

Inhoudsopgave

- “ Inleiding
- “ Titel
- “ Uitgangspunt voor elektriciteitsvoorziening
- “ Karakteristieken van wind en windmolens
- “ Gevolgen van windenergie op het net
- “ Centrale vraag en modelberekening
- “ De prijs van windenergie
- “ Conclusies

Windenergie, een zinloze verspilling

KIVI, 15 april 2014

Uitgangspunt elektrische energievoorziening

- “ Een van de belangrijkste hulpmiddelen van de economie
- “ Moet op elk moment kunnen voldoen aan de vraag van consument en industrie
- “ Netspanning en netfrequentie binnen kleine marges constant
- “ Bij stroomuitval of afwijkende spanning/frequentie ontstaat grote schade

Misvatting van windenergie als duurzame bron

“ De wind waait gratis

- ~~. dus 1 kWh windenergie op het elektriciteitsnet bespaart 1 kWh fossiele brandstof~~

“ Windenergie

- . Varieert sterk
- . Geen opslag mogelijk voor grote hoeveelheden elektriciteit
- . Hoe meer windenergie op het net, des te kleiner wordt de brandstofbesparing
- . Boven 10% netto bijdrage is de besparing negatief

Karakteristieken van wind en windmolens 1

- “ Vermogen van wind stromend door oppervlak A:

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

- “ 2 x kleinere windsnelheid = 8 x lager vermogen
- “ Vermogen verandert sterk met kleine windsnelheidsvariatioes
- “ Eigenschap van de wind, niet van de windmolentechniek
- “ Nieuwe techniek kan hier niets aan verbeteren

Karakteristieken van wind en windmolens 2

- “ 880 MW gasturbines Maxima centrale op 0,12 km² leveren 4 à 5 keer zoveel energie als alle windmolens in Flevoland op 2400 km² samen
- “ Voor windenergie is 100.000 zoveel ruimte nodig als voor elektriciteit uit fossiele brandstof
- “ Invloed sterke windvariaties op windmolens beperken levensduur
 - . 15 tot 25 jaar op land, 10 tot 20 jaar in zee
- “ Levensduur conventionele centrale 40 jaar

Studie “John Muir Trust”, gepubliceerd 2011

[Analyse van windenergie](#) geleverd door alle windmolens aangesloten op het elektriciteitsnet van het Verenigd Koninkrijk, tussen november 2008 en december 2010.

- “ Dag-, nacht -, week- en seizoensritme van de vraag goed voorspelbaar
- “ Gemiddeld over het jaar 25% van het nominale vermogen (2,5GW)
- “ 124 afzonderlijke perioden met minder dan 1% van nominaal
- “ Zulke perioden kwamen gemiddeld een keer per week voor en duurden ongeveer 5 uur
- “ Op vier dagen in 2010 met de hoogste vraag was de geleverde windenergie zeer laag (4,7%, 5,5%, 2,6% en 2,5% van nominaal)
- “ Er zijn ook perioden met veel windenergie terwijl de vraag naar elektriciteit dan juist laag is

Karakteristieken van wind en windmolens 4

Uit de studie blijkt dat windenergie

- ” onvoorspelbaar is,
- ” geen correlatie heeft met de elektriciteitsvraag,
- ” [zelfs op termijn van een tiental minuten](#) sterk variabel is,
- ” gedurende lange perioden geen energie levert
- ” op zichzelf onbruikbaar is voor stabiele en betrouwbare elektriciteitsproductie,
- ” geen enkele thermische centrale kan vervangen omdat bij afwezigheid van wind toch aan de volledige vraag naar elektriciteit moet worden voldaan.
- ” <http://www.jmt.org/stuart-young-report.asp>

Karakteristieken van wind en windmolens 5

- “ Opslag van elektriciteit als buffer en voorraad
 - . Beste optie is waterkracht, dun gezaaid in Europa
 - . Stuwmeren Noorwegen, Zweden, Zwitserland
 - . Accu, berekening prof. Murphy voor USA:
 - “ accu voor 1 week energie
 - “ 4 miljard m³ en 5 miljard ton lood
 - “ Zoveel lood is niet te vinden
 - “ Gevaarlijk object
- “ In meeste landen geen bruikbare opties voor opslag
- “ Zonder buffer moet op elk net de elektriciteitsvraag met het aanbod in balans gehouden worden

Karakteristieken van wind en windmolens 6

- “ USA, UK en Ierland tonen de dagelijkse bijdragen van de verschillende energiebronnen bijna “real-time” (NL doet dit niet)
- “ De Bonneville Power Administration bedient een gebied van 300.000 vierkante mijl (21 keer Nederland) in de “Pacific Northwest” met een bevolking van 12,7 miljoen
- “ De BPA heeft bijna 5 GW windenergie, 8 GW kolen en gas en meer dan 12 GW waterkracht (opgesteld elektrisch vermogen in NL is nu 28 GW)
- “ [De BPA grafiek](#) toont de invloed van windmolens op het net
- “ Er zijn [ook langere perioden zonder wind](#)

Karakteristieken van wind en windmolens 7

Verenigd Koninkrijk

- “ Gridwatch geeft de dagelijkse status van het elektriciteitsnet ([Snapshot](#) 2 maart 2013)
- “ Gegevens per dag, per week, per maand en per jaar, bijna “real-time” verstrekt
- “ Elektriciteitsvraag, netfrequentie
- “ Bijdragen van kolen-, gas- en kerncentrales, windfarms, biomassa, waterkracht
- “ Interconnectors met NL, IRL, F

<http://www.gridwatch.templar.co.uk/>

Karakteristieken van wind en windmolens 8

- “ Ierse windenergiebijdrage op het net is ca. 16%
- “ Netbeheerder Eirgrid levert gedetailleerde informatie
- “ In [bijgaande grafiek](#) wordt aangegeven hoe groot de bijdragen van de verschillende energiebronnen zijn
- “ Variaties van windenergie op het net vooral opgevangen door gascentrales. Ook kolencentrales worden bijgesteld
- “ In sommige pieken levert de windenergie circa 50% van de elektriciteit.
- “ Er zijn vaker [lange periodes zonder windenergie](#)

<http://www.eirgrid.com/operations/systemperformancedata/all-islandwindandfuelmixreport/>

Karakteristieken van wind en windmolens 9

- “ Een week in Duitsland
- “ Eind februari 2013 weinig wind en zon
- “ Geïnstalleerde capaciteit wind- en zonne-energie in Duitsland is bijna 60 GW, ongeveer gelijk aan de gemiddelde vraag
- “ [De gehele week](#) van 24/2 tot 2/03 is het totaal van wind- en zonne-energie ver onder de capaciteit.
- “ Gewone centrales hebben dit opgevangen

Karakteristieken van wind en windmolens 10

Capaciteitsfactor (CF): verhouding tussen gemiddeld geleverde vermogen en nominaal vermogen, [gemiddeld over IEA ca. 25%](#)

CF bepaald door verloop windsnelheden over het jaar in combinatie met windvermogen als derde macht van windsnelheid

Eigenschap van wind, niet van windmolen. Betere windmolens geven geen betere CF, blijft per regio ongeveer constant

Windmolens op zee of aan de westkust hebben CF groter dan 25% (in Ierland 30%), in gebieden met weinig wind is CF kleiner dan 25% (Italië 17%, [Duitsland 18%](#))

Karakteristieken van wind en windmolens 11

- “ Een groot, langzaam bewegend hogedrukgebied leidt tot langdurig gebrek aan wind in een [groot gebied](#)
 - . Bijv. laatste week februari 2013, zie metingen IRL, UK, DE
- “ **Resumerend:**
 - . **Aanbod windenergie houdt geen verband met de elektriciteitsvraag**
 - . **Elk jaar enkele periodes van ca. een week zonder wind**
 - . **Capaciteitsfactor is verhouding tussen nominaal vermogen en gemiddeld vermogen**
 - “ Ca. 25% op land, ca. 35% op zee
 - . **Wind is niet goed voorspelbaar, windenergie dus ook niet**

Gevolgen van windenergie op het net 1

- “ Rapport van Bentek Energy in april 2010
 - “ integratie van windenergie in Colorado en Texas leidde niet tot reductie van CO2 emissie
 - “ toegeschreven aan het voortdurend bijregelen van de kolencentrales ter compensatie van de windenergievariatie
 - “ kennelijk bespaart windenergie hier geen brandstof
- “ Analyse CBS cijfers rendementsreductie centrales 1989-2010
 - “ Rendement daalde ondanks toename van [CCGT](#) gascentrales en windmolens
 - “ Jaarlijkse toename windenergie leverde slechts 27% van de gedachte bruto brandstofbesparing
 - “ Met inbegrip van energiekosten is de netto besparing slechts 1,6% van het nominaal vermogen van een windmolen
 - “ http://www.clepair.net/Nederlandse_elektriciteitsvoorziening.pdf

Gevolgen van windenergie op het net 2

“ In Duitsland is het aandeel wind- en zonne-energie de laatste jaren sterk gestegen

- . nominale capaciteit is ongeveer 100% van de vraag
- . Brandstofverbruik centrales is in 2012 met 1,6% gestegen
- . FAZ bericht ook stijging in 2013 van CO₂ uitstoot elektriciteitsproductie

“ **Resumerend:**

- . **Windenergie kan geen enkele bestaande centrale vervangen**
- . **Thermische centrales moeten variaties van windenergie opvangen**
- . **Windenergie is een extra bron op het net die zonder problemen kan worden weggelaten**
- . **Netto brandstofbesparing door windenergie op het net berekenen met inbegrip van alle energiekosten, veroorzaakt door en voor windenergie**

Centrale vraag: Hoeveel brandstof bespaart windenergie op het elektriciteitsnet, met inbegrip van alle bijkomende energiekosten?

Inzicht is nodig in de gevolgen van de steeds grotere variaties van windenergie op het net en in de energiekosten van windmolens

Drie Nederlandse fysici (Dr. C. Le Pair, Dr. F. Udo en Dr. K. de Groot) hebben dit nader onderzocht, hun resultaten geverifieerd bij deskundigen uit de elektriciteitswereld in binnen- en buitenland en gerapporteerd aan de Tweede Kamer

Context: elektriciteit in Nederland

CBS Statline: in 2011 was in NL de totale vraag naar elektriciteit 122 miljard kWh. Aan deze vraag werd als volgt voldaan:

” Netto import	7,5 %
” Fossiele brandstoffen	76,4 %
” Kernenergie	3,4 %
” Biomassa	5,8 %
” Windenergie totaal	4,2 %
” <u>Zonne-energie</u>	0,08 %
” Waterkracht	0,05 %
” Overige energie	2,7 %

Modelberekening 1

Windenergievariatiaties worden veroorzaakt door veranderingen van de windsnelheid en de reactie van windmolens daarop.

Windvermogen is een derdegraads functie van de [windsnelheid](#).

- “ Nominaal vermogen meestal bij windkracht 5, ca. 10 m/s.
- “ Bij 4 m/s, windkracht 3, is nog 6% van max. vermogen over
- “ In het gebied tussen 4m/s en 10m/s geeft 10% verandering van windsnelheid 30% vermogensverandering
- “ Bij lage windsnelheden verbruikt een windmolen energie
- “ Hoeveel windenergie men ook installeert, bij weinig wind blijft de totale windenergie-bijdrage gelijk aan 0

Modelberekening 2

- “ Thermische centrales moeten variaties windvermogen opvangen
- “ Rendement elektriciteitsvoorziening met thermisch en windvermogen verslechtert:
 - “ Thermische centrales draaiend op lager niveau hebben lager rendement → meer brandstof/kWh
 - “ Voortdurend omhoog en omlaag regelen kost extra brandstof en veroorzaakt extra slijtage
 - “ Ter compensatie van snel wegvallen van wind is een grotere draaiende reserve nodig (steeds groter bij meer windenergie)

Modelberekening 3

Windenergie is **extra** op het net, daarom **alle** extra energiekosten meenemen bij berekening van netto besparing van de bijdrage van windenergie.

De extra energiekosten zijn:

- “ Levensduurkosten, → fabricage, transport, graafwerk, installatie, aansluiting en adaptatie op het net, onderhoud en verwijdering na einde levensduur
- “ lagere rendementen thermische centrales onder ontwerpvermogen
- “ voortdurend omhoog en omlaag regelen van thermische centrales
- “ inzet van open gasturbines (OCGT) tegen snelle variaties
- “ extra slijtage, onderhoud en verkorte levensduur van conventionele centrales

Modelberekening 4

Model:

- ” Constante elektriciteitsvraag van 500 MW
- ” Gedekt door een CCGT centrale van 500 MW samen met een windpark met nominaal 100, 200 of 300MW
- ” Het geval van 100 MW windbijdrage komt dicht in de buurt van de huidige Nederlandse situatie
 - . Met CF 25% is bruto bijdrage 5% van vraag, in NL is dit nu 4,2%

In detail doornemen van de berekeningen aan het model voert nu te ver. Voor de volledige berekening zie

<http://www.clepair.net/brandstofverspilling.pdf>

Modelberekening 5

Methodiek van de modelberekening

- “ Kies een normale Nederlandse winddag op Schiphol (windrapport 28 augustus 2011, windfinder.com) [fig. 2](#)
- “ Noteer elk half uur de windsnelheid en het daarbij behorende windmolen-vermogen volgens [fig.1](#)
- “ Het resulterende plaatje van windvermogen in perioden van een half uur is [gegeven in fig. 3.](#)
 - Het is goed te zien dat de variatie van de windsnelheid uit fig.2 door de derdegraadsfunctie van het windvermogen flink is uitvergroot
- “ Bereken de verliezen over de trajecten tussen de vermogenswaarnemingen

Modelberekening 6

De volgende energieverliezen zijn berekend:

- “ Quasistationair verlies → extra brandstofverbruik door gemiddeld lagere belasting van de gascentrale
- “ Variatieverlies → extra verbruik door dynamisch regelen van de gascentrale ter compensatie van windvermogensvariatie
- “ Energiekosten levensduur → energie gebruikt voor fabricage, transport, installatie, graafwerk, aansluiting, onderhoud en verwijdering van de windmolens (over 15 c.q. 30 jaar)
- “ Fractie OCGT → extra brandstofverbruik ter compensatie van snel wegvallen van wind

Resultaten modelberekeningen

De resultaten staan in [tabel 4](#). Details van de berekeningen zijn te vinden in de appendix van

<http://www.clepair.net/brandstofverspilling.pdf>

De besparingspercentages hebben betrekking op het brandstofverbruik van een moderne 500MW conventionele centrale draaiend op vol vermogen

De berekeningen zijn geverifieerd door experts uit de Nederlandse en internationale elektriciteitswereld.

Het blijkt dat de besparing van het windvermogen van 100MW, 200MW en 300MW negatief is, er wordt meer brandstof verbruikt en CO₂ uitgestoten dan als de elektriciteitsvoorziening door alleen de gascentrale zou zijn verzorgd

De prijs van windenergie 1

Wind op zee, het Gemini project -

- “ **NRC** ,3 aug 2013: ...totale capaciteit 600 MW ... subsidie 4,5 miljard over 15 jaar, begint te lopen bij stroomlevering...
- “ Dat is een SDE donatie van **300 miljoen per jaar** voor 15 jaar in lopende prijzen
- “ **Persbericht van Oord, lid consortium**, 2 aug 2013: ...totale bouwkosten 2,8 miljard...aandeelhouder en EPC contractor ...EPC deelcontract 1,3 miljard (funderingen, elektrische infrastructuur, kabels, installatie Siemens “turbines”)....
- “ Politiek maakt netbeheerder TenneT verantwoordelijk voor transport @ 2,5 ct./kWh → **50 miljoen per jaar**

De prijs van windenergie 2

Wind op zee, het Gemini project,

- “ Stroomverkoop, 2,2 miljoen kWh per jaar..... @ SDE-prijs van € 55 per MWh → **121 miljoen per jaar**
- “ De emissierechten als onzekere factor, stel € 10 per ton CO2 en 0,5 ton CO2/MWh (gascentrale) → **10 miljoen per jaar**
- “ Groene en grijze investeringsaftrek en andere belastingregels minimaal 15% van investering dus € 420 miljoen eenmalig, over 15 jaar uitgesmeerd → **28 miljoen per jaar**

Gemeenschapsgeld naar Gemini samengevat in [tabel](#)

Economische waarde geleverde stroom niet €55 maar €30/kWh

De gemeenschap betaalt per jaar **509 miljoen** voor stroom die 66 miljoen waard is, dat is dus **443 miljoen teveel** aan directe meerkosten

De prijs van windenergie 3

Wind op zee, het Gemini project –

Consortium **investeert € 2,8 miljard**, produceert in 15 jaar elektriciteit die ca. **€ 990 miljoen waard** is en ontvangt daarvoor **van de gemeenschap € 7,6 miljard**

- “ Indirecte meerkosten – inpassingsverliezen, netverzwaring, rendementsverlies thermische centrales – niet inbegrepen, ook niet betaald door consortium
- “ Doelstelling Energieakkoord is 4,5 GW windenergie op zee, dus 7,5 Gemini projecten actief in 2023.
- “ Op een termijn van 15 jaar wordt dan € 78 miljard in zee gegooid voor stroom die € 7,4 miljard waard is
- “ Na 15 jaar zijn de windmolens op en begint het opnieuw

De prijs van windenergie 4

Energieakkoord (EA) –

Dr. Fred Udo (CERN) heeft het EA geanalyseerd

Volledige analyse op <http://www.clepair.net/gemini-1.html>

- “ Behalve 4,5 GW op zee ook 6 GW op het land toevoegen, dat zijn **10 Flevopolders aan windmolens extra**, waar het waait, dus in de kustprovincies
- “ Berekening op basis van SDE+ betekent 1,18 miljard per jaar energiebelasting extra voor stroom uit windmolens op het land
- “ Udo is cynisch over het EA, maar een aantal opmerkingen is van belang om hier te herhalen

De prijs van windenergie 5

Energieakkoord (EA) –

- “ Getekend door 40 organisaties die belangen hebben in of lobbyisten zijn voor “Groene Energie”
- “ Afwezig waren ingenieurs en technici verantwoordelijk voor ons net dat nu nog 99,99 % leveringszekerheid heeft
- “ Afwezig waren operators van gascentrales die weten dat 60% rendement zeer goed is, maar dat realisatie daarvan beperkingen oplegt aan het bedrijf
- “ Tunnelvisie bij de ondertekenaars t.a.v. techniek, kosten en schade aan de leefomgeving

De prijs van windenergie 6

Energieakkoord (EA) –

- “ Gebrek aan technisch besef blijkt uit gebrek aan aandacht voor inpassing van windenergie op het net
- “ Ogen en oren zijn gesloten voor toename van brandstofverbruik door windenergie
- “ Men zal slechts bruto productiecijfers rapporteren aan Brussel, ook al zal brandstofverbruik centrales toenemen en blijven levensduurkosten windenergie buiten beschouwing
- “ Er is geen onderbouwing voor de uitgaven aan windenergie, die groter zijn dan de investeringen in HSL, Betuwelijn, NZ-metrolijn A'dam en de JSF samen

De prijs van windenergie 7

Samenvatting kosten windenergie–

- “ 4,5 miljard per jaar extra energiebelasting t.g.v. wind na 2023
- “ Grootgebruikers betalen de SDE financiering niet
- “ 7,5 miljoen NL huishoudens betalen dus na 2023 een kWh prijs die ruim 80% hoger is t.g.v. extra windenergie
- “ Subsidies voor andere vormen van “groene” energie verhogen de kWh prijs verder
- “ Resultaat windparagraaf EA is 23% bruto bijdrage aan het net
- “ Windenergievariaties tussen 0 en 90% van verbruik → netto brandstofbesparing negatief, net als nu al in Duitsland
- “ Windenergieparagraaf EA is zinloze kostenpost voor de samenleving, maar uiterst winstgevend voor wind-consortia

Conclusie

Gevolg van het energieakkoord is een enorme door de staat afgedwongen geldoverdracht van arm naar rijk

Ook al wordt er vijf keer zoveel windenergie aangelegd, nog steeds moeten alle bestaande centrales in bedrijf blijven voor elektriciteit in periodes zonder wind

Met inbegrip van levensduurkosten en op het net veroorzaakte verliezen is de netto brandstofbesparing negatief en wordt meer CO₂ uitgestoten dan zonder windenergie

De uitgaven voor windenergie zijn zinloos; het vele geld kan beter voor andere doelen worden gebruikt

De overheid zou ter bescherming van de bevolking het voorzorgsbeginsel moeten toepassen door de plannen stop te zetten tot nut en noodzaak onomstotelijk zijn vastgesteld



Bjørn Lomborg, The Times, 18 November 2013

<http://www.thetimes.co.uk/tto/opinion/article3924584.ece> **Citaten:**

De huidige hernieuwbare energie schaadt de economie. We doen er beter aan het voorbeeld van Japan te volgen door goedkopere vormen van schone energie te zoeken.

Het mislukte model van geld uitgeven aan onvolwassen technologie is nu dominant. De wereld geeft **per dag \$1miljard** uit aan inefficiënte hernieuwbare energietechnologieën – voor 2013 is een bedrag voorspeld van \$359miljard.

Een veel lager bedrag van \$100 miljard per jaar geïnvesteerd in wereldwijde R&D zou veel effectiever kunnen zijn. Dit is de conclusie van een groep economen met drie Nobelprijswinnaars en het Copenhagen Consensus Center.

Lokale file: [Bjørn Lomborg - At Last, A Plan B To Stop Global Warming.docx](#)

Bjørn Lomborg, The Times, 18 November 2013

<http://www.thetimes.co.uk/tto/opinion/article3924584.ece> **Citaten:**

Alleen de Europeanen en een paar anderen blijven toegewijd aan zeer grote uitgaven voor zeer kleine resultaten. De EU heeft zich vastgelegd aan het terugbrengen van CO₂ emissies tot 20% beneden het niveau van 1990, tegen het jaar 2020. Dat gaat volgens middeling van de huidige energie-economische modellen \$250 miljard per jaar kosten.

Tegen het eind van deze eeuw, na totale uitgaven van \$20.000 miljard zou hierdoor de veronderstelde temperatuurstijging 0,05 °C lager zijn.

Van 1990 tot 2008 reduceerde de EU haar emissies met ongeveer 270 Mt CO₂ per jaar, maar alleen al de toegenomen import uit China betekende een bijna gelijke extra emissie van 270 Mt/j buiten Europa (NB: dit zijn bureau berekeningen, geen meting!). In feite heeft de EU haar emissies naar het buitenland geëxporteerd om een goed gevoel te creëren.



De Europese Unie wil de uitstoot van CO₂ aanmerkelijk verminderen
We hebben al gezien dat men dat doel niet bereikt met windmolens
in plaats van fossiele centrales.

Europa probeert CO₂ uitstoot te verminderen.

[Dit doet de rest van de wereld](#) – het gebeurt trouwens ook in Europa

Waarom hebben wij ons eigenlijk bang laten maken, of eigenlijk, waar zijn we nu nog bang voor?

Hoe gevaarlijk is CO₂ eigenlijk? IPCC heeft met computermodellen “bewezen” dat CO₂ verantwoordelijk is voor catastrofale opwarming.

Sinds 1998 is er geen opwarming geconstateerd terwijl de CO₂ concentratie in de atmosfeer onverminderd toeneemt.

De computermodellen geven veel hogere temperaturen dan waargenomen.

Levensduur windmolens: windmolenlobby hanteert 25 jaar, le Pair gebruikt 15 jaar als realistisch en 30 jaar t.b.v. de lobby

“ **Energiekosten van bouw en installatie van windmolens:** voor een 3MW windmolen berekend op 10000 MWh door Volker Wessels Stevin, voor fundering, frame, generator, aandrijving, transport en installatie.

De molen produceert 6570 MWh/j (25% capaciteitsfactor), dus energiekosten voor bouw- en installatie zijn met

- 15 jaar levensduur → 10% van de opbrengst,
- 30 jaar levensduur → 5%

“ **Energiekosten van bekabeling en netadaptatie van windmolens:** omvormers, transformatoren, kabels in de grond en extra transportleidingen; kosten afgeleid van nieuw Engels windpark “Gwynt y Môr” tot resp. 10% en 5% van de opbrengst van de windmolens over 15 resp. 30 jaar

“ **Energiekosten van onderhoud en verwijdering** zijn in het rekenmodel nog niet meegenomen door gebrek aan informatie; deze hebben wel invloed (offshore)

Opvang van snelle variaties door gasturbines met laag rendement

- “ OCGT's, in feite CCGT's zonder stoomcyclus op de uitlaatgassen, hebben een reactietijd van enkele minuten doch een laag rendement, 35% of minder
- “ Het belangrijkste regelcriterium is de 50Hz netfrequentie, waarvoor OCGT's worden ingezet.
- “ Hierdoor daalt het totaalrendement van de centrales, naarmate de OCGT's vaker nodig zijn.
- “ In het rekenvoorbeeld met de 100MW, 200MW en 300MW windparken is de extra inzet van OCGT's gesteld op resp. 3%, 6% en 10%. Deze vervangen met die percentages de meer efficiënte CCGT's.

Het zelfverbruik van windmolens en de door windenergie veroorzaakte extra slijtage en grotere draaiende reserve zijn door gebrek aan informatie in de berekening niet meegenomen. Deze aspecten hebben wel invloed.

“Wind energy, the case of Denmark,” CEPOS (Deense WRR) studie september 2009. Denemarken eerste en is nog steeds versterkt met grootschalig gebruik windenergie.

- “ Deense windmolens leveren 19% van de nationale vraag; helpt geëxporteerd omdat het windaanbod niet altijd het net op kan
- “ Noorwegen en Zweden kunnen met waterkrachtcentrales snel grote hoeveelheden elektriciteit opnemen en terugleveren
- “ Denemarken en in mindere mate Nederland en Duitsland kunnen ook van deze service gebruik maken via “interconnectors”
- “ Geëxporteerde elektriciteit wordt goedkoop aan Noorwegen en Zweden geleverd en duur teruggeleverd
- “ De export levert verlies op maar is nodig voor netbalans tussen productie en vraag

- “ Volgens berekening is tussen 2001 en 2008 ongeveer 19 miljoen ton CO₂ bespaard ten koste van een totale subsidie van 12.3 miljard Deense kronen, ongeveer € 86 per ton CO₂
- “ Dure manier om CO₂ te besparen; huidige CO₂ prijs in de EU emissiehandel is € 5 per ton, dalend
- “ In werkelijkheid bespaart een kWh windenergie veel minder dan een kWh thermische elektriciteit, feitelijke besparing is dus nog aanzienlijk duurder dan de berekende
- “ Hoewel windenergie het voordeel heeft van lage marginale kosten, zijn veel windmolens al na 10 tot 15 jaar aan vervanging toe (conventionele en kerncentrales gaan in Europa 40 tot 60 jaar mee)
- “ Het is de vraag of windmolenparken zin hebben als aanvulling op de bestaande centrales

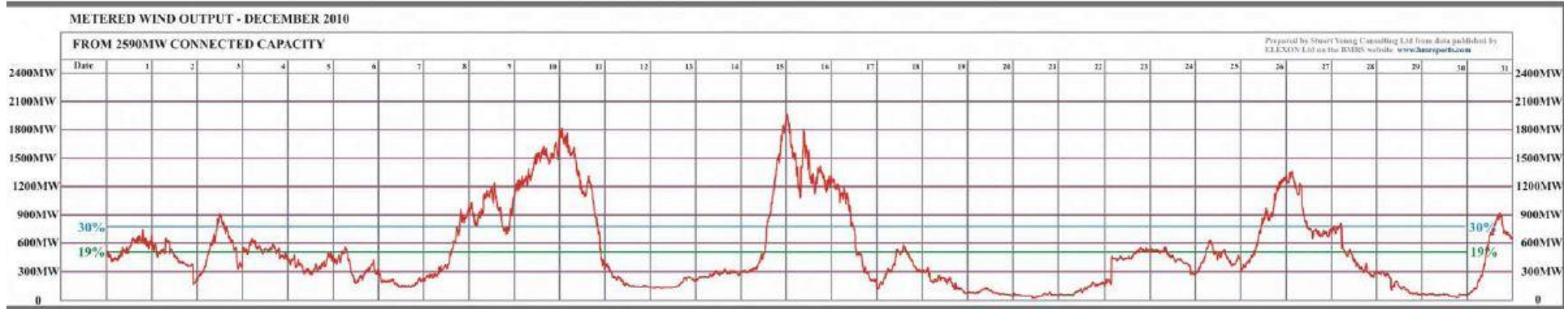
Het CEPOS rapport besluit de analyse met

“ Het feit dat het windenergiesysteem, dat de consumenten met zoveel kosten is opgedrongen, de eenvoudige doelen waarvoor het is gebouwd niet kan en niet zal waarmaken, zou een waarschuwing moeten zijn voor de energiewereld, op alle niveaus, dat er een enorm gat is tussen de ambities en de werkelijkheid.”

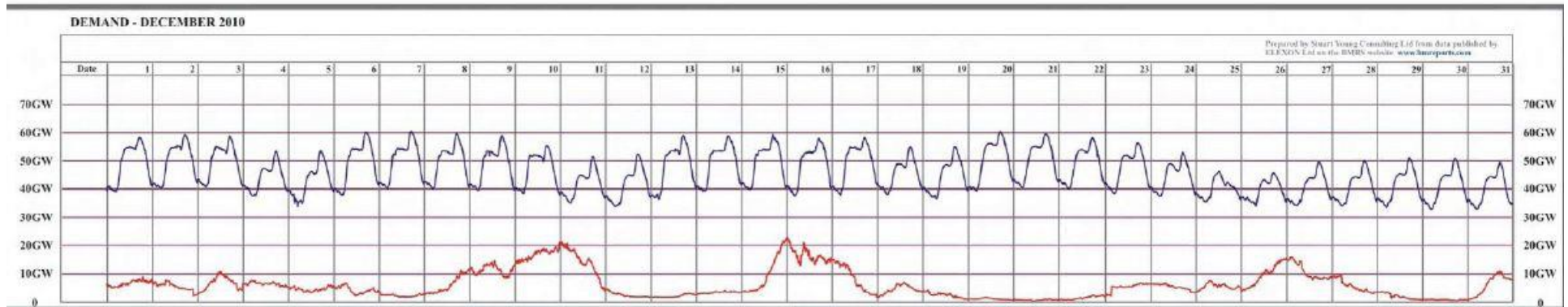
Een roepende in de woestijn...

” De berekening van de netto besparing voert te ver om die hier nu te behandelen; degenen die dit willen narekenen verwijs ik naar de appendix van <http://www.clepair.net/brandstofverspilling.pdf>

ILLUSTRATION OF ACTUAL METERED WIND OUTPUT, ACTUAL DEMAND, AND ACTUAL METERED WIND OUTPUT FACTORED UP TO A NOTIONAL 30GW METERED CAPACITY



DECEMBER 2010



NOTE.

IN THE UPPERMOST GRAPH, THE RED DATA LINE REPRESENTS ACTUAL RECORDED WIND GENERATION. THE BLUE LINE REPRESENTS 30% OF METERED CAPACITY. THE GREEN LINE REPRESENTS THE ACTUAL AVERAGE OUTPUT AS A PERCENTAGE OF METERED CAPACITY.

IN THE LOWER GRAPH, THE RED DATA LINE REPRESENTS ACTUAL WIND GENERATION FACTORED UP TO 30GW CAPACITY AND SHOWN TO THE SAME SCALE AS DEMAND WHICH IS REPRESENTED BY THE BLUE DATA LINE.

terug

Energie $E = \frac{1}{2} mv^2$

Vermogen $P = E/s = \frac{1}{2} mv^2/s$

Massa wind per seconde = $m/s = \rho Av$ met

ρ dichtheid lucht,

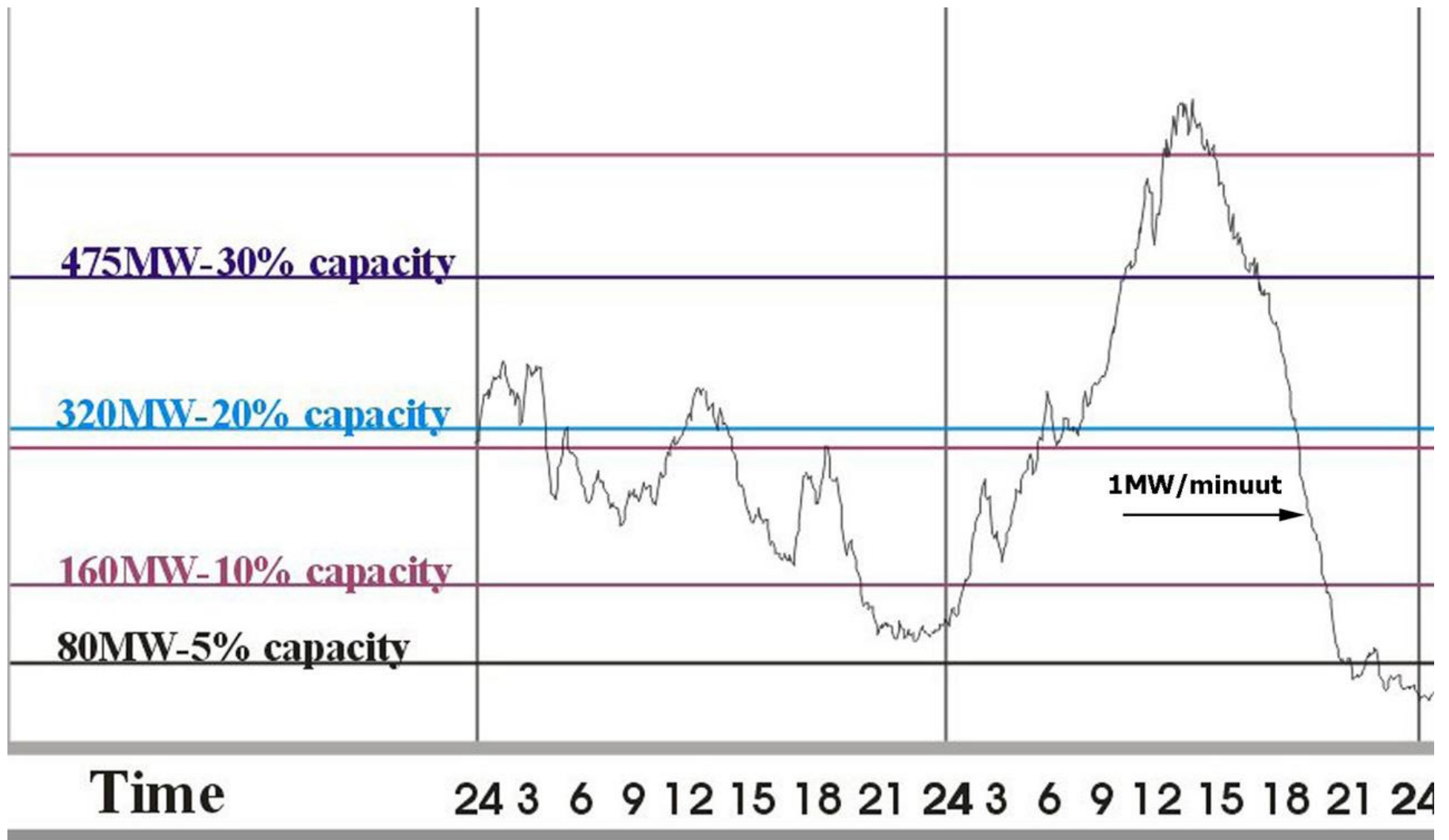
A = oppervlakte windmolenbladencirkel

v = windsnelheid

Dus het vermogen van een kolom lucht met
snelheid v stromend door oppervlakte A is:

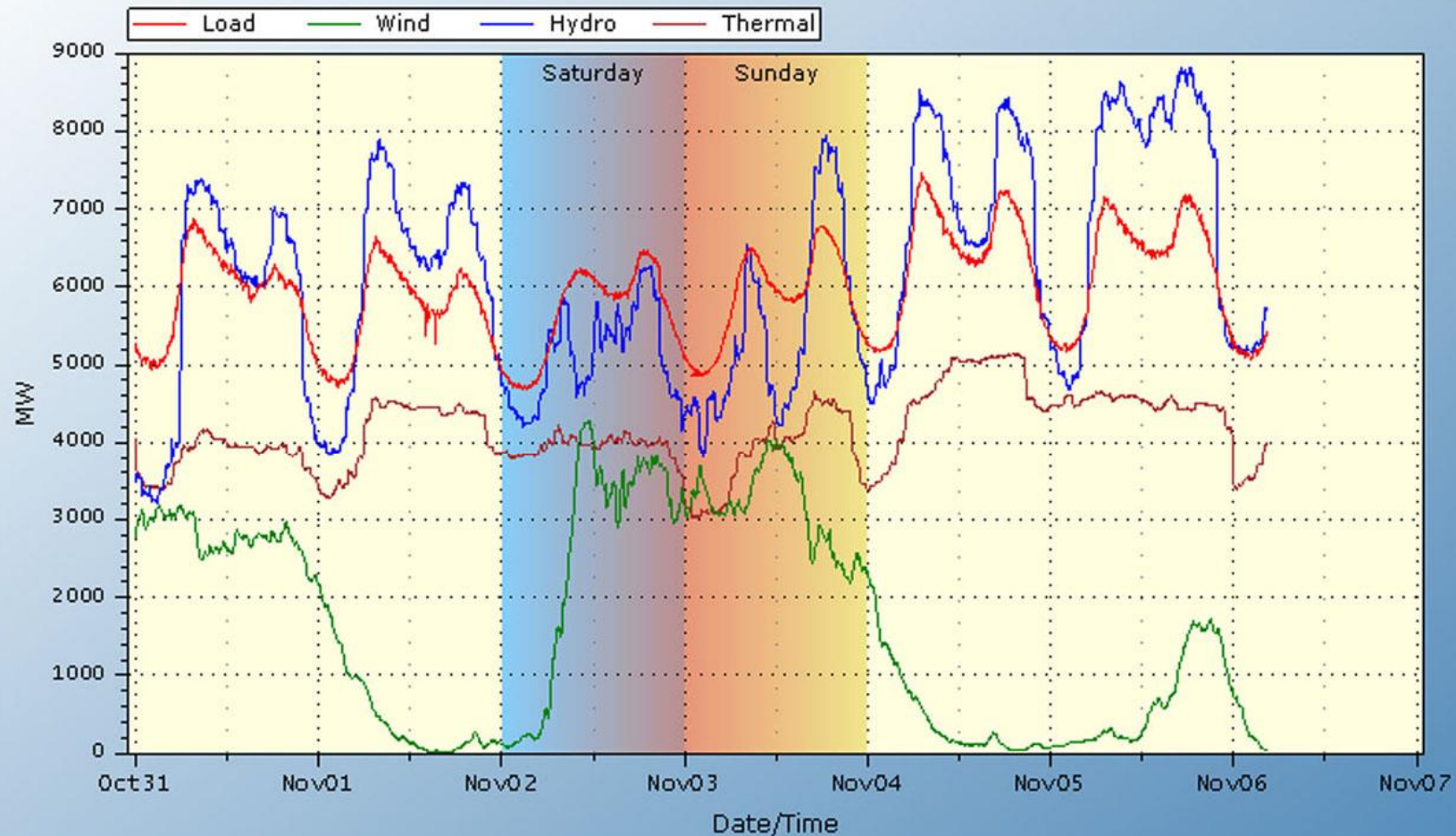
$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

[terug](#)



terug

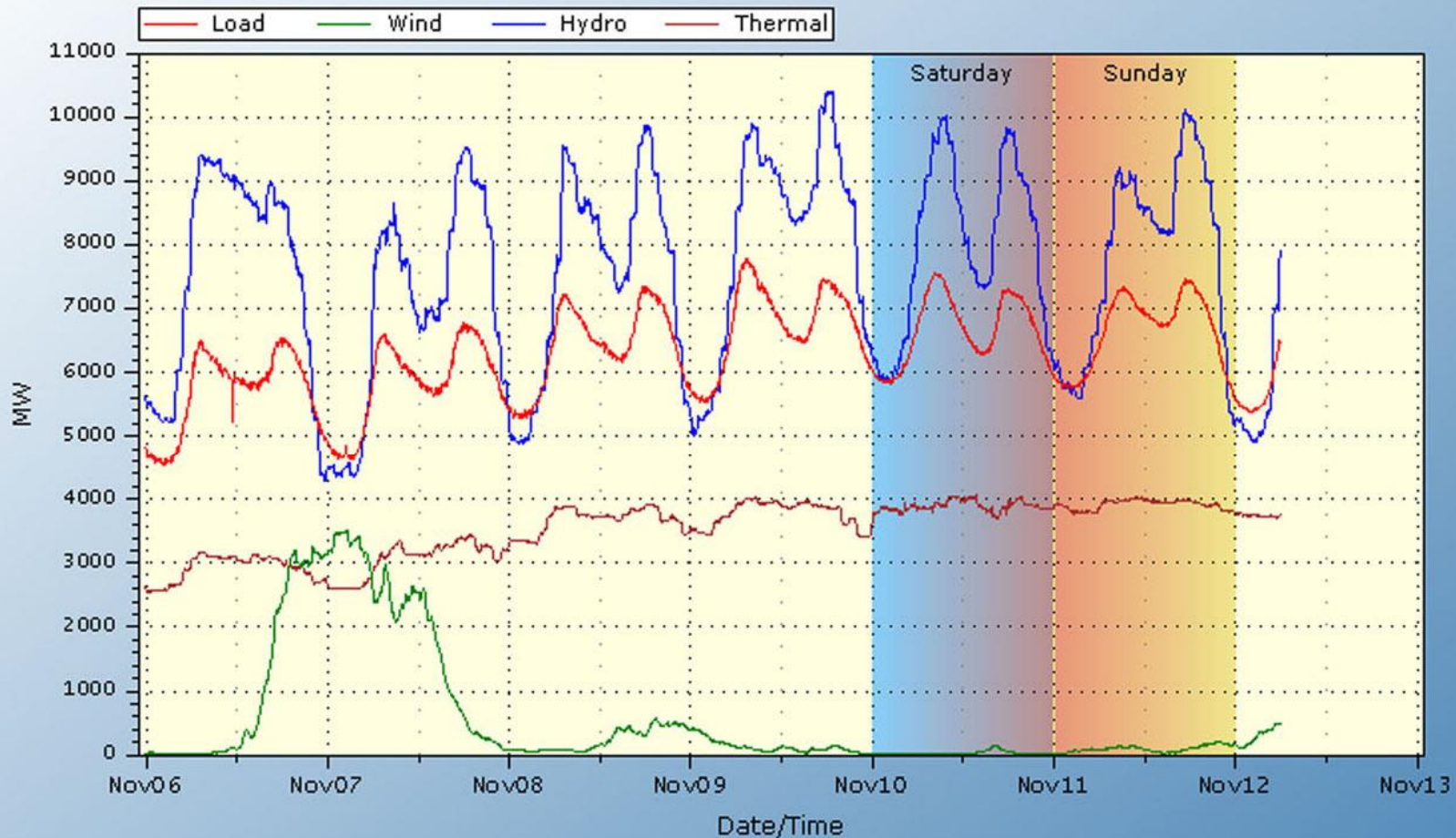
BPA Balancing Authority Load & Total Wind, Hydro, and Thermal Generation, Last 7 days
31Oct2013 - 07Nov2013 (last updated 6Nov2013 04:31:48)



Based on 5-min readings from the BPA SCADA system for points 45583, 79687, 79682, and 79685
Balancing Authority Load in Red, Wind Gen. in Green, Hydro Gen. in Blue, and Thermal Gen. in Brown
Click chart for installed capacity info
BPA Technical Operations (TOT-OpInfo@bpa.gov)

[terug](#)

BPA Balancing Authority Load & Total Wind, Hydro, and Thermal Generation, Last 7 days
06Nov2012 - 13Nov2012 (last updated 12Nov2012 06:01:52)



Based on 5-min readings from the BPA SCADA system for points 45583, 79687, 79682, and 79685
Balancing Authority Load in Red, Wind Gen. in Green, Hydro Gen. in Blue, and Thermal Gen. in Brown
Click chart for installed capacity info
BPA Technical Operations (TOT-OpInfo@bpa.gov)

[terug](#)

Download entire data set (CSV):

Download

Links

Info

U.K. National Grid Status

Data courtesy of BM Reports



Demand 42.09GW



Frequency 49.961Hz



Coal 19.66GW



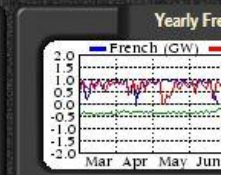
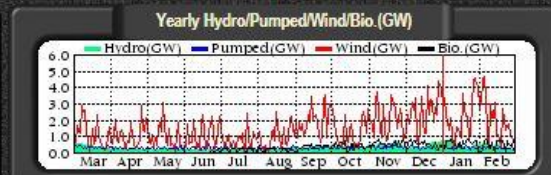
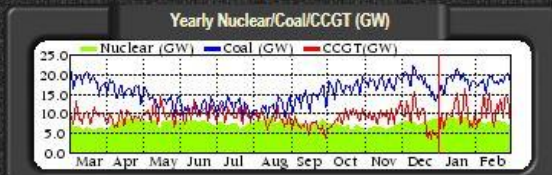
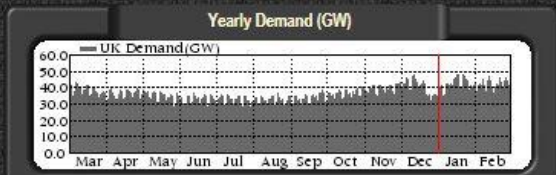
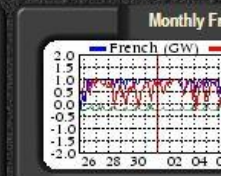
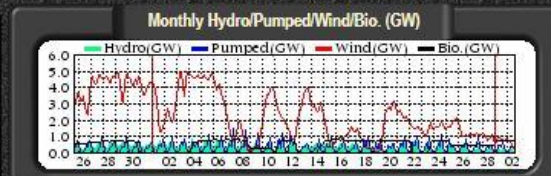
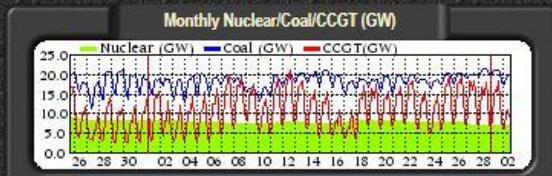
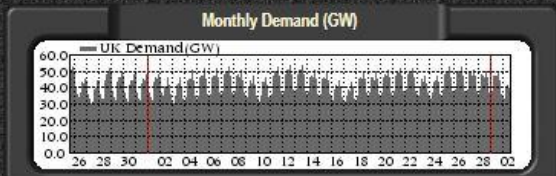
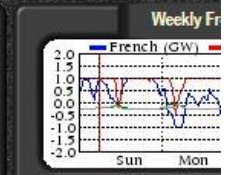
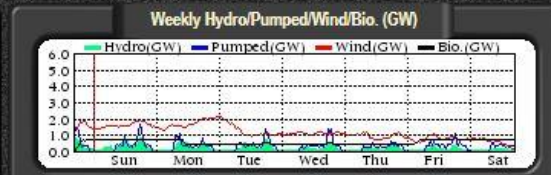
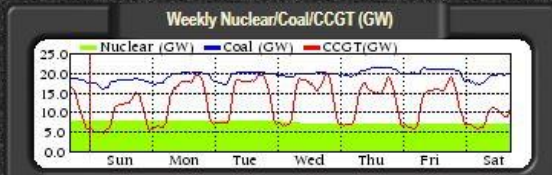
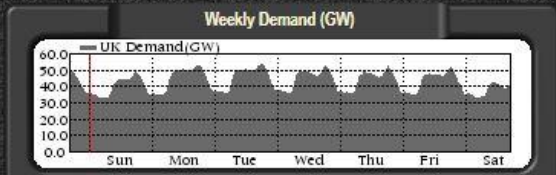
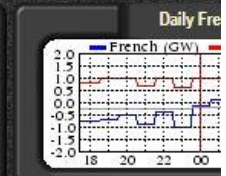
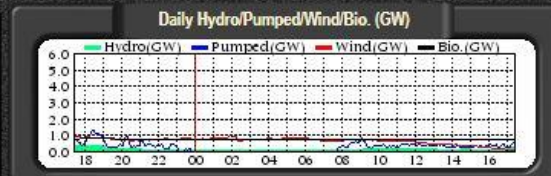
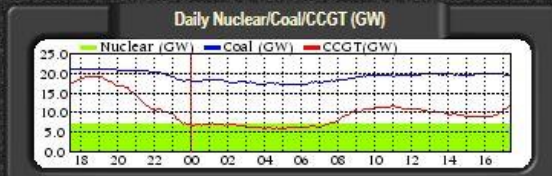
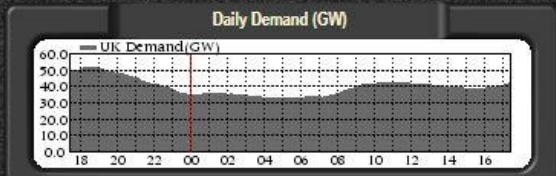
Nuclear 7.12GW



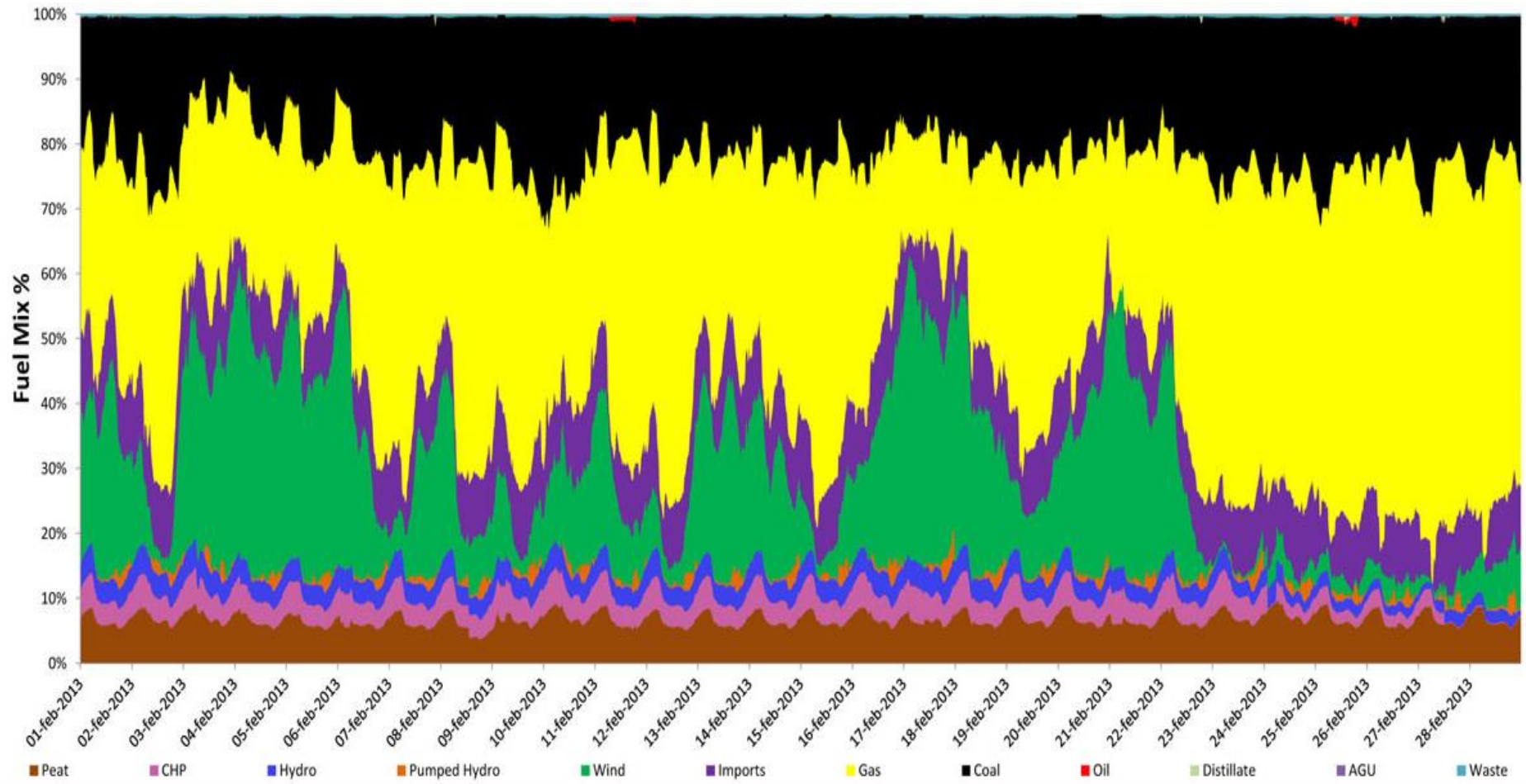
CCGT 11.77GW



Wind 0.12GW

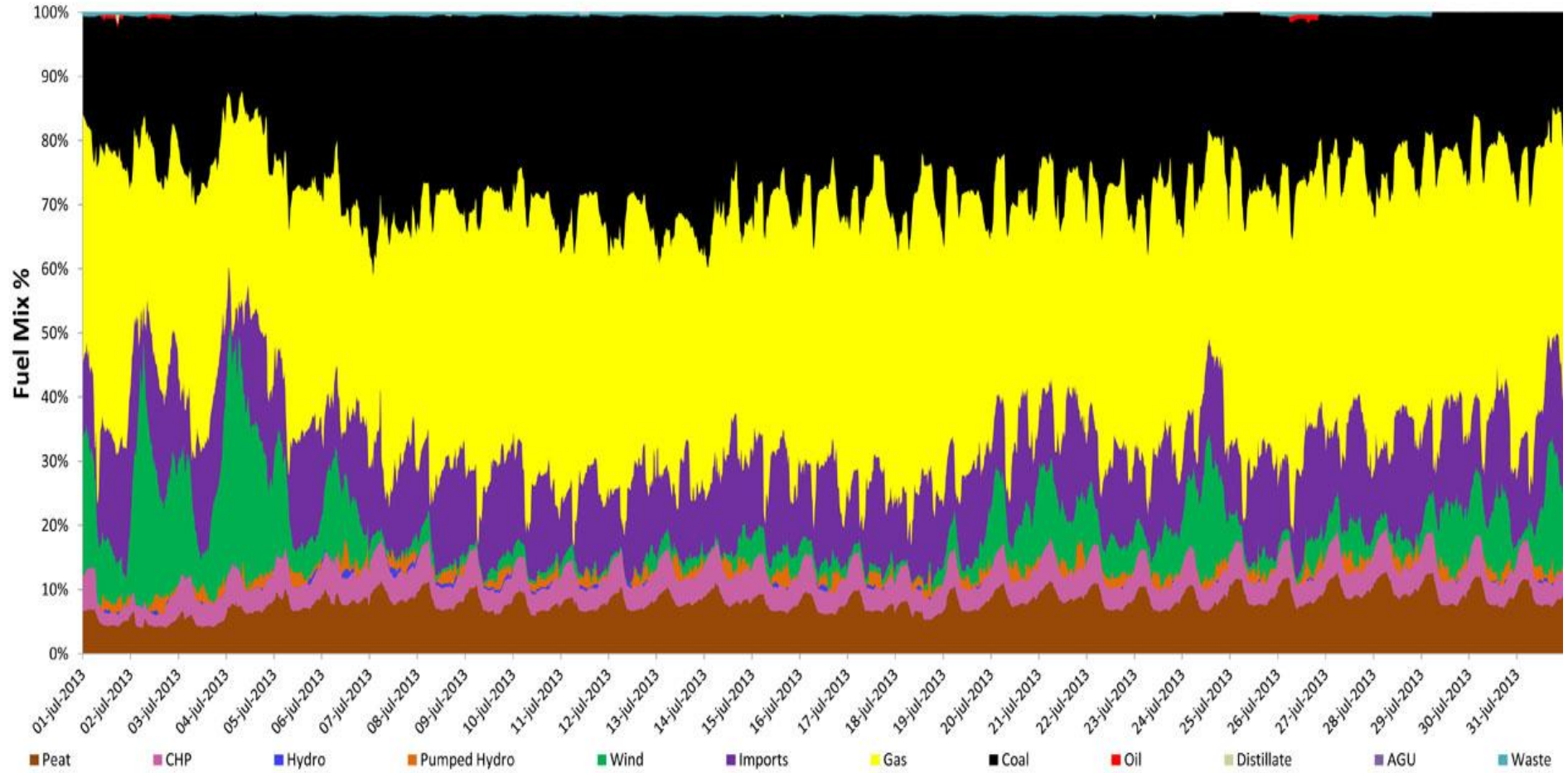


[terug](#)



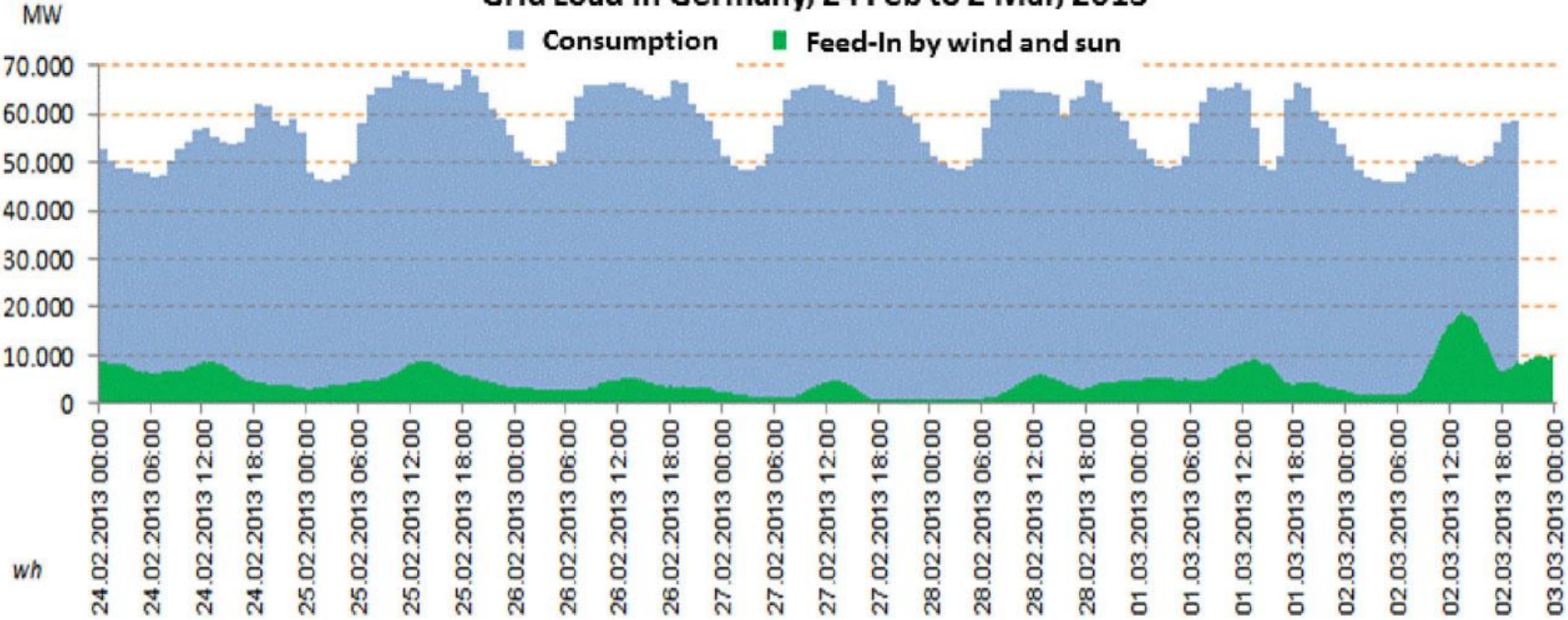
[terug](#)

▼ Fuel Mix 15 minute Time-Series ▼



[terug](#)

Grid Load in Germany, 24 Feb to 2 Mar, 2013



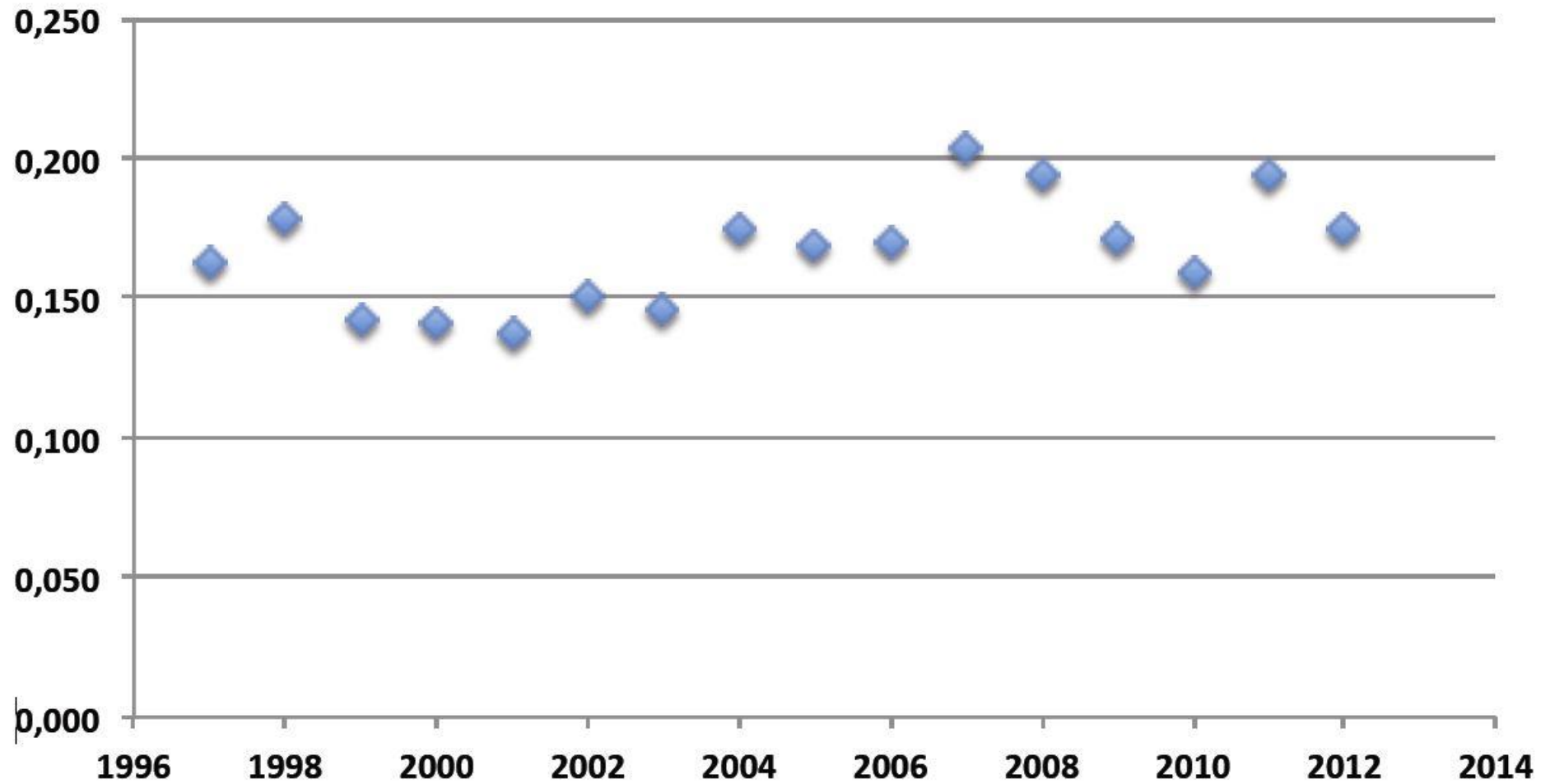
[terug](#)

2011	TOTAAL GEINSTALLEERD (MW)	OPGEWEEKTE ELKTRICITEIT (TWh/YR)	CAPACITEITS- FACTOR (%)	BIJDRAGE AAN ELEKTRICITEITS- VRAAG (%)	2010	TOTAAL GEINSTALLEERD (MW)	OPGEWEEKTE ELKTRICITEIT (TWh/YR)	CAPACITEITS- FACTOR (%)	BIJDRAGE AAN ELEKTRICITEITS- VRAAG (%)
AUS	2244	6.4	32.5	2.4	AUS	1880	5.10	30.9	2.0
OES	1084	2.2	23.2	3.6	OES	1011	2.10	23.7	3.0
CAN	5265	14.3	31.0	2.5	CAN	4124	9.98	27.6	1.8
CHIN	62364	73.2	13.4	1.6	CHIN	44773	50.10	12.8	1.2
DEN	3952	9.8	28.3	28.0	DEN	3802	7.81	23.4	21.9
FIN	199	0.5	28.7	6.0	FIN	197	0.29	16.8	0.3
GER	29075	46.5	18.2	7.6	GER	27204	36.50	15.3	6.0
GRE	1640	3.3	23.0	5.8	GRE	1210	2.71	25.5	4.0
IRE	1633	4.4	30.7	15.6	IRE	1415	2.89	23.3	10.5
ITA	6878	10.1	16.8	3.0	ITA	5797	8.38	16.5	2.6
JAP	2501	4.2	19.2	0.5	JAP	2304	3.94	19.5	0.4
KOR	406	0.8	22.5	0.2	KOR	381	0.81	24.3	0.2
MEX	570	1.3	26.0	0.6	MEX	520	1.30	28.5	0.6
NL	2368	5.1	24.6	4.2	NL	2245	4.60	23.4	4.0
NOR	511	1.3	29.0	1.0	NOR	435	0.91	23.9	0.7
POR	4302	9.0	23.9	18.0	POR	3987	9.02	25.8	17.0
SPA	21673	41.8	22.0	16.4	SPA	20676	42.70	23.6	16.4
SWE	2899	6.2	24.4	4.4	SWE	2163	3.50	18.5	2.6
SWI	46	0.1	24.8	0.1	SWI	42	0.03	8.1	0.1
UK	6470	15.5	27.3	4.2	UK	5270	10.02	21.7	2.6
US	46916	119.7	29.1	2.9	US	40267	94.65	26.8	2.3
		Gemiddeld	24.7	6.1				21.9	4.8

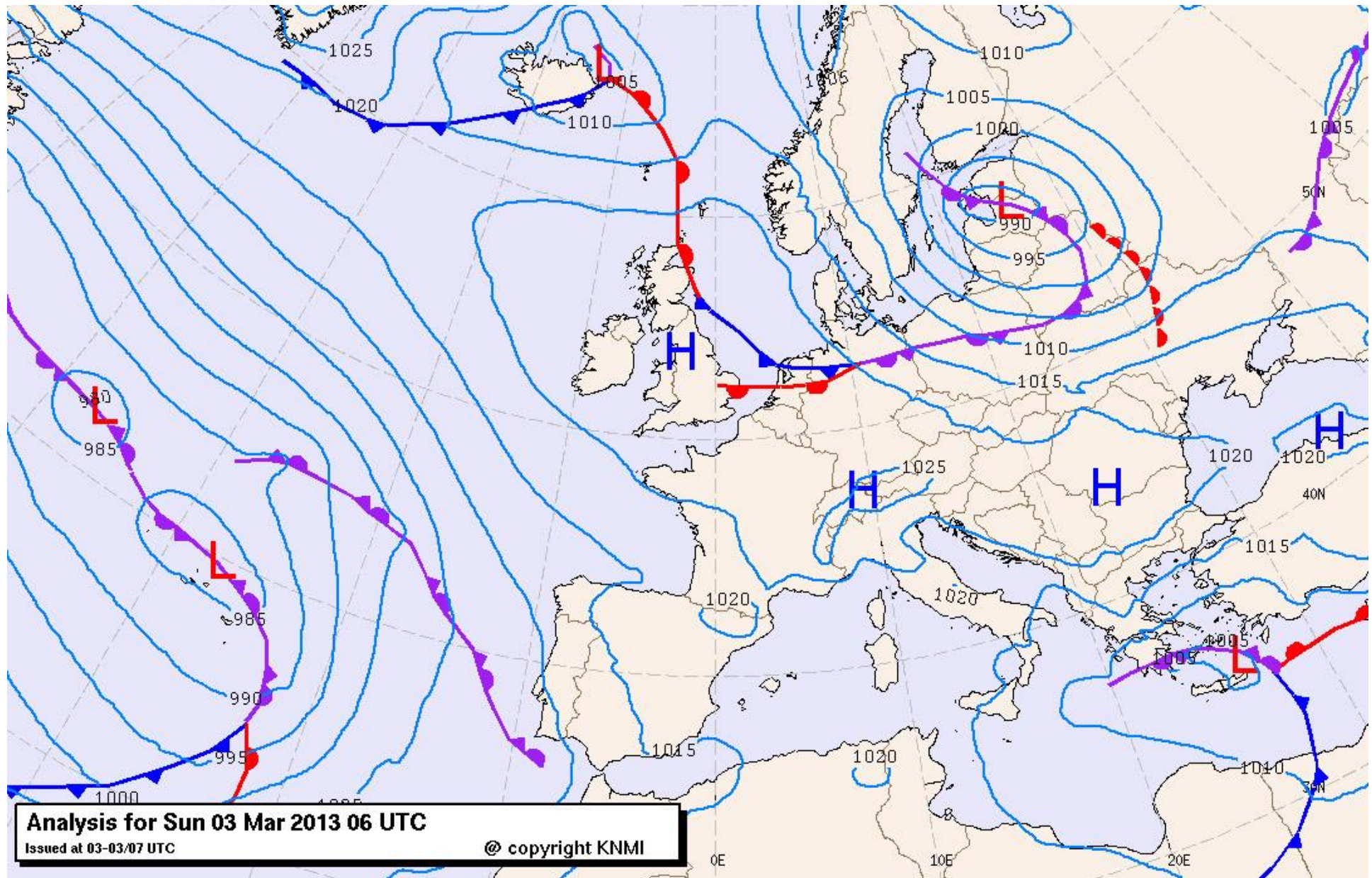
Denemarken exporteert ca. 50% van zijn windenergie. De bijdrage aan de nationale elektriciteitsvraag is dus niet zoals boven opgegeven, maar 50% van de opgegeven getallen (zie CEPOS studie)

[terug](#)

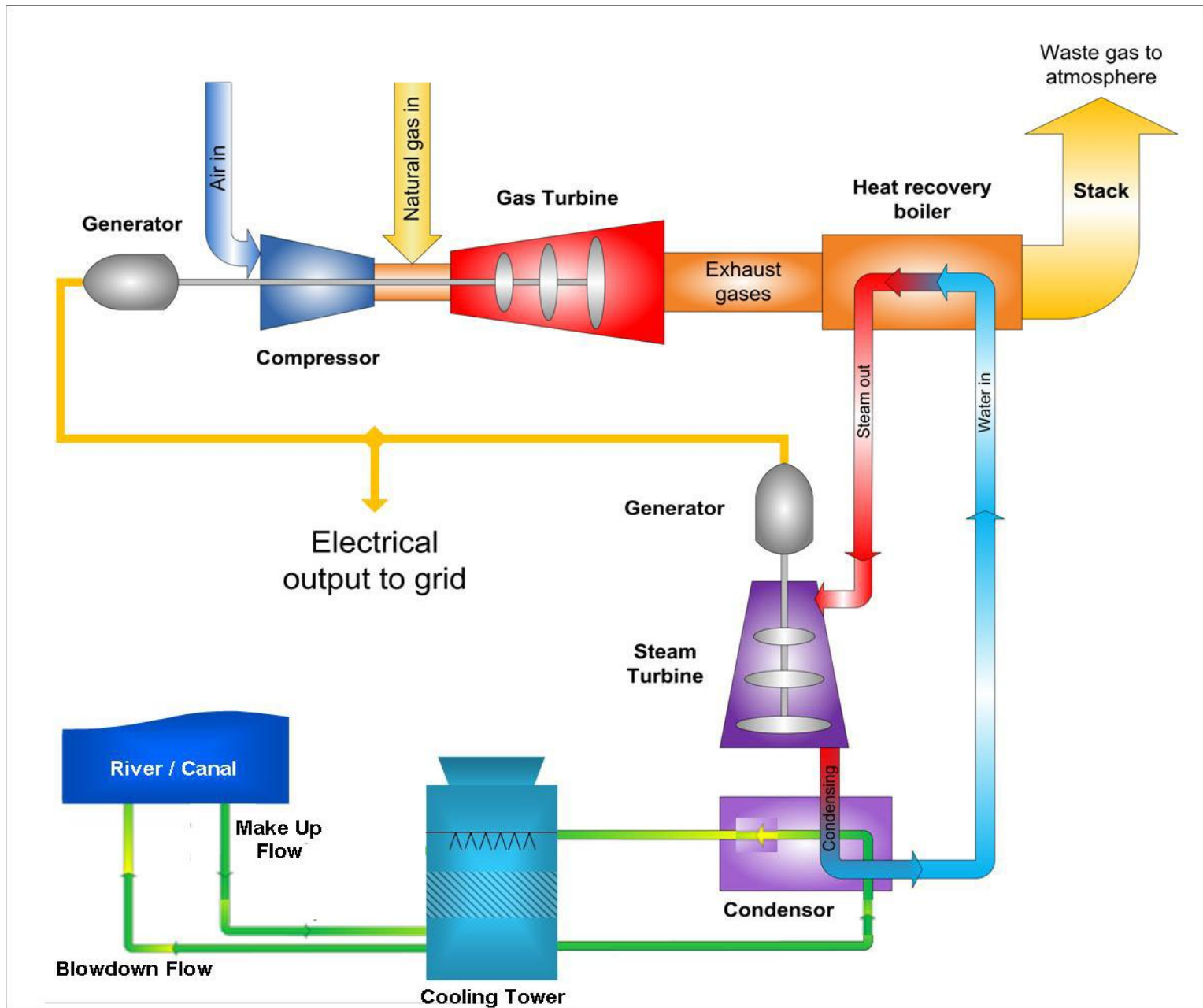
Cap factor Duitse windmolens



[terug](#)



terug

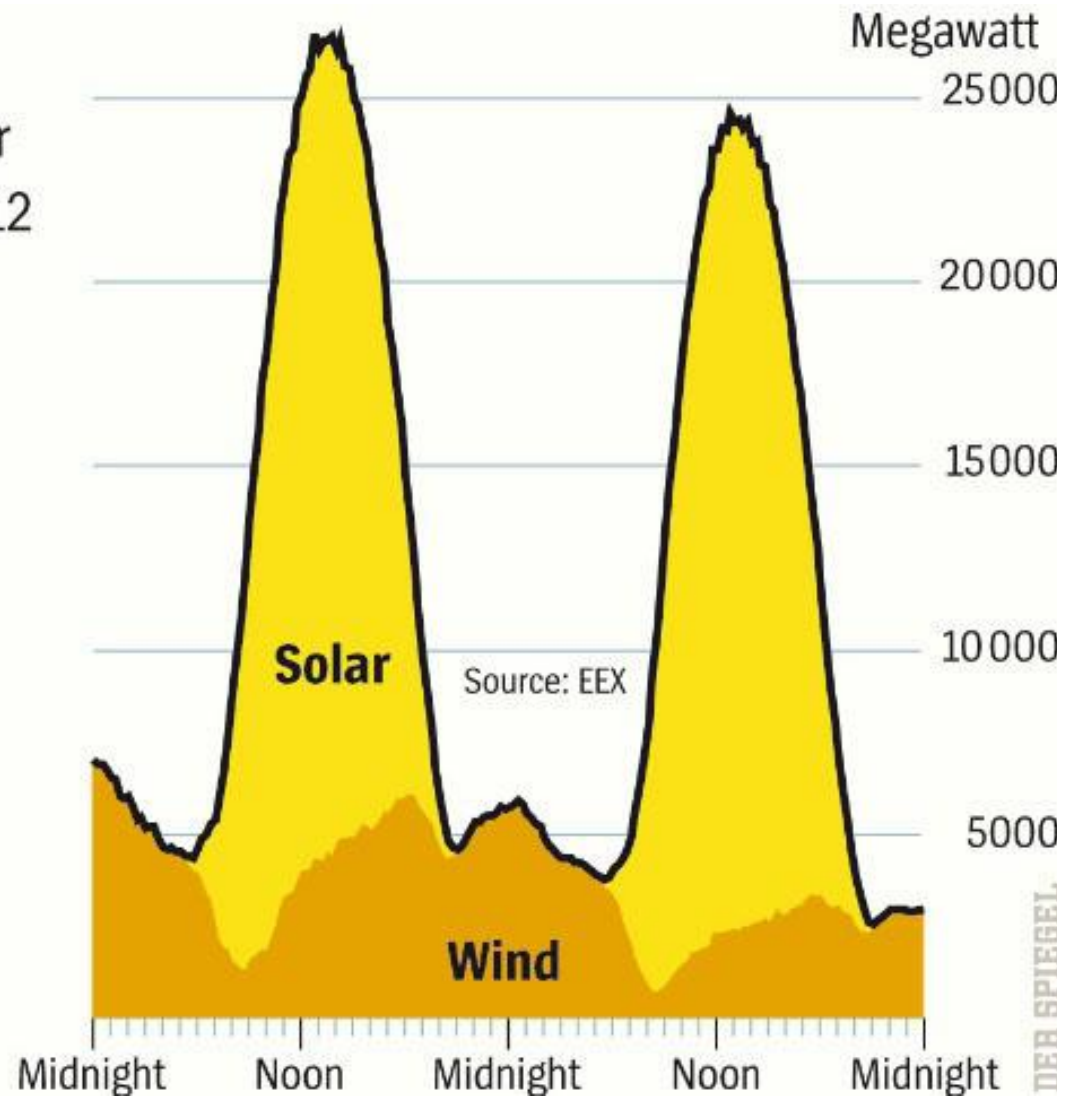


terug

Fluctuating Output

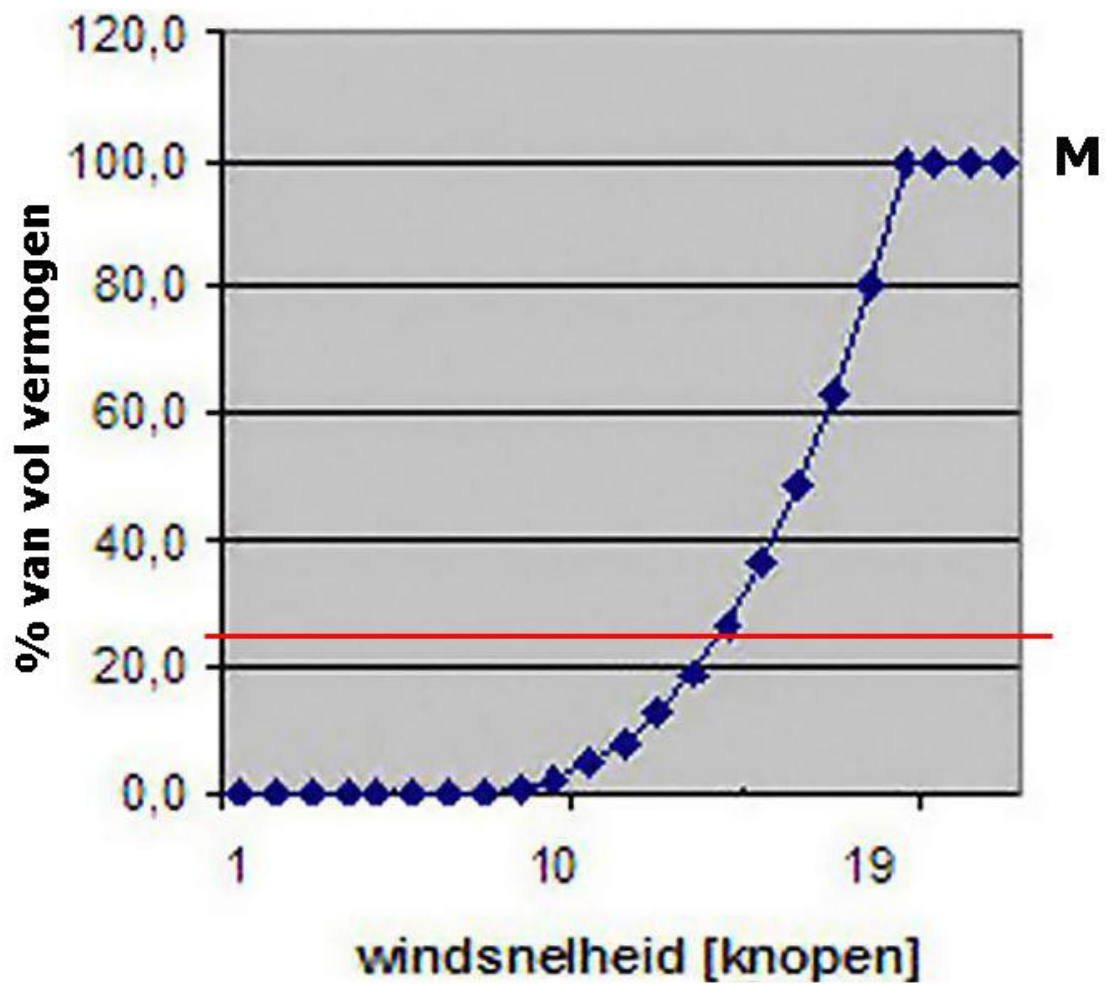
Wind and solar energy fed into the power grid, for example, on May 25 and 26, 2012
In comparison: Net output of the Brokdorf nuclear power plant: 1,410 Megawatt

Uit deze grafiek blijkt dat in de zomer elke dag van 8 tot 12 uur 18 kolencentrales moeten worden uitgezet en van 16 tot 20 uur weer ingeschakeld om deze variaties te compenseren. Dat is op z'n zachtst gezegd zeer ongewenst en leidt tot aanzienlijk extra brandstofverbruik – en dus ook CO₂ emissie



[terug](#)

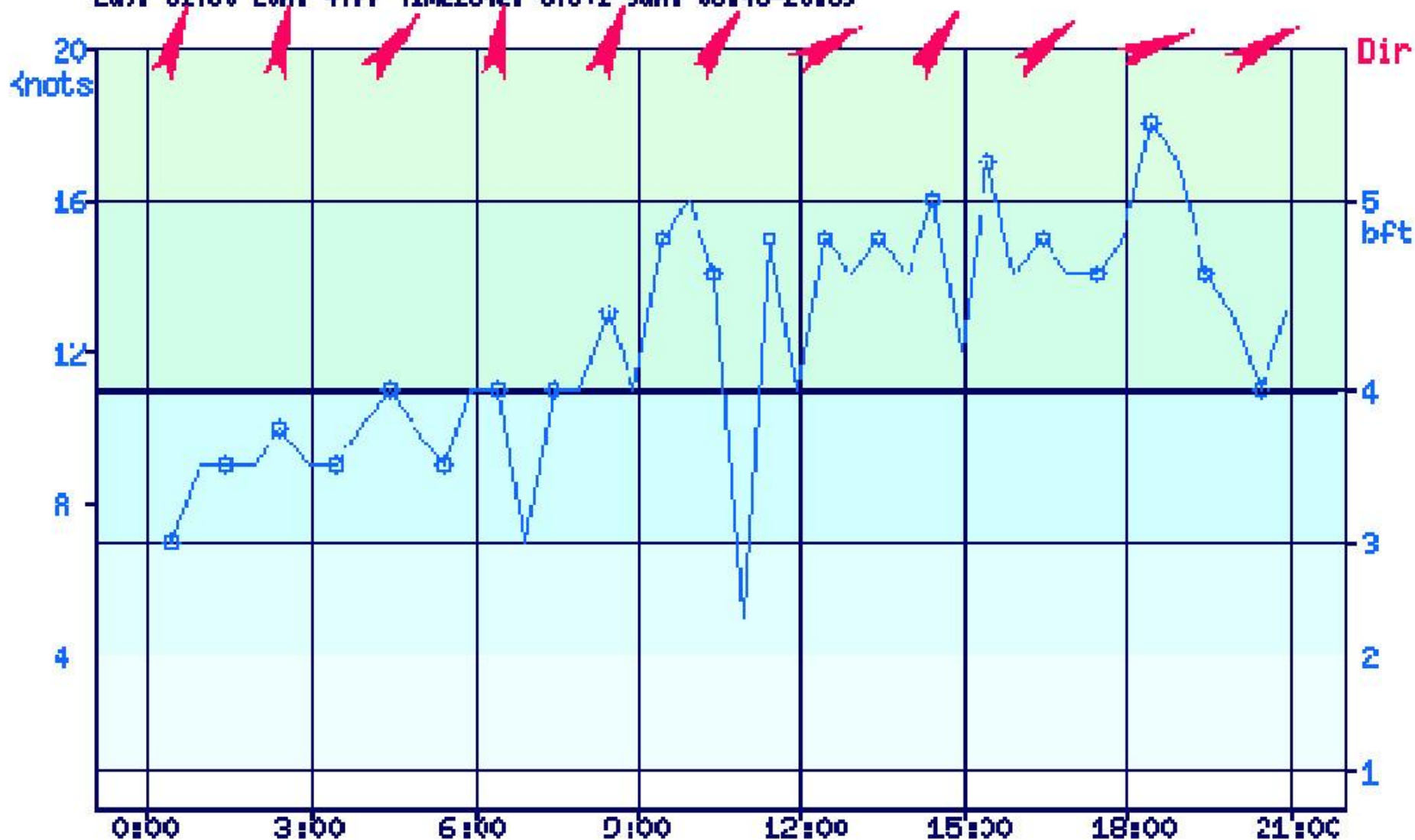
Vermogen windmolen vs. windsnelheid



[terug](#)

Amsterdam-Schiphol (SCHIPOL) 28.03.2011 20:55
Luv: 52:00 Lwin: 4:77 Timczona: UTC+2 Sun: 06:45-20:09

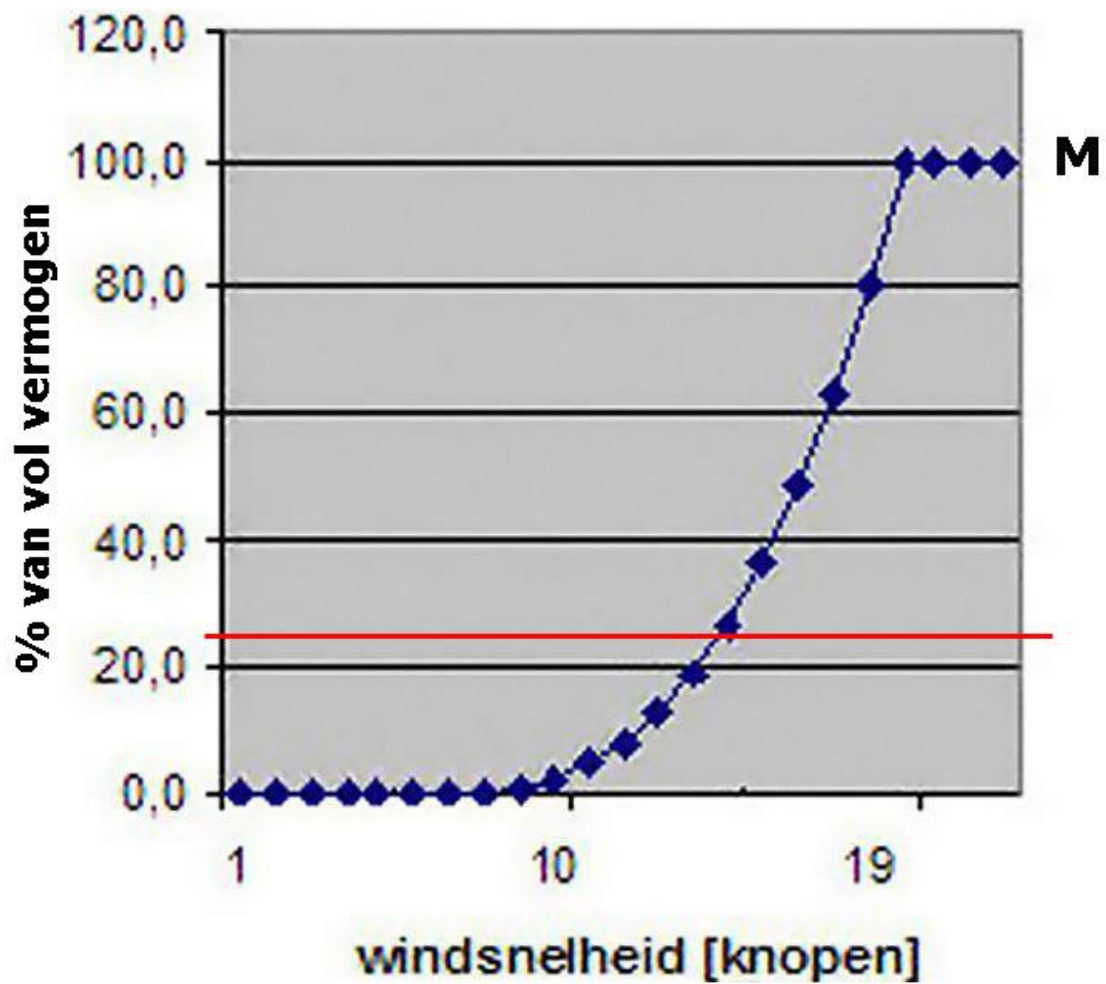
15°C 1013hPa



www.windfinder.com

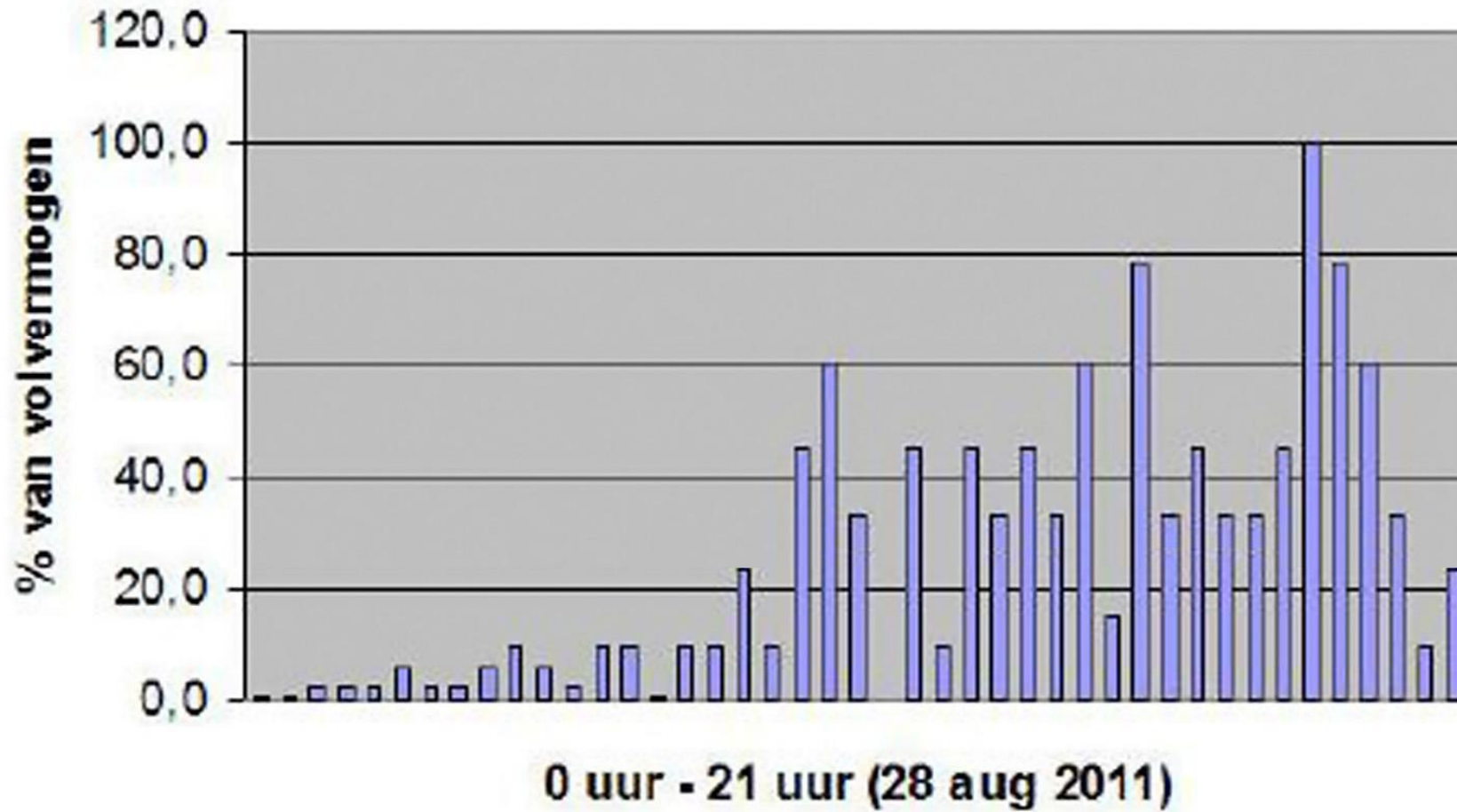
terug

Vermogen windmolen vs. windsnelheid



[terug](#)

Vermogensvariatie Windpark Schiphol



[terug](#)

De brandstofbesparing van een windpark met nominaal windvermogen zoals aangegeven in de bovenste rij van de tabel, in de buurt van Schiphol, op 28 augustus 2011 - een normale Nederlandse winddag - gecombineerd met een moderne CCGT centrale en een kleine OCGT centrale met totaal vermogen van 500MW zou zijn geweest:

Nominaal windvermogen:	100 MW wind	200 MW wind	300MW wind
Bruto windbijdrage (lobby)	4,2%	8,3%	12,5%
Quasistationair verlies (EZ schatting)	3,5%	7,1%	10,7%
Met inbegrip van variatieverlies	1,4%	2,9%	4,4%
Idem + energiekosten, 15 jaar	0,6%	1,2%	1,9%
Idem + energiekosten, 30 jaar	1,0%	2,0%	3,1%
Alle factoren + fractie OCGT, 15 jaar	-0,8%	-1,4%	-2,3%
Idem, 30 jaar	-0,3%	-0,5%	-1%

Tabel 4

[terug](#)

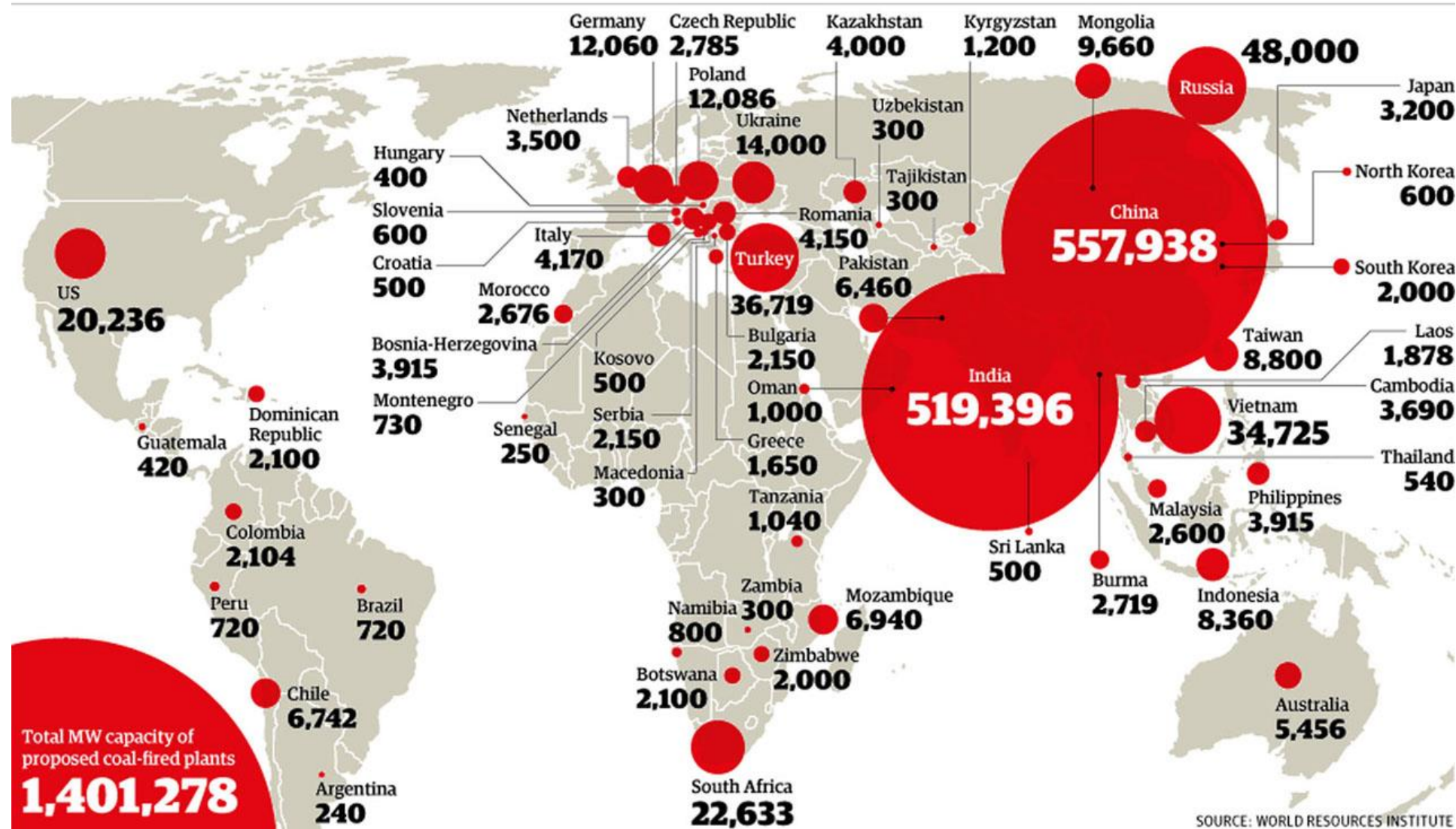
Te betalen per jaar	Miljoenen euro's
SDE regeling	300
Transport Tennet	50
Stroomverkoop	121
CO ₂ emissierechten	10
Investeringsaftrek etc.	28
TOTAAL voor afnemers	509

[terug](#)

Windenergiebelasting na 2023	
Wind op land:	1,18 miljard per jaar
Wind op zee:	3,32 miljard per jaar
Samen:	4,5 miljard per jaar

[terug](#)

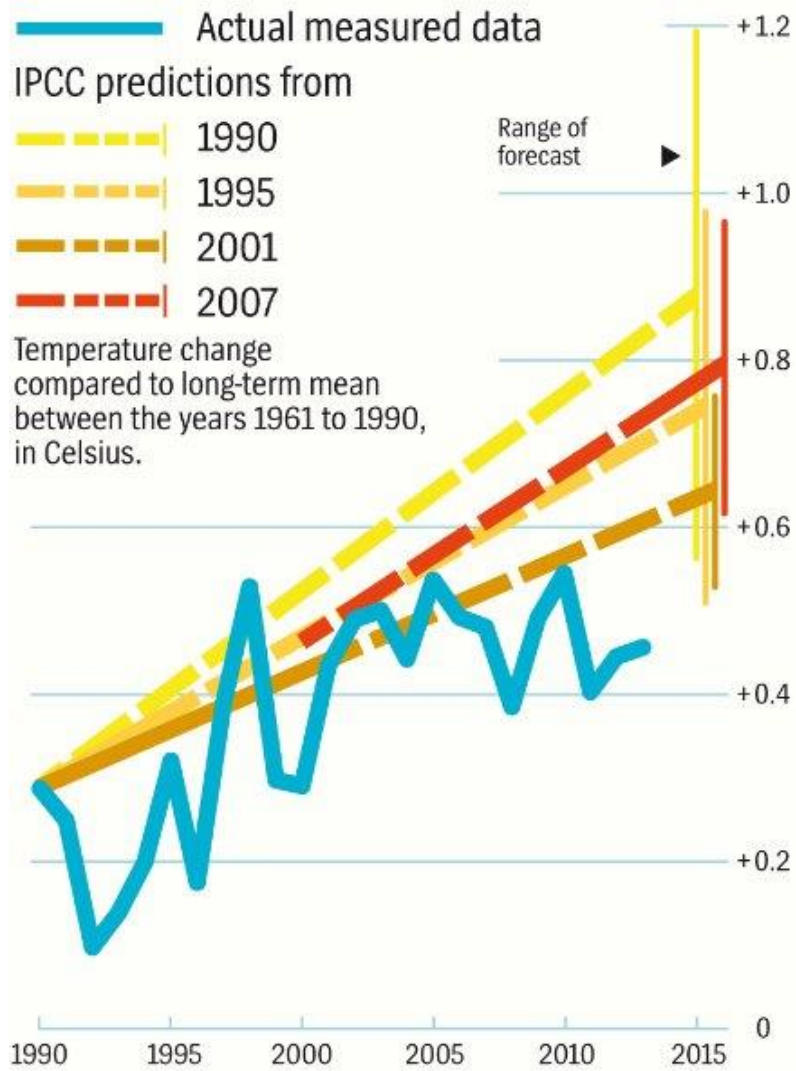
Proposed coal-fired plants



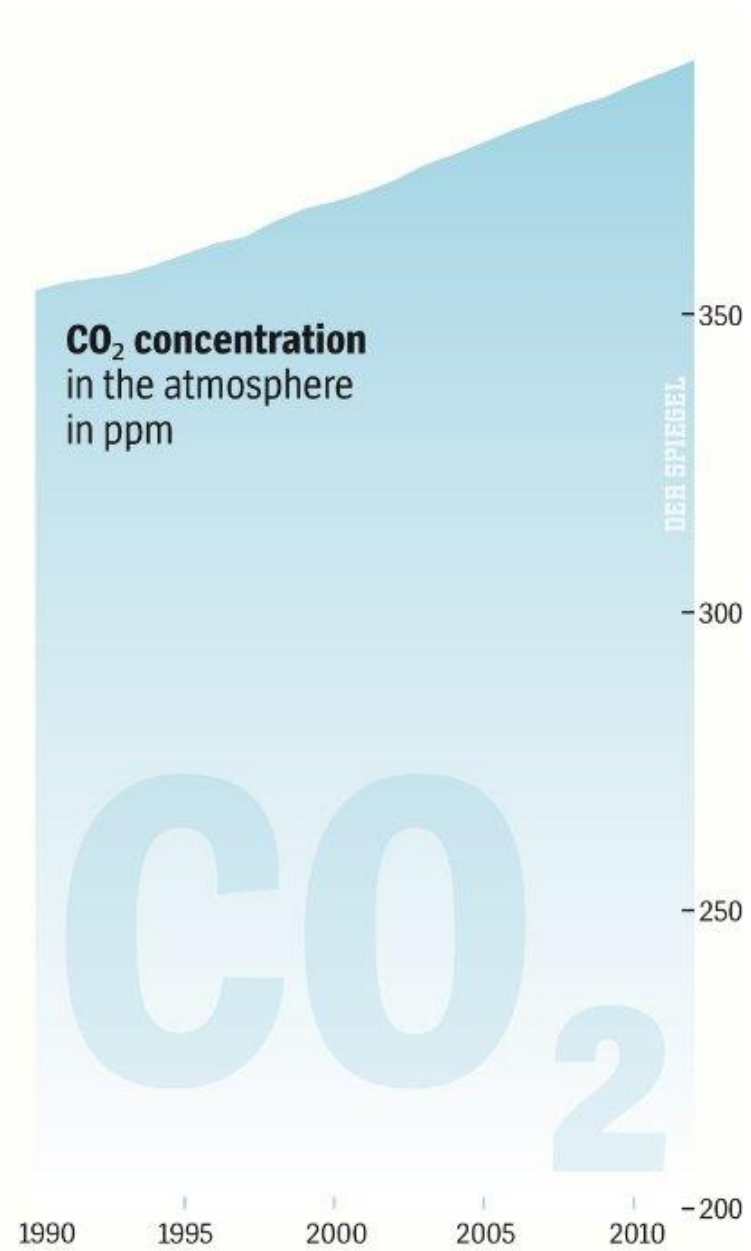
[terug](#)

Pessimistic Predictions

Global temperature changes

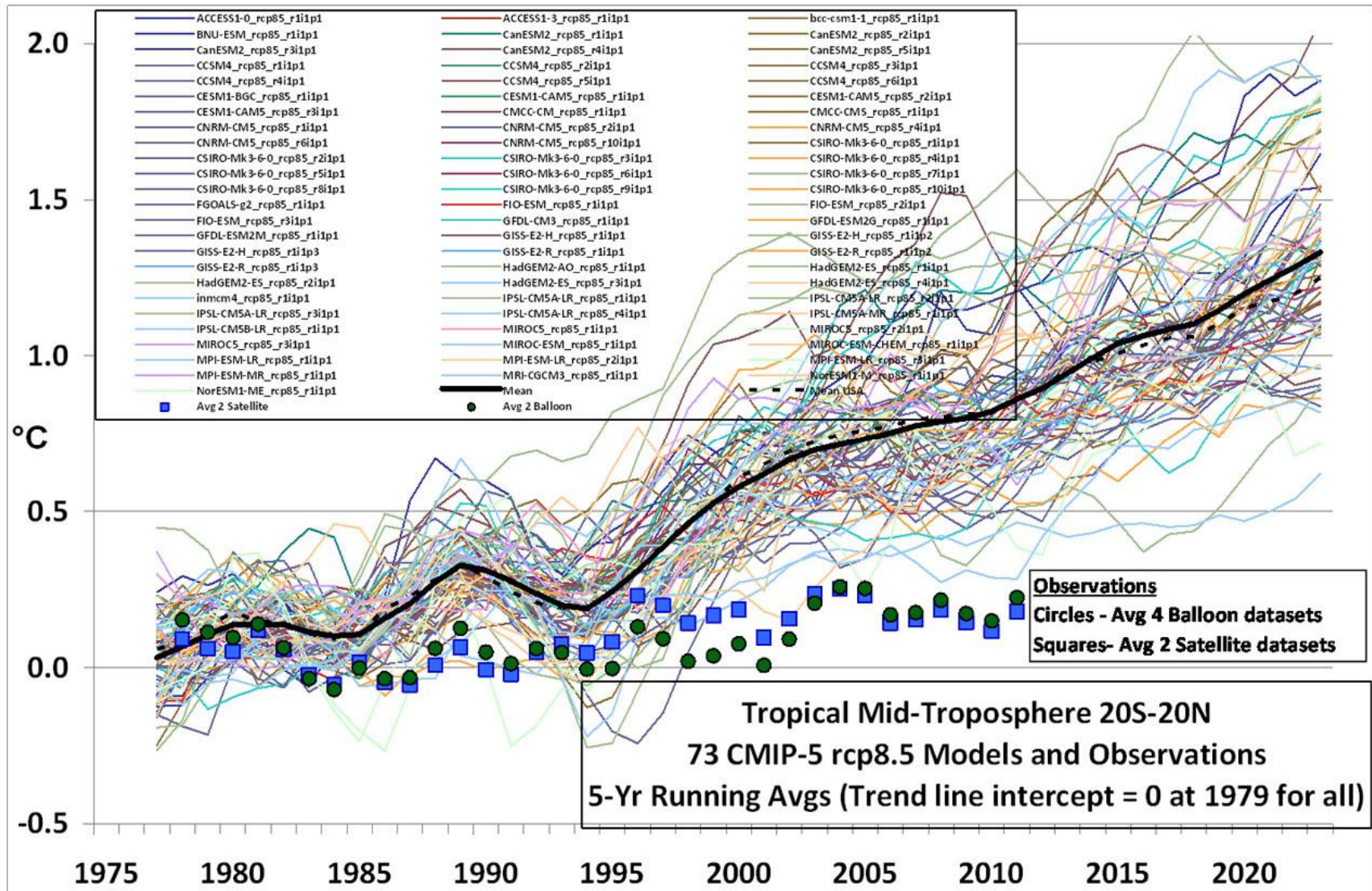


Sources: IPCC, University of East Anglia (HadCRUT4 temperature data)



Source: NOAA

[terug](#)



[terug](#)