

# Vindenergi gør el-produktion 14 procent dyrere

For første gang nogensinde er der sat tal på, hvad den massive udbygning af vindenergi egentlig koster samfundsmæssigt.

Svaret er 14 procent dyrere el. Eller i kroner og ører: Uden vindenergi ville en kilowatt-time (kWh) koste omkring 51 øre, men fordi vind er en del af vores energinet, så koster den ca. 58 øre at producere, dvs. før diverse skatter og afgifter bliver lagt på. Det viser en analyse fra Rockwool Fonden.

Analysen – der er blevet til i samarbejde med økonomiprofessor Anders Sørensen fra Centre for Business and Economic Research på Copenhagen Business School, CEBR – viser de samlede omkostninger ved energiproduktion i Danmark. I analysen er der regnet på udgifterne ved at indfase og benytte vindenergi i den danske el-forsyning, hvor vindkraften i dag dækker hele 30 procent af el-forbruget. Resten af energien kommer fra den såkaldte termiske energi, der baserer sig på afbrænding af fx kul, olie, biomasse og gas.

Regnestykket er komplekst. Energiproduktion er nemlig et omfattende område med mange faktorer. Der er fx taget højde for investeringsomkostninger, kraftværkers levetid, olie-, gas- og kulpriser samt prisen på drift og vedligeholdelse af de forskellige anlæg.

Ikke desto mindre er konklusionen klar: Produktionen af strøm ville være 14 procent billigere i dag, hvis ikke vind var en del af ligningen.

Der er især én årsag til, at vind gør elektriciteten dyrere. Nemlig, at vindenergi skaber et kompliceret behov for forsyningssikkerhed, hvilket påvirker omkostningen ved at drive de konventionelle anlæg. Isoleret set er vind ikke en dyr produktionsform.

### Vind er ustabil

Som bekendt er der ikke stiv kuling hver dag. Nogle dage er vinden væk. Vind er en ustabil kilde til energi. Denne mangel på stabilitet kan et samfund vælge at gøre noget ved på én af to måder: Man kan enten have konventionel kapacitet nok til selv at dække sig af, eller man kan importere strømmen.

"I Danmark har vi kapacitet til at dække vinden af, når det ikke blæser," siger professor Anders Sørensen fra CEBR, der står bag

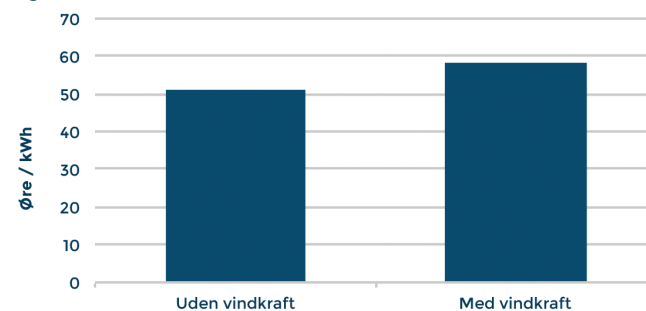
undersøgelsen: "Vi har et back-up-system, der leverer el, når det er vindstille. Vi har altså en massiv overkapacitet – og det koster."

Jo større afstand, der er, mellem det et kraftværk kan producere, og hvad det rent faktisk producerer, desto dyrere bliver den enkelte kilowatt-time. "Det svarer til, at du har en restaurant, der har kvadratmetre, tjenere, kokke og alt mulig andet til 1.000 gæster. Hvis kun 100 møder frem, så er omkostningerne pr. kuvert meget store," siger Anders Sørensen.

I forhold til termiske kraftværker er der dog et ekstra problem. En ting er, at de faste udgifter skal fordeles over færre producerede kWh. Noget andet er, at vindenergien stiller krav om ekstra produktion af fjernvarme. Forklaringen er, at meget fjernvarme skabes ved at udnytte overskudsvarmen fra almindelig el-produktion. På nær når kilden til el er vind. Så skal der produceres ekstra varme.

I analysen indgår der ikke nogen vurdering af, om de 14 procent på prisen er en høj eller lille pris at betale: "Nogle vil mene, at vindmøller skæmmer, larmer, slår fugle og flagermus ihjel og er i vejen. Modsat er fordelene ved vindkraft til at få øje på. Mindre CO<sub>2</sub>-aftryk, mindre forurening og mindre afhængighed af brændsel. Hvor meget, man synes det er værd, er et politisk spørgsmål," siger Anders Sørensen.

**Figur 1 - Produktionsprisen på strøm uden vindenergi og med**



Kilde: "The Cost of Producing Energy in Denmark", CEBR og Rockwool Fonden, 2014  
Note: 2011-tal

**Uden vindkraft ville en kWh koste 51 øre, før diverse skatter og afgifter bliver lagt på. Med vindkraft er prisen 58 øre.**

# En megawatt fra vind er billigst – og prisen falder

Mens den samlede pris på el er højere, når vindmøller sammen med konventionelle kraftværker leverer strøm til danskerne, så er den rene pris på el fra vindmøller lavere end den på el fra fossile brændsler med den fordeling, der i dag er mellem el produceret på møller og termisk produceret el.

Det viser analysen, som forskere med tilknytning til CBS har lavet for Rockwool Fonden.

I analysen har man regnet på omkostningen ved at producere el med kul, olie og gas – kaldet termisk energi – og med vindkraft. I denne del af analysen er der ikke fokuseret på det samlede system, men derimod alene på, hvad prisen på den enkelte megawatt-time (MWh) er, når den leveres til el-nettet fra den genererende enhed.

Det viser sig, at prisen ved termisk produktion er høj, og stigende, mens el fra vind er lavere og faldende. Som det fremgår af figur 2, kostede en MWh produceret på vind tilbage i 1998 i alt 450 kr., mens den tilsvarende pris ved termisk produktion var 600 kr. El produceret på olie, kul eller gas var altså 33 procent dyrere end el produceret på vind.

I 2011 var forskellen markant større. Mens el fra vind kostede 270 kr. pr. MWh, var omkostningen ved termisk produktion steget til knap 870 kr. Altså kostede termisk produceret el 220 procent mere end el fra vind.

## Bedre vindmøller og dyrere olie

Den stadig stigende forskel på prisen på el fra vind og fra kul, olie eller gas skyldes især to forhold. Mens råvarerne, særligt fossile brændsler, til den termiske produktion er blevet stadig dyrere, så er vindmøllernes effekt øget markant.

Tilbage i 1998 var vindmøllerne ikke supergode til at hive strøm ud af blæsten. De var små, dyre at anlægge og ikke særligt effektive.

Det har ændret sig markant. Møllerne er blevet meget større, der er kommet bedre styr på at sætte dem op de rigtige steder, og effektiviteten af den enkelte vindmølle er steget. Det er hovedforklaringen på det massive fald i prisen fra 1998 til 2011.

For den termiske teknologi er billedet et ganske andet. Udviklingen har stort set stået stille, så effektiviteten har ikke ændret sig markant i perioden. Det har prisen på råstoffer til gengæld.

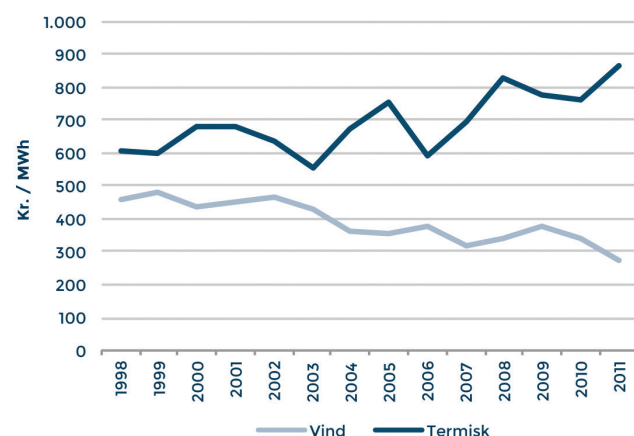
Mens verdensmarkedsprisen på en tønde olie i 1998 lå på omkring 12 US-dollars, så var gennemsnittet for 2013 knap 90 US-dollars pr. tønde.

## Mere kul på giver lavere pris

Hvor prisen på el lavet på vind falder støt, så tager prisen på konventionelt produceret strøm nogle hak opad og nedad. Som det fremgår af figur 2, skiller årene 2003 og 2006 sig ud. Prisen falder nemlig drastisk i begge år. Forklaringen er, at Danmark gerne sælger ud af sin strøm, hvis nogen vil købe. I netop de to år havde vandkraften i Norge problemer – på grund af for lidt nedbør. Så Norge manglede strøm, som blev leveret af Danmark.

Derfor udnyttede danske kraftværker noget af deres kapacitetsoverskud, hvilket fik omkostningerne pr. produceret enhed til at falde.

Figur 2 – Pris for en MWh lavet med kun termisk energi eller kun vindenergi, 1998-2011



Kilde: "The Cost of Producing Energy in Denmark", CEBR og Rockwool Fonden 2014

**Prisen for en MWh lavet på vind er betydeligt lavere, end hvis den er produceret med kul, olie eller gas. Og forskellen er steget markant de seneste årtier. Som det fremgår, dykker prisen på den termiske energi i 2003 og 2006. Forklaringen er måske umiddelbart overraskende: Det var tørre år, hvilket gav problemer for Norges vandkraft. Derfor eksporterede Danmark el til Norge. Det får prisen pr. MWh til at falde på grund af fordelene ved stordrift.**

## Mere vind, mindre CO<sub>2</sub>

Siden udbygningen af vindenergien tog fart i midten af 1990'erne, er CO<sub>2</sub>-udledningen fra dansk energiproduktion blevet mere end halveret.

Historien om dansk vindenergi er historien om en statist, der i løbet af få årtier gik ind og tog en af hovedrollerne. Engang var der tale om grønne ildsjæle, der på hustage, carporte og i baghaver byggede små – og i den store sammenhæng aldeles ubetydelige – vindmøller.

Men det var dengang. I dag er vindkraften *big business*, og omkring 30 procent af den danske el kommer fra vindmøller.

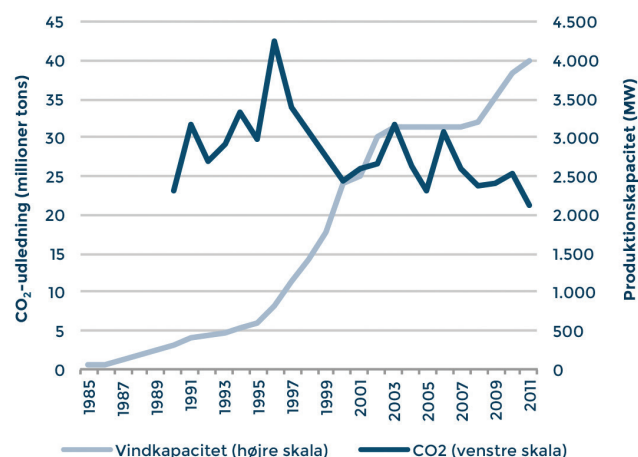
Tilbage i 1985 var produktionskapaciteten af landets vindmøller sammenlagt omkring 47 megawatt (MW). I år 2011 var det tal 85 gange så stort. Det år var produktionskapaciteten nemlig 4.000 MW fra vindmøller. Denne udvikling illustreres af figur 3, som samtidig viser, hvordan det er gået med CO<sub>2</sub>-udledningen i den samme periode (dog er de tidligste data her fra 1990).

Som det fremgår af figuren, er det ikke kun i antallet af MW, at vindkraften har sat tydelige spor. Udbygningen af vindkraften sker nærmest eksplosivt i den sidste halvdel af 1990'erne. I netop de år, hvor antallet af MW fra vindenergi stiger voldsomt, går det i den stik modsatte retning med udledningen af CO<sub>2</sub> fra energiproduktionen.

Den største udledning var i 1996, der – i lighed med 2003 og 2006 – var et tørt år, hvorfor dansk el blev solgt til Norge, som manglede vand til deres kraftværker. Det år blev 43 mio. ton CO<sub>2</sub> udledt i Danmark. Siden er den udledning faldet markant. Den laveste udledning sker i 2012, som er det seneste år, der i denne sammenhæng er tal for. Her er udledningen på knap 18 mio. ton CO<sub>2</sub>.

Udledningen af CO<sub>2</sub> er altså i løbet af to årtier reduceret til noget der nærmer sig en tredjedel.

**Figur 3 - Produktionskapacitet i vindenergi (MW) og udledning af CO<sub>2</sub> fra el-produktionen, 1985-2011**



Kilde: "The Cost of Producing Energy in Denmark", CEBR og Rockwool Fonden 2014 samt Statistikbanken, Danmarks Statistik

Siden 1985 er der sket en mangedobling af produktionskapaciteten for vindmøller. Hvor møllerne i 1985 kunne producere 47 megawatt (MW), var kapaciteten i 2011 på hele 4.000 MW. I gennemsnit stiger kapaciteten med godt et procentpoint om året i 26 år. Det er især i perioden fra 1995 til 2002, at væksten er kraftig.

---

**The Cost of  
Producing  
Energy in  
Denmark**

Centre for Economic and Business Research på Copenhagen Business School har for Rockwool Fonden analyseret omkostningsstrukturen i dansk el-produktion i perioden 1998-2011. Analysen, der bygger på en uhyre detaljeret bearbejdning af omkostnings- og produktionsdata for tusindvis af konventionelle og vinddrevne generatorer, er udført af Lecturer Clinton J. Levitt, Tasmanian School of Business and Economics, og Professor Anders Sørensen, Copenhagen Business School.

Analysereporten "The Cost of Producing Energy in Denmark" kan downloades fra Rockwool Fondens hjemmeside [www.rockwoolfoundation.org](http://www.rockwoolfoundation.org).

## Rockwool Fonden

Kronprinsessegade 54, 2. tv  
DK - 1306 Copenhagen K  
Denmark

Tel +45 46 56 03 00  
Fax +45 46 59 10 92  
E-mail [rockwool.fonden@rockwool.org](mailto:rockwool.fonden@rockwool.org)  
Web [rockwoolfoundation.org](http://rockwoolfoundation.org)