

# Windex op basis van productiedata van het CBS afgeleid uit registratie van CertiQ

09

*Reinoud Segers*

Publicatiedatum CBS-website: 8 april, 2009



## Verklaring van tekens

|                   |                                                                                |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| .                 | = gegevens ontbreken                                                           |
| *                 | = voorlopig cijfer                                                             |
| x                 | = geheim                                                                       |
| —                 | = nihil                                                                        |
| —                 | = (indien voorkomend tussen twee getallen) tot en met                          |
| 0 (0,0)           | = het getal is kleiner dan de helft van de gekozen eenheid                     |
| niets (blank)     | = een cijfer kan op logische gronden niet voorkomen                            |
| 2007–2008         | = 2007 tot en met 2008                                                         |
| 2007/2008         | = het gemiddelde over de jaren 2007 tot en met 2008                            |
| 2007/'08          | = oogstjaar, boekjaar, schooljaar enz., beginnend in 2007 en eindigend in 2008 |
| 2005/'06–2007/'08 | = oogstjaar, boekjaar enz., 2005/'06 tot en met 2007/'08                       |

In geval van afronding kan het voorkomen dat het weergegeven totaal niet overeenstemt met de som van de getallen.

## Colofon

### *Uitgever*

Centraal Bureau voor de Statistiek  
Henri Faasdreef 312  
2492 JP Den Haag

### *Prepress*

Centraal Bureau voor de Statistiek - Grafimedia

### *Omslag*

TelDesign, Rotterdam

### *Inlichtingen*

Tel. (088) 570 70 70  
Fax (070) 337 59 94  
Via contactformulier: [www.cbs.nl/infoservice](http://www.cbs.nl/infoservice)

### *Bestellingen*

E-mail: [verkoop@cbs.nl](mailto:verkoop@cbs.nl)  
Fax (045) 570 62 68

### *Internet*

[www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)

# 1. Inleiding

De elektriciteitsproductie van een windmolen hangt sterk af van de hoeveelheid wind, het windaanbod. Voor analyse van de productie van de molens is het daarom handig om een maat te hebben voor het windaanbod.

Voor windenergie bestaat zo'n maat. Internationaal wordt deze vaak de Wind Index genoemd, in Nederland kortweg de Windex. Een Windex van 100 betekent dat het windaanbod normaal is. Een Windex van 110 betekent dat er 10 procent meer wind is dan normaal.

Tot voor kort werden de Windexen in Nederland berekend door Wind Service Holland (WSH). WSH baseerde zich daarbij op de daadwerkelijke productie van ongeveer 60 windmolens, inclusief informatie over technische storingen.

In eerste instantie lijkt het vreemd om het windaanbod voor windmolens te meten aan de hand van molenproductie. Echter, de elektriciteitsproductie van individuele windmolens hangt tegenwoordig bijna alleen af van het windaanbod. Alternatieve methodes van het bepalen van het windaanbod zijn lastig, omdat maar op heel weinig plaatsen de windsnelheid wordt gemeten op de voor windenergie relevante hoogte. Het komt erop neer dat de windmolens zijn te beschouwen als windmeters. Door het gemiddelde te nemen van meerdere molens, wordt voorkomen dat technische slijtage van een molen doorwerkt in de meting.

Wind Service Holland heeft begin 2008 aangekondigd te stoppen met het maken van de Windex, omdat de vrijwillige verstrekking van gegevens over de elektriciteitsproductie door windmoleneigenaren steeds wisselvalliger werd. Het CBS heeft via CertiQ de beschikking over de maandelijkse productiegegevens van bijna alle windparken. CertiQ is de instantie die de groenestroomcertificaten uitgeeft. In principe zou het mogelijk moeten zijn om op basis van de CertiQ gegevens ook een Windex te berekenen. Tegenover het ontbreken van informatie over de technische beschikbaarheid staat een veel groter aantal molens waarover productie-informatie aanwezig is.

Een eerste concrete aanwijzing voor de geschiktheid van de CBS-gegevens voor het berekenen van de Windex, geeft de vergelijking tussen WSH-Windex en de elektriciteitsproductie van een vaste groep windmolens van ongeveer 400 MW, welke in gebruik is in de hele periode van 2002 tot en met 2007. Het blijkt dat de ontwikkeling van deze variabelen gelijk oploopt (CBS, 2008).

Dit artikel beschrijft een onderzoek naar de geschiktheid van de gegevens die het CBS heeft over de molenproductie voor het berekenen van een Windex. Daarbij is dankbaar gebruikt gemaakt van vele adviezen en uitleg van Jaap Langenbach van Wind Service Holland over de WSH-Windex.

Allereerst wordt in hoofdstuk 2 de WSH-Windex beschreven. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 beschreven hoe een vergelijkbare Windex gemaakt kan worden op basis van de CBS gegevens. De uitkomsten worden vergeleken met de WSH-Windex voor een aantal jaren. Ook is gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, waarbij enkele parameters van de CBS-Windex zijn gevarieerd. In de discussie in hoofdstuk 4 zijn alle uitkomsten nader geanalyseerd, waarna op basis van de conclusies (hoofdstuk 5) vervolgstappen zijn opgesteld (hoofdstuk 6).

## 2. Windex WSH

### 2.1 Gegevens WSH

WSH verzamelt de gegevens van windmoleneigenaren. Projecten met wisselende technische prestaties worden niet meegenomen in de Windex-berekeningen, evenals windmolens welke zijn opgesteld in parken.

### 2.2 Berekeningswijze WSH

De WSH-Windex wordt berekend als een gemiddelde van de projectwindexen. De projectwindex van project  $p$  in maand  $m$  wordt berekend via de volgende formule:

$$Windex_{p,m} = 1200 \frac{productie_{p,m}}{referentiejaarproductie_p}$$

Daarbij wordt referentiejaarproductie berekend uit de maandelijkse producties en landelijke windex in een referentieperiode:

$$Referentiejaarproductie_p = 1200 \frac{\sum_m productie_{p,m}}{\sum_m Windex_m}$$

De referentiejaarproductie wordt in de praktijk bepaald over minimaal 6 maanden en wordt daarna voor een bepaalde periode vast gehouden. Ter controle wordt elke maand de referentiejaarproductie opnieuw berekend over de hele levensduur van een project. Indien er een duidelijke afwijking is tussen de herberekende referentiejaarproductie en de gehanteerde referentiejaarproductie, dan wordt deze laatste aangepast. Dat betekent dus dat dan de referentieperiode wordt verlengd. Indien het productieniveau van een turbine door externe of interne factoren verandert, dan wordt de periode voor de verandering van het productieniveau niet meer meegenomen bij de berekening van de referentiejaarproductie. Per project kunnen een paar keer per jaar aanpassingen plaats vinden, maar het komt ook voor dat de referentiejaarproductie jaren constant is.

De middeling voor de landelijke windexen geschiedt door eerst per maand regiowindexen te bepalen als het ongewogen gemiddelde van de Windexen in een bepaalde regio. Het ongewogen gemiddelde van de regio-windexen op maandbasis is landelijke maandwindex en de gemiddelde jaarwindex is het gemiddelde van de maandwindexen.

WSH heeft niet alleen de beschikking over de maandelijkse productiegegevens van de molens, maar ook over beschikbaarheid van de molens. Voor de WSH-windexen worden alleen projecten genomen welke regelmatig draaien. Indien de beschikbaarheid van een project in een bepaalde maand lager is dan 100 procent, dan telt het project de betreffende maand niet mee. Windex berekeningen zijn dus gebaseerd op producties met volledige beschikbaarheid. De referentiejaarproductie wordt in eerste instantie berekend door alle maanden mee te nemen, ook de maanden met geen volledige beschikbaarheid. Om te corrigeren voor de niet volledige beschikbaarheid wordt vervolgens de jaarproductie met 1 á 2 procent verhoogd. Voor de maanden december 2005, 2007 en 2008 en januari 2007 was deze correctie gemiddeld 1,25 procent. Dat is precies is de gemiddelde niet-beschikbaarheid in de jaren 2000 t/m 2007 voor de projecten welke meededen met de Windex-berekeningen.

Voor het berekenen van de Windex, is de Windex in vorige perioden het uitgangspunt. Het is dus een relatieve maat. Toch zit er ook een normering, omdat een Windex van 100 correspondeert met het langjarig gemiddelde. De vraag is, hoe dat langjarig gemiddelde bepaald is. Lastig daarbij is dat er geen directe of indirecte meetgegevens zijn van de windsnelheid op ashoogte. Een jaar of vijf geleden is internationaal gezien flink wat discussie geweest over welke periode als representatief genomen moet worden. Deze

discussie werd aangewakkerd doordat Windexen in Denemarken en Duitsland vanaf eind jaren negentig structureel lager waren dan in het begin van de jaren negentig. Uit het daardoor geïnitieerde onderzoek is naar voren gekomen dat de jaargemiddelde Windex in de landen aan de westkust van de Noordzee mogelijk samenhangt met geostrophische wind en de Noord-Atlantische oscillatie. Van deze fenomenen zijn wel langjarige reeksen beschikbaar en daaruit is af te leiden dat de periode 1993 tot en met 2004 redelijk representatief zou zijn (Knight and Harrison, 2006). WSH heeft vervolgens gekozen voor de periode 1996 tot en met 2005. Deze iets andere keuze heeft te maken met de beschikbaarheid van een consistente reeks van Windexen (WSH, 2006).

### 3. Windex CBS

De berekeningswijze van WSH is voor zover mogelijk nagebootst met de gegevens die het CBS heeft over windmolenproducties. Allereerst worden beschreven hoe het CBS komt aan zijn gegevens over de productie van de molens (3.1). Vervolgens wordt beschreven hoe daaruit, zo veel mogelijk volgens WSH-methodiek, een Windex berekend kan worden (3.2). Daarna wordt een gevoeligheidsanalyse beschreven (3.3). In deze analyse worden enkele parameters van de Windex-berekening gevarieerd. Ten slotte, worden verschillende manieren van het middelen van regiowindexen beschreven (3.4).

#### 3.1 Gegevens CBS

Deze gegevens zijn afkomstig van CertiQ en beschikbaar vanaf 2002. Na ontvangst van CertiQ heeft er nog een controle en aanpassing plaats gevonden door het CBS. Vooral voor de jaren 2002 en 2003 waren de maandgegevens soms niet plausibel, omdat verschillende netbeheerders de productie van sommige molens kunstmatig concentreerden in een bepaalde maand. Tevens heeft het CBS de gegevens verrijkt met extra vaste gegevens. Bij CertiQ is alleen het vermogen en de naam het adres van de eigenaar en het adres van de molens bekend. Het CBS heeft daar tevens het aantal turbines, ashoogte, rotordiameter en merk bijgezoekt. Daarbij is gebruik gemaakt van de administratie van SenterNovem voor de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA) en de WSH-website.

Het CBS heeft geen expliciet inzicht in technische storingen en/of onderhoud. Indirect kunnen er wel aanwijzingen zijn als de productie in een bepaalde periode erg laag is ten opzichte van andere projecten.

Het CBS ontvangt de gegevens van CertiQ per aansluiting (eancode). Deze gegevens zijn gekoppeld aan de projectendatabase met vaste gegevens, die oorspronkelijk door de KEMA is ontworpen. In deze database is een project gedefinieerd als één of meerdere windmolens met nagenoeg dezelfde startdatum, dezelfde ashoogte, hetzelfde vermogen en dezelfde rotordiameter en hetzelfde merk. Meestal is er een 1-op-1-relatie tussen de eancodes en de projecten. Echter, het komt voor dat één project meerdere aansluitingen omvat of dat één aansluiting meerdere projecten betreft.

#### 3.2 Berekeningswijze CBS

De berekeningswijze van de CBS Windex bevat een aantal stappen. De eerste stap is het afbakenen van de projecten die meedoen aan de berekening (3.2.1). De tweede stap is het bepalen van de initiële referentiejaarproductie (3.2.2) per project. Vervolgens is voor het verslagjaar de Windex uitgerekend (3.2.3). Ten slotte, is beschreven hoe bij referentiejaarproductie herberekend wordt bij een nieuw verslagjaar (3.2.4).

##### *3.2.1 Afbakening projecten die meedoen aan Windex-berekeningen*

De Windex is een maat voor het windaanbod. Om de invloed van wisselende technische prestaties te beperken worden windmolens met mogelijk wisselende prestaties uitgesloten. Daarbij zijn de volgende criteria gebruikt:

1. 80 procent van alle maandwindexen van een project moet betrouwbaar zijn. Betrouwbaarheid is hierbij gedefinieerd als een afwijking van de gemiddelde regio-windex van maximaal 20 procent. Dit geldt voor zowel de referentieperiode als de verslagperiode.
2. Het aantal windmolens per aansluiting op het net (meetpunt) is gemaximeerd op 3. Daarmee wordt het risico verkleind, dat de invloed van één slecht presterende molen in een groep molens met een gezamenlijk aansluiting niet wordt opgemerkt door het dempende effect van de andere windmolens.

3. Windmolens met een heel laag vermogen ( $< 100$  kW) hebben een andere reactie op het windaanbod dan de grotere molens. Om te voorkomen dat dit verouderde type een on-evenredig grote invloed heeft (wat het geval is als niet wordt gewogen naar vermogen) worden alle windmolens met een vermogen  $< 100$  kW uitgesloten.
4. Een project moet minimaal 12 maanden in bedrijf zijn in de referentieperiode om een gemiddelde jaarproductie te kunnen bepalen.
5. Een project moet liggen in de WSH windex regio. Deze voorwaarde zou later kunnen vervallen, maar is vooralsnog ingevoerd, om de vergelijking met de WSH-windexen te kunnen maken.

### *3.2.2 Bepaling gemiddelde jaarproductie, initieel*

De gemiddelde jaarproductie van alle projecten uit de populatie is bepaald op basis van de landelijke WSH-windexen voor de periode 2002 t/m 2004 en de productiegegevens van het CBS.

Eerst zijn alle projecten geselecteerd die voldoen aan voorwaarde 2 t/m 5 voor de periode 2002 tot en met 2004. Dat zijn 413 projecten. Van deze 413 projecten vielen er nog 110 af, omdat de Windex in meer dan 20 procent van de gevallen teveel afweek van de regio Windex.

Bij het berekenen van de referentiejaarproductie is steeds de eerste drie maanden van een project weggelaten om opstarteffecten te beperken. Ook zijn die maanden weggelaten, waar de maandwindex meer dan 20 procent afweek van de gemiddelde regio-windex.

### *3.2.3 Bepaling Windexen in eerste verslagjaar (2005)*

De bepaling van de Windexen in een verslagjaar bevat een aantal iteratieslagen.

De eerste stap is het bepalen van de Windexen per project (iteratie 1). Uiteraard kan dit alleen voor die projecten waarvan een gemiddelde referentiejaarproductie bekend is en waarvan een maandproductie bekend is. Van de 303 projecten met een referentiejaarproductie vielen er 18 af, omdat ze in 2005 niet meer in bedrijf waren.

Daarna zijn de regio-gemiddelde Windexen bepaald, via middeling van de projectwindexen. Vervolgens is per project per maand bekeken of de maandwindex niet teveel afwijkt van de regio Windex. Vervolgens is voor het verslagjaar geteld of de fractie van afwijkende maandwindexen boven de 80 procent uitkomt. Voor 14 projecten was dat niet het geval, voor 271 projecten wel.

De tweede stap bestaat het herhalen van bovenstaande berekening, maar dan zonder de wisselend presterende projecten en zonder de maanden met een afwijkende productie. De resulterende windexen zijn dus nu iets anders (iteratie 2).

Ten slotte is gecontroleerd of de gemiddelde jaarproductie per molen nog steeds correct is. Dat is gedaan door per project de gemiddelde jaarproductie opnieuw te berekenen, maar nu op basis van de 2005 productiegegevens en de berekende regiowindexen. Bij 24 van de 271 projecten bleek de aldus berekende gemiddelde jaarproductie meer dan 5 procent af te wijken. Hierbij zaten een relatief groot aantal projecten uit Flevoland met een duidelijk lagere productie, zoals ook door WSH al eerder geconstateerd. Deze 5 procent blijkt een praktische grens waarbij vooral projecten worden geselecteerd met een structureel (over bijna alle maanden in het jaar) lagere of hogere Windex dan de rest van de regio. Uit een analyse blijkt, dat bij een lagere grens er ook veel projecten zijn, waarvan de opbrengst fluctueert boven en onder het regiogemiddelde. De projecten waarvan de herberekende jaarproductie meer dan 5 procent afwijkt zijn weggelaten. Daarna zijn de Windexberekeningen opnieuw uitgevoerd (iteratie 3).

In tabel 1 en 2 staan de uitkomsten van de iteratieslagen. Vooral het weglaten van fors afwijkende maandproducties (iteratie 2) heeft effect op de uitkomsten. De Windex gaat

wat omhoog. Dat is logisch, omdat er vooral uitschieters naar beneden zullen zijn ten gevolge van storingen en groot onderhoud.

**Tabel 1**  
**Windex per maand in 2005**

| Maand     | Iteratie 1 | Iteratie 2 | Iteratie 3 | WSH   |
|-----------|------------|------------|------------|-------|
| januari   | 195,5      | 197,3      | 197,7      | 197,8 |
| februari  | 104,7      | 105,4      | 105,3      | 107,4 |
| maart     | 117,2      | 118,7      | 118,7      | 118,0 |
| april     | 68,4       | 69,4       | 69,5       | 70,2  |
| mei       | 82,9       | 83,9       | 83,9       | 86,1  |
| juni      | 52,5       | 53,4       | 53,6       | 54,2  |
| juli      | 56,1       | 56,6       | 56,8       | 57,4  |
| augustus  | 61,6       | 61,9       | 61,8       | 62,7  |
| september | 51,7       | 52,1       | 52,2       | 53,2  |
| oktober   | 87,5       | 88,1       | 88,7       | 89,3  |
| november  | 94,2       | 94,9       | 95,2       | 97,8  |
| december  | 105,9      | 107,1      | 107,3      | 107,9 |
| jaar      | 89,9       | 90,7       | 90,9       | 91,8  |

Bron: CBS.

**Tabel 2**  
**Windex per regio in 2005**

| WSH regio             | Iteratie 1 | Iteratie 2 | Iteratie 3 | WSH  |
|-----------------------|------------|------------|------------|------|
| Friesland             | 90,9       | 92,0       | 91,7       | 92,4 |
| Kop Noord-Holland     | 89,4       | 90,0       | 90,0       | 92,9 |
| Midden Holland        | 86,8       | 87,7       | 87,9       | 89,9 |
| Zeeland               | 89,4       | 89,4       | 89,9       | 90,4 |
| Flevoland (excl. NOP) | 87,8       | 88,6       | 89,2       | 92,9 |
| Groningen             | 94,5       | 95,4       | 95,4       | 94,8 |
| Noordoostpolder       | 90,1       | 92,0       | 92,1       | 91,2 |

Bron: CBS.

### 3.2.4 Bepaling referentiejaarproductie, na toevoegen nieuw jaar

In het nieuwe jaar (allereerst 2005) zijn er nieuwe projecten gestart of voldoende lang in bedrijf om opgenomen te worden in het referentiebestand. Het toevoegen van nieuwe projecten aan het referentiebestand is een aparte stap.

Startpunt is vorige referentiebestand. Bij de Windexberekeningen in de vorige verslagperiode zijn hierin enkele projecten geïdentificeerd, met een projectwindex die gemiddeld veel afweek van de regio-Windex (zie hierboven, iteratie 3). Bij deze projecten is de oude referentieperiode dus niet meer representatief en wordt deze periode in het vervolg uitgesloten.

Vervolgens zijn de gemiddelde referentiejaarproducties opnieuw berekend voor alle projecten, analoog aan de initiële berekening, maar nu met een grotere referentieperiode. De gebruikte windexen voor de nieuwe periode zijn afkomstig uit de CBS-berekeningen. De Windexen uit de initiële periode (2002 t/m 2004) blijven van WSH. Voor alle bestaande projecten is de referentiejaarproductie dus herberekend. De gemiddelde aanpassing was min 0,3 procent in 2005 en plus 0,3 procent in 2006.

Na de Windex-berekeningen voor het jaar 2005 bleven er 279 projecten over met een gemiddelde jaarproductie. Na toevoegen van het jaar 2005 aan de referentieperiode zijn er meer projecten die voldoende lang in bedrijf zijn en de referentieperiode. Daardoor is het aantal referentieprojecten uitgebreid tot 417.

Vervolgens is analoog aan de eerdere berekeningen voor 2005, ook voor 2006 en 2007 de windex berekend. Resultaten voor de drie jaren staan in tabel 3, 4 en 5.

**Tabel 3**  
**Windex op nationaal niveau op jaarbasis volgens CBS methode na iteratie 3 en volgens WSH**

| Jaar | CBS   | WSH   |
|------|-------|-------|
| 2005 | 90,9  | 91,8  |
| 2006 | 96,5  | 97,7  |
| 2007 | 102,5 | 105,3 |

Bron: CBS.

**Tabel 4**  
**Windex op nationaal niveau op maandbasis volgens CBS methode na iteratie 3 en volgens WSH**

| Jaar | Maand     | CBS   | WSH   |
|------|-----------|-------|-------|
| 2005 | januari   | 197,7 | 197,8 |
| 2005 | februari  | 105,3 | 107,4 |
| 2005 | maart     | 118,7 | 118,0 |
| 2005 | april     | 69,5  | 70,2  |
| 2005 | mei       | 83,9  | 86,1  |
| 2005 | juni      | 53,6  | 54,2  |
| 2005 | juli      | 56,8  | 57,4  |
| 2005 | augustus  | 61,8  | 62,7  |
| 2005 | september | 52,2  | 53,2  |
| 2005 | oktober   | 88,7  | 89,3  |
| 2005 | november  | 95,2  | 97,8  |
| 2005 | december  | 107,3 | 107,9 |
| 2006 | januari   | 89,9  | 89,0  |
| 2006 | februari  | 104,9 | 106,0 |
| 2006 | maart     | 121,5 | 123,0 |
| 2006 | april     | 97,3  | 99,0  |
| 2006 | mei       | 117,2 | 118,0 |
| 2006 | juni      | 49,1  | 51,0  |
| 2006 | juli      | 35,9  | 35,0  |
| 2006 | augustus  | 66,9  | 67,0  |
| 2006 | september | 59,3  | 59,0  |
| 2006 | oktober   | 110,5 | 113,0 |
| 2006 | november  | 145,1 | 146,0 |
| 2006 | december  | 160,6 | 166,0 |
| 2007 | januari   | 217,7 | 228,0 |
| 2007 | februari  | 95,6  | 98,0  |
| 2007 | maart     | 143,3 | 145,0 |
| 2007 | april     | 63,7  | 65,0  |
| 2007 | mei       | 88,7  | 91,0  |
| 2007 | juni      | 57,5  | 59,0  |
| 2007 | juli      | 99,5  | 101,0 |
| 2007 | augustus  | 64,4  | 68,0  |
| 2007 | september | 92,0  | 95,0  |
| 2007 | oktober   | 46,9  | 49,0  |
| 2007 | november  | 119,9 | 121,0 |
| 2007 | december  | 141,2 | 143,0 |

Bron: CBS.

**Tabel 5**  
**Windex op regionaal niveau op jaarbasis volgens CBS methode na iteratie 3 en volgens WSH**

| WSH regio             | Aantal projecten | CBS   | WSH   |
|-----------------------|------------------|-------|-------|
| <i>2005</i>           |                  |       |       |
| Friesland             | 42               | 91,7  | 92,4  |
| Kop Noord-Holland     | 32               | 90,0  | 92,9  |
| Midden Holland        | 21               | 87,9  | 89,9  |
| Zeeland               | 9                | 89,9  | 90,4  |
| Flevoland (excl. NOP) | 109              | 89,2  | 92,9  |
| Groningen             | 13               | 95,4  | 94,8  |
| Noordoostpolder       | 13               | 92,1  | 91,2  |
| <i>2006</i>           |                  |       |       |
| Friesland             | 81               | 95,9  | 97,2  |
| Kop Noord-Holland     | 51               | 96,7  | 96,5  |
| Midden Holland        | 21               | 96,8  | 98,4  |
| Zeeland               | 7                | 100,1 | 100,3 |
| Flevoland (excl. NOP) | 176              | 98,4  | 100,5 |
| Groningen             | 14               | 90,9  | 92,3  |
| Noordoostpolder       | 18               | 96,8  | 97,0  |
| <i>2007</i>           |                  |       |       |
| Friesland             | 101              | 105,5 | 106,2 |
| Kop Noord-Holland     | 57               | 104,6 | 106,7 |
| Midden Holland        | 16               | 101,1 | 102,8 |
| Zeeland               | 6                | 97,7  | 103,9 |
| Flevoland (excl. NOP) | 202              | 100,7 | 103,1 |
| Groningen             | 19               | 105,7 | 106,1 |
| Noordoostpolder       | 20               | 102,4 | 105,2 |

Bron: CBS.

De Windexen gebaseerd op de CBS/CertiQ data leiden tot iets lagere waarden dan de WSH data, ondanks dat de berekeningswijze en wijze van middelen identiek is. Wat natuurlijk wel anders is, is het aantal projecten, de afbakening van een project en de wijze van corrigeren voor stilstand door onderhoud of storingen.

### 3.3 Gevoeligheidsanalyse

Om wat grip te krijgen op het effect van de afbakening van projecten en de methode van corrigeren voor stilstand door storingen cq groot onderhoud is een gevoeligheidsanalyse

uitgevoerd voor 2005. De resultaten staan in tabel 6. Het blijkt dat het weglaten van alle controles tot duidelijk een andere uitkomst leidt (2 procentpunt lager voor de landelijke Windex). De exacte wijze van corrigeren en afbakenen heeft maar weinig invloed heeft op de berekende windindexen.

De wijze van corrigeren voor storingen zou een mogelijke oorzaak kunnen zijn voor een mogelijk structureel verschil tussen de WSH Windex en de Windex gebaseerd op CBS/CertiQ data. Daarom is nog een andere variant getest (variant 1). In deze variant worden zowel in de referentieperiode als in de verslagperiode alle maanden meegenomen voor die projecten die voldoende regelmatig zijn. Incidentele storingen van een verder goed lopend project worden nu dus gewoon meegenomen. De verschillen met de standaard berekeningen zijn niet heel groot (tabel 7).

**Tabel 6**  
**Windex 2005 per regio, gevoeligheid**

| WSH regionaam         | CBS            |                                                            |                                                             |                                                                 |                                                             |                                                                            |                                                                            |                                                                             |                   | WSH  |
|-----------------------|----------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|------|
|                       | Stan-<br>daard | Min.<br>turbine<br>grootte is<br>50 kW<br>i.p.v.<br>100 kW | Min.<br>turbine<br>grootte is<br>550 kW<br>i.p.v.<br>100 kW | Geen<br>max.<br>aan het<br>aantal<br>turbines<br>per<br>project | Max.<br>aantal<br>turbines<br>project<br>is gelijk<br>aan 1 | Max.<br>afwijking<br>regio-<br>gem. per<br>maand<br>10%<br>(i.p.v.<br>20%) | Max.<br>afwijking<br>regio-<br>gem. per<br>maand<br>30%<br>(i.p.v.<br>20%) | Max.<br>afwijking<br>regio-<br>gem. per<br>maand<br>100%<br>(i.p.v.<br>20%) | Geen<br>controles |      |
| Friesland             | 91,7           | 92,1                                                       | 91,4                                                        | 91,9                                                            | 91,8                                                        | 91,8                                                                       | 91,9                                                                       | 91,9                                                                        | 87,4              | 92,4 |
| Kop Noord-Holland     | 90,0           | 89,6                                                       | 90,7                                                        | 89,6                                                            | 90,0                                                        | 89,1                                                                       | 90,3                                                                       | 90,4                                                                        | 85,5              | 92,9 |
| Midden Holland        | 87,9           | 87,9                                                       | 88,1                                                        | 87,9                                                            | 87,9                                                        | 88,3                                                                       | 87,9                                                                       | 87,8                                                                        | 81,6              | 89,9 |
| Zeeland               | 89,9           | 89,9                                                       | 89,8                                                        | 89,0                                                            | 89,0                                                        | 90,1                                                                       | 88,2                                                                       | 89,8                                                                        | 86,1              | 90,4 |
| Flevoland (excl. NOP) | 89,2           | 89,2                                                       | 88,3                                                        | 89,4                                                            | 89,1                                                        | 89,3                                                                       | 88,8                                                                       | 88,4                                                                        | 88,1              | 92,9 |
| Groningen             | 95,4           | 95,4                                                       | 95,2                                                        | 95,0                                                            | 95,4                                                        | 95,1                                                                       | 95,5                                                                       | 96,7                                                                        | 103,6             | 94,8 |
| Noordoostpolder       | 92,1           | 92,1                                                       | 92,7                                                        | 92,1                                                            | 92,1                                                        | 92,2                                                                       | 91,5                                                                       | 91,3                                                                        | 91,6              | 91,2 |
| Nederland             | 90,9           | 90,9                                                       | 90,9                                                        | 90,7                                                            | 90,8                                                        | 90,9                                                                       | 90,6                                                                       | 90,9                                                                        | 89,1              | 91,8 |

Bron: CBS.

**Tabel 7**  
**Windex per regio, variant op standaard berekeningswijze**

| WSH regio             | Aantal projecten | Standaard | Variant 1 | WSH   |
|-----------------------|------------------|-----------|-----------|-------|
| <i>2005</i>           |                  |           |           |       |
| Friesland             | 42               | 91,7      | 91,6      | 92,4  |
| Kop Noord-Holland     | 32               | 90,0      | 90,3      | 92,9  |
| Midden Holland        | 21               | 87,9      | 88,1      | 89,9  |
| Zeeland               | 9                | 89,9      | 89,9      | 90,4  |
| Flevoland (excl. NOP) | 109              | 89,2      | 88,4      | 92,9  |
| Groningen             | 13               | 95,4      | 95,3      | 94,8  |
| Noordoostpolder       | 13               | 92,1      | 90,9      | 91,2  |
| <i>2006</i>           |                  |           |           |       |
| Friesland             | 77               | 96,0      | 95,6      | 97,2  |
| Kop Noord-Holland     | 50               | 96,5      | 96,4      | 96,5  |
| Midden Holland        | 22               | 96,9      | 96,7      | 98,4  |
| Zeeland               | 8                | 99,8      | 99,3      | 100,3 |
| Flevoland (excl. NOP) | 173              | 98,4      | 98,0      | 100,5 |
| Groningen             | 15               | 91,1      | 90,7      | 92,3  |
| Noordoostpolder       | 18               | 96,9      | 96,7      | 97,0  |

Bron: CBS.

### 3.4 Middelen

De WSH-windex is bepaald via een reeks van ongewogen middelingen. Allereerst wordt maandelijks regiowindex bepaald aan de hand van het gemiddelde van de projectwinden. Vervolgens zijn de landelijke maandwindexen bepaald als het gemiddelde van de regiowindexen. De landelijke jaarwindex is bepaald als het gemiddelde van de maandwindexen.

De gewenste wijze van middelen hangt af van de interpretatie die men aan de windex wil geven. Gaat het om de windaanbod in heel Nederland, of om het windaanbod voor de Nederlandse windmolens, of om het windaanbod in de regio's waar windmolens staan.

Het lijkt niet plausibel om te kiezen voor het windaanbod in heel Nederland, omdat dan het windaanbod in het binnenland heel belangrijk wordt. In het binnenland staan nauwelijks molens. Daarom is dat windaanbod nu, en zeer waarschijnlijk in de toekomst, weinig relevant voor het gehele windpark. Bovendien is dit windaanbod door het gebrek aan molens lastig op betrouwbare wijze te berekenen.

Indien men kiest voor het windaanbod in de regio's met windmolens, dan ligt het voor de hand om te wegen met het oppervlak van deze regio's. De vraag is dan hoe precies deze regio's bepaald kunnen worden. In Friesland staan bijvoorbeeld de meeste molens in de windrijke strook langs de Waddenzee en het IJsselmeer, maar er staan ook wel molens meer in het binnenland van Friesland. Voor de weging van Friesland maakt het nogal uit of wordt gewogen met hele of halve oppervlak van de provincie.

Het meest helder lijkt daarom om te kiezen voor de interpretatie van de windex als het windaanbod voor de windmolens in Nederland. Daarbij kan gewogen worden met het vermogen van de windmolens in de regio's waarvoor een windex is bepaald. Deze methode heeft als voordeel boven de WSH-methode van ongewogen middelen dat opsplitsen of samenvoegen van regio's geen effect heeft op het gewicht van de regio's in het landelijk totaal.

Het effect van gewogen middelen is onderzocht voor de jaren 2003 tot en met 2007 op basis van de WSH maandwindex van de regio's en de totale vermogens per WSH-regio uit de CBS-projectendatabase. Het blijkt dat er geen systematisch effect is van de wijze van middelen. Op jaarbasis ligt het effect tussen de -1 en +1 procent (tabel 8).

**Tabel 8**  
Effect op de landelijke Windex van het wegen van de regio's met het totale vermogen in de regio's

| Jaar | Gewogen windex | Ongewogen windex |
|------|----------------|------------------|
| 2003 | 83,4           | 83,8             |
| 2004 | 97,9           | 98,1             |
| 2005 | 92,5           | 91,8             |
| 2006 | 98,6           | 97,7             |
| 2007 | 104,3          | 105,3            |

Bron: CBS.

Daarnaast is het goed om stil te staan bij aggregeren over de tijd. De WSH-jaarwindex wordt bepaald als het ongewogen gemiddelde van de maandwindexen, terwijl het in de winter meer waait dan in de zomer. Toch leidt deze wijze van middelen niet tot problemen, zoals blijkt uit onderstaande afleiding:

$$Windex_{jaar} = \frac{1}{12} \sum_m 1200 \frac{productie_m}{referentiejaarproductie} = 100 \frac{\sum_m productie_m}{referentiejaarproductie}$$

Hierin is  $productie_m$  de productie in maand  $m$ . De jaarwindex moet gelijk zijn aan de totale jaarproductie gedeeld door de referentiejaarproductie. Dat is precies de uitkomst van bovenstaande afleiding.

## 4. Discussie

### 4.1 Gevoeligheidsanalyse

Het volledig negeren van alle onregelmatigheden in de productiecijfers leidt tot een Windex die 2 procentpunt lager is en meer afwijkt van de WSH-Windex. Het lijkt dus belangrijk om een vorm van correctie mee te nemen. De exacte wijze van het uitsluiten van maand-project combinaties is daarbij minder van belang. De verschillen tussen WSH en CBS zijn aanmerkelijk groter dan tussen de verschillende manieren van corrigeren.

### 4.2 Iteraties

In de tweede iteratie wordt gecorrigeerd voor parken die op jaarbasis 5 procent meer of minder zijn gaan presteren. Dat kan komen door veranderingen in de omgeving van een windmolen (andere molens, landgebruik) of door technische aspecten van de molen zelf (optreden of oplossen van technische problemen). Het is niet uit te sluiten dat het effect van dit soort veranderingen structureel een paar tienden is op jaarbasis. WSH corrigeert ook voor veranderende productieniveaus.

### 4.3 Verschil in uitkomsten WSH-CBS

Zowel voor de WSH als de CBS Windex is gebruik gemaakt van formule 1 en 2. Echter bij de verdere uitwerking zijn er twee belangrijke verschillen. Ten eerste heeft WSH, in tegenstelling tot het CBS, de beschikking over gegevens over de beschikbaarheid van de windmolens. Deze gegevens worden gebruikt om (i) alleen die project-maand combinaties mee te nemen waarin de beschikbaarheid gelijk is 100 procent en (ii) de referentiejaarproductie per project te corrigeren voor de niet-beschikbaarheid. Ten tweede heeft het CBS de beschikking over de productiegegevens van bijna alle windmolenprojecten, terwijl WSH de beschikking heeft over een selectie van ongeveer 60 windmolens.

De WSH Windexen liggen structureel wat hoger.

Een deel van de verklaring ligt in de lastige provincie Zeeland. Zonder Zeeland is het verschil tussen CBS en WSH ongeveer 1,0 procent lager. In Zeeland zijn relatief weinig geschikte projecten (veel parken) en ook is er veel spreiding in de projectwindex tussen de projecten, vanwege de wisselende effecten van het open water. Een project aan de noordkant van een eiland kan een heel ander maandelijks windaanbod ervaren dan een project aan de zuidkant. In Zeeland is de toevallige fout dus groot.

Ook is de CBS-Windex in Flevoland voor alle drie jaren een stuk lager. In Flevoland zijn veel molens, dus dat is het probleem niet, maar misschien ook juist wel door de (toename van) de onderlinge beïnvloeding.

Verder is de wijze van het bepalen van de referentiejaarproductie verschillend. Het is lastig om daar precies een vinger achter te krijgen, maar is het niet uit te sluiten dat er een structureel verschil van een paar tienden per jaar bestaat.

Wat ook opvalt is dat het verschil in Windex met name groot is januari 2007, een maand met heel veel wind. Het verschil in deze maand draagt 0,7 procent bij aan het verschil op jaarbasis. Een maand met heel veel wind leidt tot stilstand door stormstops en ook tot meer stilstand door storingen. De WSH-windex neemt projecten met storingen niet mee, terwijl kleine storingen door de het CBS wel worden meegenomen. In een maand met veel kleine storingen zal de CBS windex dus relatief lager zijn. Dit wordt dan op termijn gecompenseerd door een lagere referentiejaarproductie en een iets hogere Windex in de andere maanden. Echter, de zeer windrijke maand januari 2007 is zo uitzonderlijk dat

deze nog niet in de referentieperiode (2002 t/m 2006) was voorgekomen. Daardoor is deze compensatie via een iets lagere referentiejaarproductie nog niet in de CBS-windex verwerkt.

De conclusie is dat er wel enig verschil is tussen de CBS-Windex en WSH-Windex. Gedeeltelijk is het verschil te verklaren uit toevallige, niet systematische factoren. Het zou kunnen dat er nog een systematisch verschil is van een paar tienden procentpunt per jaar, maximaal 0,5 procentpunt. Op basis van de huidige analyse is niet te zeggen, welke Windex beter is. Het onverklaarde verschil is dermate klein dat de CBS-windex een goede opvolger is van de WSH-Windex.

#### **4.4 Windex op basis van windmetingen**

Een andere methode voor het maken van een Windex is het gebruiken van meetgegevens van windsnelheden en gegevens over de prestatiecurves (opbrengst versus windsnelheid) van windmolens. Probleem bij deze methode is dat windsnelheden doorgaans laag bij de grond worden gemeten, terwijl windmolens zo'n 50 tot 100 m hoog zijn. Op die hoogte waait het meer dan vlakbij de grond en relatie tussen de windsnelheid op de ashoogte van de molens en windsnelheid op de grond is niet triviaal. In het verleden is getracht op basis van windmetingen een Windex te maken, maar volgens WSH zijn deze niet succesvol gebleken. In Denemarken wordt een Windex gemaakt via een combinatie van de productiegegevens van de molens en windmetingen op ashoogte. Wellicht zou ook voor Nederland gekeken kunnen worden wat windmetingen op ashoogte kunnen toevoegen.

#### **4.5 Middelen**

Voor het berekenen van een landelijk gemiddelde is het wegen met het vermogen een goede methode om de resultaten onafhankelijk te maken van de regio-indeling. Het blijkt dat de wijze van middelen niet zoveel uitmaakt. Kennelijk gaan de jaarlijkse mutaties in het windaanbod in de verschillende regio's min of meer gelijkop.

#### **4.6 Regio's**

Vooralsnog zijn de berekeningen beperkt tot de WSH-regio's, om zo een vergelijking te kunnen maken. Later zou de regio-indeling nog aangepast kunnen worden. Consequentie van de huidige keuze is dat bijvoorbeeld Rijnmond nog niet is meegenomen.

#### **4.7 Uitsluiten bepaalde merken**

Het zou kunnen dat bepaalde merken slecht presteren. Het ligt echter gevoelig om dit uit te zoeken. In plaats daarvan is de keus gemaakt om te selecteren op vermogen per turbine (kleinere molens reageren anders op de wind) en om elk project te testen op in de pas lopen met de rest van de regio. Wisselvallig presterende molens vallen er dan vanzelf uit.

## 5. Conclusies

- Op basis van de productiegegevens die het CBS van CertiQ ontvangt, is een Windex te maken waarvan de kwaliteit vergelijkbaar is met die van WSH.
- Daarbij is het nodig om projecten uit te sluiten welke wisselend presteren. De exacte wijze van corrigeren is daarbij niet heel belangrijk.
- Het komt voor dat de referentiejaarproductie van projecten structureel met meer dan 5 procent gaat afwijken van het voorafgaande jaar. Dit effect kan een structureel effect hebben op de landelijke Windex van een paar tienden en moet daarom wel worden meegenomen.
- Voor de berekening uit regio-windexen van een landelijk gemiddelde windex, welke een maat is voor het windaanbod van de windmolens in Nederland, kan het beste gewogen worden met het totale vermogen in een regio. WSH middelde niet met het vermogen. De effecten van het middelen zijn niet structureel en maximaal 1 procent op jaarbasis. Het is dus niet nodig om landelijke WSH-windexen opnieuw te berekenen.

## 6. Vervolg

- CBS gaat een CBS-Windex maken op basis van de hierboven beschreven methode.
- WSH heeft een complete set regio-windexen berekent tot en met 2007. Vanaf januari 2008 zijn de windexen alleen landelijk beschikbaar en hebben ze een voorlopig karakter. Daarom gaat het CBS Windexen berekenen en publiceren vanaf de verslagmaand januari 2008. De initiële referentieperiode wordt 2002 tot en met 2007, waarbij voor deze periode gebruik wordt gemaakt van de WSH-Windex.
- De berekening van de Windex wordt gebaseerd op de standaardmethode zoals hierboven beschreven.
- Voor de release-policy sluit het CBS aan bij de ander cijfers over windenergie. Dat betekent dat de eerste voorlopige cijfers beschikbaar komen binnen twee maanden na afloop van de verslagmaand. Cijfers worden bijgesteld tot nader voorlopige cijfers in juni volgende op het verslagjaar en definitieve cijfers worden vastgesteld in november na afloop van het verslagjaar.
- Daarbij wordt vooralsnog vastgehouden aan de regio-indeling van WSH. Afhankelijk van de vraag vanuit het veld kan in de toekomst gekozen voor een meer gedetailleerde regio-indeling.

### *Dankwoord*

Ik dank Jaap Langenbach van WSH voor vele discussies over de Windex-berekening en collega's van het CBS voor opbouwend commentaar op concepten van dit artikel.

## 7. Referenties

Knight and Harrison (2006) *Weakness Exposed in Wind Index System*. Windpower Monthly, January 2006.

WSH (2006) *Windmaand*, januari 2006.

CBS (2008) *Duurzame Energie in Nederland 2007*.