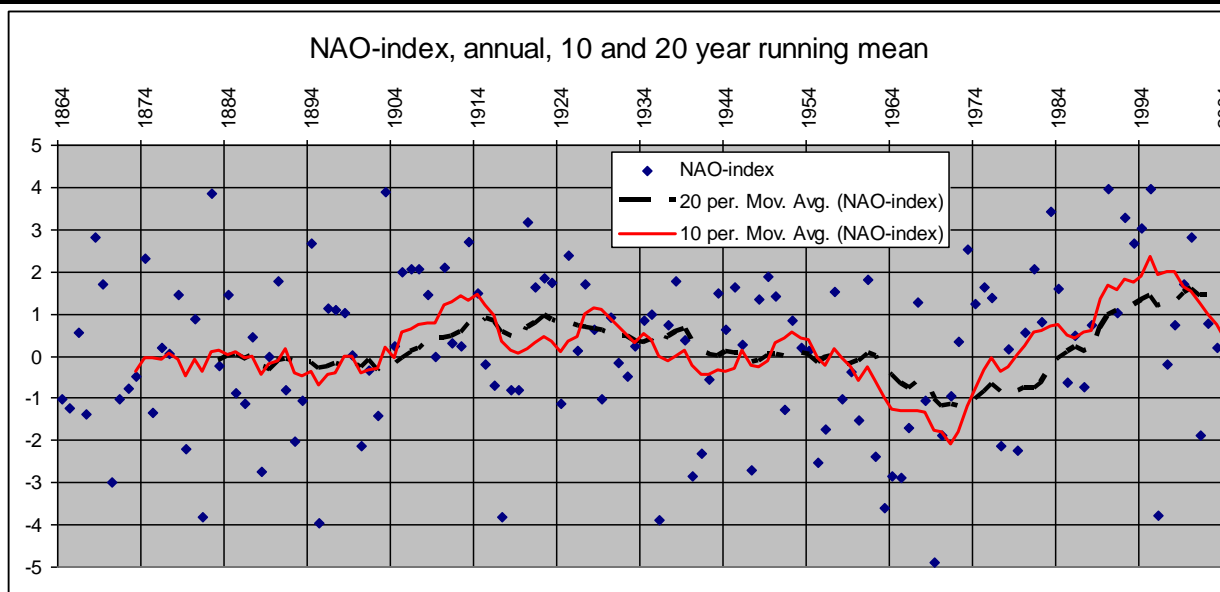


## Verdens bedste vindenergiindeks Af Per Nielsen, EMD International A/S

### Introduktion

Det nye danske vindenergiindeks vil jeg tillade mig at kalde intet mindre en verdens bedste. Det er samtidige verdens ældste, og det er en af grundene til denne titel. Det har været udviklet gennem en meget lang årrække af mange forskellige og er dermed blevet forfinet i adskillige trin, så man vel i dag taler om et 6. generations indeks. Samtidig er datagrundlaget unikt. Næsten 4000 møllers månedlige produktion anvendes i den seneste udgave til at danne indekset for et område på ca. 40.000 km<sup>2</sup> – til sammenligning indgår i det Tyske IWET indeks kun omkring 3000 møller for et område der er næsten 10 gange større – og væsentligt mere forskelligartet hvad vindenergi angår. Men det helt afgørende for kvaliteten i den seneste version er inddragelsen af nyeste forskning og viden om langtidsklimavariationer samt et omfattende analysearbejde og test.

Et vindenergi indeks er egentlig blot et middel til at langtidskorrigere vindforholdene fra en kortere periode til ”lang tid”, og dermed have indgangsdata til beregning af såvel forventninger til nye vindmølleprojekter som til opfølgning på om eksisterende projekter kan forventes at give den produktion på langt sigt som man er stillet i udsigt, ud fra faktiske produktionsoplysninger for en kortere periode. Definitionen af ”lang tid” er et af de emner der er blevet mere kritisk inddraget i den nyeste version. Tidligere, for blot få år siden, var det almindeligt blandt vindeksperter at mene at havde man 10 års data til langtidskorrektion, var det ok. Med 25 års referenceperiode for den forudgående version af vindindekset mente vi da også at være helt på den sikre side. Men nu går erkendelsen på at man i Nordeuropa har et periodisk varierende vindklima, med en periodelængde på omkring 30-40 år, hvilket gør at selv 25 år er en utilstrækkelig langtidperiode hvis man rammer ”uheldigt” ind i cyklusen. Det samme må man derfor sige omkring langtidsforventningerne til en vindmølles produktion – med en typisk levetid på 20 år, kan man ved opstilling på et uheldigt tidspunkt i forhold til cyklusen risikere omkring 5% mindre 20 års produktion end langtidsvindindeks forudsiger.



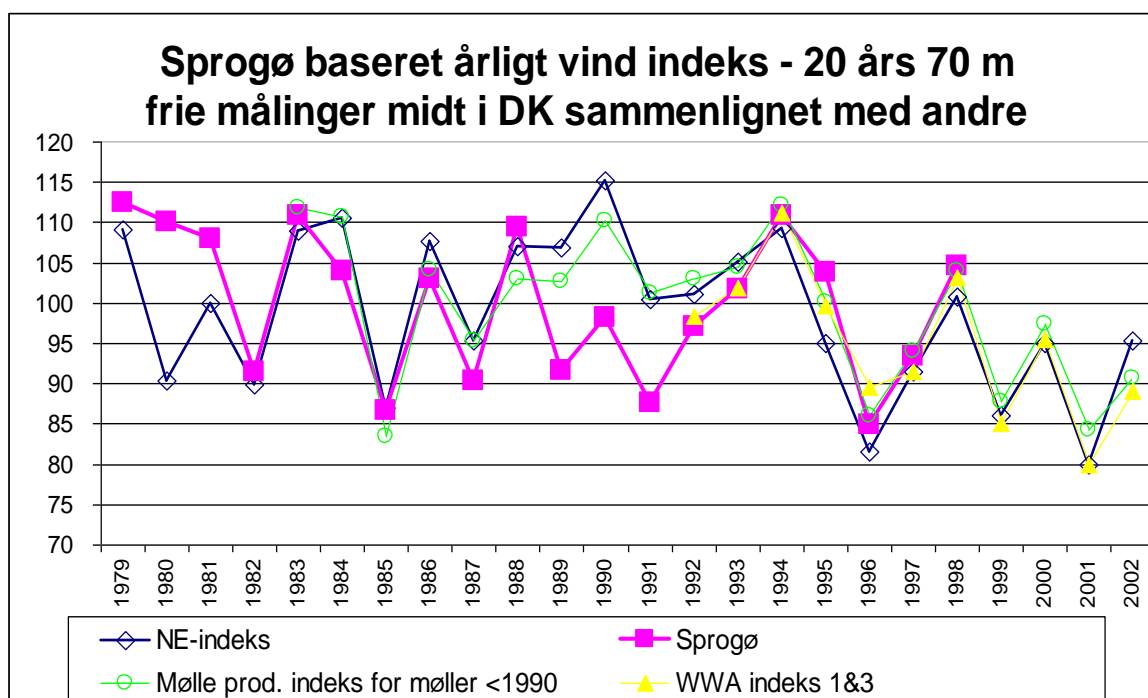
**Figure 1** NAO indekset - omregnet til vindenergi indeks, svarer en afvigelse på 2 ca. til 10% på vindenergi indeks.

Grafen ovenfor viser at en mølle opstillet i 1984, efter 10 år (aflæses på den optrukne linie ved 1994) vil have et 10 års akkumuleret gennemsnit omkring 2, altså 10% mere vindenergi end meget langtidsforventning – efter 20 år, aflæst på den stiplede linie ved 2004, ca. 1, altså 5% mere end meget langtidsforventning. Holder NAO indeks koblingen, er risikoen (eller chancen, for det går begge veje) baseret på næsten 150 års historik for afvigelse fra langtids normalen på 20 års basis ca. 5% og på 10 års basis ca. 10%. Men afvigelserne kan blive større i fremtiden – der er jo i NAO indeks variationerne en klar tendens til at der de seneste 50 år har været større variationer end de forudgående 100 år – den trend kan naturligvis fortsætte hvis den eksempelvis er betinget af globale klimavariationer. Det positive er dog at disse ikke synes at påvirke vindklimaet i en bestemt retning, men gør blot udsvingene større.

### Historie

Helt tilbage i 1979, 3 år efter de første danske kommercielle møller blev sat i drift i 1976, erkendte nogle entusiaster i Danmarks Vindmølleforening (dengang Danske Vindkraftværker) at vindmøllernes produktion fra uge til uge varierede utrolig meget – så meget at det var svært blive klog på om man egentlig fik den energiproduktion man kunne forvente ud fra de metoder der var til at vurdere denne. Henrik Stiesdal var sammen så vidt jeg ved arkitekten bag den første udgave. Metoden var enkel – de første 3 års produktion for de få møller der var blevet sat til 100%, og herfra blev på ugebasis beregnet et indeks som ugens produktion divideret med de 3 års gennemsnits ugeproduktion. Dengang indrapporterede mølleejere nemlig produktion på ugeniveau. Med dette indeks kunne andre møller efterhånden inddrages ved at vindkorrigere deres produktion, og sådan blev med årene inddraget flere og flere møller i beregning af indekset. Systemet kørte nogenlunde uændret omkring 10 år. I 1990 var jeg selv med til et møde ved Torgny Møller, hvor vi, en række DV konsulenter samt dem der hver måned (man var nu gået over til månedsberegning) beregnede indekset, diskuterede om man skulle ændre niveauet. Man var på 10 års basis kommet op på et gennemsnit på 105%, og vi var alle enige om at en nedjustering med 5% af indeks niveauet måtte være det mest korrekte, hvilket så skete. Næste

justering skete i 2003, hvor EMD overtog indeks beregningen fra Billy Canter, der de senere år havde beregnet indekset – nu i Excel i modsætning til tidligere, hvor det blev håndregnet. Da vi (EMD) overtog, gennemførte vi en række analyser, inddrog bl.a. Sprogø vindmålinger som Risø havde linet op for en 22 års periode i forbindelse med analyser til brug ved Storebælts byggeriet. Jeg husker stadig de mange nætter hvor jeg på alle måder forsøgte at finde sammenhæng mellem mange møllers produktion og det indeks, jeg kunne beregne fra Sprogø målingerne. Det ville bare ikke stemme. Men da jeg ikke kunne bruge al min tid på det, måtte jeg skære igennem og acceptere en vis uafklarethed. Resultatet blev en regulering på 3% op, primært baseret på at perioden 1979-2003 (25 år) blev sat til 100%. Samtidig lagde jeg meget vægt på 1998, som på mange måder var et meget normalt år, såvel vedrørende retningsfordeling som geografisk fordeling.



**Figure 2** Væsentligt her er at 20 års Sprogø data omregnet til vindindeks viser at det generelle niveau for det tidligere vindenergi indeks (NE) bør hæves omkring 3-4% i perioden 1996-98. Især 1998 niveauet er vigtigt, da 1998 senere vil blive anvendt som referenceår.

Figur ovenfor med tilhørende tekst var central i 2003 udgaven af vindindeks.

Det var meget utilfredsstillende at have så store afvigelser i perioden 1989-1992 mellem det vindmåler baserede indeks og mølle indekset. En af de nye væsentlige datakilder var Energistyrelsens stamdata register. Nu var alle møllers produktionsdata til rådighed helt tilbage stil starten i 1977. Jeg fandt dog hurtigt ud af at de ældre data, før ca. 1998, primært var skønnede værdier – der var påfaldende mange møller der havde præcist den samme produktion år efter år, hvilket skyldes at elselskaberne der skulle indrapportere data simpelthen ikke havde dem længere end 5 år bagud. Så der måtte dels en grundig sortering til, dels måtte de data møllerejerne gennem årene havde indrapporteret til NE/VINDSTAT databasen atter inddrages.

Det der satte skub i en fornyet vurdering af såvel langtidsniveauet som indeks beregningsmetoden var et DV møde i Vejle i foråret 2005, hvor potentielle Danske investorer i vindkraft skulle informeres om mulighederne i for investering i tyske møller. Jeg var blevet bedt om at sige noget om vindforholdene, specielt vindenergi produktionsberegningerne i Tyskland. Jeg havde allerede noget erfaring i dette og havde bl.a. konstateret at sammenhængen mellem produktion fra de tyske møller og det tyske vindenergi indeks (IWET) ikke altid korrelerede ret godt. Især de store mølles produktion kunne jeg konstatere varierede væsentlig mindre fra måned til måned end vindindekset. En foreløbig "reparationsmetode", trendlinie metoden havde jeg da også allerede året før udviklet, gående ud på at finde den sammenhæng mellem produktion og indeks som en trendlinie, og herefter simulere langtidsproduktionen med denne og langtidsindekset for Tyskland. Det gav i visse tilfælde op til 10% reduktion i produktionsforventningerne, da der især i højvindindeks månederne slet ikke blev produceret op til indeksniveauet for de store møller. En revision af det Tyske indeks (2003) hjalp noget på problemet, men da jeg skulle samle materiale til indlægget på mødet i Vejle, kunne jeg konstatere langt større "uregelmæssigheder" end jeg havde forestillet mig. Et hovedproblem var at indekset de seneste år afveg voldsomt mellem nabo regioner, se nedenfor.

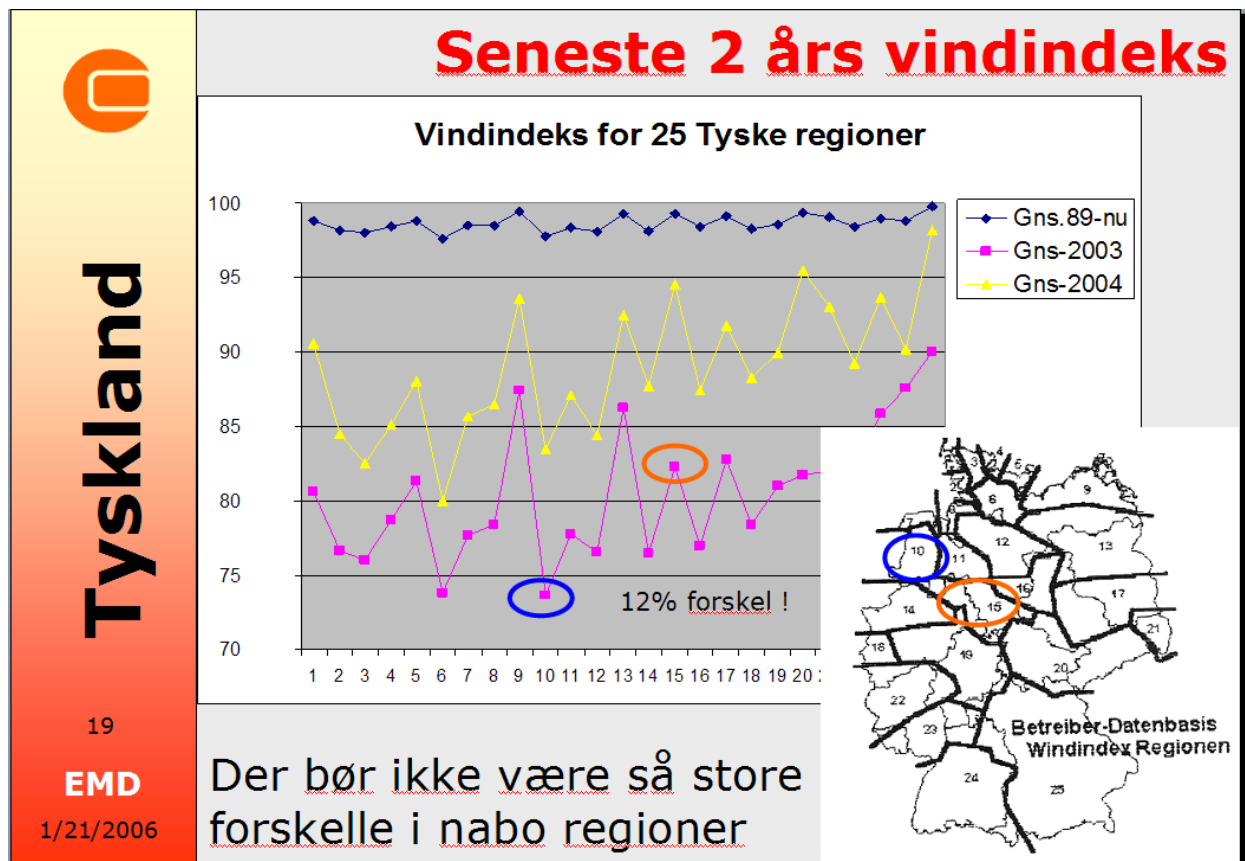


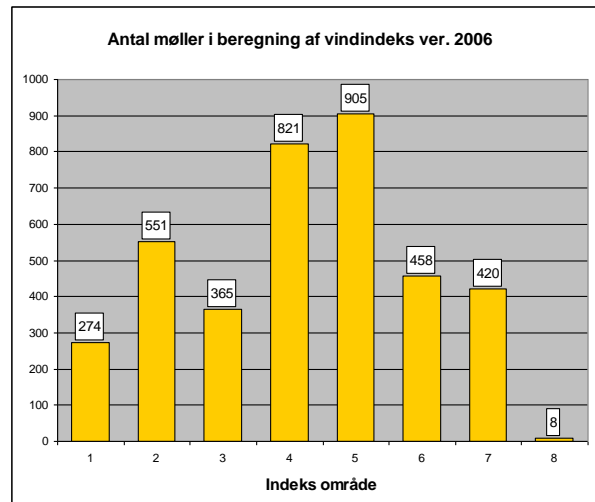
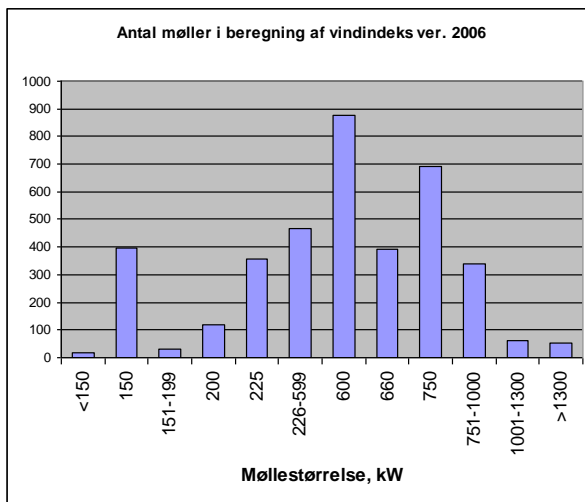
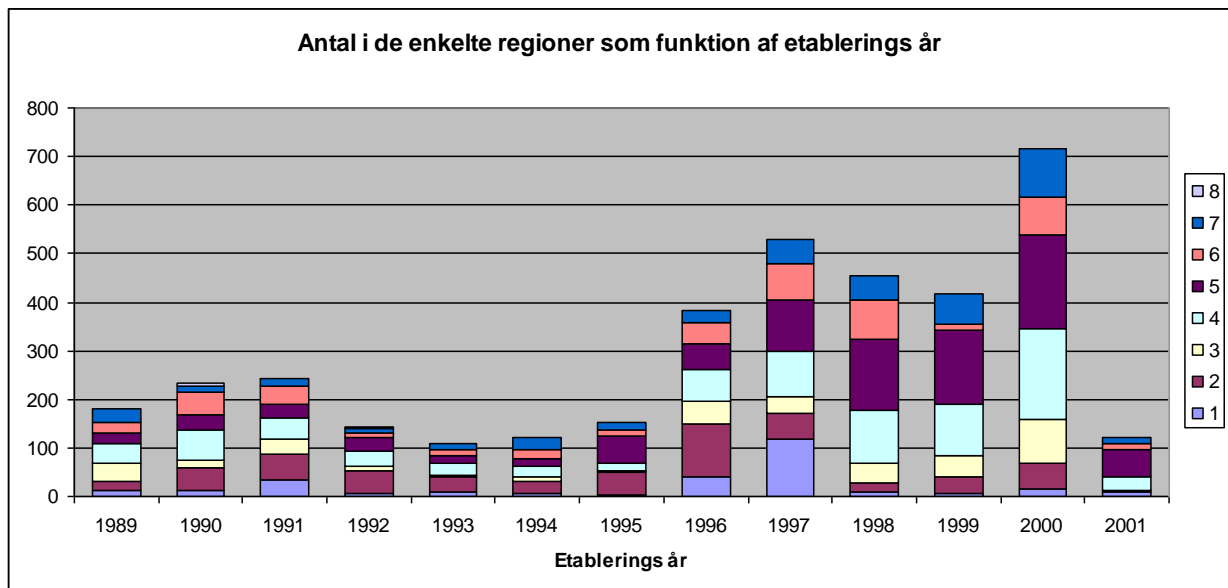
Figure 3 En slide fra Vejle foredraget, som for alvor gav mistanke om at noget "var helt galt" med det tyske vindenergiindeks.

Så store forskelle på årsniveau mellem naboregioner bør ikke være muligt, med mindre der er tale om helt forskellige vindklimaer – og det kan der næppe findes en begrundelse for i et geografisk område som midt-nord tyskland, måske til en vis grad i det sydlige grundet bjergene.

Et andet problem var det meget lave indeksniveau – under 75% synes ud fra mange års erfaring med det danske vindenergi indeks, hvor det aldrig har været under 80%, ikke rimeligt. Endnu værre var den forudgående version af IWET, ver. 99, hvor nogle årsindeks var helt nede under 65%.

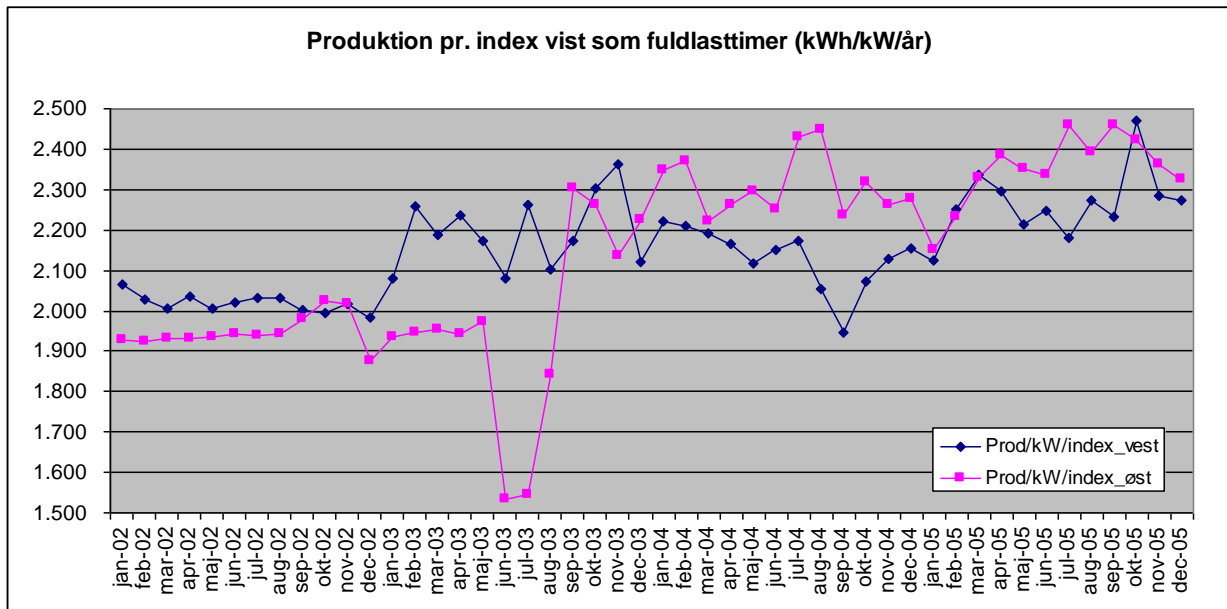
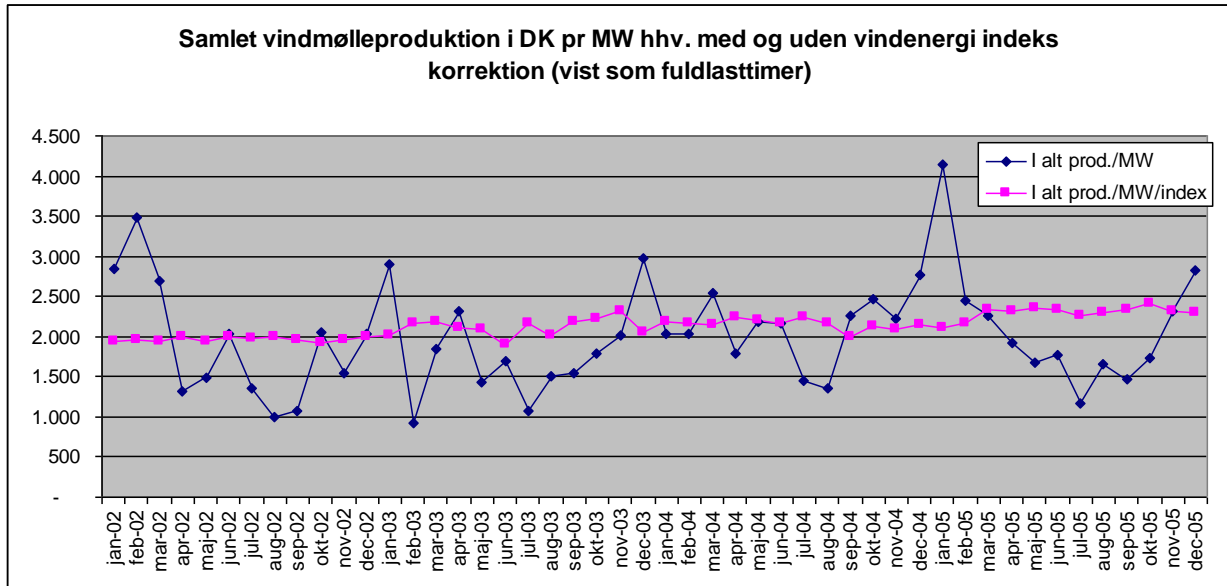
Så i forbindelse med udviklingen af omtalte præsentation i Vejle foråret 2005, blev regnemaskinen og artikel læsningen for alvor sat i gang. Alt hvad der var bidraget med omkring emnet langtidsvind ol. fra de senere års vindkonferencer blev gennemtrawlet og analyser gennemført. To væsentligt input, fra Tyske WindGuard, samt fra Uppsala universitetet i Sverige; gav især inspiration til det der senere blev grundlaget for såvel korrekturfaktorer til det tyske indeks, men også til den senere (2006) revision af det danske.

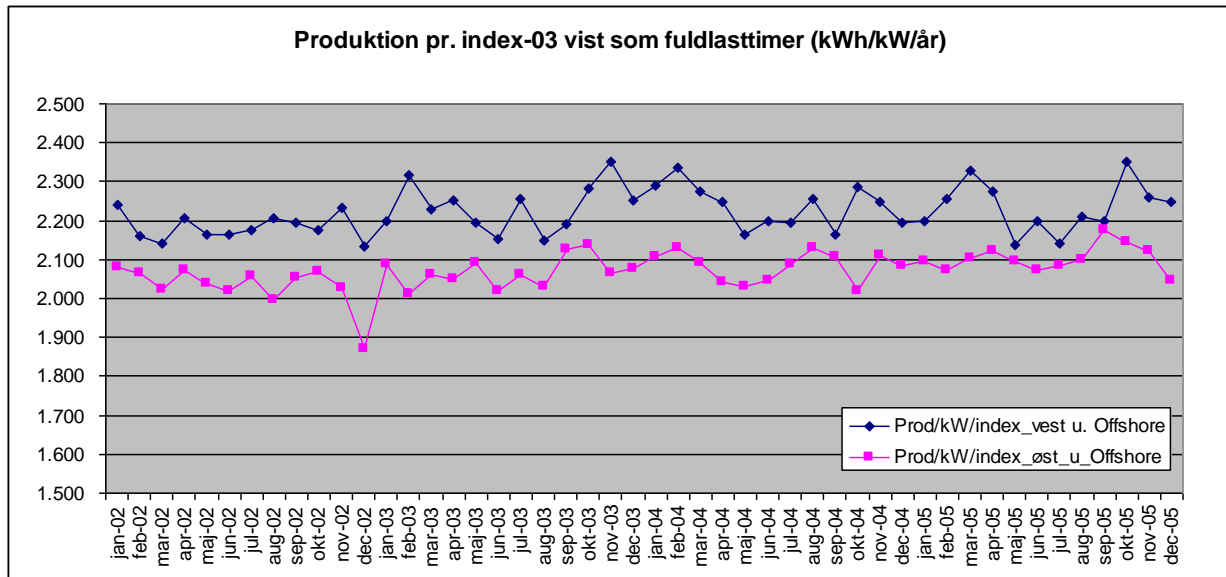
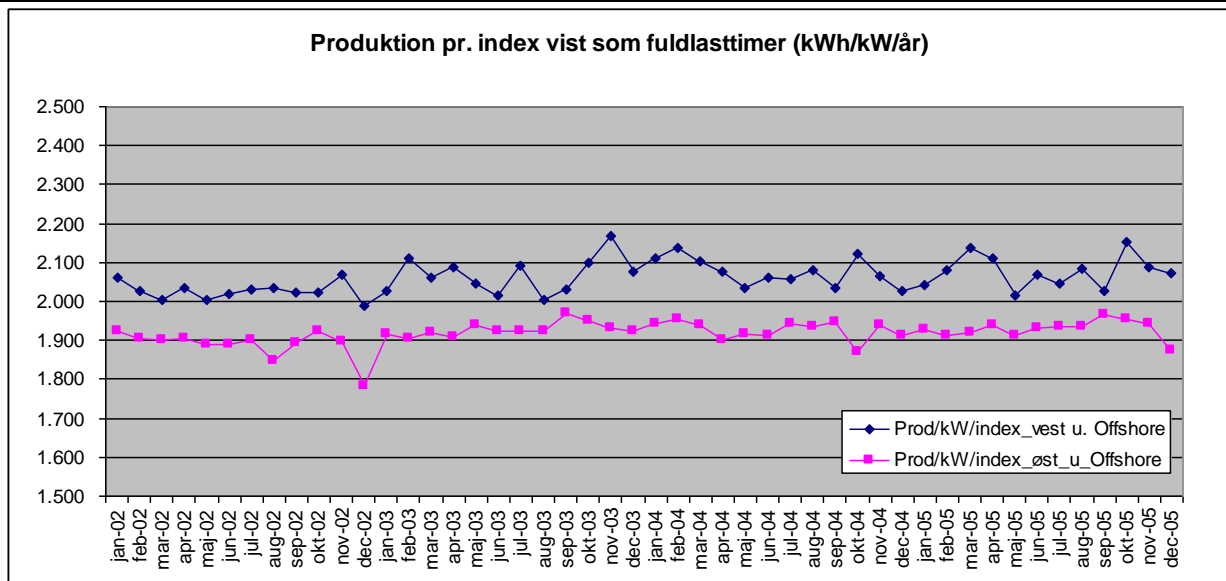
### Det nye indeks



### Krav til et godt indeks

Test med SAMTLIGE vindmøller i Danmark.



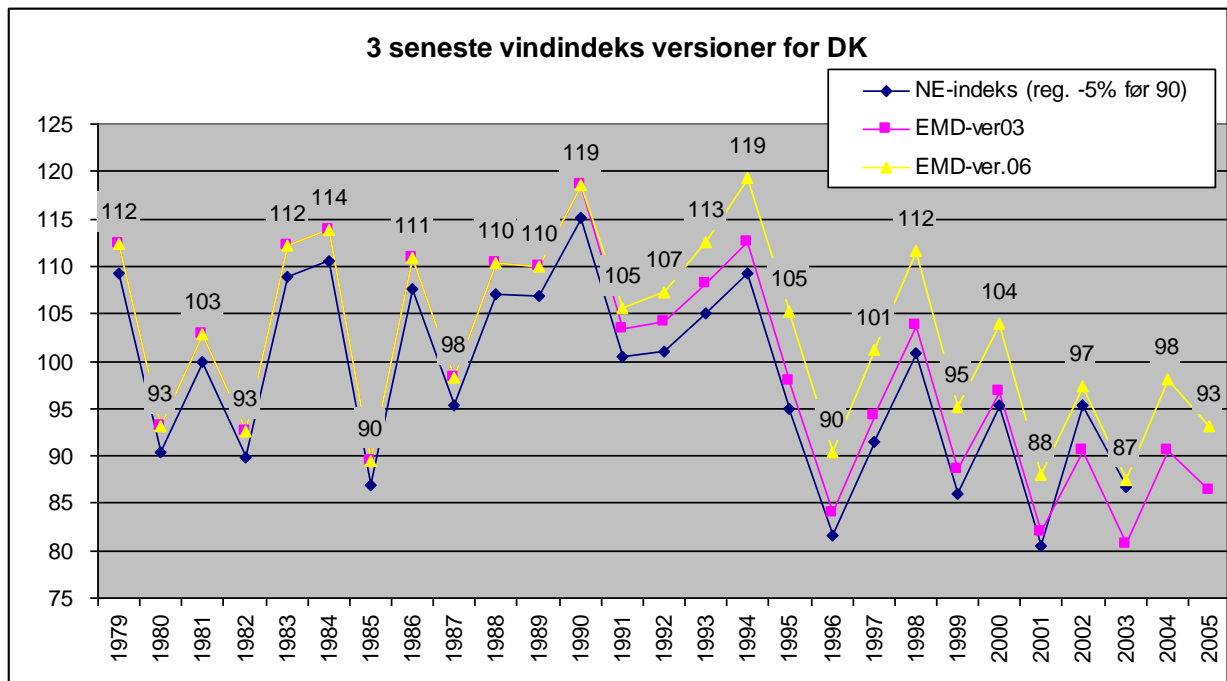


|                 | Prod/kW/<br>index_vest | Prod/kW/<br>index_øst | Prod/kW/<br>index_vest<br>uden Offshore | Prod/kW/<br>index_øst_<br>uden<br>Offshore | Ver.<br>2003 |       |       |       |       |
|-----------------|------------------------|-----------------------|---|--|--------------|-------|-------|-------|-------|
| Gns 02-05       | 2.153                  | 2.143                 | 2.062                                   | 1.918                                      |              | 2.321 | 2.317 | 2.223 | 2.071 |
| Min måned       | 1.945                  | 1.535                 | 1.988                                   | 1.783                                      |              | 2.068 | 1.612 | 2.134 | 1.870 |
| Max måned       | 2.470                  | 2.460                 | 2.167                                   | 1.968                                      |              | 2.697 | 2.718 | 2.353 | 2.174 |
| StDEV           | 116                    | 232                   | 42                                      | 31   |              | 133   | 267   | 58    | 49    |
| Max-min / (gns) | 24%                    | 43%                   | 9%                                      | 10%  |              | 27%   | 48%   | 10%   | 15%   |

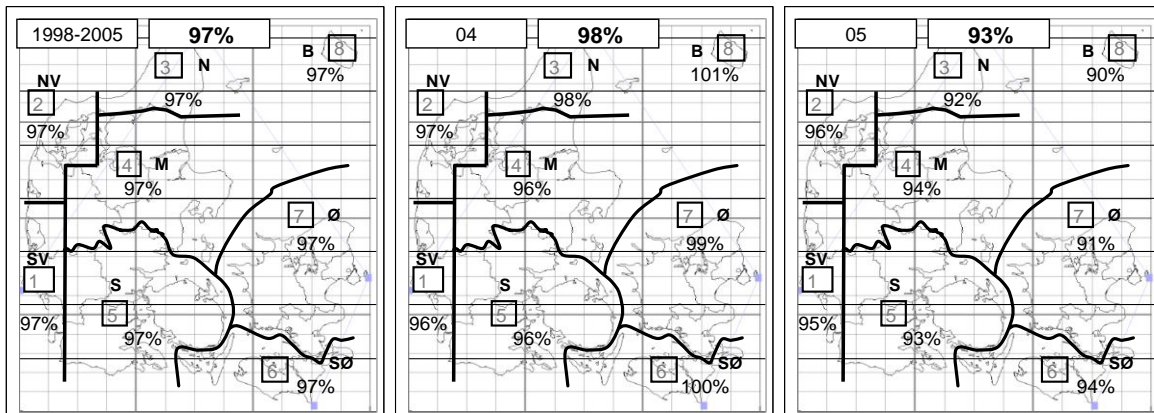
Tidligere NE-indeks: +/- 10%

Ver. 03 EMD indeks: +/- 7,5%

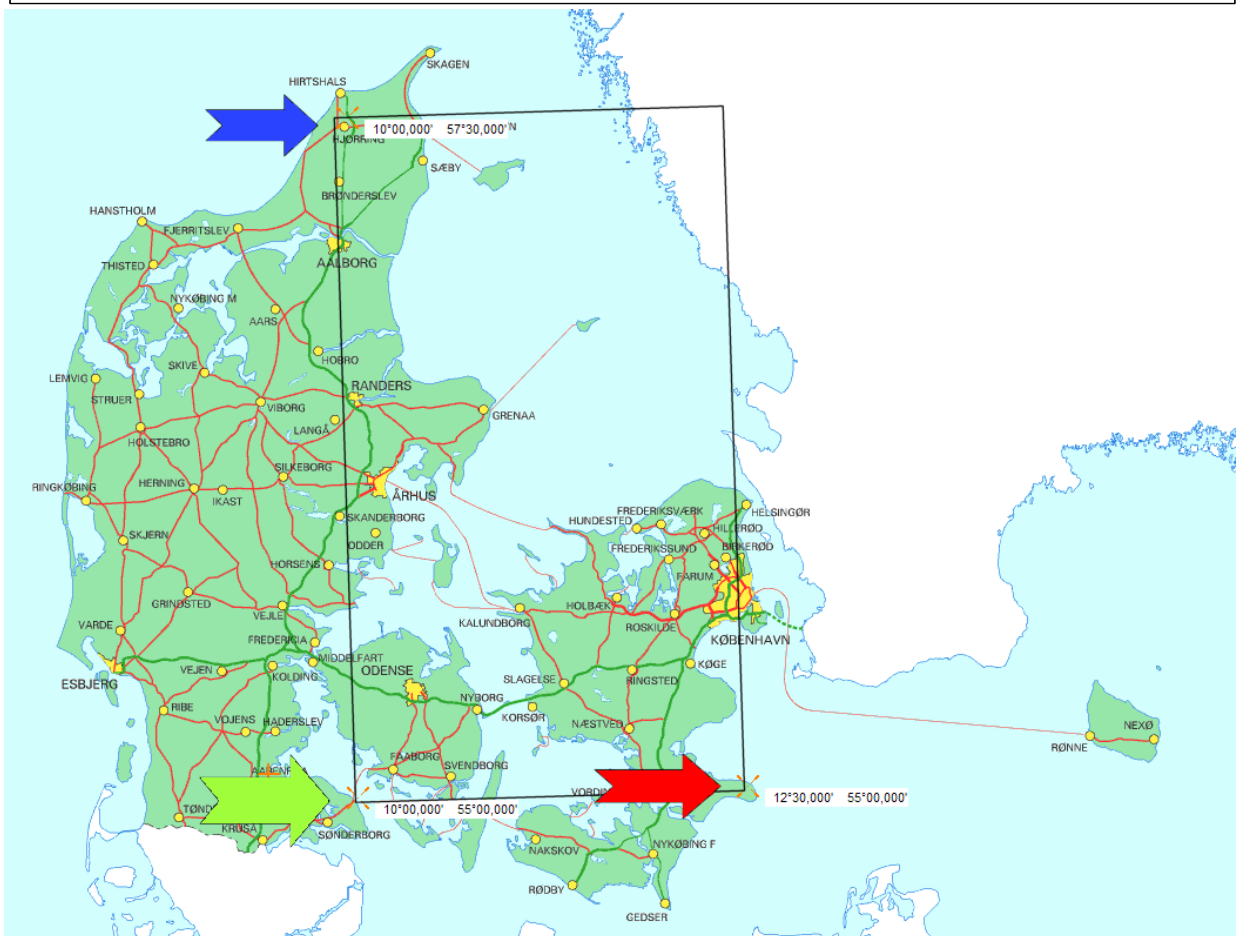
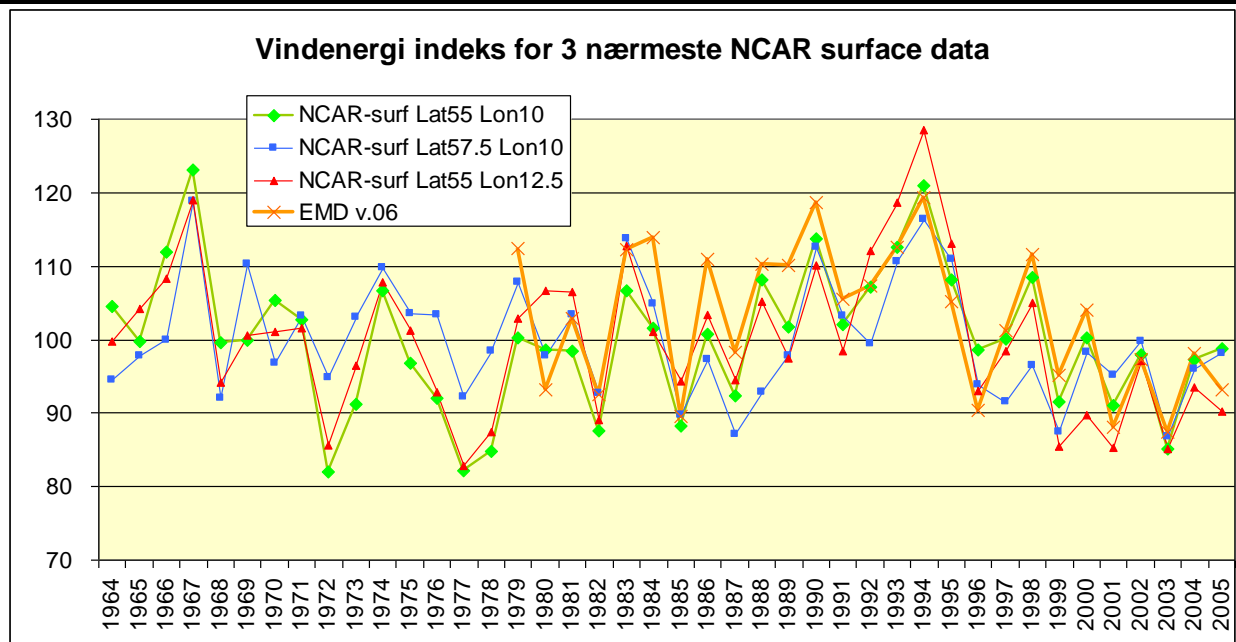
Ver. 06 EMD indeks: +/- 5%



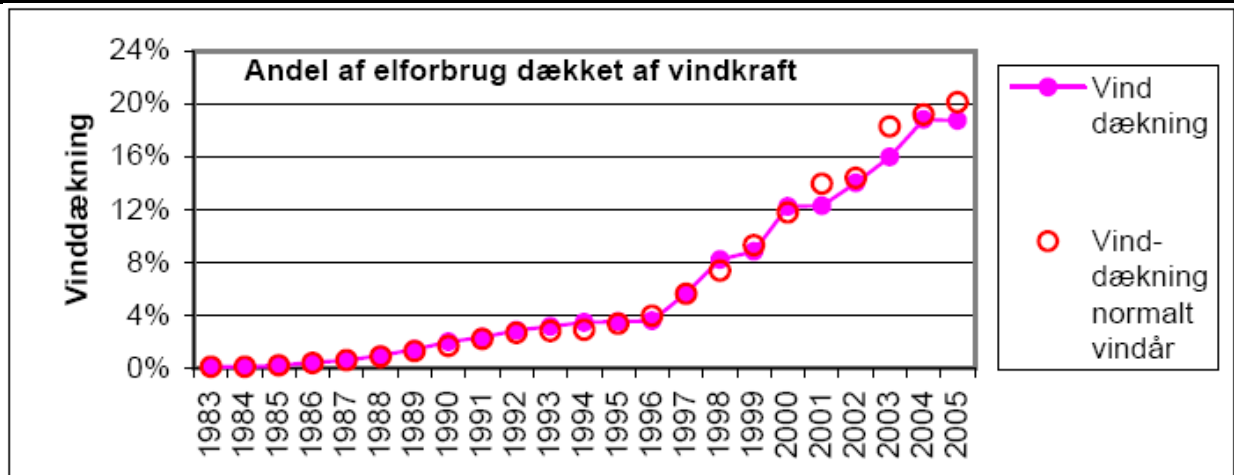
Kommentar: Fra 1995 er vindindeks niveau ver. 06 meget veldokumenteret gennem mange møllers produktion samt andre vinddata kilder som NCAR og World Wind Atlas (fra 92). Gennem NCAR data tilbage fra 1961 og NAO indeks fra 1864 er langtidsniveau rimeligt veldokumenteret. Før 1995 er indeksniveau ret tvivlsomme, da niveau primært er baseret på mindre stallregulerede møller, og der er ringe korrelation til de nævnte vinddata kilder.



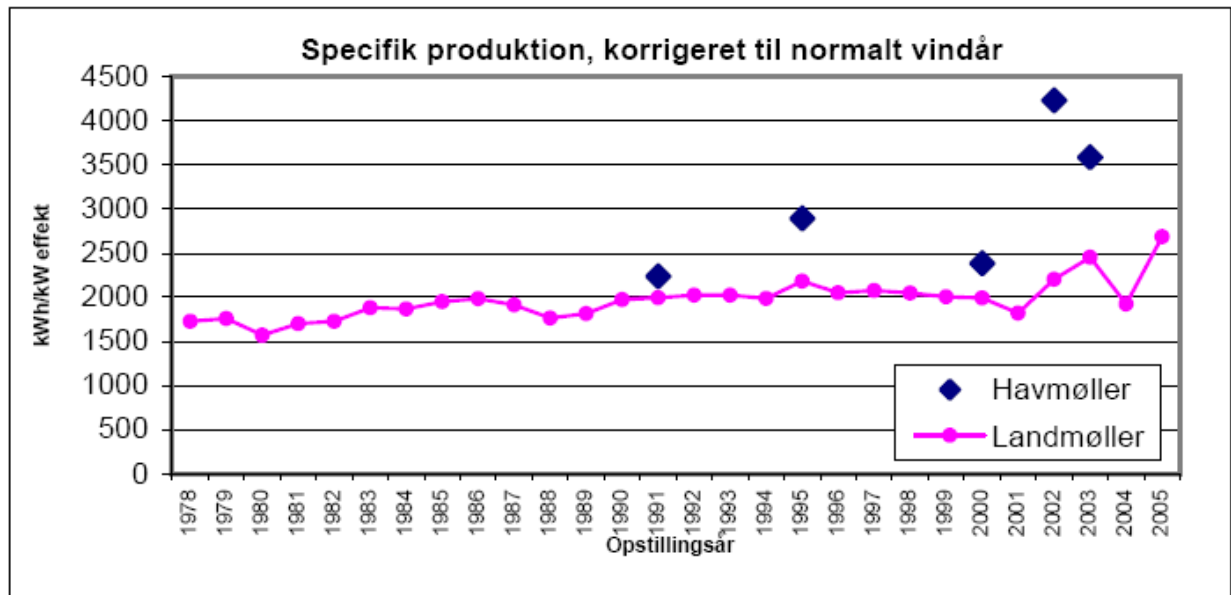




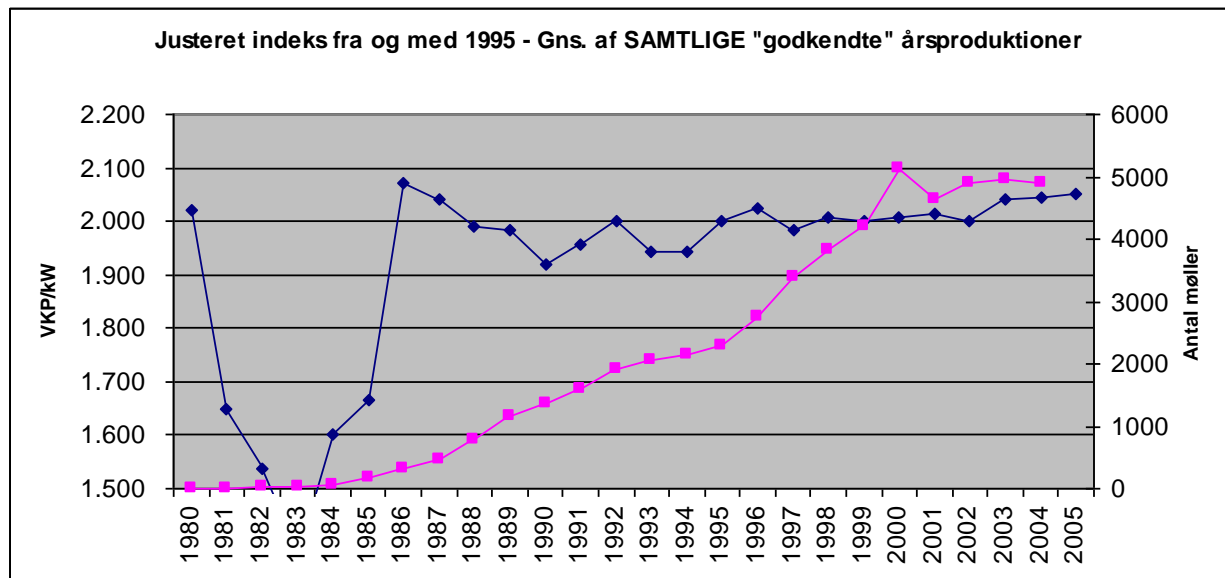
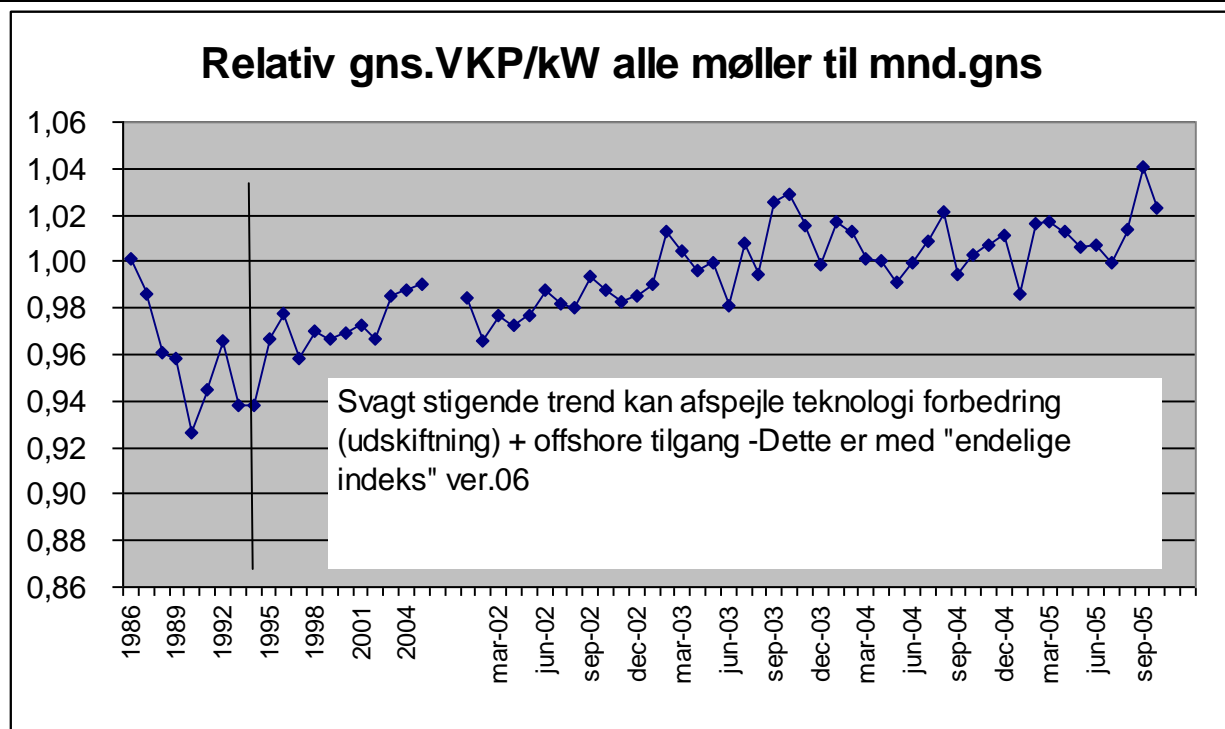
### Anvendelsesområde og begrænsninger



## Udvikling i produktion pr. installeret kW



Test og verifikation



Test på et par rigtige langtidsproducerende møller

Med de forskellige langtidsdatakilder der er til rådighed er der et stort "spillerum" for fastlæggelse af det "præcise" langtidsniveau – man bliver derfor nødt til også at inddrage en god portion sund fornuft.

