



Sol og Vind (Sun and Wind), published in **1976**, from **Claus Nybroe** and Carl Hertforth.

Claus Nybroe's self-built turbines:

<https://windsofchange.dk/WOC-selfbuilders.php>

Claus Nybroe is a Danish architect, turbine builder and a preeminent figure of the Danish grassroots movement.



Beside turbine handbooks, **Claus Nybroe** edited reports on **wind farm design and planning**.

Example from **1984**, published by the folkcenter

VEJLEDNING I MØLLEPARKER

1. VINDFYSISK PLANLÆGNING

**NORDVESTJYSK FOLKECENTER FOR VEDVARENDE ENERGI
1984**

VEJLEDNING I MØLLEPARKER

2. ELTEKNISKE FORHOLD

**NORDVESTJYSK FOLKECENTER FOR VEDVARENDE ENERGI
1984**

VEJLEDNING I MØLLEPARKER

3. ORGANISATION OG ØKONOMI

**NORDVESTJYSK FOLKECENTER FOR VEDVARENDE ENERGI
1984**

**A successful
wind energy
project takes
(much) more
than a good
turbine**

Boundary layer meteorology, “DK wind atlas method”, micro siting, etc. (1984)

derste del af grænselaget. I dette tilfælde foregår således 2/3 af tilvæksten i vindhastighed i de nederste 65 m af et grænselag på 1000 m.

Vindhastigheden vil nær jordoverfladen sædvanligvis være større om dagen end om natten. Når dagtimernes opvarmning ophører, kan der i lavt niveau over jorden opstå en inversion, d.v.s. kold luft ved jorden og varmere luft højere oppe. Inversionen adskiller resterne af dagens grænselag med det natlige grænselag i de laveste 50-500 m. Det natlige grænselag er derfor udsat for reduceret jordfriktion og turbulens, hvilket muliggør, at rotor i højere niveauer kan blive udsat for større vindhastigheder om natten end om dagen. Disse forhold er illustreret i fig. 23. Figuren viser også vindhastighedens generelle acceleration med højden.

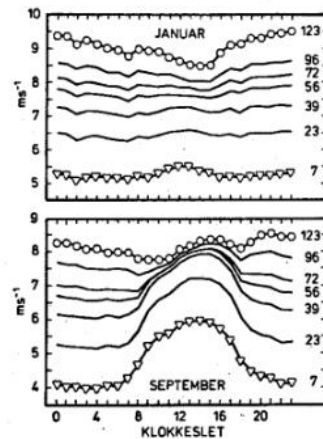


Fig. 23: Vindhastighedens døgnsvariation, vinter og sommer. Risø 1958-67 (6).

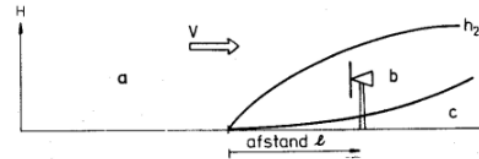


Fig. 16: Strømning over to naboarealer med indbyrdes forskellig ruhed (1).

På fig. 17 aflæses h_1 og h_2 i relation til afstanden l fra ruhedsskiftet. For h_1 går man ind på kurven for nedenstrøms ruhed, mens kurven for h_2 altid bestemmes af største ruhedsklasse. Kurven for h_1 giver os umiddelbart den mindste afstand, der kræves for at terrænet fra en given navhøjde kan betragtes som værende af ensartet ruhed. Ruhedsskiftet udover denne afstand øver ingen indflydelse på vindmøllens energiproduktion.

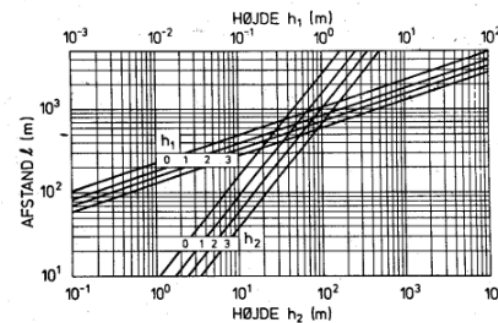
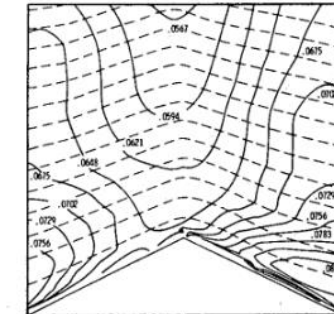
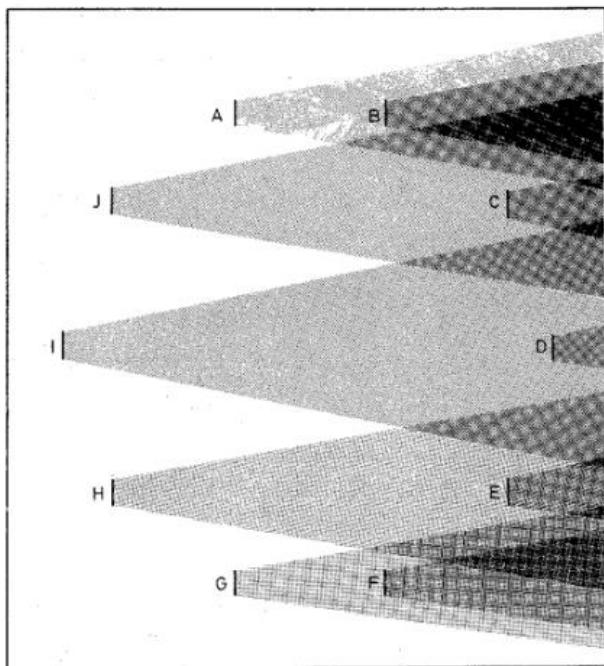


Fig. 17: h_1 og h_2 som funktion af afstanden l fra ruhedsskiftet.

Fig. 29 viser vindtunnelresultater af målinger af op- og nedenstrøms turbulensintensiteter for to bakker med hældninger på henholdsvis 5% og 25%. Opstrøms reduceres turbulensintensiteten, mens den tiltager nedenstrøms og overstiger opstrøms værdier (se side 48 for definition af turbulensintensitet).



10. SKYGGEVIRKNING I MØLLEPARKER



Nærværende afsnit indledes med en generel beskrivelse af vindskyggers karakter bag en rotor. Beskrivelsen føres videre med en omtale af de væsentligste aspekter ved hidtil foretagne vindtunnelforsøg og feltmålinger. Derefter omtales matematiske modeller med særlig vægt på en forenklet og tilsyneladende praktisk anvendelig dansk model. Enneområderne summeres op, og der drages konklusioner med henblik på en forhåndsvurdering af parkvirkningsgraden. På grundlag heraf afsluttes afsnittet med forenkede beregninger af parkvirkningsgraden for en række tilsyneladende typiske hjemlige parkmønstre.

Wake effect modelling (1984)

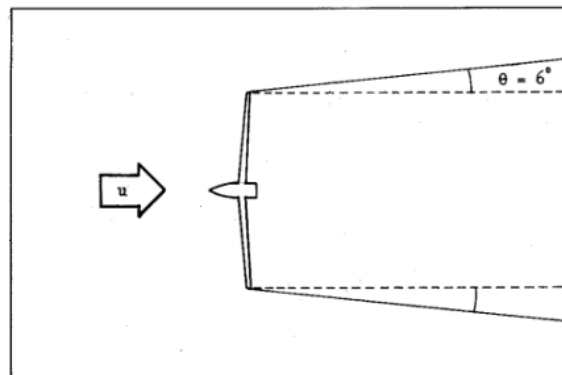


Fig. 67: Spredningsvinklen θ .

dier hørende spredningsvinkel $\theta = 6^\circ$ er vist på fig. 67 og er benyttet ved optegning af samtlige skyggemønstre.

Hastighedsreduktionen i overlappende vindskygger fremkommer ved addering af de enkelte skyggers hastighedsreduktion, der beregnes udfra (18) og (20). Fig. 68 viser princippet, der er alment ud-

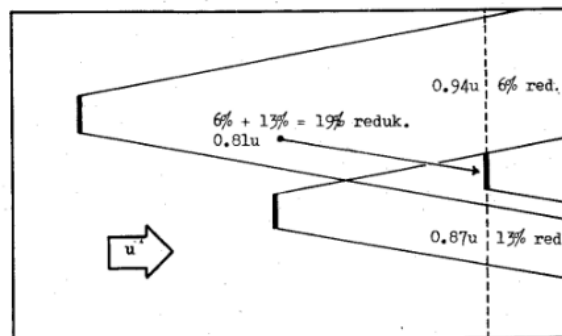
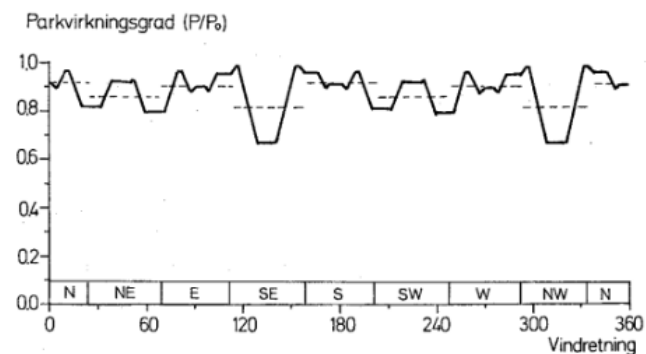
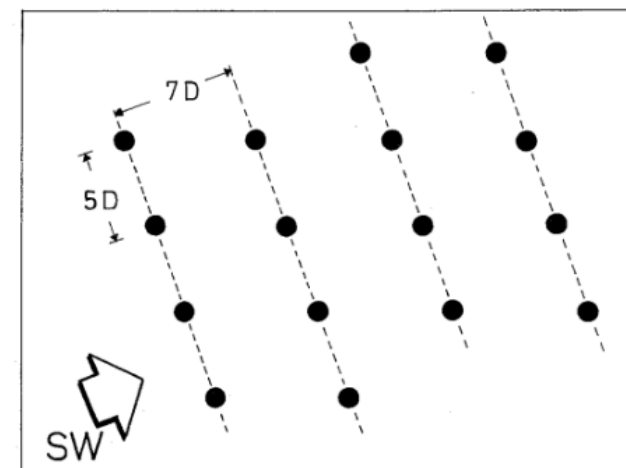


Fig. 68: Princip for beregning af hastighedsreduktion i overlappende vindskygger.

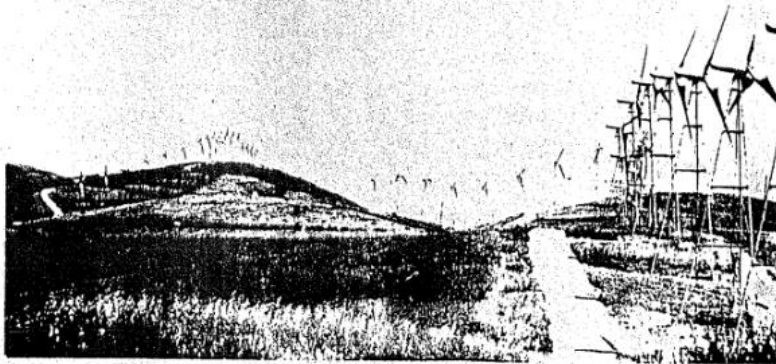


Gennemsnitlig årlig parkvirkningsgrad: 88 %

Arealfaktor (Samlet rotor-/grundareal): 32.4

Reports on the Californian wind energy market

VINDMØLLEPARKER I CALIFORNIEN

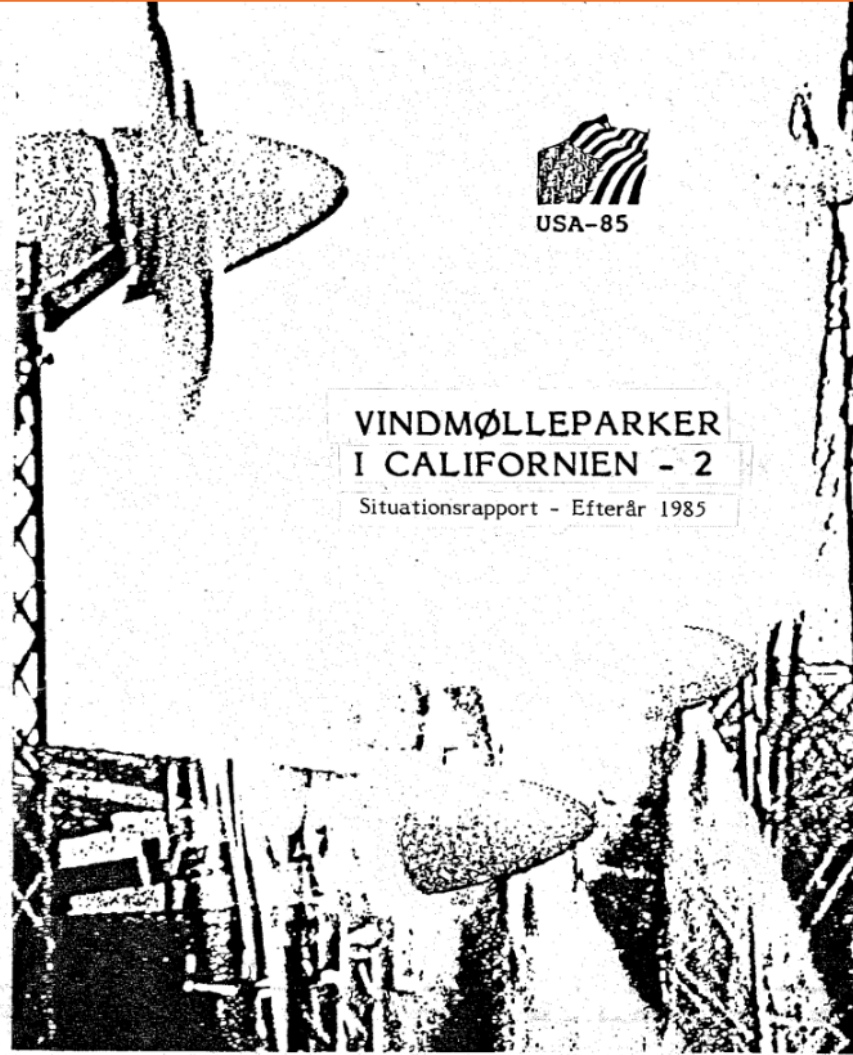


SITUATIONSRAPPORT
Juni 1983

Teknologirådets Styregruppe
for Vedvarende Energi



VINDMØLLEPARKER I CALIFORNIEN - 2 Situationsrapport - Efterår 1985



Nordvestjysk
FOLKECENTER
for Vedvarende Energi

KAMMERGÅRDSVEJ 16
SDR. YØBY
7760 HURUP
TLF. 07 - 95 65,55



Based on two **visits** in
1983 and **1985**.

Very thorough and well
documented status.

Carried out for the
Steering Group for
Renewable Energy, a
committee gathering
representative from
industry, grassroot and
academia

A Short History Of The Windfarm Industry

By: Robert Lynette

Following is a tongue-in-cheek, but reasonably accurate account of the developments that have taken place in the wind energy industry over the past several years.

1980-81

Manufacturers: "No, we don't have much operating experience yet, but just the wind turbines' parts are off-the-shelf, so we don't expect any serious problems. Besides, windmills have been around for hundreds of years."

Developers: "Why did I choose this particular machine? Because it's well rugged and I trust the manufacturer. (Besides, his were the only machines for purchase before the end of the year)."

Wall Street: "ESI, ENERTECH, DYNERGY, FAYETTE? What's a Fayette? If you can insure everything and get a stamp of approval from the attorneys, then I think we can accept 20% off the top to market your 'Windmills?? Tell me, just tell me, that I won't be the laughing stock of the year.'"

Department of Energy: "It's clear that the bigger the machine becomes, it's also clear that there will be a need for tiny machines. Taxpayers' money into 1-kW and multi-megawatt wind turbines."

1982-83

Manufacturers: "Look Joe, I'll pay you as soon as I get paid, which will be as soon as Harry gets paid. When does Harry get paid? Next March. I know the machines aren't quite up to snuff yet, but as soon as we get those new blades, hubs, gearboxes, and couplings installed, they will run like jewels. You want 300 machines in December... maybe???"

Developers: "Let me understand this... you want to put up thirty-seven anemometers and gather six years of information before we will know where to put up the machines? Okay, let's compromise; you've got 17 days and enough money for two anemometers."

Wall Street: "I know its only got a 23 foot rotor, but if you can put a 300 kW generator in it, it pencils out to \$150 per kW, which should allow us to put it out on the street at \$750 per kW. I know you're concerned about your investment Joe, but the manufacturer tells us that after this eighth retrofit, things should settle down."

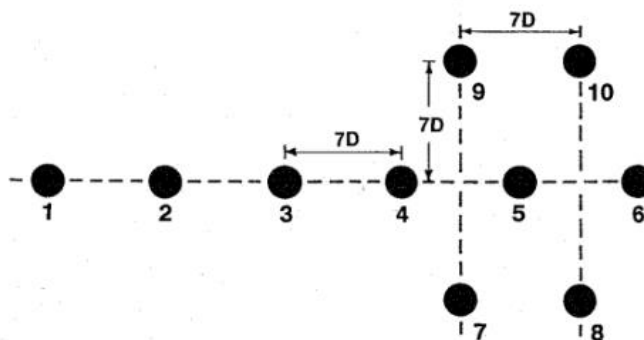
Department of Energy: "Well, maybe they didn't work out so well, but this new one is even bigger, and... Cost? Why do you want to know about cost?"



Nordvestjysk
FOLKECENTER

for Vedvarende Energi

KAMMERSGÅRDSVEJ 16, SDR.
7760 HURUP
TLF. 07 95
FAX 07 95



Måling på
Sydvestmors Vindmøllepark

FEBRUAR 1989

Udført med støtte fra:

Teknologirådets Styregruppe
for Vedvarende Energi

TR-projektnr. 1983-133/001.83.322 (delprojekt)

Report on wake effects (1989), w measurements from... TRIPOD

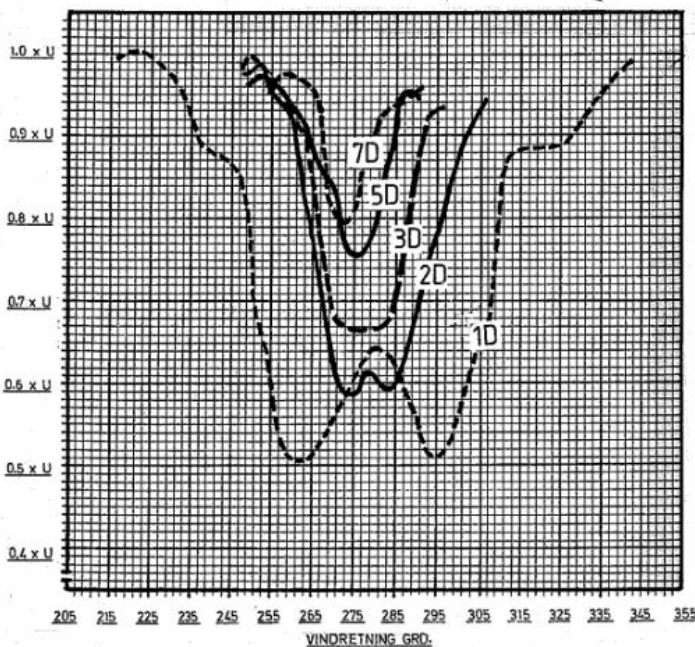
3.7 Konklusion/diskussion.

a) Hastighedsreduktion i vindskyggen.

Vindhastigheden.

Den frie strømning reduceres ved passage igennem rotorplanet. Vindskyggen har således reduceret vindhastighed. Niveau og forløb af denne hastighedsreduktion fremgår af figur 3.18. Det er et sammendrag af figur 3.8, 3.10, 3.12, 3.14, 3.16, hvoraf kurvernes specifikke beliggenhed i forhold til rotorplanet fremgår.

VINDHASTIGHED
RELATIV REDUKTION



Figur 3.18.

Effektkurve

Mølle 4

