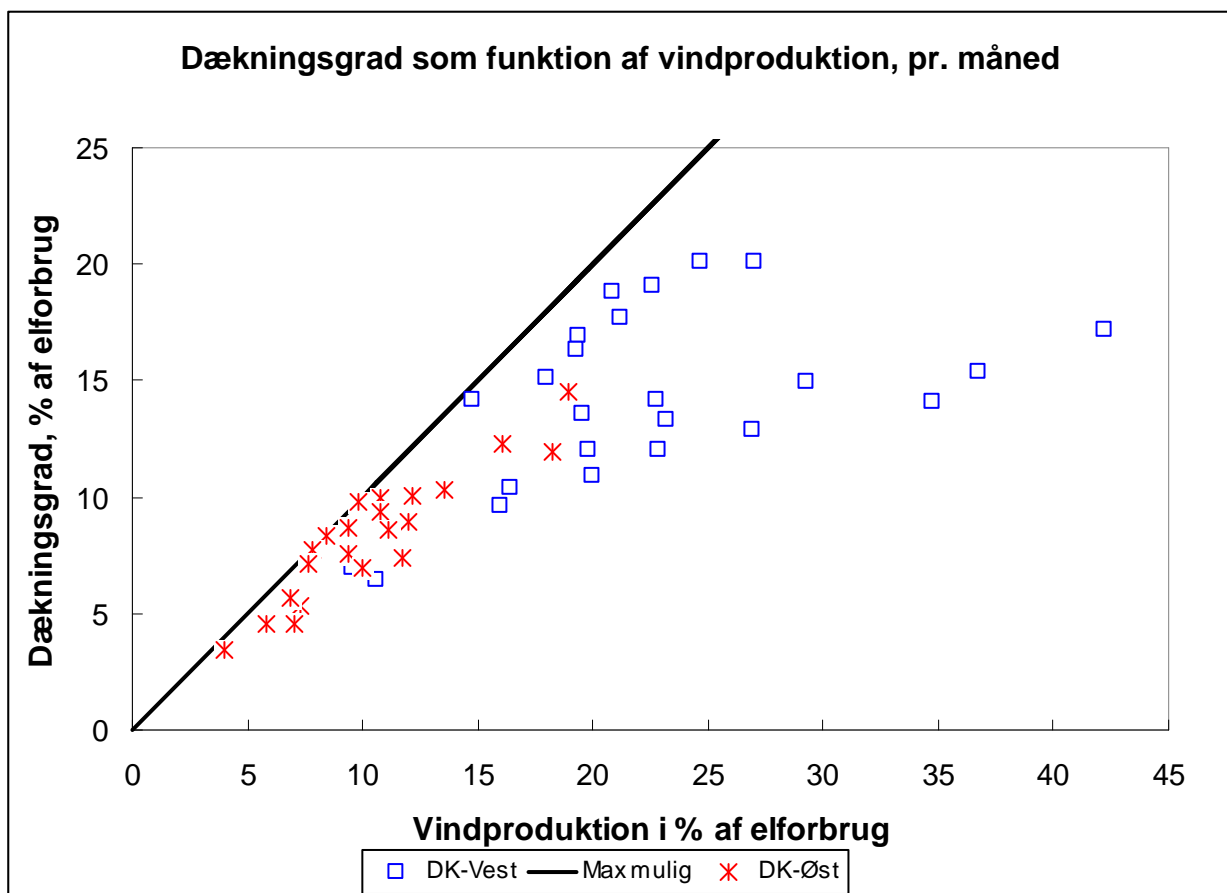


# ANALYSE AF VINDKRAFT I DANSK ELFORSYNING 2005 OG 2006

Udarbejdet af *Techconsult*<sup>1</sup> på vegne af  
Reel Energi Oplysning (REO)



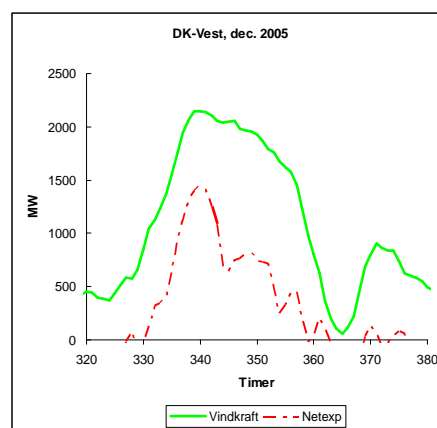
<sup>1</sup> [www.techconsult.nu](http://www.techconsult.nu)

## Sammenfatning.

Det siges ofte, at vindkraft dækker ca. 20% af dansk elforbrug. Det rigtige er, at produktionen af vindkraft på danske vindmøller **svarer til** ca. 20% af elforbruget. Men en betragtelig del af den producerede vindenergi eksporteres til vore nabolande og dækker derfor ikke nogen del af det danske elforbrug.

Nu er så spørgsmålet, hvordan man kan vide, at det er vindmøllestrøm og ikke kulstrøm, der eksporteres. I den foreliggende rapport analyseres dansk elproduktion i årene 2005 og 2006 på en måde, som ikke tidligere har været anvendt. Det vises, at der i mange tilfælde er en stærk tidslig sammenhæng mellem vindkraftproduktionen og nettoeksporten. Det konkluderes derfor, at det overvejende er vindmøllestrøm, der eksporteres. Den i Danmark anvendte vindmøllestrøm beregnes derfor som vindkraftproduktionen minus netto eksporten, når dette er positivt. Se rapportens afsnit 3 for andre tilfælde.

Hosstående figur viser et eksempel. Den fuldt optrukne (grønne) kurve angiver vindkraftproduktionen i DK-Vest i en periode på 60 timer midt i december 2005. Den stiplede (røde) kurve angiver netto eksporten. Påstanden om, at 20% af det danske elforbrug dækkes af vindkraft betyder, at man tager hele arealet under den grønne kurve og siger, at det er den vindenergi, der er anvendt i Danmark. Med den i nærværende rapport præsenterede metode trækkes arealet under den stiplede fra, da det eksporteres. Herved bliver den i Danmark brugte vindkraft mindre, så dækningsgraden falder.



Man kunne naturligvis godt tro, at sammenfaldet af de to kurver på figuren er tilfældigt. Det er imidlertid ikke tilfældet. I rapporten beregnes måned for måned, i hvilket omfang produktionen af vindkraften og netto eksporten "svinger i takt". I DK-Vest (Jylland-Fyn) er dette overvejende tilfældet. I DK-Øst er denne tendens mindre udtalt, hvilket afspejler, at også kraftværkerne producerer til eksport. For at få en generel vurdering af den i Danmark anvendte vindkraft er det derfor nødvendigt at benytte en mere fintmasket vurdering af sammenhængen som forklaret i afsnit 3. Med denne metode fås de nedenfor viste resultater.

Resultaterne for de to uafhængige forsyningsområder, DK-V og DK-Ø er vist i hosstående tabeller, sammen med tal for hele landet. For landet som helhed var dækningsgraden i 2005 13,6% og ikke 18,7% som anført af Vindmølleindustrien og i 2006 var den 10,3% og ikke 17%.

| År 2005 | Forbrug | Vindkraft<br>produktion | Vindkraft anvendt i DK | Vindkraft produktion<br>i pct af forbrug |
|---------|---------|-------------------------|------------------------|--|
|         | GWh     | GWh                     | GWh                    | pct                                      |
| DK-V    | 21009,0 | 5022,6                  | 3438,8                 | 16,4                                     |
| DK-Ø    | 14447,0 | 1592,4                  | 1367,6                 | 9,5                                      |
| DK      | 35456,0 | 6615,0                  | 4806,5                 | 13,6                                     |

Tabel 9: Hovedtal for landsdele samt hele landet 2005.

| År 2006 | Forbrug | Vindkraft<br>produktion | Vindkraft anvendt i DK | Vindkraft produktion<br>i pct af forbrug |
|---------|---------|-------------------------|------------------------|--|
|         | GWh     | GWh                     | GWh                    | pct                                      |
| DK-V    | 21400,6 | 4618,0                  | 2613,1                 | 12,2                                     |
| DK-Ø    | 14573,9 | 1489,0                  | 1087,7                 | 7,5                                      |
| DK      | 35974,6 | 6107,0                  | 3700,8                 | 10,3                                     |

Tabel 10: Hovedtal for landsdele samt hele landet 2006.

**Opfattelsen af, at Danmark får ca. 20% af sit elforbrug dækket af vindmøller er altså forkert.**

## Indledning.

Danmark har i de sidste 20 år indledt en ændring af landets elforsyning, som på langt sigt vil bryde totalt med det system, der er opbygget gennem godt 100 år. Det bygger på eksistensen af et landsdækkende net, som tilføres elektrisk energi fra centrale kraftværker nær de store forbrugscentre. En del af de centrale kraftværker kan levere fjernvarme til byerne. Et større antal lidt mindre kraftværker har fast kobling mellem produktion af el og varme (decentrale kraftvarmeværker). Tidligere var disse to typer af kraftværker (centrale og decentrale) alene om at levere energi til elnettet. Med vindmøllernes fremstormen er der kommet en tredje kilde, hvortil kommer import som den fjerde. Disse fire kilder leverer elektrisk energi til nettet. Aftagerne er forbrugere i Danmark samt vore nabolande.

En systematisk analyse af vindkraften i dansk elforsyning foreligger ikke. Det har REO ønsket at råde bod på med denne rapport. I rapporten undersøges de forskellige kilders bidrag til elforsyningen med forskellige metoder.

I afsnit 1 betragtes de fire kilder som om de var **ligeværdige**. Ud fra data fra Energinet.dk beregnes kildernes vægtfaktorer for hver time. Den elektricitet, som en forbruger modtager, har den sammensætning, som afspejles af vægtfaktorerne. Det samme gælder eksporteret el. Herved kan beregnes, hvor megen el fra hver kilde, der forbruges internt og eksporteres. For vindkraft viser det sig med denne metode, at 70% til 80% af den producerede energi anvendes i Danmark, mest i Østdanmark, hvor tætheden af vindmøller er mindre end i vest.

I afsnit 2 vises det, at de fire kilder **ikke er ligeværdige**. Det sker ved at beregne, hvordan den enkelte kilde hænger sammen med forbrug og netto eksport. Sammenhængen udtrykkes ved korrelationskoefficienten, hvis betydning er illustreret i appendix. Det viser sig, at produktionen af vindkraft er ukorreleret med forbruget, hvorved denne kilde markant adskiller sig fra de andre.

I afsnit 3 betragtes netto eksporten af el. Den viser sig for DK-Vest i december 2005 at være stærkt korreleret med produktionen af vindkraft. I dette tilfælde beregnes vindkraftproduktionen minus netto eksporten som den i Danmark anvendte vindkraft. For den nævnte periode viser det sig, at vindkraften dækker 13,7% af forbruget. En udregning med den metode, der anvendes af vindmølleindustrien og myndighederne, ville give 29,3%. I denne metode indregnes den eksporterede vindkraft, som om den var udnyttet i Danmark.

Et andet karakteristisk tilfælde er DK-Øst i januar 2006. Her er der regelmæssigt eksport af strøm til Sverige om natten, men eksporten bliver større ved kraftig blæst. En metode er udviklet til at estimere den i Danmark brugte vindenergi også i dette tilfælde.

## 1. Ligeværdige kilder.

Fra Energinet.dk hentes følgende data for de senere års danske elforsyning:

- den fysiske udveksling på udlandsforbindelserne,
- produktionen på centrale værker
- produktionen på decentrale værker<sup>2</sup>
- vindmølleproduktionen
- elforbruget.

Alle tal er angivet for hver time i enheden MWh/h, (MW i middel).

I dette afsnit anlægges den betragtning, at alle kilder er ligeværdige. Kilderne er: centrale kraftværker (Cen), decentrale kraftværker (Decen), vindkraft (Vind) og import (Imp). For hver time beregnes hver enkelt kildes andel (vægt). En forbruger vil da på det betragtede tidspunkt modtage den mængde vindkraft, som fås ved at gange forbruget med vindkraftens vægtfaktor. Det samme gælder eksport.

Tabel 1 illustrerer metoden til et bestemt tidspunkt (den 1. dec. 2005 kl. 1.00). Importen angiver den faktiske import, uanset om der samtidig sker eksport. Eksporten anses som en forbruger, der ligesom andre forbrugere modtager den aktuelle "mix", som de fire kilder leverer til systemet. På det betragtede tidspunkt vil både el brugt i Danmark såvel som eksporteret el indeholde 7,3% vindkraft.

For hver time beregnes vindkraft eksport og vindkraft forbrug. Det sker ved at gange henholdsvis den aktuelle eksport og elforbruget med vindens vægtfaktor. Alle disse tal lægges sammen for hver måned og overføres til en årsopgørelse.

**For året 2005** er resultatet for DK-vest angivet i tabel 2.

Da vindkraften nu er delt op i internt forbrug og eksport, kan de pågældende procenter beregnes. Det fremgår, at den beregnede internt forbrugte andel af vindkraften var godt 70%. Resten blev eksporteret.

For området DK-vest det pågældende år var vindkraftproduktionen 5,02 TWh og elforbruget 21,01 TWh. Elforbrugets dækningsgrad med vindkraft bliver så - med den her anvendte beregningsmetode - knap 17% (354/21).

Vindmølleindustrien regner dækningen ud på en anden måde, idet den tager den samlede vindkraftproduktion i forhold til det interne forbrug. Man ser altså bort fra, at en del af vindkraften eksporteres. Herved fås en dækning på knap 24% (502/21).

| DK-Vest            |                 |             |
|--------------------|-----------------|-------------|
| 01-12-2005         | 01.00           |             |
|                    | MW              | Vægt        |
| Cen                | 1.256,60        | 0,371       |
| Decen              | 703,7           | 0,208       |
| Vind               | 248,7           | 0,073       |
| Imp                | 1180,3          | 0,348       |
| <b>Input total</b> | <b>3.389,30</b> | <b>1,00</b> |

Tabel 1: Vægte af forskellige kilder

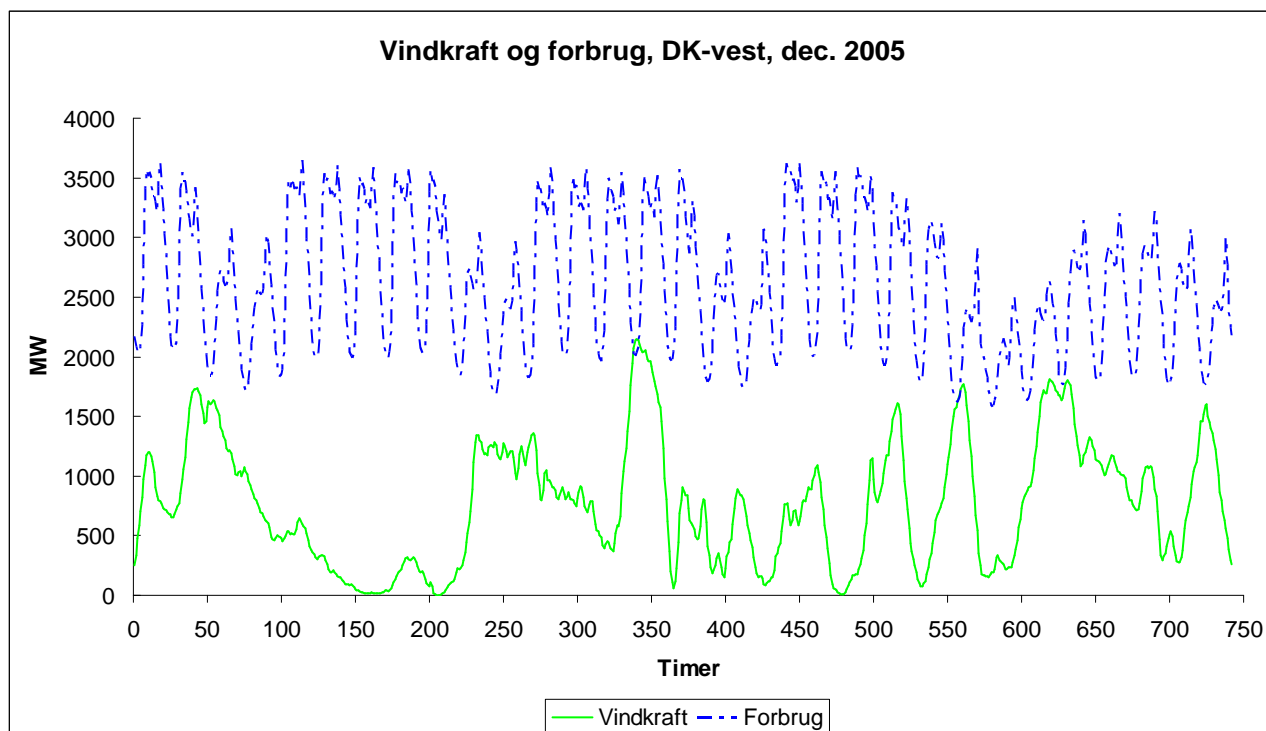
| DK-VEST-2005   |      |              |
|----------------|------|--------------|
|                | TWh  | pct          |
| Vindel         | 5,02 |              |
| Brugt i DK     | 3,54 | 70,50        |
| Exporteret     | 1,48 | 29,50        |
| <b>Dækning</b> |      | <b>16,85</b> |

Tabel 2: Fordeling baseret på vægte.

<sup>2</sup> Her mangler produktionen fra erhvervsværker, hvorfor data afviger fra Dansk Elforsyning.

## 2. Er elnettets kilder ligeværdige?.

Vi vil nu undersøge, om antagelsen af ligeværdige kilder holder, altså at vindkraften er "lige så god" som kraftværkernes produktion. Men vindkraften varierer, som den selv vil, hvorimod kraftværkerne reguleres med henblik på at tilpasse produktion til forbrug. Figur 1 viser elforbrug og vindkraftproduktion i december 2005 for DK-Vest.



Figur 1 Forbrug og vindkraftproduktion, dec. 2005, DK-Vest. Forbrugets døgnrytme og vindkraftens uregelmæssige svingninger ses tydeligt.

Det bemærkes, at vindkraftproduktionen varierer mellem 0 og 2000 MW og forbruget mellem knap 2000 og 3500 MW. Adskillige gange er vindkraftproduktionen næsten lige så stor som forbruget. Dette sker om natten, når forbruget er lavt. På en vinternat kan man ikke standse de øvrige kraftværker, da de dels leverer fjernvarme, dels skal være klar, hvis vinden løjer af.

Der findes en matematisk størrelse, **korrelationskoefficienten**, som angiver, om to kurver varierer "i takt eller ude af takt". Se appendix for nogle få eksempler, eller læs i Wikipedia. Hvis to talsæt begge vokser eller begge aftager i takt, så er korrelationskoefficienten i nærheden af 1,0. Hvis den ene vokser og den anden aftager, så er værdien i nærheden af -1,0. De numeriske værdier 1 opnås for rette linier. Hvis det ene talsæt varierer tilfældigt sammenlignet med det andet, så er korrelationskoefficienten 0.

En beregning af korrelationskoefficienten for de to kurver på figur 1 giver resultatet -0,08 (tabel 3). Det betyder, at der ikke er nogen sammenhæng mellem dem: forbrug og vindkraftproduktion varierer hver på sin måde.

En beregning af korrelationen mellem de i tabel 3 anførte størrelser giver de viste resultater.

| DK-Vest-dec-2005 | Correlations |       |       |         |          |          |          |
|------------------|--------------|-------|-------|---------|----------|----------|----------|
|                  | Cen          | Decen | Vind  | Forbrug | Export N | Export S | Export T |
| Cen              | 1,00         | 0,61  | -0,33 | 0,56    | -0,27    | 0,00     | 0,35     |
| Decen            |              | 1,00  | -0,08 | 0,86    | -0,29    | 0,10     | 0,37     |
| Vind             |              |       | 1,00  | -0,08   | 0,30     | 0,49     | -0,01    |
| Forbrug          |              |       |       | 1,00    | -0,48    | -0,09    | 0,56     |
| Export N         |              |       |       |         | 1,00     | 0,32     | -0,78    |
| Export S         |              |       |       |         |          | 1,00     | -0,26    |
| Export T         |              |       |       |         |          |          | 1,00     |

**Tabel 3: Eksempel på korrelation mellem kilder og forbrug og eksport.**

Det fremgår heraf:

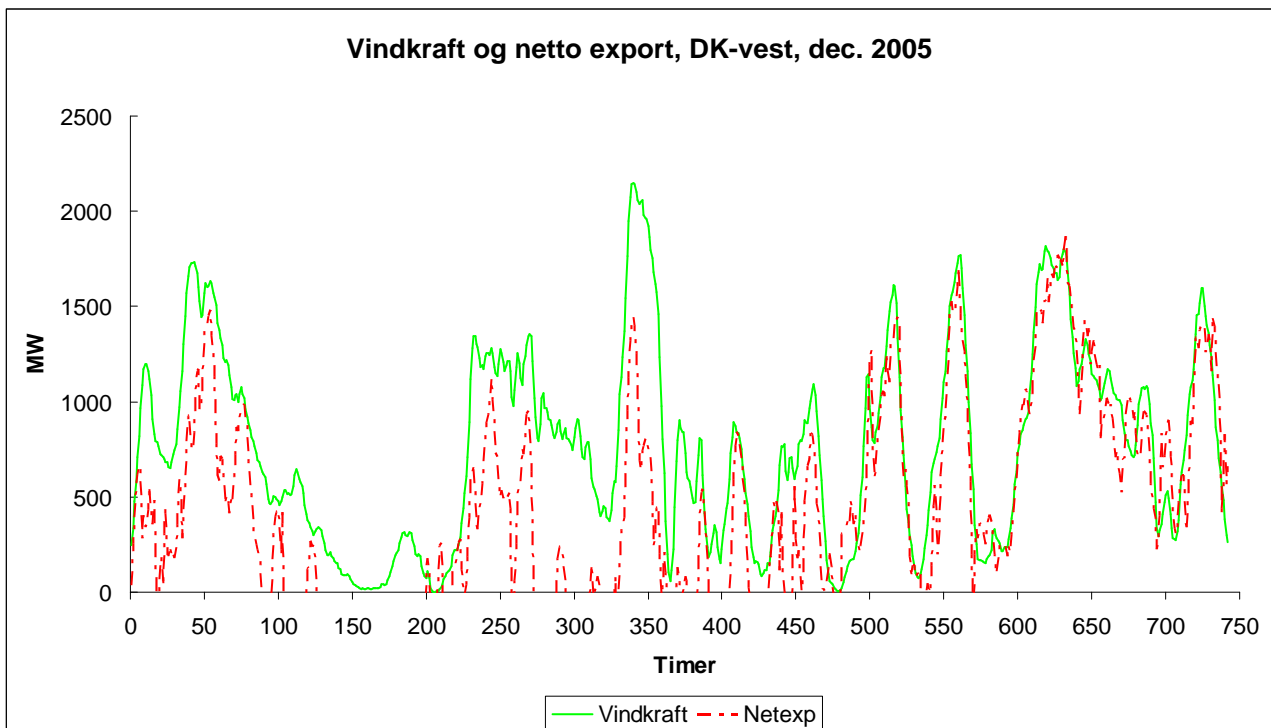
1. Den centrale kraftproduktion er negativt korreleret (-0,33) med vindkraften. Det betyder, at man skruer ned for den, når vinden blæser op. Det er ikke nogen stor nyhed men tjener til at illustrere metoden og dens nytte.
2. Vindkraften er svagt negativt korreleret med forbruget (- 0,08), hvorimod produktionen på centrale og decentrale kraftværker er stærkt korreleret med forbruget (0,56 og 0,86).
3. Vindkraften er positivt korreleret med eksport til Norge (0,30) og til Sverige (0,49). Det betyder, at eksporten til disse lande vokser, når vindkraften vokser.
4. Vindkraften har ingen korrelation (- 0,01) med eksporten til Tyskland i den betragtede periode. Årsagen kan være, at det også blæste i Nordtyskland, da det blæste i DK-vest, eller at der er specielle forhold ved forbindelsens styring.

**Analysen viser, at de fire kilder: Cen, Decen, Vind og Import ikke er ligeværdige.**

Vindkraften har ingen korrelation med forbruget og indtager således en særstilling. Den i kapitel 1 angivne metode er derfor ikke korrekt og vindmølleindustriens angivelser ligeså. Der må findes på en mere korrekt metode!

### 3. Analyse for ikke ligeværdige kilder.

Ved den nærmere analyse er det hensigtsmæssigt at slå produktionen fra centrale og fra decentrale kraftværker sammen under betegnelsen **kraftværk**. Ligeledes betragtes nu **netto eksporten**. En hyppigt forekommende situation er, at der importeres el fra Norge og evt. også Sverige, og at en tilsvarende mængde el sendes til Tyskland. Herved hjælper vore to nordiske broderlande Tyskland, hvilket er dansk elproduktion uvedkommende, selv om Energinet.dk tjener på transporten. I en analyse af dansk elforsyning er det derfor mere relevant at se på netto eksporten, dvs eksport minus import. For området DK-vest i december 2005 ses produktionen af vindkraft samt netto eksporten på figur 2.



Figur 2 Vindkraft og nettoeksport, DK-vest, dec. 2005

Her behøver man ikke at have de matematiske briller på for at se, at der er en kraftig sammenhæng mellem vindkraft og netto eksport. En beregning af korrelationskoefficienter mellem alle de omtalte størrelser giver det i tabel 4 viste resultat.

Der er to fremtrædende korrelationer:

- Kraftværkernes produktion er stærkt korreleret med forbruget (0,767)
- vindkraftproduktionen er stærkt korreleret med netto eksporten (0,769).

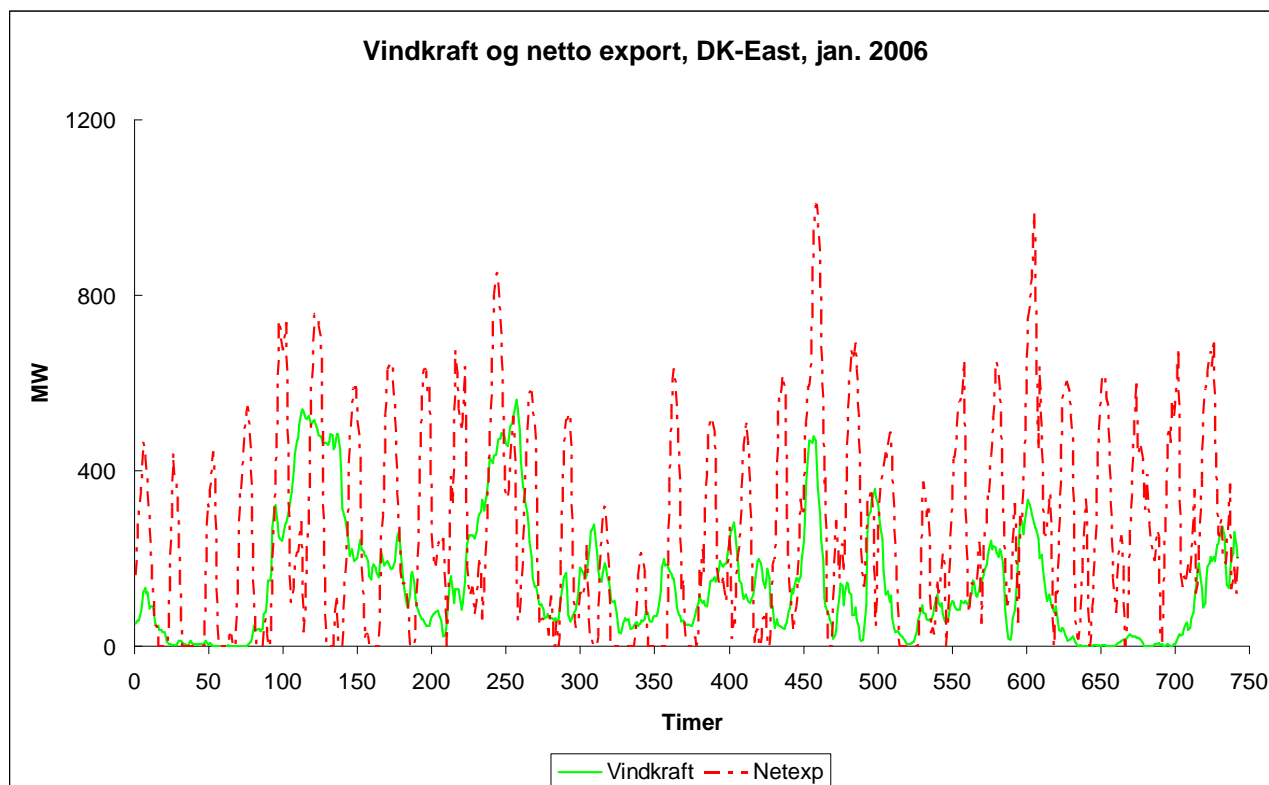
Det sidste er netop, hvad enhver kan se på figur 2.

**Konklusionen er, at vindkraften i dette tilfælde i stort omfang går til eksport.**

| DK-Vest-dec-2005 | Korrelations koefficienter |        |         |         |
|------------------|----------------------------|--------|---------|---------|
|                  | Kraftværk                  | Vind   | Net exp | Forbrug |
| Kraftværk        | 1,000                      | -0,247 | -0,131  | 0,767   |
| Vind             |                            | 1,000  | 0,769   | -0,077  |
| Net exp          |                            |        | 1,000   | -0,413  |
| Forbrug          |                            |        |         | 1,000   |

Tabel 4 Eksempel på korrelation.

Helt anderledes er situationen for området DK-øst januar 2006, som er vist på figur 3.



Figur 3 Produktion fra vindmøller samt netto eksport, DK-Øst, jan. 2006

Her er situationen den, at der løbende er eksport til Sverige om natten. Årsagen hertil er lav vandstand i de svenske vandkraftmagasiner. Denne eksport finder sted hvad enten det blæser eller ej. Når det blæser vil strømmen fra vindmøllerne ofte gå til eksport og bliver altså ikke brugt i Danmark.

Det karakteristiske ved de to figurer er følgende:

Figur 2: Der er stort set kun eksport, når det blæser. Det konkluderes derfor, at strømmen eksporteres til den bedst opnåelige pris, uanset hvor høj eller lav denne er.

Figur 3: Der er på forhånd aftalt eksport om natten til en passende pris. Denne strøm leveres af kraftværkerne, som så for det meste blot ikke går så langt ned i "nathullet" som normalt.

På figur 3 ses, at netto eksporten er regelmæssig og dermed i princippet baseret på el fra kraftværker, der fyrer med brændsel. Når det blæser kan man øge eksporten, som det ses omkring 250, 450 og 600 timer på figur 3. Eller man kan skruer ned for kraftværkerne, hvorved der spares brændsel. Man kan diskutere, om vindkraften i så fald erstatter indenlandsk anvendt eller eksporteret el. Et kompromis, der også tager hensyn til mere "uldne" situationer (resten af figur 3), vil være, at halvdelen af vindkraften anvendes i Danmark.



For matematisk at kunne identificere de toppe i eksportkurven, som er højere end gennemsnit grundet blæsevejr, beregnes korrelationskoefficienten på døgnbasis: for hver time beregnes den ud fra data 6 timer før og 6 timer efter det betragtede tidspunkt. Hvis denne korrelationskoefficient er større end 0,6 er sammenhængen stærk.

Den i Danmark anvendte vindkraft, Vind\_DK, beregnes da efter den i skemaet viste forskrift, hvad enten den er brugt som strøm eller som sparet kul.

| Netexp | Vind - Netexp | Korr(Vind,Netexp) | Vind_DK =           | Kriterium | Eksempel  |
|--------|---------------|-------------------|---------------------|-----------|---|
| > 0    | > 0           |                   | Vind - Netexp       | 1         | DK-V-dec-2005 (figur 2)                             |
|        | < 0           | > 0,6             | $\frac{1}{2}$ *Vind | 2         | DK-Øst-jan-2006, omkring 450 og 600 timer (figur 3) |
|        |               | < 0,6             | Vind                |           | DK-Øst-jan-2005, omkring 150 timer (figur 3)        |
| < 0    |               |                   | Vind                | 3         | Figur 4, 130-200 timer.                             |

Begrundelsen for den første mulighed (Vind\_DK = Vind - Netexp) er, at når vindproduktionen er større end nettoeksporten er det sandsynligt, at en stor del af vindstrømmen eksporteres. Det på figur 2 viste tilfælde illustrerer denne situation.

Hvis vindproduktionen er mindre end nettoeksporten skelnes mellem to tilfælde.

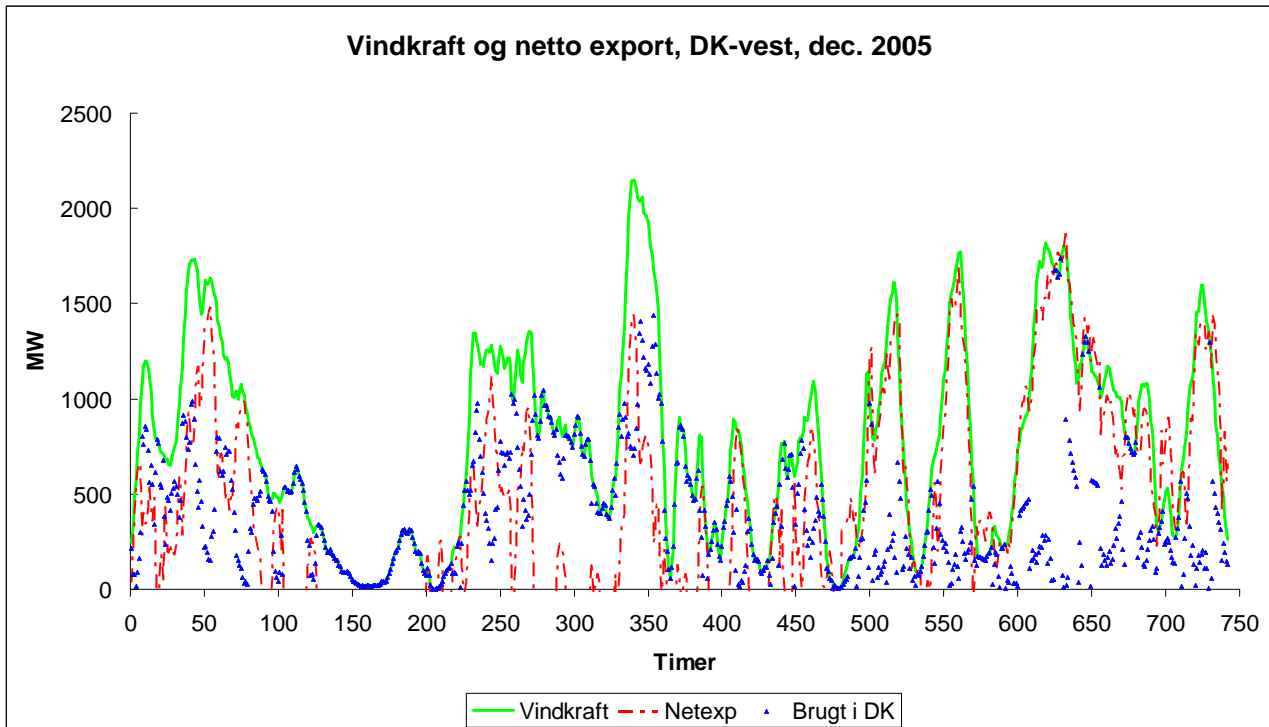
1) Hvis korrelationen mellem de to er stærk, antages det, at der også eksporteres, fordi det blæser. Derfor sættes den i Danmark anvendte vindstrøm til halvdelen af den producerede.

2) Hvis korrelationen er svag antages, at der eksporteres af andre grunde. I dette tilfælde antages vindkraften at blive brugt i Danmark (brugt til at spare brændsel på kraftværkerne).

Valg af andelen  $\frac{1}{2}$  i det ene tilfælde er arbitrær men spiller ikke den store rolle.

I sidste mulighed, hvor der er netto import, bruges al den producerede vindkraft i Danmark.

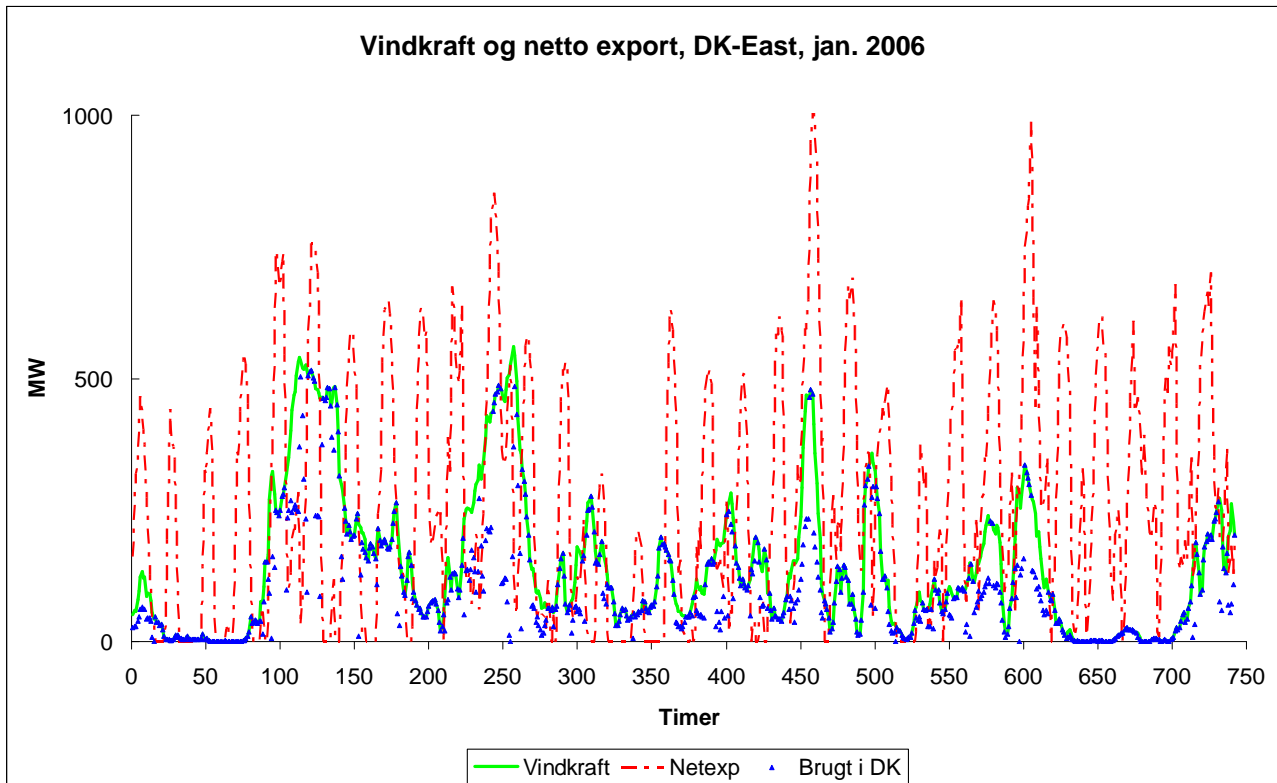
For den i figur 2 betragtede situation giver metoden det på figur 4 viste resultat. De blå trekanten angiver den beregnede i Danmark nyttiggjorte vindkraft.



**Figur 4 Vindkraft, netto eksport og i Danmark anvendt vindenergi.**

Det ses, at når der ikke er eksport (fra 130 til 200 timer) anvendes al vindkraft i Danmark. Men når der er stor eksport, som varierer i takt med vindkraften, så bruges kun en del af denne i Danmark (omkring 550 timer). Resultatet er, at den i Danmark anvendte vindkraft i pct af forbruget bliver 14,9 mens vindkraftproduktionen i pct af forbruget er 29,3.

Det i figur 3 viste tilfælde kommer så til at se ud som vist på figur 5.



Figur 5 Vindkraft, netto eksport og i Danmark anvendt vindenergi.

Det ses, at det meste af tiden falder de blå trekanter sammen med den fuldt optrukne, grønne kurve. Det betyder, at al vindenergien anvendes i Danmark. Kun i de to toppe ved 460 og ved 600 timer anses halvdelen af vindkraften som eksporteret. Resultatet er, at den i Danmark anvendte vindkraft i pct af forbruget bliver 5,4 mens vindkraftproduktionen i pct af forbruget er 7,3.

Det viser sig, at der er meget store variationer fra måned til måned, dels som følge af variationer i de klimatiske forhold, dels som følge af forhold i vore nabolande, som med mellemrum har stort behov for import.

Tablet 5 viser resultaterne for DK-Vest for hele 2005. Næstsidste kolonne giver vindkraftens andel af det indenlandske forbrug for området, beregnet måned for måned med den ovenfor anviste metode. Den laveste dækning (12,9%) er for februar måned. Den højeste interne dækning (20,1%) opnås i november måned.

For året som helhed blev dækningen med den her beskrevne metode 16,4%, hvorimod Vindmølleforeningens metode giver 23,9%.

Tabellerne 6-8 giver tilsvarende resultaterne måned for måned samt for året som helhed for DK-Vest-2006, DK-Øst-2005 og DK-Øst-2006. I afsnittet diskussion tages enkelte tilfælde op til behandling.

| DK-Vest-2005 |         |        |        |        |             |        |         |           |         |           |         |                      |                | Korrelationskoefficient |  | Vindkraft brugt i DK |  | Vindkraftproduktion |
|--------------|---------|--------|--------|--------|-------------|--------|---------|-----------|---------|-----------|---------|----------------------|----------------|-------------------------|--|----------------------|--|---------------------|
|              | Cen     | Decen  | Vind   | Imp    | Input total | Export | Forbrug | Kraftværk |         | Vindkraft |         | Vindkraft brugt i DK |                | Vindkraftproduktion     |  |                      |  |                     |
|              | GWh     | GWh    | GWh    | GWh    | GWh         | GWh    | GWh     | Net exp   | Forbrug | Net exp   | Forbrug | GWh                  | i % af forbrug | i % af forbrug          |  |                      |  |                     |
| Jan          | 895,0   | 709,0  | 815,4  | 391,8  | 2811,3      | 879,6  | 1931,7  | -0,440    | 0,822   | 0,883     | 0,044   | 332,4                | 17,2           | 42,2                    |  |                      |  |                     |
| Feb          | 915,1   | 721,7  | 482,2  | 506,6  | 2625,7      | 835,3  | 1790,4  | -0,038    | 0,739   | 0,802     | 0,123   | 230,9                | 12,9           | 26,9                    |  |                      |  |                     |
| Mar          | 1110,4  | 751,9  | 435,4  | 475,2  | 2772,8      | 895,7  | 1877,1  | 0,491     | 0,700   | 0,720     | 0,254   | 249,9                | 13,3           | 23,2                    |  |                      |  |                     |
| Apr          | 712,2   | 492,1  | 376,5  | 763,3  | 2344,1      | 679,7  | 1664,4  | 0,161     | 0,848   | 0,705     | 0,296   | 317,4                | 19,1           | 22,6                    |  |                      |  |                     |
| Maj          | 693,3   | 402,7  | 343,6  | 783,6  | 2223,2      | 578,4  | 1644,8  | 0,033     | 0,874   | 0,604     | 0,117   | 309,7                | 18,8           | 20,9                    |  |                      |  |                     |
| Jun          | 903,2   | 333,7  | 347,5  | 623,9  | 2208,3      | 568,3  | 1640,0  | 0,310     | 0,864   | 0,575     | 0,165   | 289,9                | 17,7           | 21,2                    |  |                      |  |                     |
| Jul          | 768,4   | 280,3  | 226,7  | 626,7  | 1902,0      | 364,0  | 1538,0  | -0,218    | 0,854   | 0,503     | -0,059  | 217,5                | 14,1           | 14,7                    |  |                      |  |                     |
| Aug          | 886,9   | 310,2  | 325,5  | 604,1  | 2126,7      | 444,4  | 1682,3  | 0,203     | 0,911   | 0,670     | 0,130   | 285,2                | 17,0           | 19,3                    |  |                      |  |                     |
| Sep          | 974,4   | 325,4  | 300,0  | 610,7  | 2210,4      | 540,7  | 1669,8  | 0,173     | 0,856   | 0,646     | 0,262   | 253,1                | 15,2           | 18,0                    |  |                      |  |                     |
| Okt          | 911,7   | 416,1  | 336,8  | 592,9  | 2257,5      | 511,5  | 1746,0  | 0,296     | 0,861   | 0,580     | 0,149   | 284,5                | 16,3           | 19,3                    |  |                      |  |                     |
| Nov          | 836,6   | 548,3  | 462,7  | 789,2  | 2636,8      | 758,2  | 1878,6  | -0,323    | 0,805   | 0,705     | -0,050  | 377,8                | 20,1           | 24,6                    |  |                      |  |                     |
| Dec          | 983,6   | 690,4  | 570,2  | 594,7  | 2838,9      | 893,1  | 1945,8  | -0,131    | 0,767   | 0,769     | -0,077  | 290,8                | 14,9           | 29,3                    |  |                      |  |                     |
| Year         | 10590,6 | 5981,9 | 5022,6 | 7362,7 | 28957,8     | 7948,8 | 21009,0 |           |         |           |         | 3438,84              | 16,4           | 23,9                    |  |                      |  |                     |

Tabel 5: Samlet resultat for DK-Vest-2005. Næstsidste kolonne angiver vindkraftens dækning af det danske elforbrug.

| DK-Vest-2006 |         |        |        |        |             |        |         |           |         |           |         |                      |                | Korrelationskoefficient |  | Vindkraft brugt i DK |  | Vindkraftproduktion |
|--------------|---------|--------|--------|--------|-------------|--------|---------|-----------|---------|-----------|---------|----------------------|----------------|-------------------------|--|----------------------|--|---------------------|
|              | Cen     | Decen  | Vind   | Imp    | Input total | Export | Forbrug | Kraftværk |         | Vindkraft |         | Vindkraft brugt i DK |                | Vindkraftproduktion     |  |                      |  |                     |
|              | GWh     | GWh    | GWh    | GWh    | GWh         | GWh    | GWh     | Net exp   | Forbrug | Net exp   | Forbrug | GWh                  | i % af forbrug | i % af forbrug          |  |                      |  |                     |
| Jan          | 1451,3  | 757,7  | 405,9  | 360,8  | 2975,8      | 923,5  | 2052,3  | 0,107     | 0,813   | 0,759     | 0,190   | 246,6                | 12,0           | 19,8                    |  |                      |  |                     |
| Feb          | 1443,7  | 671,1  | 295,3  | 231,0  | 2641,1      | 839,0  | 1802,1  | -0,096    | 0,741   | 0,594     | 0,226   | 187,9                | 10,4           | 16,4                    |  |                      |  |                     |
| Mar          | 1655,4  | 719,2  | 386,5  | 131,6  | 2892,7      | 917,0  | 1975,7  | 0,418     | 0,737   | 0,473     | 0,071   | 268,2                | 13,6           | 19,6                    |  |                      |  |                     |
| Apr          | 1143,0  | 497,0  | 382,3  | 264,5  | 2286,8      | 608,2  | 1678,6  | 0,721     | 0,917   | 0,549     | 0,046   | 238,2                | 14,2           | 22,8                    |  |                      |  |                     |
| Maj          | 1012,4  | 349,1  | 451,7  | 383,0  | 2196,1      | 523,9  | 1672,2  | 0,720     | 0,850   | 0,310     | 0,120   | 335,5                | 20,1           | 27,0                    |  |                      |  |                     |
| Jun          | 1304,7  | 279,3  | 263,1  | 361,1  | 2208,1      | 561,2  | 1646,9  | 0,575     | 0,910   | 0,621     | 0,176   | 158,4                | 9,6            | 16,0                    |  |                      |  |                     |
| Jul          | 1250,4  | 237,2  | 152,3  | 418,1  | 2058,0      | 461,9  | 1596,1  | 0,399     | 0,776   | 0,402     | 0,231   | 110,8                | 6,9            | 9,5                     |  |                      |  |                     |
| Aug          | 1390,7  | 258,7  | 180,7  | 459,3  | 2289,5      | 587,5  | 1702,0  | 0,282     | 0,896   | 0,501     | 0,214   | 110,3                | 6,5            | 10,6                    |  |                      |  |                     |
| Sep          | 1312,5  | 277,3  | 382,6  | 265,7  | 2238,1      | 562,7  | 1675,4  | 0,374     | 0,885   | 0,693     | 0,066   | 201,2                | 12,0           | 22,8                    |  |                      |  |                     |
| Okt          | 1355,9  | 378,3  | 360,1  | 351,0  | 2445,3      | 643,0  | 1802,3  | 0,266     | 0,895   | 0,797     | 0,054   | 196,0                | 10,9           | 20,0                    |  |                      |  |                     |
| Nov          | 1303,8  | 521,2  | 658,8  | 175,1  | 2658,8      | 763,3  | 1895,5  | 0,107     | 0,875   | 0,722     | -0,058  | 267,9                | 14,1           | 34,8                    |  |                      |  |                     |
| Dec          | 1192,0  | 521,0  | 698,9  | 307,6  | 2719,4      | 817,9  | 1901,5  | 0,193     | 0,843   | 0,843     | 0,317   | 292,2                | 15,4           | 36,8                    |  |                      |  |                     |
| Year         | 15815,8 | 5467,2 | 4618,0 | 3708,8 | 29609,9     | 8209,3 | 21400,6 |           |         |           |         | 2613,1               | 12,2           | 21,6                    |  |                      |  |                     |

Tabel 6: Samlet resultat for DK-Vest-2006. Næstsidste kolonne angiver vindkraftens dækning af det danske elforbrug.

| DK-East-2005 |        |        |        |        |             |        |         |                         |         |           |         |                      |                |                      |                    |
|--------------|--------|--------|--------|--------|-------------|--------|---------|-------------------------|---------|-----------|---------|----------------------|----------------|----------------------|--------------------|
|              | Cen    | Decen  | Vind   | Imp    | Input total | Export | Forbrug | Korrelationskoefficient |         |           |         |                      |                | Vindkraft brugt i DK | Vindkraft-produkt. |
|              |        |        |        |        |             |        |         | Kraftværk               |         | Vindkraft |         | Vindkraft brugt i DK |                |                      |                    |
|              |        |        |        |        |             |        |         | Net exp                 | Forbrug | Net exp   | Forbrug | GWh                  | i % af forbrug |                      |                    |
|              | GWh    | GWh    | GWh    | GWh    | GWh         | GWh    | GWh     |                         |         |           |         |                      |                |                      |                    |
| Jan          | 783,5  | 292,3  | 260,7  | 352,8  | 1689,2      | 310,1  | 1379,1  | -0,037                  | 0,423   | 0,203     | -0,011  | 200,1                | 14,5           | 18,9                 |                    |
| Feb          | 789,2  | 299,3  | 156,6  | 384,6  | 1629,8      | 340,2  | 1289,6  | 0,198                   | 0,570   | 0,311     | 0,096   | 129,5                | 10,0           | 12,1                 |                    |
| Mar          | 965,1  | 313,4  | 151,1  | 218,0  | 1647,6      | 302,4  | 1345,2  | 0,399                   | 0,671   | 0,235     | 0,109   | 113,9                | 8,5            | 11,2                 |                    |
| Apr          | 695,4  | 225,5  | 125,1  | 428,5  | 1474,5      | 319,6  | 1154,9  | -0,134                  | 0,643   | 0,197     | 0,088   | 110,1                | 9,5            | 10,8                 |                    |
| Maj          | 545,0  | 158,5  | 94,4   | 565,3  | 1363,2      | 242,1  | 1121,0  | 0,236                   | 0,651   | -0,029    | 0,087   | 93,4                 | 8,3            | 8,4                  |                    |
| Jun          | 622,1  | 129,3  | 114,5  | 526,6  | 1392,6      | 329,6  | 1063,0  | 0,596                   | 0,610   | 0,085     | 0,153   | 106,4                | 10,0           | 10,8                 |                    |
| Jul          | 436,4  | 96,4   | 78,5   | 737,4  | 1348,7      | 343,2  | 1005,5  | 0,029                   | 0,707   | 0,259     | -0,059  | 77,4                 | 7,7            | 7,8                  |                    |
| Aug          | 511,6  | 111,4  | 108,1  | 640,8  | 1371,9      | 271,2  | 1100,6  | -0,021                  | 0,654   | 0,081     | 0,155   | 108,0                | 9,8            | 9,8                  |                    |
| Sep          | 549,9  | 136,1  | 83,6   | 480,9  | 1250,5      | 156,7  | 1093,8  | 0,651                   | 0,458   | 0,086     | 0,159   | 78,3                 | 7,2            | 7,6                  |                    |
| Okt          | 669,4  | 191,9  | 112,9  | 543,5  | 1517,7      | 314,3  | 1203,4  | 0,020                   | 0,683   | 0,311     | 0,134   | 104,1                | 8,7            | 9,4                  |                    |
| Nov          | 812,1  | 265,3  | 139,3  | 417,4  | 1634,2      | 337,4  | 1296,8  | 0,169                   | 0,691   | 0,176     | -0,018  | 121,7                | 9,4            | 10,7                 |                    |
| Dec          | 982,0  | 317,8  | 167,6  | 268,0  | 1735,4      | 341,4  | 1394,1  | -0,095                  | 0,713   | 0,445     | -0,064  | 124,8                | 9,0            | 12,0                 |                    |
| Year         | 8361,8 | 2537,2 | 1592,4 | 5563,8 | 18055,2     | 3608,2 | 14447,0 |                         |         |           |         | 1367,6               | 9,5            | 11,0                 |                    |

Tabel 7: Samlet resultat for DK-Øst-2005. Næstsidsste kolonne angiver vindkraftens dækning af det danske elforbrug.

| DK-East-2006 |         |        |        |        |             |        |         |                         |         |           |         |                      |                |                      |                    |
|--------------|---------|--------|--------|--------|-------------|--------|---------|-------------------------|---------|-----------|---------|----------------------|----------------|----------------------|--------------------|
|              | Cen     | Decen  | Vind   | Imp    | Input total | Export | Forbrug | Korrelationskoefficient |         |           |         |                      |                | Vindkraft brugt i DK | Vindkraft-produkt. |
|              |         |        |        |        |             |        |         | Kraftværk               |         | Vindkraft |         | Vindkraft brugt i DK |                |                      |                    |
|              |         |        |        |        |             |        |         | Net exp                 | Forbrug | Net exp   | Forbrug | GWh                  | i % af forbrug |                      |                    |
|              | GWh     | GWh    | GWh    | GWh    | GWh         | GWh    | GWh     |                         |         |           |         |                      |                |                      |                    |
| Jan          | 1207,8  | 327,5  | 106,2  | 191,6  | 1833,0      | 369,7  | 1463,4  | -0,108                  | 0,713   | 0,264     | 0,107   | 78,3                 | 5,4            | 7,3                  |                    |
| Feb          | 1157,6  | 285,4  | 90,4   | 153,2  | 1686,5      | 401,0  | 1285,5  | -0,206                  | 0,597   | 0,197     | 0,192   | 58,9                 | 4,6            | 7,0                  |                    |
| Mar          | 1352,9  | 309,3  | 130,6  | 159,6  | 1952,3      | 554,3  | 1398,1  | -0,081                  | 0,471   | 0,193     | 0,028   | 106,1                | 7,6            | 9,3                  |                    |
| Apr          | 1035,1  | 224,6  | 117,0  | 256,7  | 1633,4      | 461,5  | 1171,9  | 0,326                   | 0,678   | 0,405     | 0,021   | 81,1                 | 6,9            | 10,0                 |                    |
| Maj          | 797,5   | 141,8  | 150,1  | 180,9  | 1270,4      | 159,0  | 1111,4  | 0,253                   | 0,597   | 0,301     | 0,137   | 114,6                | 10,3           | 13,5                 |                    |
| Jun          | 913,3   | 120,5  | 60,8   | 338,3  | 1432,8      | 386,4  | 1046,4  | 0,184                   | 0,423   | 0,270     | 0,075   | 47,4                 | 4,5            | 5,8                  |                    |
| Jul          | 917,5   | 105,2  | 41,2   | 361,7  | 1425,6      | 390,0  | 1035,7  | 0,357                   | 0,623   | 0,243     | 0,222   | 35,6                 | 3,4            | 4,0                  |                    |
| Aug          | 1001,4  | 108,3  | 76,9   | 388,9  | 1575,6      | 458,7  | 1116,9  | 0,623                   | 0,283   | 0,003     | 0,151   | 62,9                 | 5,6            | 6,9                  |                    |
| Sep          | 1103,8  | 110,1  | 122,3  | 237,0  | 1573,2      | 471,1  | 1102,1  | 0,548                   | 0,614   | 0,399     | 0,030   | 94,5                 | 8,6            | 11,1                 |                    |
| Okt          | 1198,8  | 160,9  | 141,3  | 289,2  | 1790,2      | 583,7  | 1206,5  | 0,093                   | 0,737   | 0,425     | 0,109   | 89,3                 | 7,4            | 11,7                 |                    |
| Nov          | 1226,2  | 222,2  | 208,5  | 238,8  | 1895,7      | 597,0  | 1298,7  | 0,173                   | 0,566   | 0,148     | -0,013  | 159,2                | 12,3           | 16,1                 |                    |
| Dec          | 1249,5  | 246,3  | 243,7  | 97,5   | 1836,9      | 499,4  | 1337,6  | 0,209                   | 0,756   | 0,309     | 0,161   | 159,9                | 12,0           | 18,2                 |                    |
| Year         | 13161,5 | 2362,0 | 1489,0 | 2893,1 | 19905,7     | 5331,7 | 14573,9 |                         |         |           |         | 1087,7               | 7,5            | 10,2                 |                    |

Tabel 8: Samlet resultat for DK-Øst-2006. Næstsidsste kolonne angiver vindkraftens dækning af det danske elforbrug.

#### 4. Resultater for hele landet i 2005 og 2006.

Så længe den elektriske storebæltsforbindelse mangler, er DK-Vest og DK-Øst to uafhængige forsyningssystemer. Resultater for landet som helhed har kun politisk interesse.

Tabellerne 9 og 10 viser hovedresultaterne for de to forsyningssystemer samt tal for landet som helhed. Alle tal er hentet fra de foregående tabeller. Det fremgår, at den vidt udbredte

| År 2005 | Forbrug | Vindkraft<br>produktion | Vindkraft anvendt i DK | Vindkraft produktion<br>i pct af forbrug |
|---------|---------|-------------------------|------------------------|--|
|         | GWh     | GWh                     | GWh                    | pct                                      |
| DK-V    | 21009,0 | 5022,6                  | 3438,8                 | 16,4                                     |
| DK-Ø    | 14447,0 | 1592,4                  | 1367,6                 | 9,5                                      |
| DK      | 35456,0 | 6615,0                  | 4806,5                 | 13,6                                     |

Tabel 9: Hovedtal for landsdele samt hele landet 2005.

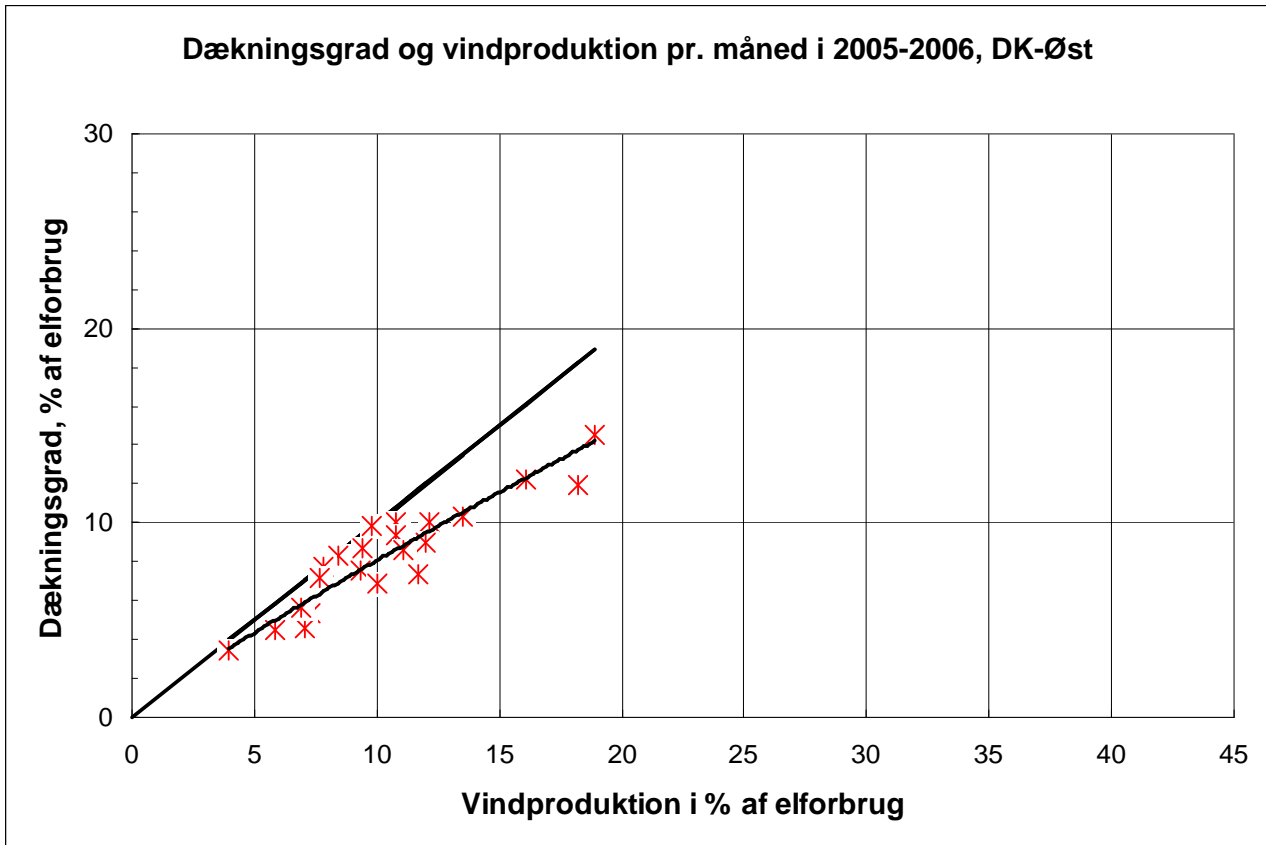
| År 2006 | Forbrug | Vindkraft<br>produktion | Vindkraft anvendt i DK | Vindkraft produktion<br>i pct af forbrug |
|---------|---------|-------------------------|------------------------|--|
|         | GWh     | GWh                     | GWh                    | pct                                      |
| DK-V    | 21400,6 | 4618,0                  | 2613,1                 | 12,2                                     |
| DK-Ø    | 14573,9 | 1489,0                  | 1087,7                 | 7,5                                      |
| DK      | 35974,6 | 6107,0                  | 3700,8                 | 10,3                                     |

Tabel 10: Hovedtal for landsdele samt hele landet 2006.

opfattelse, at vindkraften dækker ca. 20% af dansk elforbrug, er forkert. I 2005 var dækningen af det interne danske forbrug 13,6% og i 2006 var den 10,3%.

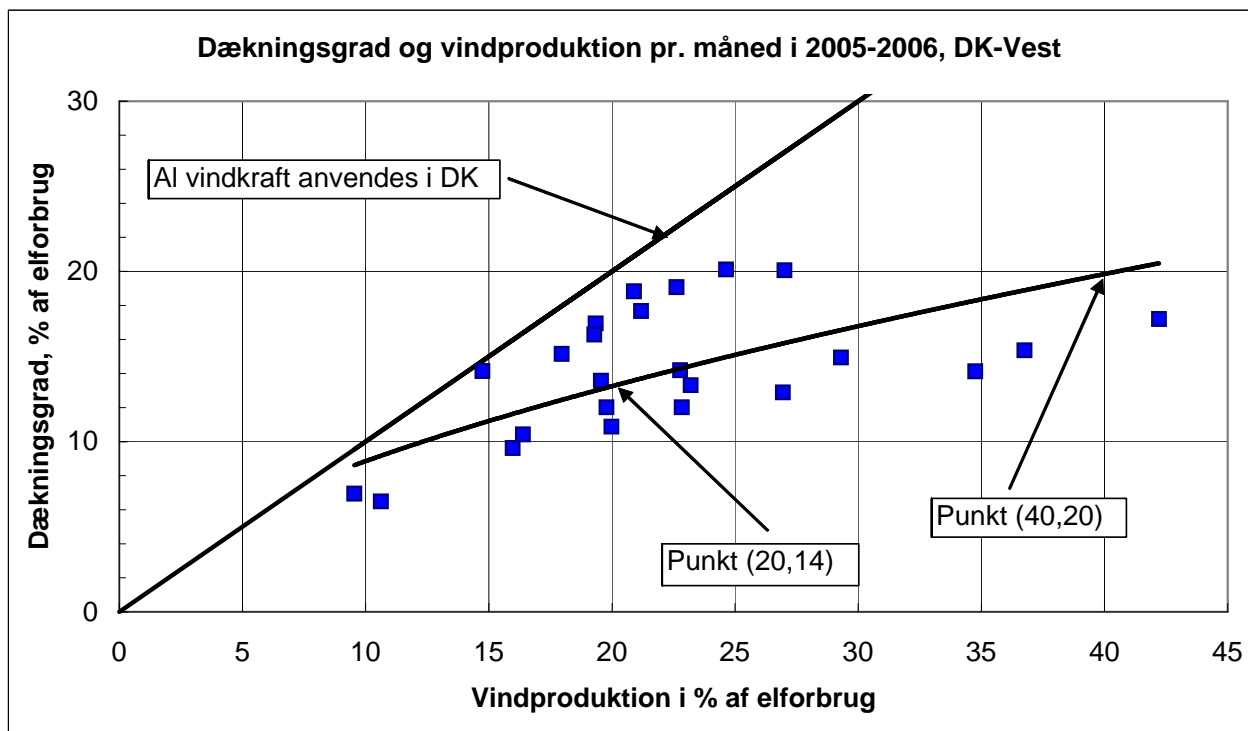
## 5. Dækningsgradens sammenhæng med vindkraftproduktionen.

Hovedresultaterne er præsenteret i tabel 5-8. På nedenstående figurer er de præsenteret grafisk ved at dækningsgraden i % af forbruget er afbildet som funktion af vindkraftproduktionen i % af forbruget, begge på månedsbasis. Desuden er vist en "tendenskurve", som angiver den gennemsnitlige sammenhæng.



Figur 6 Hovedresultat for DK-Øst

De "uhensigtsmæssige" intervaller for de to variable er valgt af hensyn til næste figur. Herved kan de to figurer lettere sammenlignes.



Figur 7 Hovedresultat for DK-Vest.

Hvis al den producerede vindkraft blev anvendt i Danmark, så ville punkterne ligge på den rette linie med hældning 1. Det ses, at punktmængdernes tendenskurver krummer under de rette linier. Det afspejler det faktum, at når vindkraftproduktionen vokser bliver det sværere at indpasse denne i det interne forbrug. Da produktionen i DK-Vest er meget større, ses dette fænomen mest udtalt på figur 7.

Mens punkterne for DK-Øst ligger temmelig samlet omkring tendenskurven, så er der stor spredning på punkterne for DK-Vest. Lad os se på et par tilfælde.

Der er to punkter, hvor vindkraftproduktionen i % af elforbruget er ca. 27%, men hvor det ene ligger ved en dækningsgrad på ca. 12% og det andet ved ca. 20%. Fra tabel 5 og 6 findes det første at være februar 2005 og det andet at være maj 2006. For disse samler vi nøgledata i følgende skema.

| DK-Vest   | Vindprod. (GWh) | Netto eks. (GWh) | Korrelations-coefficient | Anvendt vindel     | Vindproduktion |
|-----------|-----------------|------------------|--------------------------|--------------------|----------------|
|           |                 |                  |                          | pct af elforbruget |                |
| Feb. 2005 | 482             | 329              | 0,802                    | 12,9               | 26,9           |
| Maj 2006  | 452             | 141              | 0,310                    | 20,1               | 27,0           |

Produktionen af vindkraft i de to tilfælde afviger kun med 7%. Men i feb. 2005 er netto eksporten mere end dobbelt så stor som i maj 2006, og den har stor korrelation med produktionen af vindkraften (korrelationskoefficient beregnet for hele måneden). Deraf konkluderes, at mere af vindkraften eksporteres i dette tilfælde - i overensstemmelse med, at kun 12,9% anvendes i Danmark.



Et særtilfælde er august måned i DK-Øst-2005, hvor al den producerede vindkraft anvendes i Danmark. Grunden er, at området hele måneden importerede strøm.

## 6. Forskellige vurderinger af den i Danmark anvendte vindkraft.

Hvis man vil vurdere, hvor megen af vindmøllernes elproduktion, der anvendes i Danmark, kan man anvende forskellige metoder:

### Metode 0: Vindmølleindustriens opfattelse.

- Hele produktionen af vindkraft bruges i Danmark. Den elektricitet, der eksporteres, er produceret på de øvrige kraftværker. Det er Vindmølleindustriens synspunkt.

### Metode 1: Proportionalitetsmetoden.

- Alle kilder, der leverer strøm til nettet, betragtes som ligeværdige og en vægtfaktor for hver beregnes. Aftagerne af el (forbrugere i Danmark samt nabolande, der køber el i Danmark) modtager el, hvor den enkelte kilde optræder med den relevante vægtfaktor.

### Metode 2: Vindkraft primært til eksport.

- Når vindkraftproduktionen er større end netto eksporten, anvendes differencen i Danmark.
- Når vindkraftproduktionen er mindre end netto eksporten, eksporteres al strøm fra vindmøllerne.
- Når Danmark er netto importør af el, bruges al den producerede vindmøllestrøm her i landet.

### Metode 3: Vindkraft deles hensigtsmæssigt.

Første og tredje punkt af metode 2 opretholdes. Det midterste punkt er anderledes:

- Da nettoeksporten er større end vindkraftproduktionen anses eksporten at være begrundet i nabolandes behov. Som hovedregel vurderes derfor, at vindkraften erstatter brændsel på kraftværker, hvilket anses som en intern dansk anvendelse - uagtet at elektriciteten eksporteres. Undtagelsen fra denne regel er situationer, hvor nettoeksporten og vindkraftproduktionen følges ad. Det tyder på, at (mer)eksporten kan være begrundet i den forhåndenværende vindkraft. I så fald antages, at halvdelen af vindkraften anvendes i Danmark.

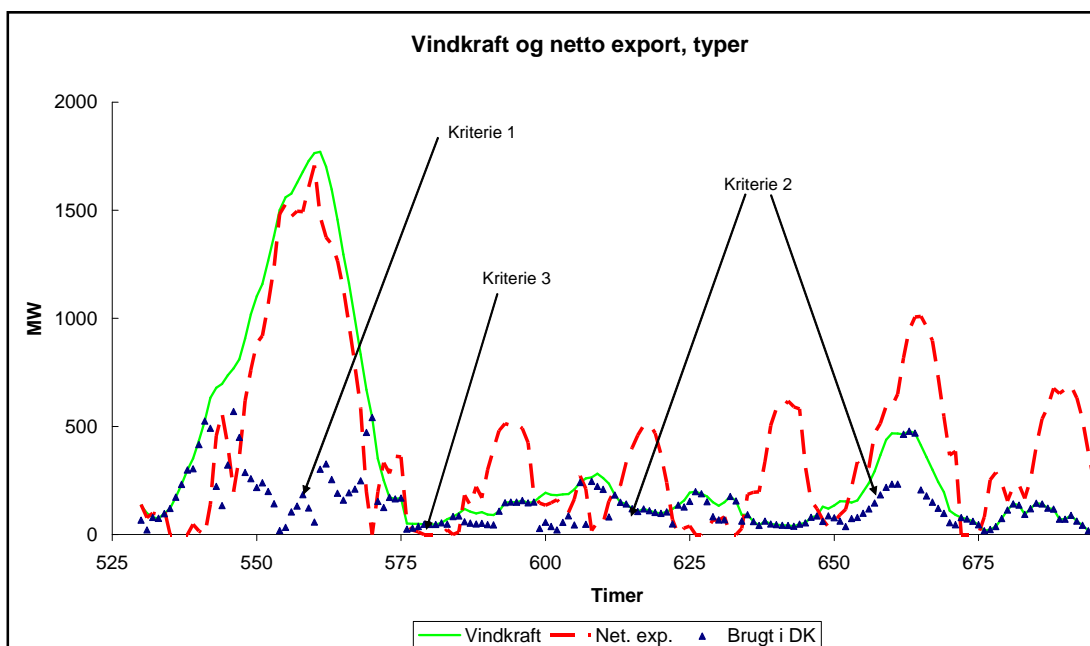
I tabellarisk form ser disse metoder således ud og giver de viste resultater.

| Anvendt vindkraft i pct af elforbrug |   | 2005                                      | 2006                                      |
|--------------------------------------|---|---|---|
| Meto-<br>-de                         |   |   |   |
| 0                                    | Hele vindkraftproduktionen anvendes i Danmark   | 18,7                                      | 17,0                                      |
| 1                                    | Forbrugere og eksportlande modtager el, hvor vindkraften har en vægtfaktor svarende til dens andel af produktionen  | 13,6                                      | 12,1                                      |
| 2                                    | Når vindkraftproduktionen er større end netto eksporten, anvendes differencen i Danmark.<br>Når vindkraftproduktionen er mindre end netto eksporten, eksporteres al strøm fra vindmøllerne.<br>Når Danmark er netto importør af el, bruges al den producerede vindmøllestrøm her i landet.  | 12,3                                      | 4,7                                       |
| 3                                    | Når vindkraftproduktionen er større end netto eksporten, anvendes differencen i Danmark (k1).<br>Når vindkraftproduktionen er mindre end netto eksporten, anses eksporten at være begrundet i nabolandes behov. Som hovedregel vurderes derfor, at vindkraften erstatter brændsel på kraftværker, hvilket anses som en intern dansk anvendelse - uagtet at elektriciteten eksporteres. Undtagelsen fra denne regel er situationer, hvor nettoeksporten og vindkraftproduktionen følges ad. Det tyder på, at (mer)eksporten kan være begrundet i den forhåndenværende vindkraft. I så fald antages, at halvdelen af vindkraften anvendes i Danmark (k2).<br>Når Danmark er netto importør af el, bruges al den producerede vindmøllestrøm her i landet (k3). | k1: 5,3<br>k2: 1,3<br>k3: 7,0<br><br>13,6 | k1: 3,4<br>k2: 5,5<br>k3: 1,3<br><br>10,3 |

Figur 8 viser typiske eksempler på data. Når vindkraftproduktionen er større end eksporten anvendes differencen i Danmark (kriterie 1).

Når netto eksporten er større end vindkraftproduktionen og de ikke følges ad, anvendes al vindkraft i Danmark (kul besparelse). Hvis de følges ad anvendes halvdelen i Danmark (kriterie 2).

Når netto eksporten er nul eller negativ anvendes al vindkraft i Danmark (kriterie 3).



Figur 8 Forskellige typer af data.

## 7. Konklusion.

I de seneste år har det gang på gang været hævdet, at danskerne får 20% af deres strøm fra vindmøller. En artikel i Weekendavisen i november 2005 oplyste på basis af kilder i energibranchen, at omkring halvdelen af vindkraftproduktionen blev eksporteret. Vindmølleindustrien har løbende anlagt det synspunkt, at al vindkraft bliver udnyttet i Danmark.

I den foreliggende rapport afsnit 2 præsenteres en metode, hvormed man kan skelne mellem produktionen fra de forskellige kilder. Naturligvis ikke i den enkelte ledning eller i et bestemt elforbrugende apparat, men for systemet som helhed, sådan som dette afspejles i data fra Energinet.dk. Konklusionen er, at vindkraft ikke er en ligeværdig kilde til elproduktion. Det vidste man naturligvis i forvejen, al den stund vindmøller skal have backup kraft til at producere, når vinden lægger sig - men den præsenterede metode gør det muligt at estimere den i Danmark brugte vindkraft.

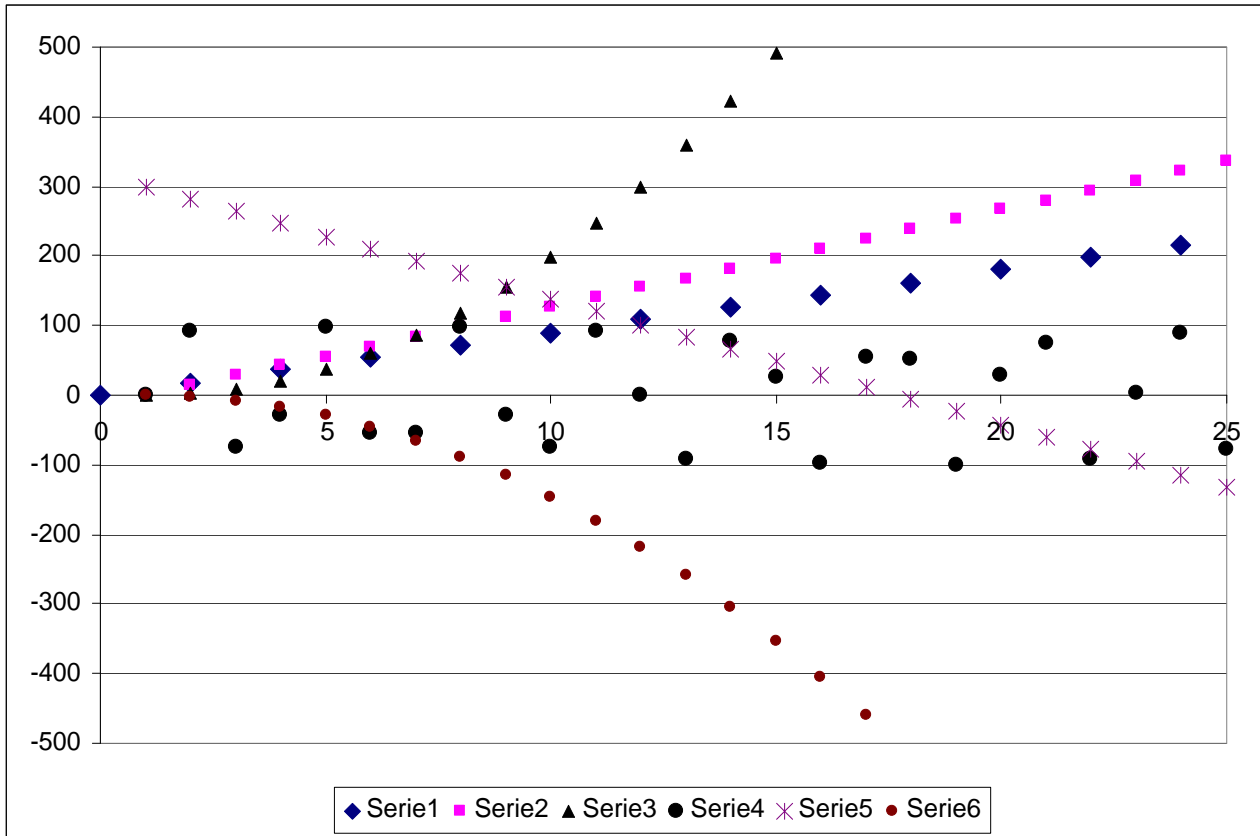
Rapporten anviser en metode til vurdering af, hvor stor en del af den producerede vindkraft, der nyttiggøres her i landet. Resultatet viser, at jo større andel af elforbruget vindkraftproduktionen udgør, desto vanskeligere bliver det at indpasse vindkraften i forbrugssystemet. Det viser sig ved, at dækningsgraden vokser mindre end vindkraftproduktionen (figurerne 6 og 7). Tendenskurverne tyder på, at når produktionen fordobles fra 20% til 40% af forbruget, så vil dækningsgraden i gennemsnit over flere år vokse fra 14% til højst 20%.

**Dette resultat bør man have for øje, når man sætter sig et mål for andelen af vindkraft i fremtidens elforbrug. Hvis denne skal op på de værdier, som politikerne ønsker, så er en vidtgående ændring af hele det danske forsyningssystem for energi nødvendig. Danmark har i de sidste 50 år opbygget et forbilledligt system, hvor samproduktion af el og varme (kraftvarme) er én af de vigtigste brikker. En større satsning på vindkraft end den nuværende vil medføre, at dette system i væsentlig grad må afvikles.**

## Appendix. Hvad betyder korrelationskoefficienten?

På nedenstående figur er der angivet en række datapunkter: ret linie med positiv og negativ hældning, parabel (op og ned) og en bølgekurve (sinus).

I tabellen under figuren er de forskellige kurvers korrelationskoefficient med kurve nr 1 beregnet.



| Korrelations koefficienter |       |   |
|----------------------------|-------|---|
| "Serie 1 og 2              | 1     | ...begge vokser retlinet                      |
| "Serie 1 og 3              | 0,96  | begge vokser                                  |
| "Serie 1 og 4              | -0,04 | ingen korrelation                             |
| "Serie 1 og 5              | -1,00 | en vokser den anden aftager (retlinet)        |
| "Serie 1 og 6              | -0,96 | en vokser retlinet den anden aftager voksende |

Det er en smagssag, hvor stor koefficienten skal være for at man kan tale om "stærk korrelation". Men mon ikke det er rimeligt at sige, at hvis koefficienten er  $> 0,5$ , så er der stærk korrelation, respektive antikorrelation ( $< -0,5$ ).