



## Nyt vindressourcekort for Danmark

**Mortensen, N.G.; Nielsen, P.**

*Published in:*  
Energinyt

*Publication date:*  
1999

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Mortensen, N. G., & Nielsen, P. (1999). Nyt vindressourcekort for Danmark. *Energinyt*, (1), 14-15.

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Nyt vind- ressourcekort for Danmark

AF NIELS G. MORTENSEN

Forskningscenter Risø

OG PER NIELSEN

Energi- &amp; Miljødata

Som det første land i verden får Danmark nu et detaljeret og nøjagtigt kort over de tilgængelige vindressourcer. Hermed etableres der et ensartet, landsdækkende grundlag for udnyttelsen af vinden som energikilde og for den planlægning, der er forbundet med opstilling af vindmøller og vindmølleparker i det danske landskab.

Et lands vindklima afhænger først og fremmest af de overordnede vejrsystemer. Hvad enten det drejer sig om vestenvindsbæltet - som det er tilfældet for Danmark - eller vi betragter et sted i subtropierne, som er underlagt passatvindene, bliver den overordnede vind imidlertid modificeret betydeligt af lokale forhold.

To meteorologiske stationer, der ligger inden for samme område, kan derfor registrere væsentligt forskellige vindforhold afhængig af, hvordan de er placeret i terrænet. På samme måde kan to vindmøller, opstillet i samme region, producere væsentligt forskellige mængder energi.

Detaljeret kendskab til et givet områdes vindklima er derfor en forudsætning for at den enkelte investor kan optimere placeringen og dermed energiproduktionen fra en vindmølle. På samme måde kan man kun planlægge og optimere den samfundsmæssige udnyttelse af vinden som energikilde, hvis man kender til vindressourcernes variation i en region eller over et helt land.

## Danmarks regionale vindklima

Danmarks vindklima er blevet registreret på adskillige meteorologiske stationer gennem mere end 100 år. Men det er først inden for de seneste 10-20 år, at disse målinger har kunnet bruges til at forudsige vindklimaet på et sted i landet, hvor der ikke er blevet målt. Det skyldes udviklingen af metoder og modeller til analyse af vindmålinger og til beskrivelse af vindens strømning over forskellige terræntyper - en udvikling som ikke mindst er accelereret i takt med opstillingen af de moderne vindmøller.

*Vind atlas for Danmark* (1979) og senere *European Wind Atlas* (1989) er eksempler på bestemmelser af Danmarks regionale vindklima, og begge undersøgelser indeholder desuden anvisninger på, hvordan vindklima og vindressource kan bestemmes for vilkårlige steder i landet.

Det nye vindressourcekort bygger på 10 års målinger (1987-96) af vindhastighed og -retning ved mere end 20 danske meteorologiske stationer, der ligger jævnt fordelt over hele landet.

De lokale forhold omkring hver målestation er blevet nøje analyseret og modelleret, og vindmålingerne er dernæst blevet 'renset' for indflydelsen af disse forhold. Vindstikkerne fra de enkelte master er på denne måde gjort repræsentative for et større område omkring hver meteorologisk station, og herved får man et sammenhængende billede af det regionale vindklimas variation over Danmark.

Vindforholdene ved en række tyske og svenske meteorologiske stationer er også inddraget for at sikre et nøjagtigt billede i Danmarks randområder.

## Beregning af vindressourcerne

For at kunne beregne den faktiske vindressource et hvilket som helst sted i Danmark - og i en hvilken som helst relevant højde over jorden - må man på samme måde tage de lokale forhold i beregning på dette sted, dvs. terrænets ruhed (overfladens art) og højdeforhold. Der er derfor i projektet etableret detaljerede ruheds- og højdedatabaser for hele landet.

På grundlag af Kort- og Matrikelstyrelsens kort i 1:50000 er alle vandområder, skove og byer blevet identificeret og registreret i en database, ligesom tætheden af fritliggende ejendomme, trægrupper og læhegn er nøje beskrevet. Danmarks højdeforhold er beskrevet ved hjælp af digitaliserede fem-meter højdekurver.

Det lokale vindklima kan nu modelleres for ethvert sted og enhver højde over hele landet med udgangspunkt i det regionale vindklima og de detaljerede beskrivelser af Danmarks topografi. Modelleringen foregår på pc-computere og er særdeles tidkrævende. Af hensyn til beregningstiden har vi derfor valgt i første omgang at beregne vindklima og vindressourcer i et kvadratisk net med en maskestørrelse på 200 meter.

Det giver omkring to millioner beregningspunkter med fire beregningshøjder i hvert punkt - i alt ca. otte mio. beregninger. Det vil tage en moderne 400-MHz pc mere end en måned at regne det hele igennem hvis den kører døgnet rundt uden afbrydelser.

## Verifikation af datagrundlaget

Forud for beregningen af vindressourcekortet er der foretaget en omfattende kontrol og verifikation. Her har Danmark en unik mulighed, som ingen andre lande har. Ca. 1200 anlæg er udvalgt som kontrolanlæg ud af de godt 5.000 vindmøller der nu står i Danmark og som er geografisk fordelt over næsten hele landet.

Der er kun medtaget "sikre" anlæg, dvs. møller eller mølleparker hvor den nøjagtige placering kendes, hvor der er indrapporteret månedlige produktionsdata over en længere periode og hvor møllerne er fremstillet og opstillet som en del af en større serie. Datagrundlaget er anvendt på hver enkelt mølle, og forholdet mellem faktisk og beregnet produktion er analyseret. Datagrundlaget (primært ruhedskortene) er gennem en iterativ proces kalibreret, indtil afvigelser mellem beregnet og faktisk produktion er bragt ned på et minimum.

Cirka 80% af de 1.200 møller producerede inden for  $\pm 10\%$  af den beregnede produktion med det endelige datagrundlag - og det er vi faktisk ret stolte af. Man må her have in mente at hele datagrundlaget, specielt ruhedsklassificeringen, er fremstillet rent digitalt - altså uden en detaljeret vurdering af terrænet.

Normalt vurderes terrænet vha. kortmateriale og en besigtigelse i marken, hvor bl.a. læhegnehøjder og læhegnstæthed noteres og indgår i vurderingen af terrænuheden.

## Resultat og anvendelser

Resultatet af modelleringen er et ganske detaljeret billede af vindressourcerne over Danmarks landareal. Resultaterne bliver af praktiske hensyn publiceret på CD-ROM, sammen med programmet til visning, udtræk og udskrift af data for et område udvalgt af brugeren. En version på Internettet er ligeledes under udvikling ([www.emd.dk](http://www.emd.dk)).

Der kan udtrækkes oplysninger om vindens retningsfordeling (vindrosen) og hastighedsfordeling, vindens energiindhold og den estimerede produktion fra en lang række vindmølle typer for et hvilket som helst område i Danmark.

Det er enestående, at disse oplysninger kan findes direkte ved at slå op i databasen - brugeren behøver ikke have et fagligt kendskab til de underliggende metoder og skal ikke kunne håndtere de meteorologiske modeller.

## Værktøj til planlægning

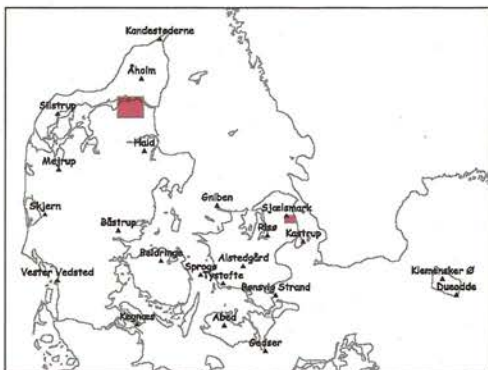
Vindressourcekortet er først og fremmest tænkt som et værktøj i den overordnede

planlægning af udnyttelsen af vindenergi i Danmark. Derfor kan resultaterne også trækkes ud i dataformater, der kan importeres direkte i kommunernes og amternes elektroniske planlægnings-programmer, de såkaldte geografiske informations-systemer (GIS). Kortet erstatter Energistyrelsens kortlægning fra 1991 og er så detaljeret, at det også skulle kunne anvendes i kommuneplanlægningen.

Da nøjagtigheden er verificeret ved sammenligning med produktionen fra eksisterende møller, kan det også bruges til at give et første bud på produktionen fra en eller flere vindmøller i et konkret projekt. Den endelige beregning af produktionen fra en given vindmølle eller møllepark vil dog stadig kræve en særskilt undersøgelse.

Det er stadig for usikkert at investere mange millioner på basis af et rent digitalt beregningsgrundlag.

*Kortlægningen af Danmarks vindressourcer er udført for Energistyrelsen af Energi- & Miljødata (EMD), Aalborg, og Afdelingen for Vindenergi og Atmosfærefysik på Forskningscenter Risø.*



*Mere end 20 meteorologiske stationer danner grundlaget for det nye vindressourcekort for Danmark. Eksempler på vindressourcekort er vist for de to områder markeret omkring Aalborg og Birkeroed. (tv)*

*Udsnittet nederst tv. viser vindressourcerne i den del af Aalborg kommune der ligger syd for Limfjorden. Kortet viser vindens energiindhold ( $W/m^2$ ) 45 meter over jordoverfladen i et net med en maskestørrelse på 200 meter. Limfjordens indflydelse på det lokale vindklima ses tydeligt.*

*Kortet th. viser vindressourcerne i og omkring Birkeroed kommune (vist med sort streg). Kortet viser den forventede produktion (MWh/å) fra en 600-kW vindmølle med en navhøjde på 40 meter. Produktionen er beregnet i et net med en maskestørrelse på 100 meter.*

