR	132%	136%
<b>FEBRUAR 2023</b>	111%	121%
LAVESTE I 10 ÅR	71%	65%
HØJESTE I 10 ÅR	160%	195%
GENNEMSNIT OVER 10 ÅR	118%	121%



# DIREKTE LINJER: ET LÆNGE VENTET REDSKAB FOR DEN GRØNNE OMSTILLING

Det er positivt for VE-udviklerne, at de nu får et af de længe ventede redskaber, der sætter gang i den nødvendige udbygning af vedvarende energi i Danmark. Samtidig vil direkte linjer sikre en bedre udnyttelse af det eksisterende elnet og understøtte elektrificeringen af det samlede energiforbrug.



Morten Yde Petersen er chefkonsulent for Land & Marked i Green Power Denmark

AF MORTEN YDE PETERSEN

nergisystemet skal hurtigst muligt omstilles fra fossile brændsler til vedvarende energi. Heldigvis deles den erkendelse af en altovervejende majoritet i den danske befolkning, og det har givet politikerne mandat til historisk høje ambitioner på det grønne område.

På trods af de høje, politiske ambitioner om at få mere vind og sol tilsluttet energisystemet har de politiske handlinger dog paradoksalt nok peget i den forkerte retning på flere områder. Frem for en opdatering af rammevilkårene, så de er bedre rustet til etablering og investering i den ellers støttfri grønne energi, så har benspænd forlængt, fordyret og forhindret den nødvendige udbygning.

Tag for eksempel de nye producentbetalinger, som blev beskrevet i den forrige udgave af Naturlig Energi. Her skal nye anlæg grundet afvikling af udligningsordningen afholde tilslutningsomkostninger, der tidligere blev løftet kollektivt af alle elforbrugerne i Danmark over PSO'en. Udover øgede omkostninger til tilslutning af nye VE-anlæg skal elproducenter også betale mere for at levere den efterspurgte grønne strøm til nettet i form af højere indfødningsstariffer.

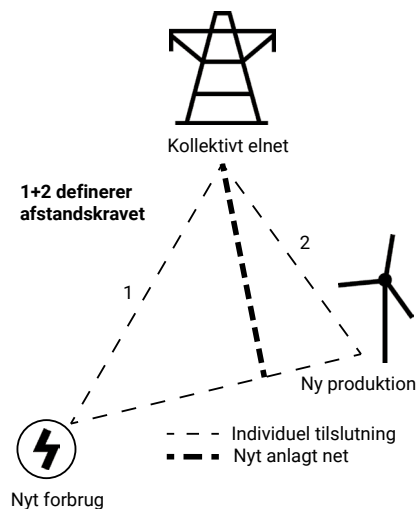
## EN ULYKKE KOMMER SJÆLDENT ALENE

Det siges, at én ulykke sjældent kommer alene, men modsat siges det også, at efter regn kommer solskin. For endelig er der også en smule solskin på vej for VE-opstillerne. Snart vil det være muligt at etablere en direkte linje mellem et forbrugsanlæg og produktionsanlæg, hvis minimum ét anlæg er nyt, og længden af de nødvendige elkabler lever op til afstandskriteriet. (Se faktaboks). VE-opstillere får således et nyt og effektivt redskab til at udvikle og sammentænke nye VE-anlæg til brintproduktion, elektrificering af varme til lokalområdet eller til virksomheders energiforbrug.

Med en direkte linje vil et VE-projekt, der omfatter en kombination af sol og vind og et elek-

## SÅDAN BLIVER REGLERNE FOR DIREKTE LINJER

- ▮ Længden af den direkte linje og anlæggets stikledning, der tilsluttes det kollektive elnet, må samlet set svare til længden på de stikledninger fra henholdsvis produktions- og forbrugsanlæg, hvor disse havde været tilsluttet elnettet individuelt.
- ▮ Udgangspunktet for afstandskriteriet er at understøtte, at der ikke etableres mere elnet med en direkte linje, end hvis der havde været tale om individuel tilslutning til elnettet på traditionel vis.
- ▮ Lever VE-projektet op til afstandskriteriet, får det automatisk godkendelse til at anlægge en direkte linje mellem forbrugs- og produktionsanlægget.
- ▮ Lever VE-projektet ikke op til afstandskriteriet, kan man søge dispensation med henblik på at opnå tilladelse til at anlægge en længere direkte linje.
- ▮ Dispensation kræver, der foreligger net-tekniske, systemmæssige og/eller hensyn om samplacering, der kan begrunde etablering af en længere direkte linje.
- ▮ Etableringen af en direkte linje er en undtagelse fra hovedreglen om tilslutning til det kollektive net og tillades kun for anlæg, der ville være blevet tilsluttet på 10 kV eller højere.



trolyseanlæg til produktion af grønne brændsler, kunne tilsluttes elnettet uden at skulle lægge fuldt beslag på kapaciteten i det kollektive elnet. Det sker, fordi man med de forventede nye rammevilkår på området kan begrænse sit tilslutningsomfang og brug af det kollektive elnet for både forbrugsanlæg og produktionsanlæg. Det svarer i nogen grad til en egenproducent, der nyttiggør egen elproduktion i forbrugsanlægget bag elmåleren. Det vil indebære tarifbesparelser, da man begrænser sit brug af elnettet samtidig med, at opstillerne kan optimere anlæggets drift og størrelse i forhold til det ønskede tilslutningsomfang til elnettet, fordi der næppe vil blive brug for hverken en fuld forbrugs- eller produktionstilslutning.

### ET EFTERSPURGT REDSKAB

I relation til de førnævnte producentbetalinger betyder det, at et VE-projekt, hvor der anlægges en direkte linje mellem et forbrugs- og produktionsanlæg, vil kunne begrænse sine omkostninger til både tilslutning og nettet, men også de løbende tariffbetalinger. Inden længe får projektudviklere således et længe efterspurgt redskab, der skaber nye muligheder samt bedre rammevilkår for VE-udbygningen og den grønne omstilling.

Muligheden for etablering af en sådan direkte linje bliver tildelt via elforsyningsloven, der i skrivende stund lovbehandles i Folketinget og ventes vedtaget ultimo marts. Forventningen er, at det allerede fra den 1. april er muligt at søge tilladelse og opnå godkendelse til at etablere en direkte linje, hvis VE-projektet vel og mærke lever op til afstandskriteriet. Det var faktisk meningen, at rammerne skulle have været på plads fra den 1. januar 2023, men så kom

der et folketingsvalg i vejen, og lovbehandlingen måtte udskydes indtil en regering kunne dannes.

Det er positivt for VE-udviklerne, at de nu får et af de længe ventede redskaber, der sætter gang i den nødvendige udbygning af vedvarende energi i Danmark. Samtidig vil direkte linjer sikre en bedre udnyttelse af det eksisterende elnet og understøtte elektrificeringen af det samlede energiforbrug.

### MULIGHED FOR DISPENSATION

Hvis projektet ikke lever op til det føromtalt afstandskriterie, er det værd at bemærke, at der er mulighed for at søge dispensation om tilladelse til at anlægge en længere direkte linje, end afstandskriteriet tillader. Det vil kræve 'et samfundshensyn', der begrunder anlæggelse af en længere direkte linje. Desværre er den umiddelbare udlægning af loven, at det eneste gældende samfundshensyn er hensynet til elnettet og ikke de bredere hensyn i den generelle samfundsøkonomi. Dermed indgår samfundsøkonomiske gevinster som hurtigere etablering/tilslutning, billigere varme til lokalbefolkning og virksomheder samt CO<sub>2</sub>-fortrængning ikke i vurderingen af en dispensationsansøgning.

I Green Power Danmark er vi ærgerlige over, at en dispensationsmulighed ikke understøtter realiseringen af samfundsøkonomisk fordelagtige VE-projekter via direkte linjer, hvilket sikrer en hurtigere og billigere grøn omstilling af samfundet. Det afgørende for nu er, at VE-udviklerne lige straks kan tage det vigtige værktøj i brug. Der må arbejdes på, at rammerne tilpasses og forbedres i den kommende tid, så de en dag understøtter brede samfundshensyn og ikke hensynet til elnettet alene. ▮

## NE Vil du ses?

Naturlig Energi er det eneste annoncemedia målrettede sol- og vindbranchen.

Se [www.greenpowerdenmark.dk/annoncering](http://www.greenpowerdenmark.dk/annoncering)



## Vindmøllegear

Renoverede, opgraderede gear og installation. Ekspert i på-stedet-reparation - spar gearudskiftning? Gearkasser siden 1906. Vindmøllegear 25 år+.

Se filmen om udviklingen siden 1906 på [www.grmo.dk](http://www.grmo.dk)



Sdr. Kajgade 3-5, 8500 Grenaa  
Tlf. 86 32 06 66 · [info@grmo.dk](mailto:info@grmo.dk) · [www.grmo.dk](http://www.grmo.dk)

NÆSTE NUMMER AF  
NATURLIG ENERGI  
UDKOMMER DEN 5. APRIL



## VINDMØLLER KØBES

Vindmøller til fortsat drift købes.  
Køb af defekte vindmøller der kan repareres.  
Vindmølleplaceringer købes.  
Udskiftningsprojekter gennemføres i samarbejde med vindmøllelaug og lodsejere.

### Dansk Vindenergi ApS

[www.dansk-vindenergi.dk](http://www.dansk-vindenergi.dk)  
e-mail: [niels@mejholm.com](mailto:niels@mejholm.com)  
Tlf. 20 80 49 09

## Bonus-/Siemens-møller købes

Gerne defekte Bonus 600 kW/Bonus 1 MW  
Reserverede sælges

### TB Vindenergi

Tlf. 21470339  
[tbvindenergi@gmail.com](mailto:tbvindenergi@gmail.com)



Vi tilbyder en alt-i-én-løsning til nedtagning af vindmøller og genanvendelse af deres mange ressourcer - alt fra stående vindmølle til bar mark.

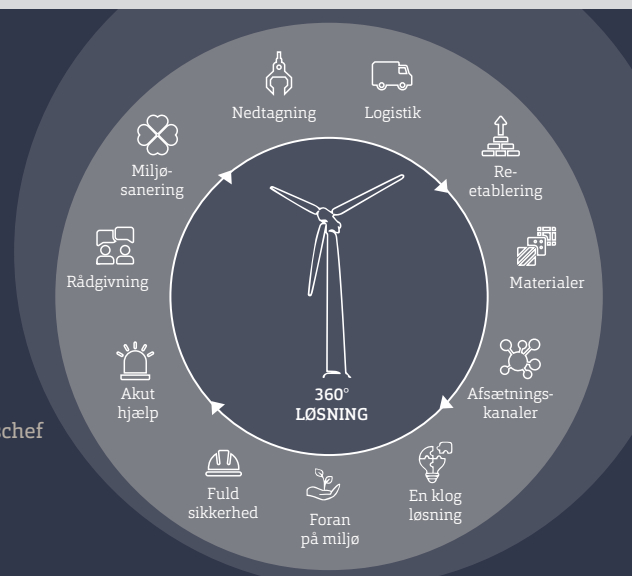


Kontakt forretningsudviklingschef  
Sophus Borch:

Tel: +45 24 49 55 41  
Mail: [sbo@hjhanzen.dk](mailto:sbo@hjhanzen.dk)



Se mere på [www.hjhanzen.dk/windecom](http://www.hjhanzen.dk/windecom)



# Investering i grøn energi og Power-to-X i Tyskland? Få styr på skat og jura.

dan  
tax  
legal

[www.dantax.legal](http://www.dantax.legal)

TAL MED OS FØRST.



## VINDMØLLE- OG SOLCELLERÅD GIVNING

Vi kan, som den eneste DLBR-virksomhed, tilbyde dig vores ekspertise i vindmølle- og solcellerådgivning...



**KONTAKT  
HENRIK PÅ  
9663 0544**

**HENRIK DAMGREN**  
Vedvarende energi- og ejendomsrådgiver

**FJORDLAND.**

Skive 9615 3000 Thisted 9618 5700 Lemvig 9663 0544 fjordland.dk

## Vindmøller købes

Vindmøller købes til såvel videre drift som til nedtagning.

Vindmølleplaceringer købes.

Udskiftningsprojekter gennemføres i samarbejde med vindmølleejere og lodsejere.

Mange års erfaring tilbydes.



*GK Energi ApS*

Skalhuse 5, 9240 Nibe

Tlf: 2048 6133

gk@gkvind.dk

www.gkenergi.dk

**P&J WINDPOWER ApS**  
Trust our experience

www.pjwindpower.com  
mak@pjwindpower.com  
Tel.: 23 23 92 80



- Køb og salg af brugte vindmøller til videredrift og nedtagning.
- Nedtagning af vindmøller.
- Fjernelse af hele anlæg.

## VINDMØLLESERVICE

NEG-Micon, VESTAS, SIEMENS, BONUS, NORDEX, WINDWORLD

- Fastpris aftaler
- Gratis 20 årseftersyn
- Overvågning
- Lave timepriser
- Fast kørsel

Få et uforpligtende tilbud.

# WINCON A/S

Tlf : 87 12 00 66  
Mail : service@wincon.dk

## NORDEX N60 1,3 MW SÆLGES

Møllen står egen udmatrikuleret grund og er opført i 1999. Er i fuld drift med årlig produktion på ca. 2 mio. kWh. Placeringen er centralt i Sønderjylland. Møllen sættes til salg, da sælger ønsker at gå på pension.

**Seriøse købere kan få tilsendt udbudsmateriale ved senest 15. april 2023 at kontakte udviklingschef Anders Andersen, SLF, på vind@slf.dk.**

Grund og mølle sælges i udbud.



## VINDMØLLER KØBES UANSET STAND

**K/S Medvind**

Kaj Jørgensen ksj@med-vind.com tlf. 2368 2241

Jan Olesen jo@med-vind.com tlf. 6115 3536

Projektet Green Hydrogen Hub har taget de første skridt i realiseringen af et storskala brintanlæg i de underjordiske kaverne ved naturgaslageret Lille Torup i Himmerland. Kaverne skal udnyttes til at bygge et brintlager og et trykluftslager, der kombineret kan lagre vedvarende energi i ugevis, når vinden ikke blæser, og solen ikke skinner.

# Luft og brint i underjordiske huler kan sikre balance i energisystemet

AF THOMAS KJÆRULFF TORP

ILLUSTRATIONER:  
GREEN HYDROGEN HUB,  
JEPPE CARLSEN OG ENERGINET.DK

**K**averne ved Lille Torup ved Limfjorden blev færdigtablede i 1996. De er bygget ved først at bore brønde 1,5 kilometer ned i et underjordisk saltbjerg også kaldet en saltkorst. Ferskvand blev pumpet ned i brøndene, så saltet blev udvasket og efterfølgende gav plads til syv 50 meter brede og 300 meter dybe menneskeskabte hulrum eller kaverne med en samlet volumen på 700.000 kubikmeter.

I snart 30 år har kaverne spillet en vigtig rolle i Danmarks forsyningsikkerhed som et af landets af største lagre af naturgas. Nu vil projektet Green Hydrogen Hub ombygge to af dem til et trykluftslager (Compressed Air Energy Storage, CAES) og et brintlager, der kan lagre 140 GWh grøn energi, svarende til batterikapaciteten i to millioner elbiler.

”Vi står foran et paradigmeskifte, hvor vi på kort tid skal accelerere den grønne omstilling. Her handler det ikke kun om at øge antallet af driftstimer fra vind og sol, men også om at begrænse produktionen fra de fossile kraftvarmeværker. Vores projekt er først skridt i omstillingen fra et fossilt gaslager til et grønt gaslager,” forklarer Hans-Åge Nielsen.

## COMPRESSED AIR ENERGY STORAGE (CAES)

Trykluftenergilagring er en måde at lagre energi til senere brug ved hjælp af trykluft.

CAES-teknologien er baseret på gasturbine-teknologi, som adskiller kompression og ekspansion.

Kompressionen sker ved hjælp af eldrevne turbiner, som bruges til at lagre trykluft i kaverne på samme måde, som det sker ved brint eller naturgas.

Ved at lade trykluft fra kaverne drive en turbin kan energien omdannes tilbage til strøm. I Green Hydrogen Hub sker det ved en proces, hvor brint tilsættes for at styrke elproduktionen.

Nettoresultatet er en energieffektivitet på 60 pct., som bygger på en tredjedel strøm og to tredjedele grønt brændsel. Dermed bruges væsentligt mindre brint end ved tilsvarende anvendelse i en klassisk gasturbine.

Han er kommerciel chef i en af de førende udviklere af CAES-anlæg, Corre Energy, der sammen med Eurowind Energy og Gas Storage Denmark er kræfterne bag Green Hydrogen Hub. Projektet har været på tegnebrættet siden 2014, og der er sikret jord og screeningsaftaler. Myndighedsbehandlinger er begyndt, og for nylig blev der afholdt borgermøde i Viborg Kommune, hvor interesserede borgere mødte op for at høre om projektet.

## POWER-TO-X-TO-POWER

I Danmark får vi i dag over halvdelen af vores elforbrug fra vedvarende energi, men desværre er det ikke alle dage på året, hvor der er nok vind og sol til rådighed. Derfor er det nødvendigt med backups i energisystemet. Her spiller Green Hydrogen Hubs løsning ind ved at levere grøn energi, når vinden ikke blæser, og soltimerne er få.

”Det er en Power-to-X-to-power-løsning, der giver mulighed for at øge udbygningen med vedvarende energi, uden vi belaster elsystemet. Ved at kombinere to teknologier - Power-to-X og CAES-teknologi - kan vi lagre vedvarende energi i kaverne i flere uger og levere den tilbage til energisystemet på de tids-

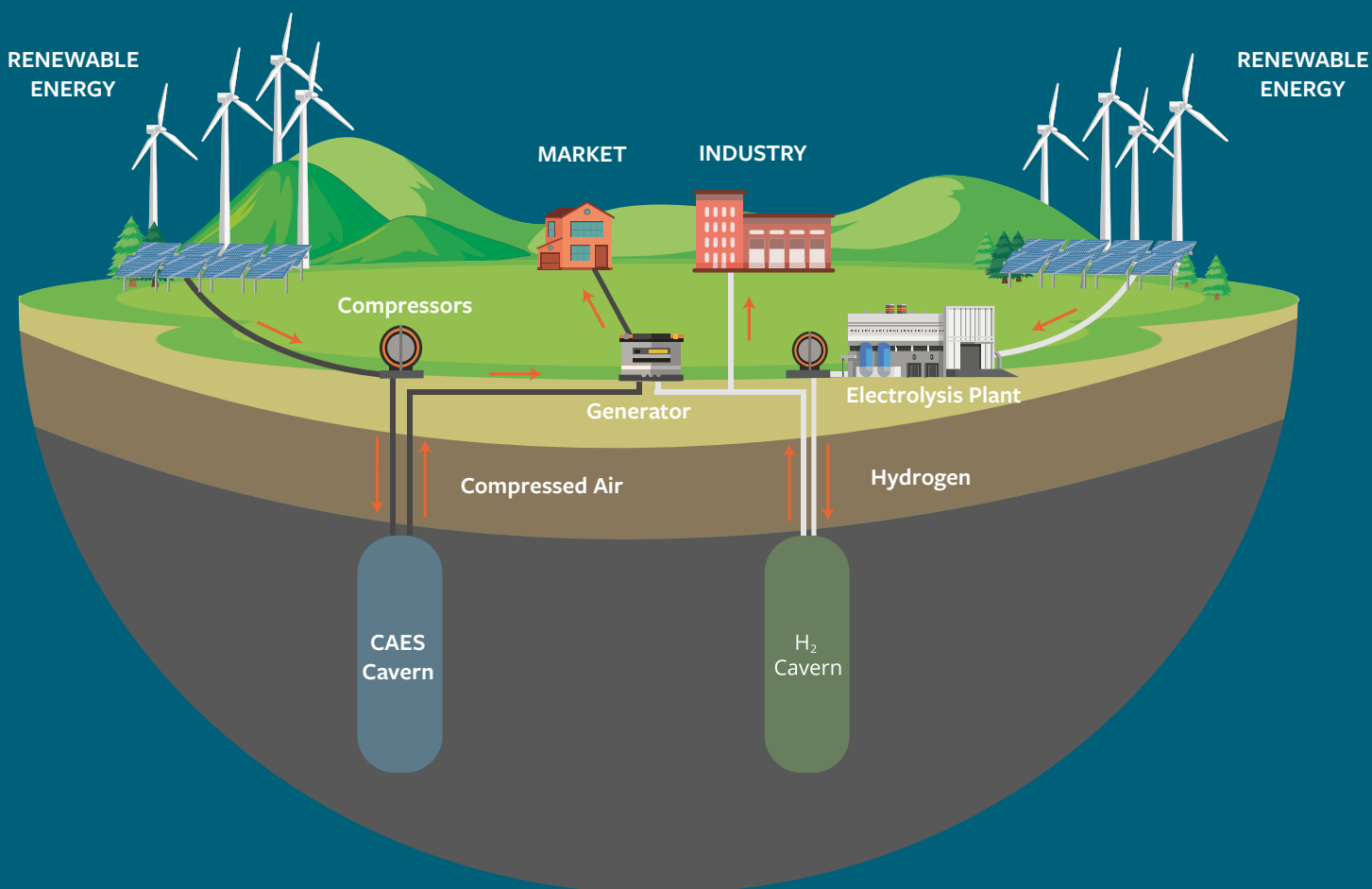
## GREEN HYDROGEN HUB

Eurowind Energys energiparker Vindpark Overgaard, Handest Hede og Boldrup skal levere grøn strøm til Green Hydrogen Hub.

Energiparkerne producerer grøn strøm, der omdannes til brint og via brintrør transporteres til Lille Torup, hvor brinten tilføres i kavernen, der kan lagre 140 GWh grøn energi, eller batterikapaciteten i to millioner elbiler.

Brintkavernen kan dels anvendes til at levere grønne brændstoffer i bl.a. industri og tung transport, dels kan brinten i kavernen fungere som grønt brændstof til en generator, der anvendes til at forsyne CAES-anlægget med komprimeret luft.

Den komprimerede luft i CAES-kaverne anvendes til at levere strøm, der via kabler transporteres til et knudepunkt i transmissionsnettet, når vinden ikke blæser, og solen ikke skinner.





punkter, hvor der er brug for den,” forklarer Hans-Åge Nielsen.

Nøglen til Green Hydrogen Hub er vindmøller og solceller fra Eurowind Energys energiparker, som det nordjyske energiselskab planlægger at realisere i de kommende år. De skal producere strøm, der via elektrolyseanlæg skal levere brinten til lagring i den ene kaverne ved Lille Torup. Den anden kaverne skal indeholde et trykluftslager i form af et 320 MW CAES-anlæg, der skal udnytte brinten til at gendanne elektricitet, så det kan afhjælpe flaskehalse i elnettet (se side 31).

”Grundlæggende hjælper vi med at løse tre udfordringer. For det første kan vi øge værdien af vind og sol, når der er for meget af det i energisystemet, fordi vi kan lagre grøn energi til senere brug. For det andet kan vi sikre forsyningssikkerheden i tilfælde af for lidt vind og sol, fordi vi også kan sende strøm tilbage i energisystemet. For det tredje kan vi gøre begge dele uden at belaste elnettet,” forklarer Hans Åge-Nielsen.

Ifølge ClusterNortH2, der er et samarbejde mellem Evida, Eurowind Energy, Gas Storage Denmark og GreenLab Skive, koster det underjordiske anlæg 900 mio. kr. Derudover koster en investering i en brintinfrastruktur fra energiparkerne til Lille Torup omkring én milliard kr. Til gengæld

vurderer Green Hydrogen Hub, at anlægget kan balancere grøn strøm svarende til over 280.000 husstandes årlige elforbrug.

### REGULATORISKE UDFORDRINGER

Som det første anlæg af sin slags vil Green Hydrogen Hub give konkrete erfaringer med, hvordan brint og strøm kan balanceres i fremtidens energisystem. For eksempel giver det ifølge Hans-Åge Nielsen ikke mening, at energilagring dobbelttariferes for både at producere strøm til forbrugerne og til lagring af brint.

”Vi er regulatorisk udfordret, fordi de nuværende markedsmodeller ikke betragter energilagring som en selvstændig ydelse, men en kombination af forbrug og produktion. Så forsvinder præmissen, fordi lagring grundlæggende handler om at levere vedvarende energi tilbage til energisystemet, når der er behov for det,” siger han.

”For eksempel kunne en regulatorisk løsning være at sidestille energilagring med udlandsforbindelser. Hvor en udlandsforbindelse giver adgang til et andet marked i geografisk, så giver et energilag adgang til et andet marked i tid.

Vores største konkurrent er norske vandkraftværker, der er tilsluttet Danmark via en udlandsforbindelse. I Tyskland har de 90 pct. rabat på lagerpunkter, så der er

nok løsninger at blive inspireret af,” fortsætter Hans-Åge Nielsen.

### KLAR I 2027/28

Projektet er sammensat af allerede kendte teknologier. Derfor handler det primært om integration og skalering. Afhængig af myndighedstilladelserne er planen at træffe en endelig investeringsbeslutning ultimo 2024, hvilket betyder, at Green Hydrogen Hub allerede kan være i drift i 2027/28.

Ifølge Hans-Åge Nielsen har erfaringen med opladningsstanderne til elbiler vist, hvordan et fleksibelt elforbrug kan være med til at aflaste et energisystem, der står til at få fordoblet mængden af grøn strøm frem mod 2030. Energilagring udgør det næste naturlige skridt på elektrificeringsrejsen, mener han:

”De regulatoriske rammevilkår skal på plads, men så er vi også klar med en løsning, der meget hurtigt kan skaleres i størrelse og rulles ud til resten af verden. Corre Energi har konkrete projekter i Holland, ligesom vi ser ind i markeder i Tyskland, Frankrig og Polen. Der er ingen tvivl om, at vi ser ind i et marked, der har et kæmpestort potentiale, og det er også derfor, at Eurowind Energy og Gas Storage Denmark er gået med”, lyder det fra Hans-Åge Nielsen.” ■

Eurowind Energy planlægger i de kommende år at etablere en række energiparker på land, der skal forsyne danskerne med grøn strøm og skabe fundamentet for udvikling af grønne brændsler i fremtidens energisystem. Fotoet er fra Vindpark Overgaard ved Randers, der er Danmarks største vindmøllepark på land.





#### Visualisering af Green Hydrogen Hub

Green Hydrogen Hub ved gaslageret Lille Torup i Himmerland skal bestå af tre dele i én, hvor Eurowind Energy står for elektrolyseanlægget, Gas Storage Denmark står for brintlageret og Corre Energy står for CAES-anlægget.



#### Gaslageret ved Lille Torup

Gaslageret er det ene af Danmarks to underjordiske naturgaslagre. Det andet ligger ved Stenlille på Sjælland. Begge gaslagre er samlet i selskabet Gas Storage Denmark A/S, som er ejet af Energinet.dk.

”

Grundlæggende hjælper vi med at løse tre udfordringer. For det første kan vi øge værdien af vind og sol, når der er for meget af det i energisystemet, fordi vi kan lagre grøn energi til senere brug. For det andet kan vi sikre forsyningssikkerheden i tilfælde af for lidt vind og sol, fordi vi også kan sende strøm tilbage i energisystemet. For det tredje kan vi gøre begge dele uden at belaste elnettet.

Hans-Åge Nielsen, kommerciel chef i Corre Energy.





# FÅ KOMMUNER GIVER PLADS

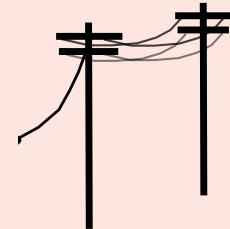
Få kommuner giver plads til solceller og vindmøller.

Med 108 MW nyetablerede solceller tager Aabenraa prisen som den mest handlekraftige kommune i Danmark 2022, når det gælder opstillingen af vedvarende energi. Det viser Green Power Danmarks klimabarometer.

”Tak for indsatsen til borgere, virksomheder og Aabenraa Kommune. De går foran i den grønne omstilling og viser med konkret handling, hvad der skal gøres,” siger Jacob Klivager Vestergaard, afdelingschef i Green Power Denmark.

2022 var et rekordstort år for udbygning med solceller i Danmark. Samlet set blev der opført 386 MW solceller målt i landvindsækvivalenter, hvoraf størstedelen blev opført som markanlæg. Aabenraa, Herning og Vejle ligger jord til flest solceller. Sammenlagt huser de tre kommuner over 25 pct. af alle solceller i Danmark.

Når det gælder vindmøller på land, blev der i 2022 opført beskedne 165 MW. Kun i syv kommuner blev der stillet nye vindmøller op – med Skive på en klar førsteplads. Vindmøller og solceller på land har en samlet kapacitet på 5780 MW i Danmark. Ti kommuner leverer sammenlagt 45 pct. af alt den vedvarende energi på land, mens kommunerne Ringkøbing-Skjern, Lolland og Randers tilsammen leverer 20 pct.



## 110 MIA. KR.

Det kommer udbygningen af elnettet til at koste ifølge en analyse fra Rambøll. Tilslutning af vindenergi for 50 mia. kr., nye udlandsforbindelser for 25 mia. kr., tilslutning af solceller for 20 mia. kr. og 13 mia. kr. til udbygning af det eksisterende elnet – plus det løse.

## 141.599 GWH VE-STRØM PRODUCERET PÅ EN ENKELT DAG

Blæsten i kølvandet på stormen Otto og en smule sol gav den 20. februar en rekordstor produktion af strøm fra vindmøller og solceller.

For at levere rekordmeget strøm fra vindmøller og solceller skal der ikke kun være naturlige omstændigheder til at skabe strømmen. Der skal også være aftagere, forklarer Kristian Rune Poulsen, Green Power Denmark.

”Blæsevejret ramte os på en hverdag, hvor forbruget er højt. Der var altså brug for den grønne strøm i både Danmark og udlandet. Derfor var der ikke behov for at standse nogle af vindmøllerne, som man af og til gør, hvis det ikke er muligt at afsætte strømmen,” siger han.

Otto var dog i perioder for meget af det gode og betød, at vindmøllerne lukkede ned af sikkerhedsmæssige årsager.





## FEBRUAR:

# REKORDMEGET STRØM FRA SOLEN

Solcelleanlæg rundt om i Danmark producerede i februar 23 pct. mere strøm sammenlignet med februar i fjor. Stigningen skyldes de mange solskinstimer og nye store markanlæg og kom efter en regnfuld januar, hvor solproduktionen var på niveau med 2022.

Ifølge TV2 Vejret skinnede solen 88,4 timer i februar mod normalt 69,2 timer, og solceller producerede 94,1 GWh mod 76,6 GWh for et år siden. ”Udbygningen med vedvarende energi på land kommer desværre til at gå alt for langsomt de næste par år, men i 2022 blev der installeret mere sol end nogensinde før. Derfor forventer jeg, at vi ser en række månedsrekorder i løbet af 2023, medmindre solen gemmer sig usædvanlig godt,” siger Jacob Klivager Vestergaard, afdelingschef i Green Power Denmark.

På globalt plan er solceller den hurtigst voksende grønne energiteknologi. Det Internationale Energiagentur, IEA, forventer, at udbygningen af ny vedvarende energi de seneste fem år vil være ca. 350-450 GW årligt, hvoraf 60-65 pct. vil komme fra solceller. I alt stod solceller i 2022 for seks pct. af Danmarks totale elproduktion med 2,1 TWh. I 2023 forventer Energistyrelsen, at solproduktionen stiger til 3,7 TWh.



## UNIK UNDERSØGELSE:

# FUGLE UNDVIGER VINDMØLLEVINGER

Havfugle undviger bevidst havmøllevinger. Det er resultatet fra en ny undersøgelse udarbejdet for Vattenfall, der har kortlagt flyvebanerne for tusindvis af fugle omkring vindmøllerne i Nordsøen. Efter to års overvågning med kameraer og radar blev der ikke registreret et eneste sammenstød mellem en fugl og en vindmøllevinge.

”Folk har hævdet, at det ville være nødvendigt med meget dyre løsninger for at undgå sammenstød (med vindmøllevingerne), men de arter, vi har sporet, gør et fantastisk stykke arbejde for at undvige dem. De lader til at være meget dygtige til at overleve i et vindmølle miljø,” tilføjer Henrik Skov, DHI, der stod i spidsen for projektet.



Putins vanvittige krig i Ukraine og afhængigheden af russisk energi har vist, hvad vi faktisk allerede vidste på grund af klimaforandringerne: Det haster med at udskifte fossile brændsler med vedvarende energi.

Syv ud af 10 virksomheder holder igen med investeringer på grund af de høje energipriser, og vi kender allerede svaret på den udfordring. Vi skal have meget mere vedvarende energi op på lands og til vands.

Brian Mikkelsen, adm. direktør i Dansk Erhverv, der med Green Power Danmark i marts afholdt konferencen ”Sæt grøn strøm til det danske erhvervsliv” på Børsen i København i marts.



## EUROPA ER LIVLINEN TIL UKRAINES ENERGISYSTEM

AF THOMAS KJÆRULFF TORP  
FOTO UKRANERGO OG POND5

Det samme døgn Rusland invaderede Ukraine, blev det ukrainske elnet synkroniseret med det europæiske energisystem fremfor det russiske. Et rent tilfælde, der har gjort en verden til forskel det seneste år. ”Det kan ikke understreges nok, at Europa er livlinen til Ukraines energisystem,” siger Peder Østermark Andreasen, der siden 2018 har været bestyrelsesmedlem hos den ukrainske systemoperatør. Vi har talt med ham i anledningen af årsdagen for Ruslands invasion af Ukraine.

**D**en 24. februar 2022 slukkede den ukrainske systemoperatør Ukranergo for forbindelsen til Rusland og

Belarus for at koble det ukrainske elnet synkront til det europæiske energisystem. Få timer efter gik tusindvis af russiske tropper over grænsen til Ukraine i dét, som Ruslands præsident Vladimir Putin annoncerede som en ’særlig militæroperation’.

”Faktisk var det et forsøg, der var planlagt til fire dage, hvorefter Ukranergo ville synkronisere elnettet tilbage til Rusland, men det var ikke en mulighed efter krigsudbruddet, så nu har forsøget været over et år og heldigvis har det fungeret over al forventning,” fortæller Peder Ø. Andreasen.

Første gang han stiftede fagligt bekendtskab med ukrainerne var i kølvandet på den Orange Revolution i 2015, hvor ukrainerne havde smidt den russisk-venlige præsident Viktor

Janukovyjtj på porten. Som adm. direktør i Energinet mødtes han og repræsentanter fra energiministeriet med højtstående folk fra Ukraines nye regering, der ønskede et tættere bånd til Europa.

”På det tidspunkt var Ukraine tæt knyttet til det russiske og hviderussiske energisystem og fuldstændig afhængig af russisk energi. De ønskede hurtigst muligt at få energisystemet integreret i Europa, hvilket siden viste sig at være en klog beslutning.”

### GENSTART FRA VESTEN

Peder Ø. Andreasen kalder det for ”et rent tilfælde”, at det første forsøg med at synkronisere elnettet til Europa fandt sted det samme døgn, som Rusland valgte at invadere landet. Ifølge planen skulle det ukrainske elnet først synkroniseres permanent til det europæiske energisystem ultimo 2023, men den deadline blev på grund af krigen altså rykket til den 24. februar 2022.

## FORSVARET AF DEN CIVILE INFRASTRUKTUR

Ukraine har på den hårde måde lært, at der ligger en opgave i beskyttelsen af den civile infrastruktur. Mange ukrainske transformestationer og kraftvarmeværker er placeret frit tilgængelige for russiske missilangreb i det åbne landskab. I tilfælde af en krigssituation vil Danmark også få udfordringer med forsvaret af den kritiske infrastruktur. Energiøerne er et eksempel på en tradition, hvor infrastrukturen samles i store produktionsenheder, så vi høster stor driftsfordelene ved at centralisere energisystemet. I februar meddelte den hollandske efterretningstjeneste, at Rusland kortlægger, hvor vindmølleparker fungerer i Nordsøen, og er meget interesseret i at finde ud af, hvordan de kan sabotere infrastruktur.



”Det var en kæmpe motivation og et afgørende skridt for Ukraine, at det lykkedes. Hvis ikke Ukrainergo havde været forberedt både teknisk og markeds mæssigt, så havde ukrainerne været i en slem knibe. Så kunne Rusland slukke for strømmen og efterlade dem med et energisystem, som de fremadrettet skulle operere isoleret i ø-drift,” siger han.

Økonomisk fik synkroniseringen til Europa betydning i krigens første måneder, hvor forbruget i Ukraine hurtigt faldt med 30-40 pct., og Ukrainergo kunne sælge overskudsstrøm fra kraftvarmeværkerne på de europæiske markeder. Desværre er situationen i dag en anden, fordi de russiske missiler og droner siden oktober 2022 målrettet er gået efter den civile infrastruktur. Her har synkroniseringen til Europa ifølge Peder Ø. Andreasen også gjort en forskel for Ukraine.

”For et halvt år siden oplevede ukrainerne et blackout, hvor elnettet kollapsede, og det blev mørkt i hele Ukraine i 10 timer. Når elnettet først kolliderer, så er det en hasteopgave at få det op at køre igen, fordi

forbrug og produktion skal stemme sammen kilowatt for kilowatt, område for område, i takt med at de bliver koblet på elnettet. Koblingen til det europæiske energisystem betød, at Ukrainergo kunne genstarte elnettet ved at bruge strømmen og frekvensen fra nabolandene i vest,” siger han.

### REN OVERLEVELSE

Peder Ø. Andreasen har siden sit første bekendtskab i 2015 fra tætteste hold medvirket til Ukraines integrationen i det europæiske energisamarbejde. Fra 2016 til 2018 var han præsident for ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators), der består af systemoperatører (TSO'er) fra 35 lande i Europa. Han havde således en afgørende finger med i forhandlingerne, da Ukrainergo ansøgte om medlemskab i 2016.

”Det krævede et par døgn intensivt diplomati, da særligt de tyske TSO'er var skeptiske, men til sidst fandt vi et flertal og underskrev papirerne. Det tog over et årti for de baltiske TSO'er at komme med i den

## UKRAINSKE BROWNOUTS

Dagligt foretager Ukrainergo såkaldte brownouts i form af kontrollerede strøm-afbrydelser for at sikre, at elnettet ikke kolliderer. I lande med intakte elnet som Danmark vil dette ske ved en planlagt proces, hvor kunder i et givent område kobles af elnettet med den forudsætning, at de får strømmen tilbage i løbet af timer. Ukrainergo kan ikke forberede sig, når et kraftvarmeværk smadres af et droneangreb. I et sådan tilfælde har medarbejderne i kontrolrummet få sekunder til at foretage et brownout, hvis det ukrainske elnet ikke skal risikere et fuldstændig kollaps.

## DET UKRAINSKE ELSYSTEM I DAG

I Ukraine er efterspørgslen på el faldet med 40 pct. siden Ruslands invasion og bliver ved med at falde hver uge. Nedgangen i elproduktionen har hovedsageligt fundet sted inden for atomkraft.



europæiske familie. Jeg har dog en stor tro på, at det vil gå langt hurtigere med Ukranergo, fordi alle har fundet ud af, hvor vigtigt det er blive uafhængig af Rusland,” siger Peder Ø. Andreassen.

Han trådte i 2018 tilbage som adm. direktør i Energinet og takkede ja til at blive uafhængigt medlem i Ukranergos nye bestyrelse. I 2021 fik Ukranergo status som Independent System Operator (ISO), der giver den nødvendige armlængde til staten, som det kræves for at blive en del af det europæiske tariferingsystem.

”I de første år havde Ukranergo store ambitioner for udbygningen af elnettet, og det handlede meget om, hvordan vi implementerede de nødvendige reformer for, at Ukranergo kom med i ENTSO-E. Efter 24. februar 2022 ændrede alt sig, og i dag er det ren overlevelse. På bestyrelsesmøderne ser vi ned i et sort hul, hvor det gælder om at finde penge til udstyr og systemløsninger, så elnettet også kan køre i morgen,” siger han.

### DECIMERET ENERGISYSTEM

Der er ikke en hemmelighed, at det ukrainske energisystem er kraftigt decimeret efter et år med krig. Ukraines premierminister Denys Sjmyhal meddelte i februar, at 75 pct. af Ukraines kraftvarmeværker ikke producerer strøm og varme, ligesom halvdelen af transformstationerne i landet er blevet ramt af russiske angreb siden oktober 2022. Læg dertil, at knap halvdelen (44 pct.) af produktionen fra de ukrainske atomkraftværker i dag er under russisk kontrol i de besatte områder.

”Personligt havde jeg ikke i min vildeste fantasi forestillet mig at opleve et land, der så målrettet går efter et andet lands civile infrastruktur. Russerne angriber kraftvarmeværkerne, hvilket selvfølgelig er alvorligt nok, men indtil nu har de afholdt sig fra at angribe atomkraftværkerne. Derfor har ukrainerne stadig et energisystem, som de på mirakuløs vis formår at holde kørende,” siger Peder Ø. Andreassen.

Til trods for skaderne på det ukrainske energisystem - og at mere end 10 GW af den samlede kapacitet i dag er under russisk kontrol - meddelte Ukranergo i februar 2023, at der for første gang siden oktober 2022 var nok strøm i elnettet til alle ukrainere tre dage i træk. Omkring 85 pct. af de russiske droner skydes ned af Ukraines luftforsvar, hvilket giver mulighed for at reparere kraftvarmeværkerne, ligesom Ukranergo fortsat kan importere strøm fra Europa.

### EUROPA ER LIVLINEN

”Det er vildt, hvor hurtigt ukrainerne kan reparere et kraftvarmeværk eller en transformer-

## PEDER ØSTERMARK ANDREASEN



Fra 2005 til 2018 adm. direktør i Energinet, der som Transmission System Operator (TSO) har ansvaret for at drive de overordnede transmissionssystemer i Danmark inden for strøm og gas. Siden 2018 har han været bestyrelsesmedlem i Ukranergo, der er Ukraines svar på Energinet. I 2021 fik han forlænget sin kontrakt med yderligere tre år til 2024.

station efter et missilangreb. Deres vilje og evner kan ikke overvurderes, men samtidig er de fortsat dybt afhængige af penge og nye komponenter fra Vesten. Det kan ikke understreges nok, at Europa i dag er livlinen til Ukraines energisystem,” siger Peder Ø. Andreassen.

Selvom der har været nok strøm i elnettet, er det langt fra alle ukrainere, der har adgang til strømmen, fordi elnettet i flere regioner er smadret af droner og missiler. Det gælder særligt i de sydlige og østlige dele af landet, hvor krigshandlingerne i disse dage intensiveres. Dertil mangler Ukranergo betydelige dele af deres normale indtægter, fordi mange ukrainere, virksomheder og offentlige institutioner ikke længere kan betale elregninger.

”De mangler både penge og materiel. I Ukranergo støvsuger vi i øjeblikket verdensmarkedet for store transformere og reaktorer, men de er vanskelige at få fat i og har meget lange leveringstider. Dertil er store dele af Ukraines elnet bygget på 700 Kv transmissionsledninger fra sovjettiden, hvilket der findes meget lidt af på lagrene i Europa. Det er blot nogle af de udfordringer, som vi står med,” fortæller han.

### HÅB FOR UKRAINE

Da Peder Ø. Andreassen forlængede kontrakten med Ukranergo med yderligere tre år i 2021 havde han ikke forestillet sig, at de på bestyrelsesmøder skulle mindes ansatte, som var faldet i krig. Det er ikke desto mindre blevet tilfældet. Nogle dage tærer arbejdet på psyken, når tankerne falder på de massive ødelæggelser og menneskeliv, der går tabt i Ukraine.

”Samtidig er det dog opmuntrende at opleve, hvordan ukrainerne har mobiliseret deres kræfter, og hvordan folk over hele Europa bakker op i den tragiske stund, som landet befinder sig i. Det giver håb, og viser, at der er en masse at bygge videre på,” siger han.

Han mener, at Ukraine vil være i stand til genopbygge en stabil energiforsyning til alle borgere efter få måneders fred. Derefter vil det tage mere end fire år at bygge et energisystem ud fra europæiske standarder.

”Ukraine er et kæmpe land, der er fyldt med VE-ressourcer. De har god vind, masser af sol og det er jo næsten utroligt, at de med en så stor produktion af biomasse ikke allerede er selvforsynende med energi. Potentialer er kæmpestort, og jeg har en fast tro på, at et Ukraine i fremtid med stormskridt ville blive integreret i Europa og bidrage aktivt til fremtidens grønne energisystem. ▮

## RUSSISKE CYBERANGREB

For fire år siden lagde et russisk cyberangreb det ukrainske elnet ned. Derfor var en af de første ting, som Peder Ø. Andreassen var med til i Ukranergos bestyrelse, oprustningen af cybersikkerheden. Nu er der f.eks. ikke længere adgang til elnetets systemer via internettet, og medarbejderne skal møde fysisk op i Ukranergos lokaler for at få adgang.

## KOMPONENTER FRA HELE VERDEN

Ukranergo er i kontakt med over 300 leverandører fra hele verden, der hjælper materielt med at holde det Ukrainske elnet kørende. Der er bl.a. transformere af typen 750/330 kV, 330/150 kV og 330/110 kV, som ukrainerne efterspørger.

# Overvejer du at sælge din vindmølle?

Med 400 vindmøller i drift ejer og driver vi Danmarks største portefølje af vindmøller på land. Og det med sandsynligvis markedets laveste driftsomkostninger.

Derfor kan vi tilbyde markedets mest konkurrencedygtige priser.

Kontakt os via telefon eller e-mail.

Læs mere om os på vores hjemmeside [www.windestate.com](http://www.windestate.com).

Wind Estate A/S  
Læsøvej 1  
8940 Randers SV

Thomas Bisgaard Hansen  
Tlf. 2787 5627  
thomas@windestate.com



**Drømmer du også om en god nats søvn?**

Vælg all-in service og gå all-in på lige det du drømmer om.

Her er Jens. Jens har aldrig sovet bedre. Han har nemlig lagt sine bekymringer på hylden. For mens Jens besøger drømmeland, kan han være sikker på at hans mølle kører uden knas. Han har nemlig lavet en all-in serviceaftale så han er dækket de næste 5 år. Betalingen afhænger af produktionen, så hjælpen er der altid lige med det samme. Og så sparer han både på omkostninger og slipper for at skulle have penge op af lommen ved skift af større komponenter.

Læs mere om all-in service på [connectedwind.dk/all-in](http://connectedwind.dk/all-in)

Peter Hauge Madsen har spillet en væsentlig rolle i det danske vindmølleeventyr, og i marts 2023 trådte han tilbage som institutdirektør for Vind- og Energisystemer på DTU Risø Campus.

# Vindenergi blev en mission

AF CHRISTINA TÆKKER, DTU

FOTO THOMAS STEEN SØRENSEN

**P**eter Hauge Madsen begyndte sin ph.d. som ingeniør i 1979. Den handlede om stokastisk dynamik af konstruktioner - eller tilfældige svingninger - og relaterede sig til forskning i fredelig udnyttelse af atomenergi, der foregik på daværende Atomforsøgsstation Risø. Efter halvandet år tog karrieren en drejning, da en kollega spurgte om hjælp til at undersøge svingningerne på en vindmølle.

”Det var som at komme til en helt anden verden, da jeg begyndte at arbejde med vindkraft. Jeg blev omgivet af idealistiske mennesker, der ville noget med arbejdet. Selv om jeg ikke var aktiv i Tvind som nogle af mine kolleger, blev jeg grebet af deres idé om at erstatte olie med vedvarende energi og opbygge en industri, der kunne gøre Danmark uafhængig af import af energi. Det smittede af på mig. Du kan kalde det en vækkelse, for nu var videnskaben ikke blot spændende. Der var et konkret formål,” siger han.

Efter mere end 40 år i vindmøllebranchen stoppede Peter Hauge Madsen i marts som institutdirektør for Vind- og Energisystemer med knap 400 medarbejdere. Han har spillet en afgørende rolle i at opbygge det nuværende institut. Først med et afsæt i Risø Nationallaboratorie og siden med sammenlægningen af det tidligere DTU Vindenergi og Center for El og Energi.

## MED FRA STARTEN

Peter Hauge Madsen har været blandt pionererne i vindenergiarbejdet på Risø, der fik afgørende betydning for at udvikle det danske vindmølleeventyr. På Risø fik man bevilget forskningsmidler til at teste og analysere vindmøller for at hjælpe industrien i gang, og man tog de første skridt til at udvikle en pålidelig teknologi til at udnytte vindkraften. I dag kan man stadig se spor af nogle af de første aktiviteter, såsom en vindmølle fra midten af 1980'erne, der indgår som testfacilitet samt en 125 meter høj mast, som bliver brugt til meteorologiske målinger.

”På Prøvestationen for Mindre Vindmøller testede man de første prototyper og rådgav mindre virksomheder. I samme periode lagde man grundstenen til det danske vindatlas, der siden blev globalt. I dag bruger energiplanlæggere over hele verden atlaset til at få overblik over de mest gunstige vindforhold for vindmøller,” fortæller Peter Hauge Madsen

Andre steder i landet arbejdede man også med vindmølleteknologier. Ved Ulfborg i Nordjylland opførte Tvind deres 54 meter høje vindmølle, og i Nibe rejste elværkerne to demonstrationsmøller. Sideløbende gik en stribe opfindere og mindre virksomheder i gang med at udvikle vindmøller, som blev solgt videre til små vindmøllelaug og lokale ildsjæle. Opfinderne og møllejerne delte

deres oplevelser med Prøvestationen, der fik en unik indsigt i de første forsknings- og udviklingsprojekter.

## BETYDNING FOR DANSK VINDINDUSTRI

I midten af 80'erne gik markedet for vindmøller i stå - hvor især USA var et vigtigt marked. I Danmark oplevede man flere tekniske udfordringer med vindmøllerne. Som nyudnævnt leder for Prøvestationen for Vindmøller blev Peter Hauge Madsen kaldt til møde i Energiministeriet og fik besked på at lukke sektoren, der dengang var finansieret af Energi styrelsen. Det skete heldigvis ikke.

Sammen med repræsentanter fra den danske vindmøllebranche tog Peter Hauge Madsen og hans kolleger fra Prøvestationen affære. De udviklede nemlig en detaljeret dansk certificeringsordning baseret på standarder, der satte fokus på kvalitet og sikkerhed omkring vindmøllekonstruktionerne. Desuden stod de bag et forskningsprogram, der understøttede udviklingen af vindmølleteknologien. Certificeringsordningen førte siden til fælles internationale standarder for, hvordan vindbranchen konstruerer og tester vindmøllers ydeevne.

”Certificeringsordningen betød, at Prøvestationen overlevede, og at vi professionaliserede hele den måde, man dokumenterer, udvikler og beregner vindmøller på i hele verden. Det fik enorm betydning for tekno-



”

Det er en personlig tilfredsstillelse, at vi nu kan se, at det gik som vi drømte om dengang i slutningen af 70'erne.



logien inden for international vindkraft og sikrede Risø en unik global position,” siger Peter Hauge Madsen.

#### AFTRYK PÅ VERDEN

Efter et par år som forskningschef hos Siemens Wind Power og Norske Veritas (DNV) vendte han tilbage til DTU i 2009 som afdelingschef for vindenergi på Risø DTU. To år tidligere var Risø blevet en del af DTU. I 2011 besluttede man at oprette DTU Vind, der skulle satse på vindenergi, og Peter Hauge Madsen blev bedt om at udarbejde en plan for det nye vindinstitut.

I kølvandet på fusionen blev der etableret nye test- og demonstrationsmuligheder. I dag finder man bl.a. Large Scale Facility, hvor man tester vindmøllevingers styrke samt Den Nationale Vindtunnel, hvor DTU og industrien tester og udvikler vingeprofiler til nogle af verdens største vindmøller med vindhastigheder på op til 400 km/t. I Nordjylland findes Testcenter Østerild, hvor medarbejdere fra instituttet i dag tester prototyper til verdens største vindmøller.

For Peter Hauge Madsen er det blevet tid til at reflektere over de sidste 40 år. Han kan trygt læne sig tilbage og se, at mange af de

ting, som han satte sig for med sine kolleger, er lykkedes.

”Det har været vigtigt for mig at kunne se et formål, en mission med mit arbejde. Det er en personlig tilfredsstillelse, at vi nu kan se, at det gik, som vi drømte om dengang i slutningen af 70'erne. Vi har haft enorm impact, og det er væsentligt for mig. Vi ville påvirke verden, ja gerne bidrage til at gøre den til et bedre sted. Og jeg kan vel godt sige, at det er lykkedes. På den baggrund vil jeg sige, at jeg har haft et godt og indholdsrigt arbejdsliv.” ■

## KØB OG NEDTAGNING

- Køb af igangværende vindmøller.
- Køb af nedtagne vindmøller og dele.
- Køb af defekte vindmøller.
- Nedtagning og fjernelse af vindmøller og anlæg.

GETwindturbines@gmail.com  
Tlf. 4044 7701



### Elproducerende vindmølle fra 1941

Under 2. Verdenskrig blev der bygget 12 møller af denne type. Den mest produktive i Rindum ved Ringkøbing leverede i årene 1942-45 ialt 295.000 kwh.. En af møllerne kan nu ses hos



DANMARKS VINDKRAFTHISTORISKE SAMLING

[www.vindhistorie.dk](http://www.vindhistorie.dk)

## VINDMØLLER KØBES

Sydjysk Vindkraft

Tlf. 5155 7050

e-mail: [sydjyskvindkraft@mail.dk](mailto:sydjyskvindkraft@mail.dk)

## ET KNALDHAMRENDE godt program/administrationsprogram

Nyt brugervenligt program til administration af vindmøllelaug.

- Oversigt over interessenter og andele.
- Styrer valgt skattemetode.
- Årligt servicebrev til brug for selvangivelsen.
- 2 udbetalingsformer via PBS.
- Informationsformidling via post, E – post eller PBS.
- Online brugervejledning med mulighed for egne notater.

Uhre Vindmøllelaug I/S. Uhrevej 32 b. 7330 Brande  
[uhrevind@uhrevind.dk](mailto:uhrevind@uhrevind.dk) telefon 20 28 46 05

## Professionel rådgivning og regnskabsassistance

Revisionsfirmaet



Ole Vestergaard

Statsautoriserede revisorer

STATSAUTORISERET REVISIONSAKTIESELSKAB  
BAKKEVÆNGET 16 - 8990 FÅRUP - WWW.OLV.DK  
TLF. 87828900 - FAX. 86443966 - CVR. 31501741

## Beskytter mod vand, brand og EMI

Vi har med succes bidraget til mere end 130 vindmølleprojekter i form af fleksible kabel- og rørgennemføringer, der sikrer sikkerhed og drift pålidelighed. Via samarbejde med alle større aktører gennem alle projektfaser, sørger vi for at levere de bedste tætningsløsninger til:

- Turbiner
- Fundamenter og TP'er
- Substations

[roxtec.com/dk](http://roxtec.com/dk)



## KALENDEREN

Se alle foreningens  
arrangementer på  
[www.greenpowerdenmark.dk/kalender](http://www.greenpowerdenmark.dk/kalender)

### APRIL

#### 25.-27. april

WindEurope Annual Event 2023

### JUNI

#### 1. juni

Topmøde 2023 og generalforsamling i  
Green Power Denmark

## SOCIALE MEDIER

Følg Green Power Denmark  
på LinkedIn ([greenpowerdenmark](https://www.linkedin.com/company/greenpowerdenmark))  
og på twitter ([@GreenPowerDK](https://twitter.com/GreenPowerDK)).

## VE-EJERFORUMS BESTYRELSESKONTAKT



KRISTIAN JAKOBSEN  
Formand for VE-Ejerforum  
Tlf. 6162 2932  
[kj@mi.dk](mailto:kj@mi.dk)

## NORDIC WIND CONSULTANTS



LASSE MATHIASEN  
Teknisk konsulent  
Tlf. 2441 5237  
[lm@nordicwindconsultants.dk](mailto:lm@nordicwindconsultants.dk)



STEEN BUSS  
Teknisk konsulent  
Tlf. 3059 7949  
[sb@nordicwindconsultants.dk](mailto:sb@nordicwindconsultants.dk)



POUL KR. S MADSEN  
Teknisk konsulent  
Tlf. 5122 2808  
[pm@nordicwindconsultants.dk](mailto:pm@nordicwindconsultants.dk)

## DINE PRIMÆRE KONTAKTER



THOMAS AARESTRUP JEPSEN  
Direktør, VE-produktion,  
public affairs og kommunikation  
Tlf. 3115 4871  
[taj@greenpowerdenmark.dk](mailto:taj@greenpowerdenmark.dk)



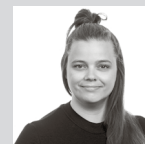
THOMAS KJÆRULFF TORP  
Redaktør og annoncesalg  
Tlf. 2253 1513  
[tkt@greenpowerdenmark.dk](mailto:tkt@greenpowerdenmark.dk)



LINETTE RIIS  
Grafik  
Tlf. 2580 0002  
[lr@greenpowerdenmark.dk](mailto:lr@greenpowerdenmark.dk)



DORTE LINDHOLM  
Kontaktperson VE-Ejerforum  
Tlf. 2529 1941  
[dli@greenpowerdenmark.dk](mailto:dli@greenpowerdenmark.dk)



REHNI FELDING LUND  
Medlemskartotek  
Tlf. 3373 0331  
[rfl@greenpowerdenmark.dk](mailto:rfl@greenpowerdenmark.dk)



MORTEN YDE PETERSEN  
Elpriser og afregning  
Tlf. 2218 9743  
[myp@greenpowerdenmark.dk](mailto:myp@greenpowerdenmark.dk)



# KOMPLET LØSNINGS & SERVICEUDBYDER

## 10 års erfaring med servicering af møller

Kære møllejer

Måske har du set at vi hos GNL Wind Service tilbyder opgradering og levetidsforlængelse af Vestas møller. Men vidste du at vi faktisk har 10 års erfaring som løsnings- & serviceudbyder til de fleste vindmølletyper, både on- & offshore, i Danmark men også udlandet?

Vi holder Danmarks vindmøllepark kørende og dækker det meste af landet indenfor 1 - 2 timer.

## Kontakt

+45 97 59 77 90 | [info@gnlservice.dk](mailto:info@gnlservice.dk) | [www.gnlservice.dk](http://www.gnlservice.dk)

## Vi er specialiserede i



- Service & Vedligehold



- Udskiftning af hovedkomponenter



- Opgradering herunder retrofit af Vestas V4x-modeller.



- Reparation & Reservedele

