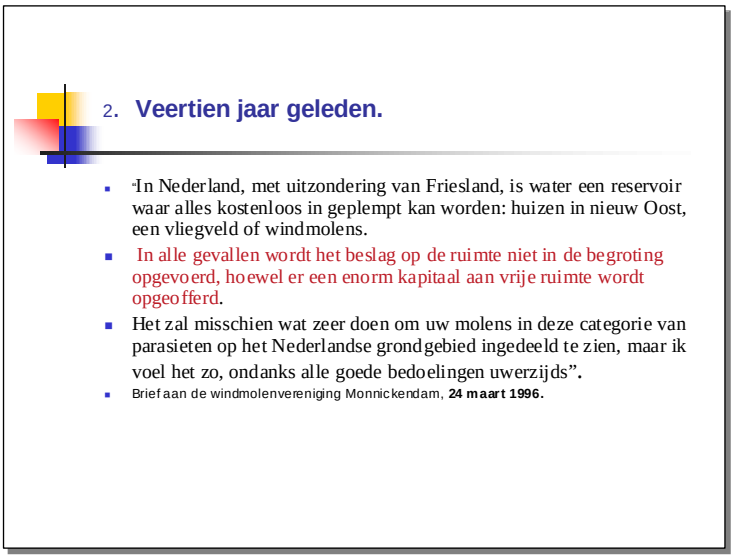
Dit is de enigszins bewerkte transcriptie van een webinar dat Dr Fred Udo op 21 april 2010 gaf voor de Groene Rekenkamer onder de titel '**Besparen windmolens CO2?**'

De Groene Rekenkamer – eerlijk over het milieu
www.groenerekenkamer.nl - www.klimatosoof.nl
Postbus 60 – 4420 AC Kapelle
Tel. 0113-330030 - redactie@groenerekenkamer.nl
Bank: 101059779 Groene Rekenkamer, Lelystad
KvK nr: 27312917

Net als de pizzakoerier komt nu ook de spreker aan huis.



Mijn eerste reactie op het verschijnsel windmolen in Nederland

3. Motivatie.

- Onze beleidsmakers zijn vastbesloten om de wereld te redden van de ondergang door massaal windmolens in te zetten voor onze elektriciteitsvoorziening.
- Waar is dit besluit op gebaseerd?
- Is dit besluit wel zo verstandig?

- **"Tussen droom en daad staan wetten in de weg en praktische bezwaren"**

(Elsschot)

Maar een beroemd gedicht van Elsschot zegt: 'Tussen droom en daad staan wetten in de weg en praktische bezwaren.'

4. Inhoud.

- **Deel 1:**
- Bespreking wind- en molenkarakteristieken
- Een kleinschalige toepassing
- Introductie van windparken

- **Deel 2:**
- Grootschalige toepassing van windenergie
- Inpassing in het distributienet

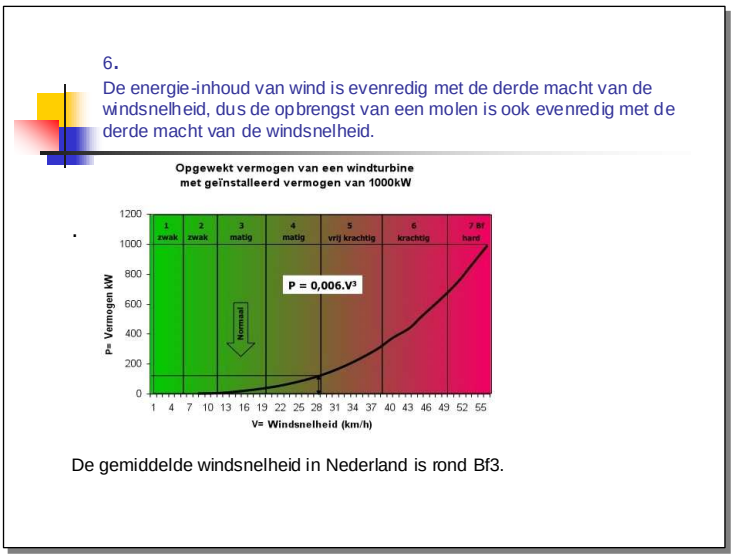
De presentatie wordt in twee delen gesplitst, het eerste deel geeft een inleiding in windenergieland en het tweede deel behandelt de gevolgen voor de elektriciteitsvoorziening in NW Europa.

5. De eenheden van energie

- In windmolenland is een nieuwe eenheid van energie uitgevonden "het huishouden".(3,3 MWh)
- Wij zullen hier de normale eenheden gebruiken:
- 1 kilowattuur(kWh) = het vermogen van 1 kilowatt gedurende een uur.
- Voorbeeld: Als 10 gloeilampen van 100 watt branden van acht tot twaalf, dan verbruiken zij 4 kWh die avond.

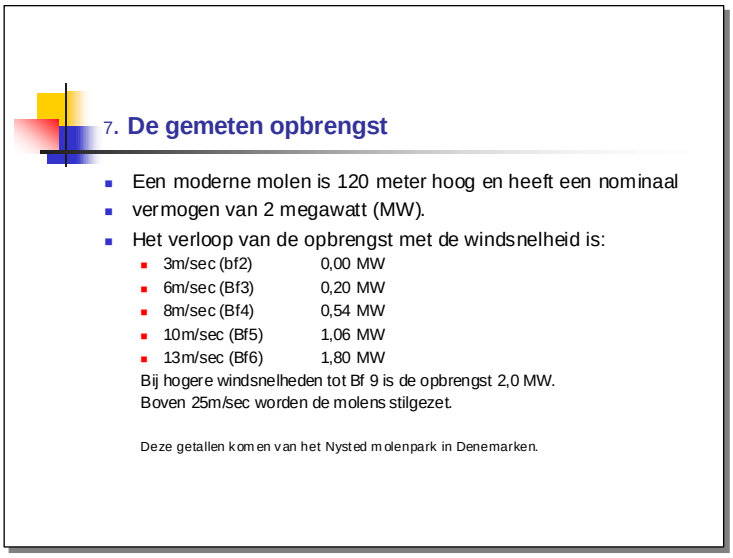
- Een megawatt (MW) is duizend kilowatt.
- Een moderne centrale levert 1000 megawatt continu.
- De brandstofkosten van 1 kWh zijn 3 tot 5 cent, af centrale.

Bij de nieuwe eenheid van elektriciteit moet ik opmerken, dat in Zwitserland deze eenheid 4,2MWh representeert…



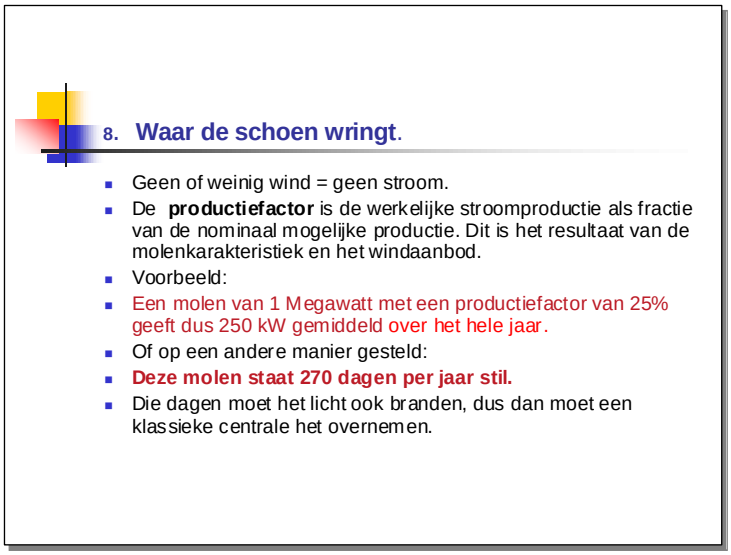
Wij bespreken de eigenschappen van bewegende lucht. Deze grafiek ligt ten grondslag aan alle discussies over wind energie.

De energie-inhoud van de wind is evenredig met de derde macht van de windsnelheid. De energieopbrengst van een molen kan dus ook niet anders zijn dan evenredig met de derde macht van de windsnelheid.
Het *opgewekt* vermogen van een windturbine met een *geïnstalleerd* vermogen van 1 megaWatt (1000 kiloWatt) ziet u hier in de grafiek en u ziet als horizontale schaal de windsnelheid en hierbij zijn als vakken ingedeeld de Beaufort schaal, zodat wij zien wat er gebeurt als we van een zwakke naar een harde wind gaan. Hoger gaat deze grafiek niet want daarboven gaat het ding niet harder, dan gaat de grafiek horizontaal lopen.
De gemiddelde windsnelheid in Nederland ligt rond de 3 Beaufort en dat is dus een matige wind en u ziet dat er met die matige wind bijna geen energie wordt opgewekt. Dat is heel vervelend, maar zo is het. Dit is de essentie van het verhaal. En daarom, wil ik er nog een dia aan wijden over een windpark in Denemarken. Die heeft molens van 120 meter hoog met een nominaal vermogen van 2 megaWatt per molen. Het verloop van de opbrengst met de windsnelheid is als volgt. Bij 3 meter per seconde komt er nul megaWatt uit. Bij 6 m per seconde komt er 0,2 megaWatt uit, dus een tiende van het nominale vermogen . Bij 8 m per seconde is het 0,54 megaWatt . Bij 10 meter per seconde is het 1,06 megaWatt en bij 13 meter per seconde, ruim 6 Beaufort is het 1,80 megaWatt. Bij hogere windsnelheden tot Beaufort 9 is de opbrengst 2,0 mw. Boven 25 m/sec worden de molens stilgezet.



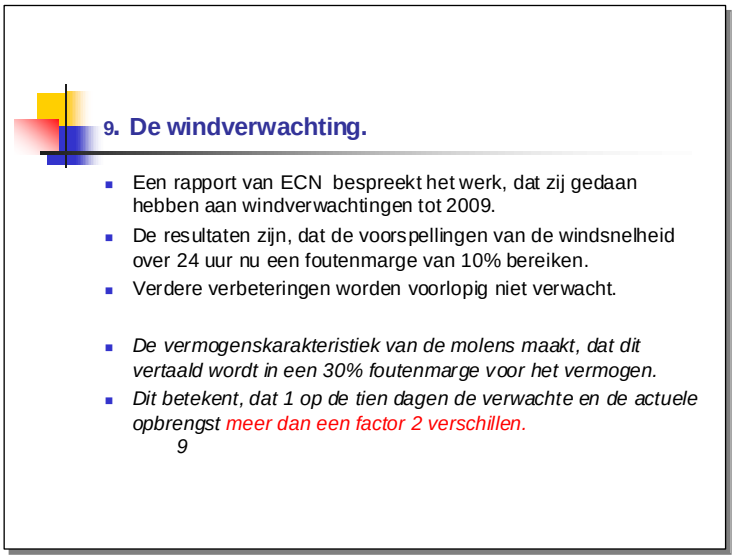
Als we deze getallen bekijken, dan zien we dus als we van 6 meter per seconde naar 8 meter per seconde gaan, dat de opbrengst in energie meer dan een factor 2,5 toeneemt terwijl de windsnelheid niet meer toeneemt dan ongeveer 30%. Hetzelfde geldt van 8 meter per seconde naar 10 meter per seconde. Daar ziet U dat de opbrengst met een factor 2 toeneemt en de windsnelheid met 25%.

Dit is dus een enorm probleem want het betekent dat de energieopbrengst van een molen heel snel varieert met de windsnelheid en dat geeft dus een probleem voor de windvoorspelling.



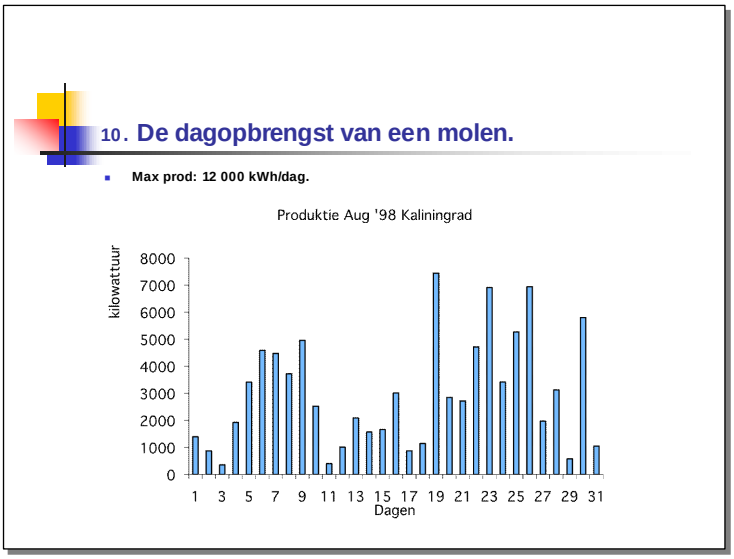
Waar wringt de schoen?
Geen of weinig wind betekent: geen stroom.
Nu gaan we praten over de productiefactor. Dat begrip is specifiek voor een molen *en* zijn plek. Het is dus de werkelijke stroomproductie als fractie van de nominaal mogelijke productie. Dit is het resultaat van de molenkarakteristiek die ik heb laten zien en het windaanbod, waarvan u nu dus weet dat het gemiddeld drie a vier Beaufort is - op zee en hoog boven in de lucht wat hoger, dus vandaar ook die hoge molens.

Maar die productiefactor voor dezelfde molen kan altijd anders zijn op zee dan op land. Op land waait het minder hard.
Als voorbeeld, een molen van een megaWatt met een productiefactor van 25% geeft dus 250 kW gemiddeld over het hele jaar. Dat is een factor 4 minder, en daar is nog mee te leven, maar als we het op een wat andere manier stellen wordt het wat vervelender: want deze molen staat dus 270 dagen per jaar stil. Die dagen moet het licht ook branden dus dan moet er een klassieke centrale zijn die het overneemt.
Dit is dus de eerste consequentie van het variërende wind- en windenergieaanbod, je moet voor alle megaWatts die er zijn geïnstalleerd een back-upcentrale hebben die het over kan nemen wanneer er geen wind is.



Goed we hebben dus net gezien dat de energieproductie heel erg varieert met de windsnelheid, en dat geeft dus een probleem voor de windverwachting, want die moet dus heel nauwkeurig zijn. We willen weten hoeveel een molenpark morgen aan energie kan afgeven. Daar is dus heel hard aan gewerkt door het ECN en ze hebben daar een rapport over uitgegeven 'Windverwachtingen voor 2009', dat ik op aanvraag kan toezenden. Ze zijn daarin in staat geweest om de voorspellingen van de windsnelheid over 24 uur met een foutenmarge van 10% te berekenen. Je kunt zeggen: dat is leuk, maar dat betekent dus, dat zij dus inderdaad kunnen onderscheiden of morgen de wind hoog in windkracht 3 zit of midden in windkracht 4 en dat betekent dus dat ze tussen de 3 en de 5 meter per seconde kunnen onderscheiden. Dat is heel mooi, maar het vervelende is: wat doet zo'n molen er mee? Verdere verbeteringen worden er voorlopig niet verwacht in deze windvoorspelling.
Maar de vermogenskarakteristiek van de molens maakt dat dit vertaald wordt in een 30% foutenmarge voor het vermogen wat die dingen afleveren. Met andere woorden, dit betekent dat 1 op de 10 dagen de verwachte en de actuele opbrengst meer dan een factor 2 verschillen. En dat betekent dus dat de distributeur van elektrische energie geen staat kan maken op wat er uit die molens komt de volgende dag. Dat is heel vervelend want het betekent dat hij vermogen achter de hand moet houden om

eventuele afwijkingen, die gemiddeld 30% zijn, bij te regelen. Maar hij weet alleen niet of ze omhoog of omlaag zullen gaan, dus deze centrales moeten gewoon meedraaien.

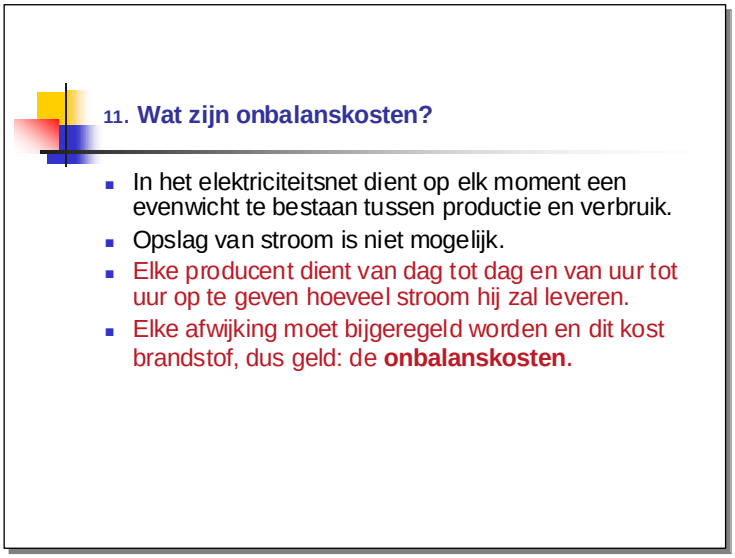


Dat dit een nogal serieus bezwaar is ziet u hier . Deze molen kan 12000 kiloWattuur per dag leveren – maximaal.
U ziet dat haalt-ie in augustus nooit maar u ziet ook dat van de een op de andere dag de variaties van een factor 5 a 6 kunnen optreden. Met andere woorden, dit gaat nogal hard en dat betekent dat de voorspelling hier mooi achter aan loopt. En aan deze onaangename eigenschap van molens zijn dus kosten verbonden.

Onbalanskosten

In het elektriciteitsnet dient op elk moment een evenwicht te bestaan tussen productie en verbruik. Opslag van stroom is tot op heden niet mogelijk, althans niet in grote hoeveelheden. De accu in uw auto stelt echt niets voor wanneer u m thuis gaat gebruiken om het licht aan te steken. Elke stroomproducent dient van dag tot dag en van uur tot uur op te geven hoeveel stroom hij zal leveren. Dat geldt dus ook voor windenergieproducenten. Elke afwijking moet bijgeregeld worden en dit kost brandstof, en dus geld: de onbalanskosten.

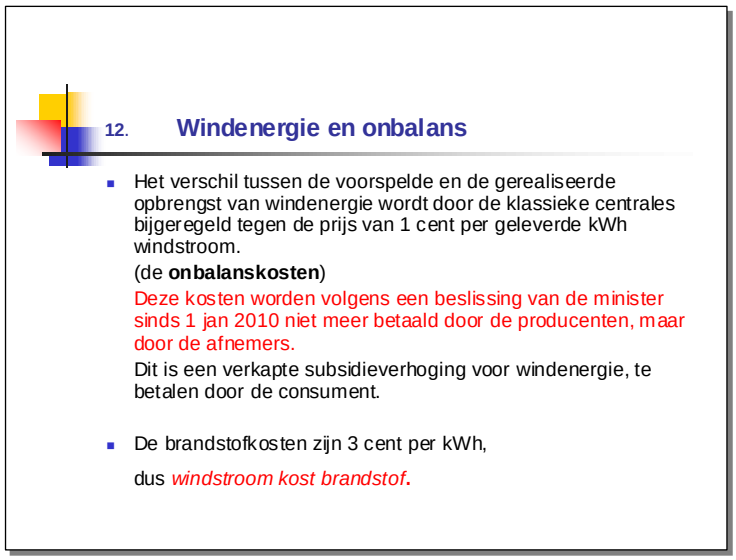
Voor windenergie en de onbalans is een prijs afgesproken dat de onbalans verrekend wordt voor 1 cent per geleverde kiloWattuur windstroom. Met andere woorden: die zou dus betaald moeten worden door de windenergieproducenten om de extra kosten die de distributeur en de centrales moeten maken om deze windenergie in te passen. Dat zijn dus de onbalanskosten.



Deze onbalanskosten worden volgens een beslissing van de minister sinds 1 januari 2010 niet meer betaald door de producenten, maar door de afnemers, wij dus. Dit is een verkapte subsidieverhoging voor windenergie, te betalen door de consument. De brandstofkosten zijn 3 tot 5 centen cent per kiloWattuur, dus windstroom *kost* brandstof en wel tot 30% van het zogenaamd ‘vermeden‘ brandstofverbruik.

Er zijn mensen die zien hier toekomst in, want het is namelijk zo dat die ‘onbalansenergie’ geleverd kan worden tegen een hele hoge prijs.

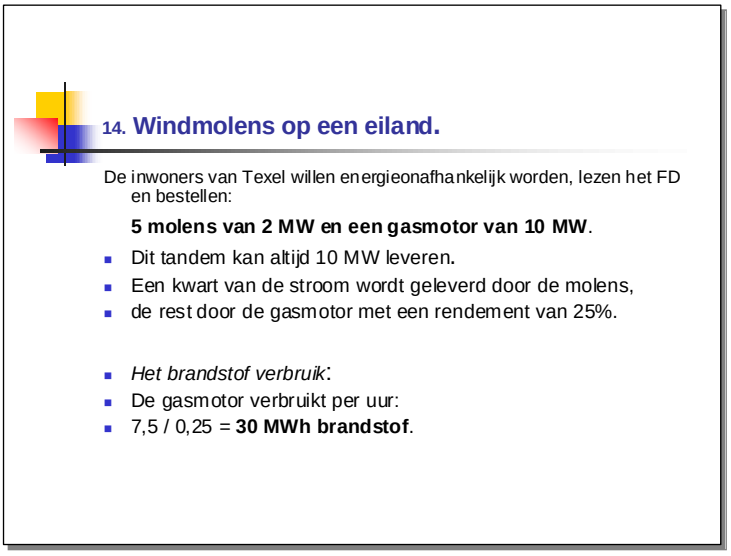
Als u wilt weten wat op het ogenblik de onbalanskosten zijn die betaald worden door de consument, die worden geschat met het huidige windmolenpark op 40 miljoen euro per jaar.



Vragensteller: U geeft aan, het kost dus brandstof, windenergie, maar om nu even de andere kant op te redeneren, als je geen windenergie zou hebben, hoe hoog zouden de marginale kosten dan zijn?
Udo: Onbalans zonder wind?. Dat is een bedrijfsgegeven van Tennet en daar ben ik niet achter aan gegaan, ik weet ook niet of ze bereid zijn om dat soort getallen te geven. Het is wel zo dat op de site van Tennet per dag gegeven wordt hoeveel onbalans kosten er in rekening gebracht worden.
Vragensteller: die heb ik ook opgezocht, maar ik kan er inderdaad ook niet achter komen wat er zou zijn gebeurd wanneer er geen windenergie zou zijn.

Udo: We gaan de vergelijking maken van wat gebeurt er met onze elektriciteit met en zonder windenergie, dat is de vraag die we hier gaan beantwoorden.

Het landschap is tamelijk dik bezaaid met molens van twee megaWatt en nu gaan we eens praten wat de industrie daarvan vindt, die zien namelijk ook die variatie en zien dus dat de onbalansmarkt groter gaat worden. In het Financieel Dagblad van 19 januari 2010 lazen we: 'General Electric duikt in gat stroommarkt.' Wat is dat? General Electric gaat samen met Powerbalance, dat is een kleine ingenieursfirma in Amsterdam, 7 kleine stroomcentrales ontwikkelen bestemd voor de onbalansmarkt. Deze 7 centrales zullen elk een opwek-capaciteit hebben van 8 tot 10 mw en zijn dus snel.



Nu gaan we naar Tessel, windmolens op een eiland.
De inwoners van Tessel willen energieonafhankelijk worden, ze lezen het Financieel Dagblad en bestellen 5 molens van twee megaWatt en een gasmotor van 10 megaWatt, want met dit tandem ben je er altijd zeker van dat je 10 megaWatt ter beschikking hebt en je kan die molens optimaal benutten want als ze voluit draaien dan zet je de gasmotor gewoon stil. Dat lijkt een ideale oplossing voor zo'n eiland of ergens anders.

Maar: een kwart van de stroom wordt geleverd door de molens want die hebben een capaciteitsfactor van ongeveer 0,25, de rest door de gasmotor met een rendement van 25%.
Dat betekent dat er gemiddeld er 7,5 megaWatt wordt opgewekt door de gasmotor en 2,5 megaWatt - een kwart van het totaal - door deze 5 molens . Wat gebeurt er nu met het brandstofverbruik?.

De gasmotor(de centrale dus) is de enige die brandstof verbruikt. Om het brandstofverbruik vast te stellen voor die 7,5 megaWatt (in een uur) moeten we die 7,5 delen door het rendement (0,25) en dan krijgen we 30 megaWattuur dat-ie aan brandstof verbruikt. Hier rekenen we brandstof niet in kubieke meters gas of in liters olie, maar dat rekenen we door in megaWattuur want zo hebben beide kanten van de vergelijking dezelfde eenheden.

De inwoners van dit eiland Tessel hebben dus een brandstofverbruik van 30 mWh . Maar als diezelfde eilandbewoners nu gewoon de kabel gebruiken naar het vasteland (en dus stroom van het landelijke net betrekken), wat gebeurt er dan?

Met de stroomkabel naar het vasteland krijgen ze elektriciteit geleverd uit fossiele centrales die een rendement hebben gemiddeld in Nederland van 46% . De brandstof nodig om die 10 megaWatt op te wekken is 10 megaWattuur gedeeld door 0.46 =21,7 megaWattuur ('thermisch' of 'brandstof' zoals dat heet). *Met andere woorden de eiland bewoners zijn anderhalf maal duurder uit met hun 5 windmolens en met hun gasmotor*.

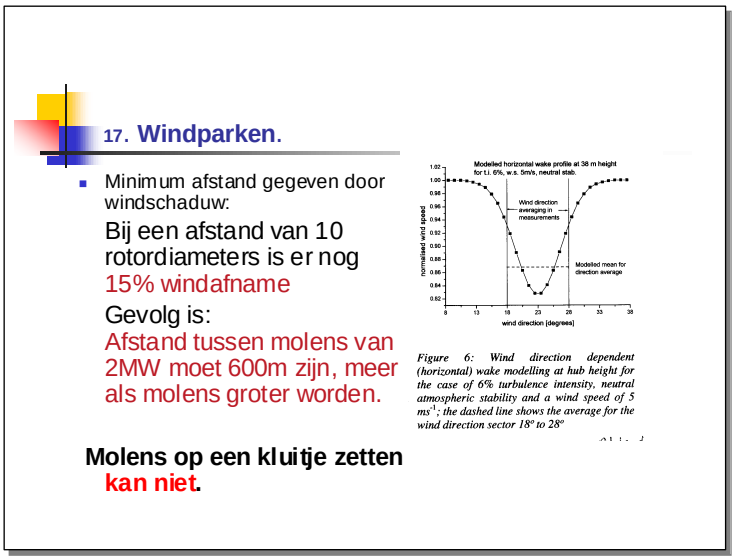
Dit verhaal is dus een waarschuwing om zonder meer te denken dat het gebruik van windmolens altijd tot brandstofvermindering leidt. In dit simpele geval is dit helemaal niet zo en het gekke is dat er in Nederland plekken zijn waar dit werkelijk gebeurt en zelfs op grote schaal.
Dan moet u denken aan de Nuon die in Beverwijk snelle gascentrales heeft staan en niet toevallig liggen daar tegenover twee windmolenparken in zee. Die komen aan wal in Beverwijk en Nuon is in staat om de variaties van die twee windparken op te vangen met hun gascentrales in Velsen, twee units van 300 en 400 megaWatt.
Het vervelende is dat die units een rendement hebben van maximaal 30% en in variabele belasting is dat 25%. Dus mijn verhaal over de hypothetische situatie op Tessel geldt mutatis mutandis voor de twee windparken in de Noordzee.

Als laatste punt van deze inleiding komen de maatschappelijke kosten. Een moderne grote molen van 2 megaWatt is tot op 10 km afstand beeldbepalend in het landschap en levert met zijn draaiende wieken een flinke bijdrage aan de verrommeling van het landschap.

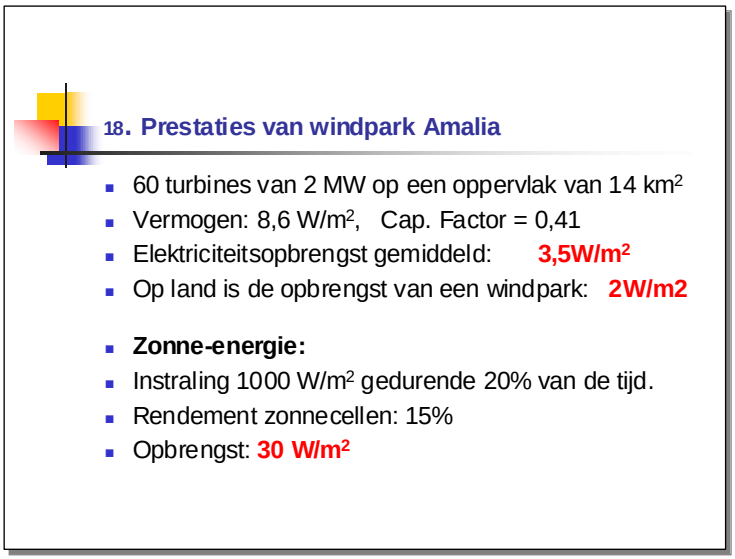
Uitspraak van de rechter en van de Hoge Raad: een inwoner van Termunterzijl die op 2,5 kilometer afstand van een windmolen woont hoeft 30% minder ozb te betalen.

Een onderzoek in Lelystad heeft uitgewezen dat in een gebied van 1 km2 rond windmolens de vogelstand met 30 tot 50% afneemt. Dit is een rapport uit 2007.

Dit soort waardevermindering van het landschap is nergens terug te vinden in begrotingen van windenergie.



Nu gaan we nog even praten over windparken. Want dat zijn ook hele speciale dingen waar eigenlijk niemand veel van weet. Dan gaan we het hebben over de minimum afstand gegeven door de *windschaduw* van een windmolen en dan rekenen we natuurlijk met de wind mee.
U ziet hier een curve en die gaat tot 0,83 van de oorspronkelijke windsnelheid als we direct in de windrichting kijken en dat geldt tot plus en min vijf graden er omheen. *Windmolens hebben last van elkaar,* bij een onderlinge afstand van 10 rotordiameters is er nog 15% windafname in de richting van de wind. Met andere woorden: molens die op een west-oost-as staan moeten ver van elkaar staan, want anders zitten ze elkaar in de weg met de heersende windrichting.
Dat is ook een van de redenen waarom het windmolenpark in de Noordoostpolder dat bij Urk is gepland, twee rijen windmolens heeft en de afstand daartussen is 1,1 kilometer. Ze *kunnen* niet dichter bij elkaar. De afstand tussen molens van 2 megaWatt moet 600 meter zijn en meer als molens groter worden. Molens op een kluitje zetten kan niet, de dichtheid van molens is aan een maximum gebonden en wanneer u het narekent dan betekent dat dus dat de energie*dichtheid* van een windpark is onafhankelijk van de grootte van de molen. Grotere molens leveren misschien betere productiefactoren op, maar ze kunnen niet dichter bij elkaar staan en *per vierkante kilometer* oppervlak leveren ze niet meer energie.

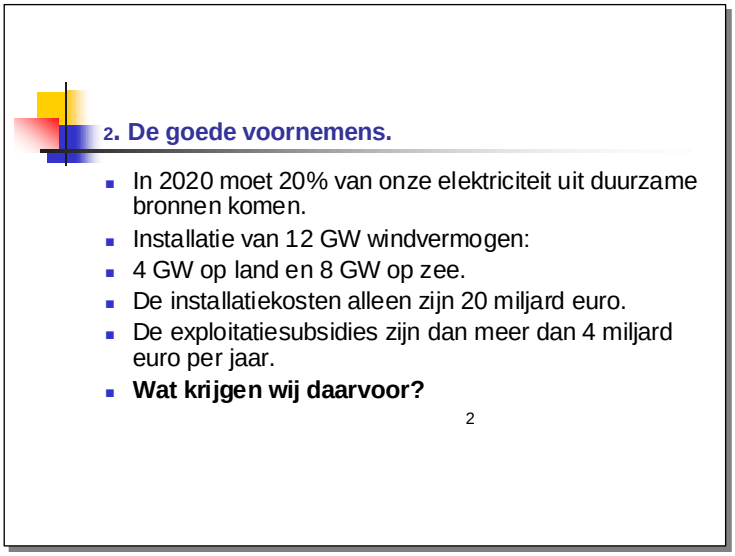


Dit wil ik dus illustreren aan de prestaties van het windpark Amalia dat in 2008 geopend is, ergens voor IJmuiden . Dat zijn 60 turbines van 2 megaWatt op een oppervlak van 14 vierkante kilometer. Het potentieel vermogen is 8,6 watt per vierkante meter en de capaciteitsfactor op zee is 0,41.
Dit zijn de metingen van datzelfde windpark: de elektriciteitsopbrengst is gemiddeld dan 3,5 Watt per vierkante meter grondoppervlak. U moet namelijk de 8,6 Watt per vierkante meter vermenigvuldigen met de capaciteitsfactor van 0,41 en dan komt u op 3,5.
Als we een dergelijk windpark op land zouden zetten dan zou de energiedichtheid niet meer zijn dan 2 Watt per vierkante meter. Dat is dus niet zo erg veel. We zouden het kunnen vergelijken want tegenwoordig wordt in de discussie zonne-energie ook nogal eens betrokken. Bij zonne-energie hebben we een instraling van ongeveer 1000 Watt per vierkante meter gedurende 20% van de tijd . In

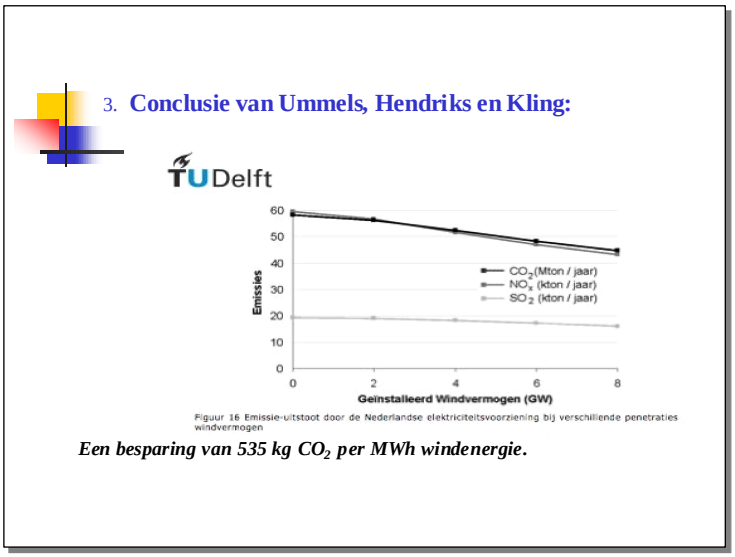
Nederland het rendement van zonnecellen is ongeveer 15% . De opbrengst is 30 Watt per vierkante meter.
Met deze gegevens kunnen nu sommetjes gemaakt worden over het oppervlak aan Nederlands grondgebied, dat verloren gaat door het neerzetten van 4 GW windenergie. 4 GW windenergie is de officiële doelstelling van de politiek.

Deel 2

Ik ben hiermee aan het einde van mijn bespreking van windmolens en parken en daarmee begin ik dan nu aan deel 2. en dat gaat over de inpassing van grootschalige windenergie in het distributienet en de consequenties daarvan.

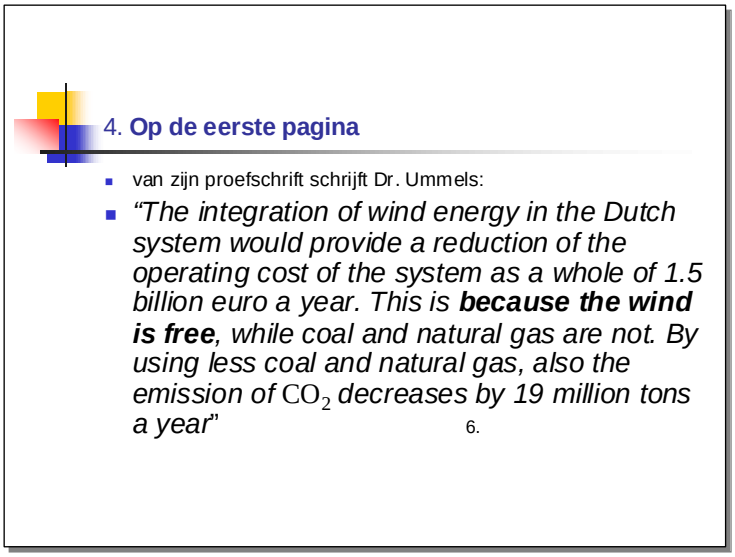


We kennen allemaal de goede voornemens van Den Haag: in 2020 moet 20% van onze elektriciteit uit duurzame bronnen komen.
Dit zal dan moeten gebeuren door onder andere installatie van 12 gigaWatt windvermogen 4 gigaWatt op land en 8 gigaWatt op zee. De installatiekosten alleen al zijn 20 miljard euro. De exploitatiesubsidies bedragen in 2020 meer dan 4 miljard per jaar.
Wat krijgen wij daarvoor, behalve een beetje elektriciteit misschien. Dat valt nog te bezien.



Ik wil eerst de conclusies laten zien van de heren Ummels, Hendriks en Kling die het probleem hebben bestudeerd. Zij laten zien wat er gebeurt bij een toenemend geïnstalleerd windvermogen . Deze grafiek gaat to 8 gigaWatt maar Ummels heeft hem later ook nog gepubliceerd doorgaande tot 12 gigaWatt om de huidige getallen te kunnen gebruiken. U ziet in deze figuur dat de emissies zakken en vanaf dit punt gaan ze lineair naar beneden

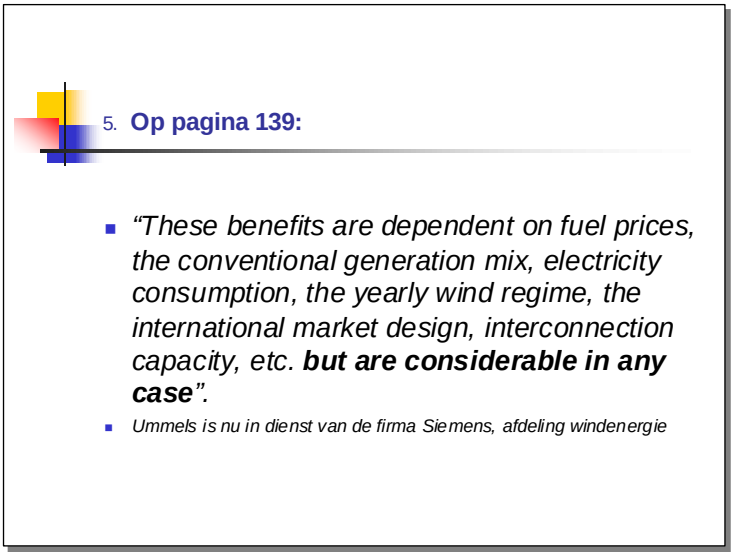
met het geïnstalleerd windvermogen. Wanneer wij de helling van deze lijn bekijken dan komt deze overeen met een besparing van 535 kilo CO2 per megaWattuur windenergie. Nu is het zo dat de Nederlandse fossiele centrales samen ongeveer net 535 kilo CO2 per megaWattuur uitstoten. Ummels, Hendriks en Kling zeggen met deze grafiek: je kan windvermogen inpassen in het Nederlandse distributienet ZONDER enig rendementsverlies van de fossiele centrales . Daar zullen we nu dus even naar gaan kijken.



Op de eerste pagina van zijn proefschrift schrijft dr Ummels *'The integration of windenergy in the Dutch system would provide a reduction of the operating cost of the system as a whole of 1.5 billion euro a year. This is because the wind* ***is free****, while coal and natural gas are not. By using less coal and natural gas, also the emission of CO2 decreases by 19 million tons a year*. (Volgens deze redenering komt gas ook gratis uit de grond.)

Dat is nogal wat en daar kan je ook wel wat voor over hebben, zoals 20 miljard.
Maar het vervelende is dat op pagina 139 van hetzelfde proefschrift de volgende frase staat: *These benefits are dependent on fuel prices, the conventional generation mix, electricity consumption, the yearly wind regime, the international market design, interconnection capacity etc, but are considerable in any case.*

Met andere woorden: op pagina 1 schrijft-ie de propaganda, op pagina 139 beschrijft hij zijn eigen twijfels.



Er zijn ook andere geluiden in Nederland, zoals de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid. Die heeft een rapport, waarvan u hier de eerste pagina ziet, uitgebracht: *Klimaat-strategie tussen ambitie en realisme* en het gaat mij nu dus voornamelijk om het realisme . De conclusie in dat rapport: '*Het besluit om nu reeds tegen hoge kosten te investeren in grootschalige toepassing van wind lijkt een voorbeeld van overhaaste technology push. Andere opties zoals efficiëntere conventionele centrales*

7. Conclusie WRR (Juli 2006)

- "*Het besluit om nu reeds tegen hoge kosten te investeren in grootschalige toepassing van wind lijkt een voorbeeld van* ***overhaaste technology push***."
- "*Andere opties, zoals efficiëntere conventionele centrales, toepassing daarin van ccs, een toenemend aandeel van gas en/of kernenergie; gebruik van cellulosehoudende biomassa, het tegengaan ontbossing en de reductie van methaan (zie paragraaf 3 en de overige bijlagen) hebben een groter potentieel en lijken minder kostbaar*."
- Bijlage windenergie pag. 266 ev.

9.

toepassing daarin van ccs, een toenemend aantal van gas en/of kernenergie: gebruik van cellulosehoudende biomassa, het tegengaan van ontbossing en de reductie van methaan (zie paragraaf 3 en de overige bijlagen) hebben een groter potentieel en lijken minder kostbaar.'
Dit vindt u in de bijlage windenergie op pag 266 e.v.

8. De Energieraad.

- Deze raad "adviseert regering en parlement over het te voeren energiebeleid".
- Het rapport "**Brandstofmix in beweging**" bespreekt de verdringing van basislast door windenergie.
- *"Verdringing van essentieel vermogen is ontoelaatbaar, dus windenergie is aan een plafond gebonden."*
  "Windenergie kan alleen op grote schaal toegepast worden, als er opslagvermogen beschikbaar is."
  "Vanwege kosten en technische moeilijkheden wordt deze mogelijkheid niet voor 2020 verwacht."

10.

We hebben ook de Energieraad. De Energieraad adviseert regering en parlement over het te voeren energiebeleid. Het rapport 'Brandstofmix in Beweging' bespreekt *de verdringing van basislast door windenergie* . Basislast zijn centrales die ook 's nachts door moeten draaien omdat het te kostbaar of te gevaarlijk is om ze stil te zetten. *"Verdringing van essentieel vermogen is ontoelaatbaar, dus windenergie is aan een plafond gebonden"*
Windenergie kan alleen op grote schaal toegepast worden als er opslagvermogen beschikbaar is.
"Vanwege kosten en technische moeilijkheden wordt deze mogelijkheid niet voor 2020 verwacht." Met andere woorden, de Energieraad ziet er ook niet zo veel in voor die tijd.

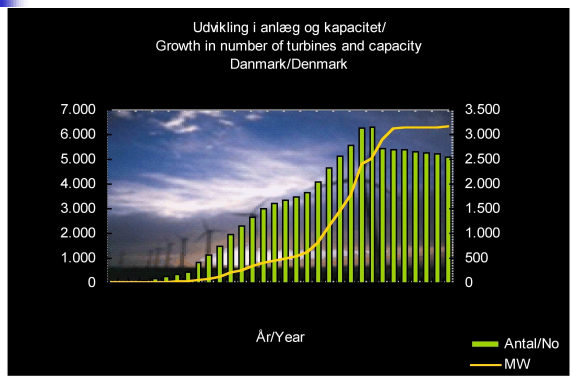
9. Denemarken

- Totaal geïnstalleerd vermogen: 3100 MW
- Constant sinds 2004.
- Productiefactor gemiddeld 21%.
- Aandeel windenergie in totale productie: 18%
- Ingepast in het net: 9,3%

9

We gaan eens kijken in Denemarken. Denemarken is altijd het grote voorbeeld geweest want daar hebben ze een heleboel windmolens en wat is daar nu de laatste jaren aan de hand?. Het totale geïnstalleerde vermogen daar is 3100 megaWatt, 3 gigaWatt. Het is een klein land en dat betekent: Constant (windvermogen) sinds 2004 en de productiefactor die zij halen is gemiddeld 21%.
Het aandeel windenergie in de totale productie is 18% dus heel dicht bij de ambities van onze regering, maar nu komt er een klein nadeel: *ingepast in het net 9,3%* . Slechts 52% van de opgewekte windenergie hebben ze zelf

10. Molens in Denemarken



gebruikt, de rest is naar Noorwegen gestuurd om water op te pompen. Het tragische is dat men in Scandinavië vanwege al die windmolens in de nacht *negatieve* elektriciteitsprijzen hanteert.

Dit is mijn eerste echte aanwijzing dat er iets mis is met windenergie. Ik laat hier nog een plaatje zien wat voor iedereen beschikbaar is en daarin ziet u in het groen het aantal windmolens en u ziet dat er een vervanging bezig is, maar het totale vermogen in de gele lijn is constant in de laatste vijf jaar sinds 2004.

11. De discussie in België.

- Soens, J.
- Impact of wind energy in a future power grid.
  PhD Thesis. KU Leuven (2005).

- *"…. the CO_2-emission abatement potential by wind power is estimated at **4%** (1.04·10^{6}ton/year) of the total CO2-emission."*
- *"Therefore, if the abatement of emissions is considered as the most important value of wind power, the recommended policy is to allow wind energy up to an installed level of 0.7 GW, preferentially offshore or where wind resources are optimal.*
  The added value of further installation of wind power is low. " 11

Dan gaan we nog in een ander land kijken want in België wordt er ook wel eens gepraat over windenergie.
Soens heeft ook een proefschrift geschreven. 'Impact of windenergy in a future power grid' en daarin staat dat de *"CO2 emission abatement potential is estimated at 4% (1.04. 106 ton/year) of the total co2 emission.*
Therefore if the abatement of emissions is considered as the most important value of windpower the recommended policy is to allow windenergy up to an installed level 0f 0.7 gw preferentially offshore or where wind resources are optimal.
The added value of further installation of wind power is low.' Dit is nogal een drastische voorstelling van zaken en die is overgenomen door een regeringscommissie, met andere woorden, dit is de leidraad in België.

12. Geografische spreiding.

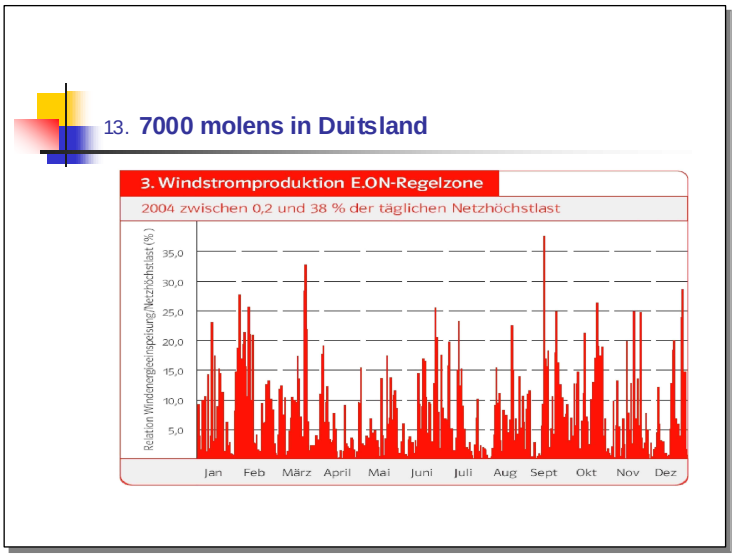
Stelling:

- De geografische spreiding van de molens over de Noordzee zorgt voor een middeling in de opbrengst.
- Fout: de diameter van een Atlantische depressie is tussen de 1000 en 3000 km.
- Als het stormt voor de Deense kust, dan waait het hier minstens Bf6 en omgekeerd.
- Het Scandinavische hoog zorgt vaak genoeg voor weinig wind over heel NW Europa.

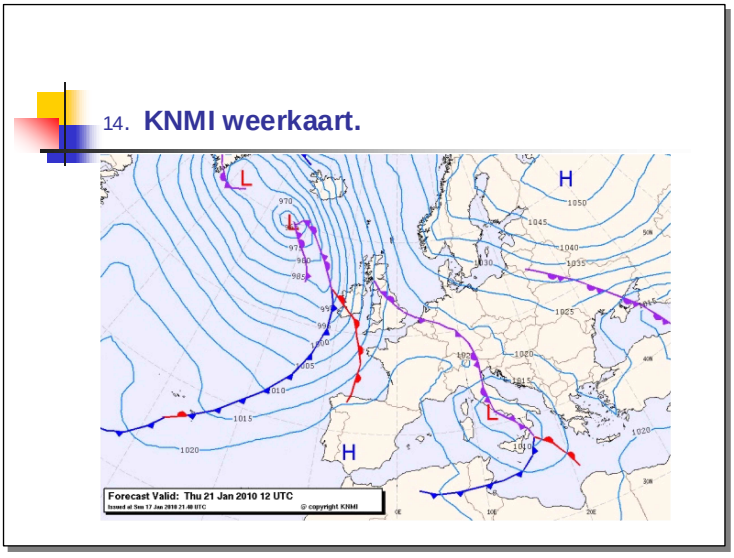
12.

Maar als ik die molens nu maar over een groot oppervlak spreid. Werken ze niet aan de ene kant dan werken ze wel aan de andere kant, toch?
Dat zullen we eens even bekijken.
De Noordzee wordt hier genoemd en we kunnen de Oostzee er bij pakken: de diameter van een Atlantische depressie – de 'pomp' voor onze wind - is tussen de 1000 en de 3000 kilometer, met andere woorden die ligt over heel Noord Europa..
Als het stormt voor de Deense kust dan waait het hier minstens Beaufort 6 en omgekeerd. In beide gevallen leveren de molens hun maximum capaciteit, terwijl als er weinig wind

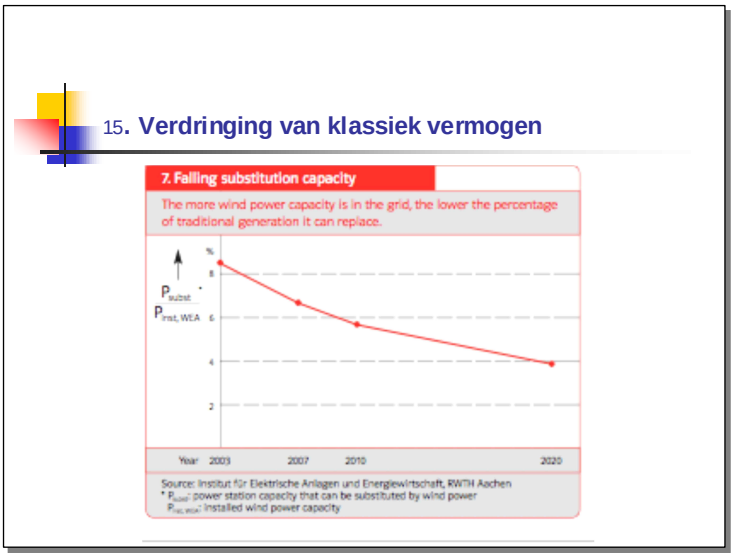
is, het Scandinavisch ‘hoog’ zorgt vaak genoeg voor weinig wind over heel West Europa. Hier zijn bewijzen van en die komen nu.



In Duitsland staan 7000 molens opgesteld met ik meen 20 gigaWatt aan totaal vermogen. En die 7000 molens samen hebben een dagopbrengst en die ziet er zo uit: Hier is weinig te zien van een middeling vergeleken met het plaatje dat ik u liet zien van die molen in Kaliningrad. Daar gaat het om een molen en dit zijn er 7000 samen. De windsnelheid is gecorreleerd over een oppervlak zeker zo groot als Duitsland en de variatie die gaat tussen de 0,2 en de 38% van de dagelijks netwerkbelasting , dat is een factor 150 verschil van dag tot dag.

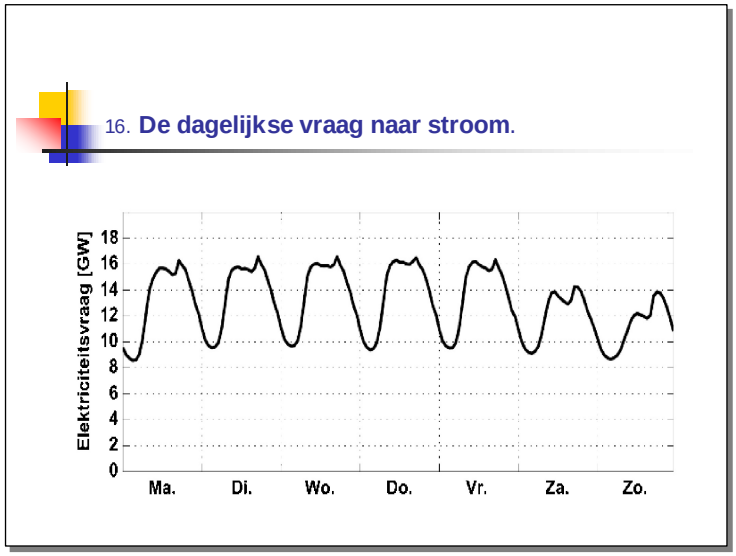


Dus dat werkt niet, en dat kunnen we ook illustreren aan deze weerkaart van 21 januari 2010. Als we nu kijken naar het gebied dat ons interesseert, Noordwest Europa, dan ziet u dat daar de isobaren allemaal op dezelfde grote afstand liggen, met andere woorden de molens hier in de verre Oostzee produceren niet, ze produceren niet in de Duitse bocht en ze produceren ook niets in Engeland. Zelfs in Zuid Frankrijk waait het nauwelijks.



Dan heb ik nog een ander punt en dat is verdringen van klassiek vermogen. Er wordt vaak gezegd: als we maar voldoende windmolens neerzetten dan kunnen we tenminste die klassieke kolencentrales stil zetten. Nou dat is uitgerekend aan de hand van die 20 gigaWatt in Duitsland. Daar komt deze grafiek uit en daar zien we in dat de verdringing bij kleine vermogens zoals in het begin van de jaren 2000 bestond dat er nog 8 procent verdrongen kan worden, wanneer wij 100 megaWatt aan windmolens zetten dan kunnen we 8 megaWatt aan fossiel uitschakelen, maar bij toenemend vermogen is dat helemaal niet meer zo. Dat neemt af en hier is het nog maar vier procent. En dat is dus echt verwaarloosbaar.

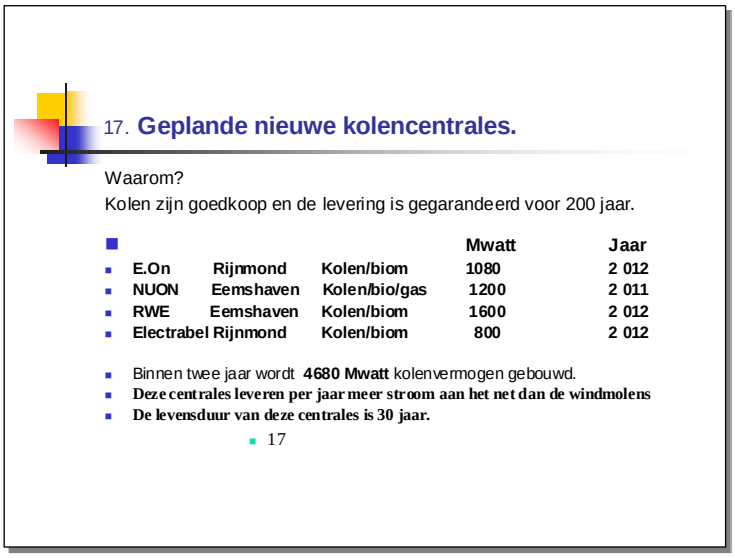
Als vuistregel kunnen we stellen dat grote windvermogens geen fossiel opwekkingsvermogen verdringen. Dat is niet aan de orde. Het zal altijd zo zijn dat investeringen in windenergie boven op investeringen in fossiel opwekkingsvermogen komen, want je hebt beide tegelijk nodig.



Hier komen we dus op de onbalanskosten waar we het ook al over hadden en u ziet hier dat de dagelijkse vraag nogal een opgave is voor fossiele centrales om hier op elk moment aan te voldoen . Elke dag is er een niet zo sterke daling en een steile stijging. En dat gaat elke dag zo door en in het weekend is er iets minder stroom nodig omdat dan de industrie op halve kracht draait.

Nu kijken we hier naar de dagelijkse vraag en dan zien we dus dat centrales eigenlijk altijd al moeite hebben om de dagelijkse vraag bij te benen want zij moeten van 10 naar 16 gigaWatt binnen een uur of anderhalf uur in het spitsuur op dinsdag of woensdagmorgen en in een wat zwakker tempo naar benden om weer op hun basislast uit te komen. En die basislast is dus het minimum wat daar is.

Wat tot nu toe zonder windenergie werd gedaan is dat de centrales naar beneden geregeld worden zodanig dat er dus niet te veel stroom was in de nacht en zodanig dat die centrales opgeregeld konden worden langs deze curve. Dat halen ze niet helemaal en daarvoor zijn zogenaamde 'piekscheerders' ingeschakeld en dat zijn dezelfde dingen als die de *onbalans* moeten opheffen, want onbalans en teveel vraag zijn eigenlijk twee uitwisselbare zaken. We praten nu dus echt over de elektriciteitsvoorziening. We moeten een klein beetje begrip krijgen voor wat de huidige producenten voor elkaar krijgen, om dat dus van minuut tot minuut te volgen en ze hebben één voordeel: van deze curve zijn alle onderdelen tot op een procent bekend en voorspelbaar. Met andere woorden men kan zijn maatregelen nemen en die worden dus ook genomen. Dat is de dagelijkse vraag naar de stroom.



Het minimum is zodanig nu dat men daar dus de centrales op heeft afgestemd dat ze dus allemaal minimum lasten kunnen draaien in de nacht en overdag weer op kunnen regelen. Maar nu weten we allemaal dat er in eens sprake is van een aantal nieuwe kolencentrales in Nederland en wat gebeurt daar mee? En waarom kolencentrales, iedereen heeft het toch over CO2. Maar ja aan de ene kant is er het klimaat, maar aan de andere kant is er ook nog economie en ook nog leveringszekerheid. Kolen zijn namelijk goedkoop en de levering is gegarandeerd voor 200 jaar. En ze komen uit politiek betrouwbare landen. Zoals Canada. De elektriciteitsproducenten zeggen ja je kunt me wat. Wij willen heel graag die kolencentrales want dan hebben we in iedere geval stroom ter beschikking voor jullie.

Een vragensteller: Er wordt over kolen gesproken, maar denk er om dat er voor het bouwen van windmolens daar is per windmolen ongeveer 500 tot 700 ton staal nodig en dat staal moet gemaakt worden in de Hoogovens en dat vereist ook een heleboel productie van CO2 want per ton staal mag je rekenen dat er rond een ton CO2 de lucht wordt ingestoten. En dat is ook gebaseerd op gewoon kolen. Dat komt er allemaal nog bij.

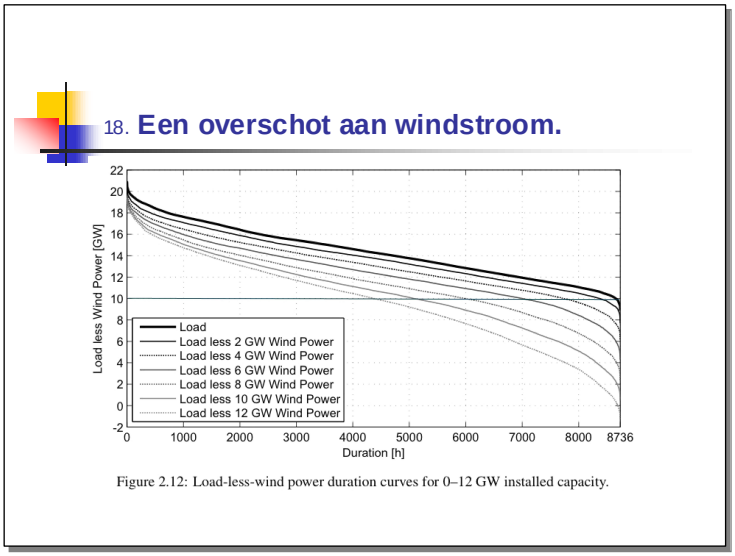
Udo: Er is een Engelse publicatie die stelt dat een molen op zee, dus met een hoge capaciteitsfactor zijn eigen energie terugverdient in zeven maanden. En het moet ook gezegd worden dat een centrale als een kolencentrale die heeft een paar maanden nodig om zijn eigen energie te verdienen.
Dat geldt eigenlijk voor elke installatie die energie opwekt en de molens zijn daar geen uitzondering op, ze doen er wel vrij lang over moet ik zeggen, om hun eigen energie terug te verdienen. En wanneer we dat omslaan over een levensduur van 15 jaar betekent dat ze per jaar een niet te verwaarlozen hoeveelheid CO2 uitstoten. Wanneer we dus de initiële kosten uitsmeren over een levensduur van 15 jaar ……

Aanvulling van Cees le Pair: Wij krijgen van Volker Stevin die die dingen neer zet krijgen het cijfer anderhalf jaar terugverdientijd voor een drie megaWatt molen en daar zit dan niet in de extra energie die je moet stoppen in de extra leidingen, transformatoren connecties, aan het net. Daar is geen rekening gehouden met wat Kees de Groot en ik gedaan hebben, gekeken naar hoeveel schade er is doordat die conventionele centrales met een lager rendement gaan werken. Dan is die terugverdientijd veel langer. Maar het rock bottom minimum is anderhalf jaar, staal, beton, baggeren voor het grind voor de fundering Wij komen tot een schatting van vier jaar.

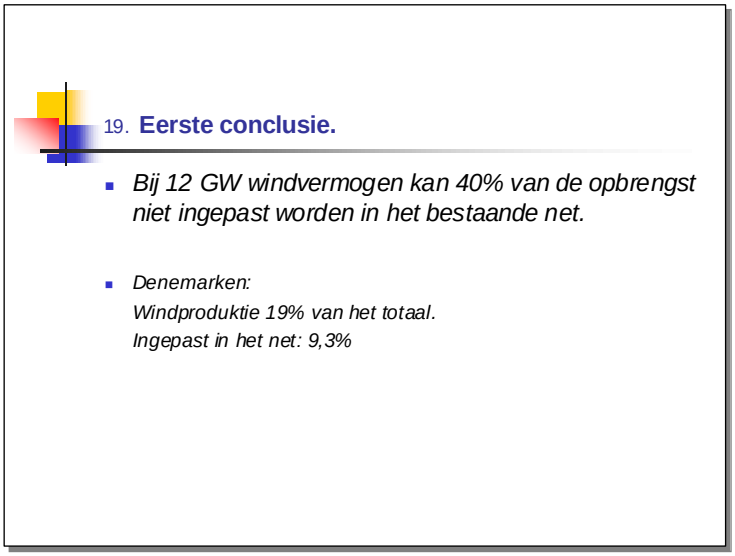
Udo: Daar is inderdaad discussie over. Ik heb vroeger ook getallen gehanteerd van anderhalf jaar, maar die Engelse studie geldt dus voor een molen op land en misschien op een heel gunstige locatie dat weet ik allemaal niet, en daarom quoot ik altijd maar lage getallen zodat ik me er niet op kan laten pakken dat ik teveel tegen de windmolens zou hebben.

Deze centrales hebben een levensduur van 30 jaar dat betekent dat deze centrales toegevoegd zullen worden aan de basislast. Dat wil zeggen dat de basislast in Nederland, het minimum vermogen dat door de centrales geleverd moet worden neemt toe. Met een fractie van dit getal want ze hoeven natuurlijk niet maximaal te draaien ’s nachts. Maar twee gigaWatt mogen we zeker rekenen dat de basislast de ruimte die dus afgaat voor de ruimte voor de windenergie. Die 2 gigaWatt gaat er af, en denk nu niet dat zomaar afgelopen is daarom staat hier de levensduur van dergelijke centrales op 30 jaar. Met andere woorden tot 2040 hebben we deze ruimte niet ter beschikking voor windenergie.

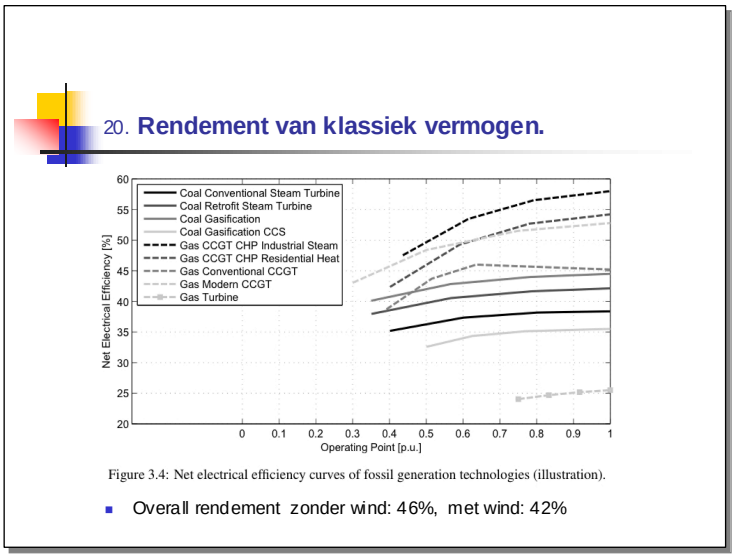
Dat is een hele vervelende zaak en dat zal ik u nu laten zien aan het feit van het fenomeen *overschot aan windstroom* dat geldt wanneer we met grote windvermogens werken. Hier ziet u een belasting minus windenergie. Hoe is die opgesteld?. U ziet op de horizontale as het aantal uren van een jaar en daarop is uitgezet het aantal keren dat een bepaalde belasting geldt. Deze vette bovenste lijn is de vertaling van die weekcurves maal 52 . Nu kun je daar bovenop zetten de volkomen ongecorreleerde levering van windenergie per kwartier of per half uur en daarmee verlaag je dus deze curves tot de curves hieronder bij 2, 4 tot en met 12 gigaWatt windpower, en dan praten wij om de zaak te vereenvoudigen alleen maar over de 12 gigaWatt . Dit



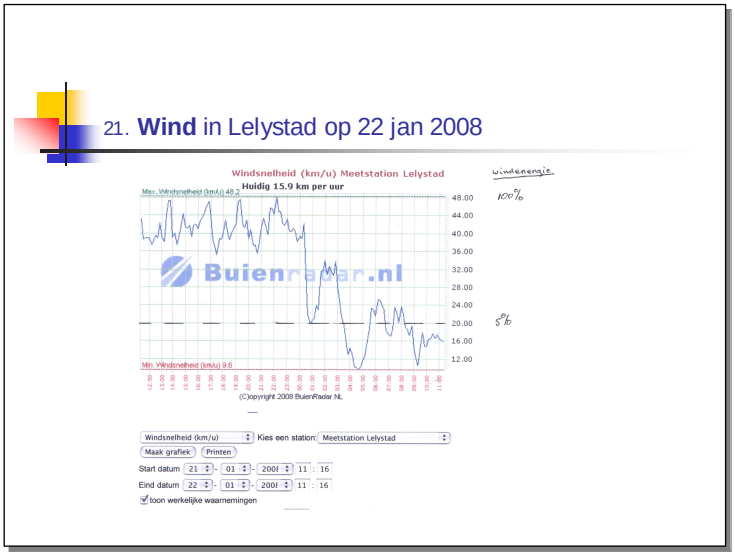
is dus een beeld van de belasting van de centrale voor het hele jaar, als de windenergie draait. Met al zijn variaties en onvoorspelbare krachten van de ene dag op de andere.
De horizontale lijn heb ik daarin getrokken, en dat is de lijn van de basislast die dus minimaal geleverd moet worden *door centrales* want die willen we niet uitzetten of de eigenaren willen ze niet uitzetten want die zijn daar veel te bang voor.
Dat betekent dus dat als wij naar dit gedeelte van de curve kijken dan zien we welke hoeveelheid windenergie niet gebruikt kan worden in het Nederlandse net. Het betekent dus dat dit hele oppervlak (onder de 10 gigaW- lijn) uit overschot aan windenergie bestaat. Het is vrij simpel te bepalen hoeveel dat is, tussen de 40 en 50% van het totaal aan windenergie wanneer er 12 gigaWatt wind vermogen opgesteld zou staan, in Nederland en omliggende wateren. Dit is dus een drastische zaak want wanneer we die 40% overschot – daar hou ik het op , zoals gezegd ik blijf het aan de gunstige kant houden, dit is met windenergie mensen geverifieerd.



De eerste conclusie is dat bij 12 gigaWatt windvermogen 40% van de opbrengst niet ingepast kan worden in het bestaande net. In Denemarken, dat heb ik u al in het eerste gedeelte laten zien is de windproductie 19% van het totaal en ingepast in het net is 9,3%. De rest wordt geëxporteerd naar Noorwegen. tegen negatieve prijzen, dat is een nieuw fenomeen.



Het rendement van klassiek vermogen. Dit is een vrij ingewikkeld plaatje van allerlei soorten generatoren die gebruikt worden in de elektriciteitsproductie en ik wil de aandacht vestigen op deze bovenste, dat is de beste. Dat is een gasturbine met nabrander met STEG-unit er achter aan, die kan tot 58% halen met vollast, maar dat loopt vrij snel terug en wanneer hij dus bij halve belasting gebruikt wordt is het rendement nog 50%. Met andere woorden dit is een direct verlies. De kolengeneratoren. staan lager, maar lopen minder hard terug. Als we een overall rendement zouden nemen in ideale omstandigheden, met een niet variërende vraag dan zou het gemiddelde van het Nederlandse park een rendement halen van 52%. Dat kunnen ze niet halen vanwege de dagelijkse variatie in de vraag. Door de dagelijkse variatie in de vraag zakt het rendement naar 46%.
Nu is het dus zo dat we 6% verliezen van het rendement oftewel 12% meer brandstof verbruiken alleen maar door het feit dat de vraag niet constant is. Maar nu komt er een variabele bij, namelijk de wind en dat is nogal wat.



De windenergie productie in Flevoland viel binnen een half uur terug van 100% naar 5% met een dip van 0%.

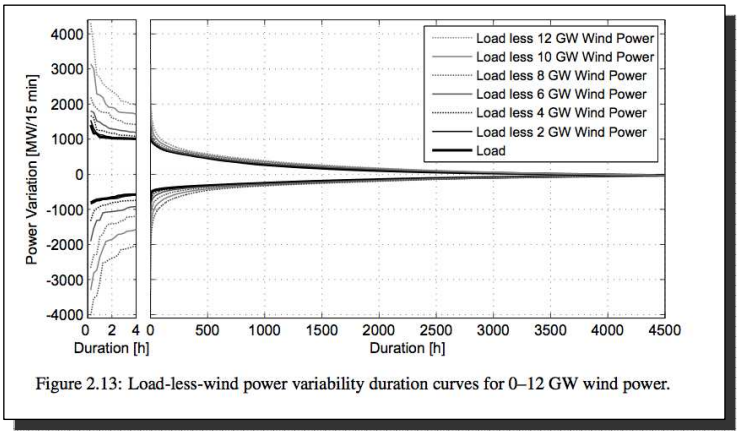
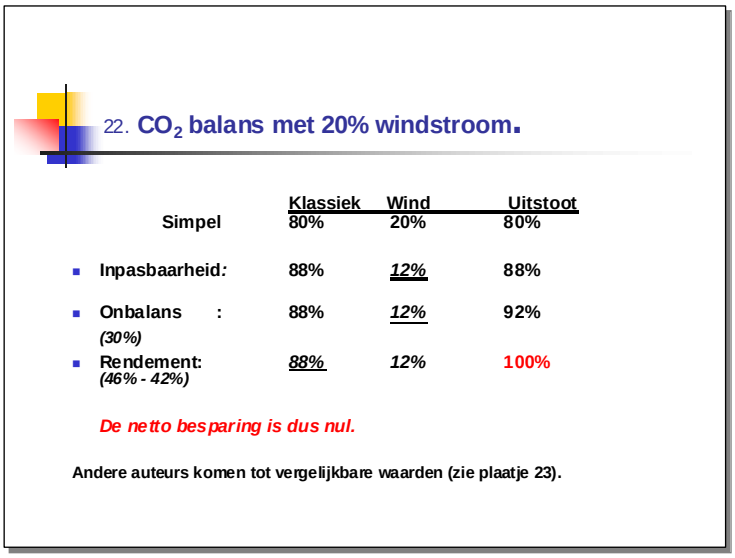


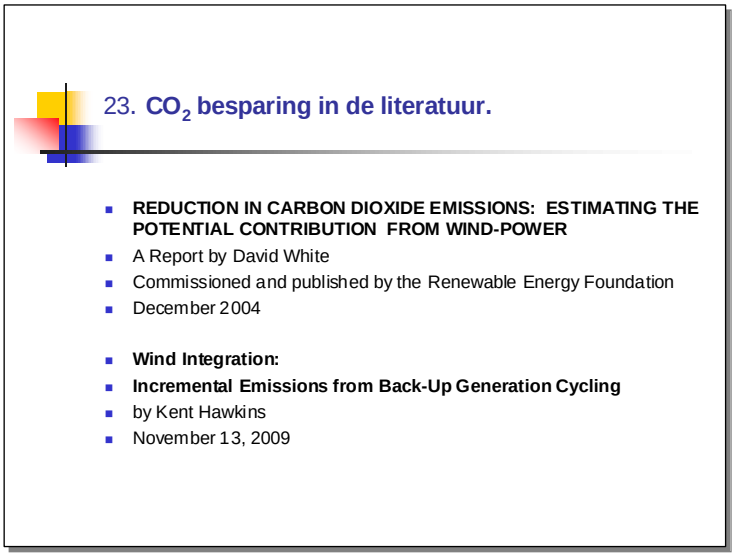
Figure 2.13: Load-less-wind power variability duration curves for 0–12 GW wind power.

Dit is een grafiek analoog aan de power duurcurves, maar nu wordt de variatie van de vraag naar fossiele stroom uitgezet naar aflopende waarden.
De maximale variatie neemt toe van 1GW per kwartier naar 4,4 GW per kwartier met windstroom.
Dit treedt maar enkele uren per jaar op.
De curves liggen de rest van het jaar dicht bij elkaar, maar vergroting toont, dat de curve met 12GW wind altijd 30 tot 40% hoger ligt, dan de curve zonder wind.
Dit is een van de redenen, dat ik aanneem, dat het rendement door de extra variaties van 46% naar 42% zal zakken
De andere reden volgt uit plaatje 18. Dit vertelt niet alleen, dat 40% van het windvermogen niet gebruikt kan worden, maar ook, dat het klassieke park nu precies de helft van het aantal uren per jaar op minimum belasting draait. Deze uren zijn nu niet meer geconcentreerd tijdens de nacht, maar kunnen ook optreden tijdens piekbelasting.



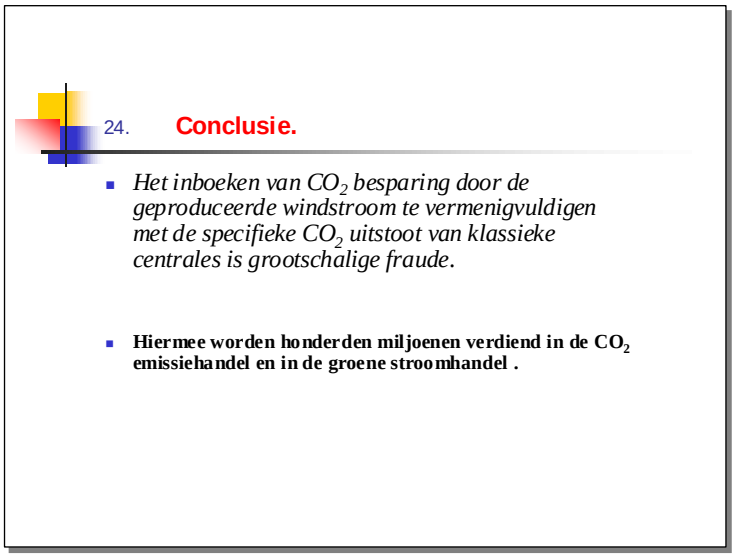
De CO2-balans met 20% windstroom.
De simpele redenering die altijd gevolgd wordt is: nou we hebben 20% wind dus de uitstoot zakt met 20% dus die is nog 80%. Maar we hebben net gezien dat de inpasbaarheid maakt dat van die 20% dus 40% (dus 8% hier) *niet* inpasbaar is Daardoor stijgt de productie van de klassieke centrales naar 88% en de wind doet maar voor 12% mee, dus de uitstoot blijft op 88%.
Nu gaan we over de onbalans praten. De onbalans die heeft 30% van de windenergie moet toch gestookt worden, met andere woorden 30% van

12% is 4% en de uitstoot neemt toe van 88% naar 92%
Het rendement laten we zakken van 46% naar 42% vanwege het feit dat de variaties zoveel groter worden en dat betekent dat wij door dit rendementsverlies precies op 100% uitkomen. Het betekent dus dat de netto besparing in brandstof (er staat hier CO2 maar dat is 1 op 1 te vervangen door brandstof) van het installeren van 12 gigaWatt aan windenergie nul is. Er wordt gewoon meer verstookt in de klassieke centrales om de narigheid van de wind op te kunnen vangen. Het enige waar we dus nog over kunnen praten is, we hebben 40% wind over en die gaan we dus exporteren . Mijn vraag is dan: waarheen? Want als wij zoveel stroom over hebben, we hebben net aangegeven dat in heel Noordwest Europa hetzelfde windenergie regiem heerst. Dit betekent dus dat daar de energie geëxporteerd zou moeten worden tegen negatieve prijzen. Wie gaat dat doen? Er is geen firma die zijn producten op de markt wil zetten en daar voor zou moeten betalen. Want dan kan-ie het beter weggooien. Ik ben er dus zeker van dat voor deze 40% wind die over is vrijwel geen toepassing gevonden kan worden tenzij er inderdaad zoals de Energieraad stelt er opslag gevonden kan worden en die is er voorlopig nog niet.



Andere auteurs komen tot vergelijkbare waarden 'Reduction in carbon dioxide emissions: estimating the potential contribution from windpower.' A report bij David White. Dat kunt u vinden onder de website van de Renewable Energy Foundation.

En ook: 'Incremental emissions from backup generation cycling' van Kent Hawkins. Dat is een heel uitvoerige MonteCarlo berekening waar hij nog steeds aan werkt, maar de eerste resultaten geven dezelfde resultaten als ik u heb gegeven.
Met andere woorden: **er is geen CO2 besparing geen brandstofbesparing door het installeren van windenergie**



Mijn conclusie is dan ook dat het inboeken van CO2 besparing door de geproduceerde windstroom te vermenigvuldigen met de specifieke CO2-uitstoot van klassieke centrales grootschalige fraude is.

Hiermee worden honderden miljoenen verdiend in de CO2 emissie- en in de groene stroomhandel.

Vragensteller: Is grootschalig elektrisch rijden geen optie?
Udo:' Daar heeft u in principe gelijk in alleen wij zien hier dat de politiek met 20 miljard gaat investeren en met jaarlijkse kosten van ongeveer 4 miljard zonder dat men heeft nagedacht over de consequenties, want als wij al deze investeringen doen waar is dan het geld om elektrische auto's te ontwikkelen? Om een distributienetwerk voor die elektriciteit te maken? Dat vereist ook miljarden aan investeringen en je kan niet zeggen ik doe het een en ik zie wel wat ik met het ander doe. Wanneer ik dus die windmolens

neerzet en ik kan die stroom niet kwijt dan duurt het tien jaar voordat ik iets gemaakt heb dat ik het wel kwijt kan en die tien jaar betaal ik 4 miljard per jaar voor niks.

Vragensteller: Ga je niet voorbij aan allerlei innovatieve investeringen?
Ik denk bijvoorbeeld aan de opslag van warmte in de vorm van vloeibaar natrium. Raad je nu aan om onmiddellijk te stoppen met windenergie?

Udo: Het is mijn overtuiging dat innovatieve investeringen hier voorrang moeten krijgen boven het stomweg bouwen van honderden van deze molens. Want van die honderden molens leren we helemaal niets en als we dat geld, althans een gedeelte van dat geld zouden stoppen in die innovatieve investeringen dan denk ik dat we de maatschappij meer vooruit helpen dan nu domweg te zeggen we hebben nu een put waar we het geld in willen gooien, dus dat doen we dan maar. Dit is een kortzichtige en hele schadelijke manier van omgaan met gemeenschapsgeld. Want laten we wel wezen het is met gemeenschapsgeld dat deze dingen gebouwd en geëxploiteerd worden.

Vragensteller: Wat is nu het effectief rendement als je die waterkrachtbuffer meeneemt? We zetten niets op het net, we sturen alles naar Noorwegen en we halen dan de waterkracht terug wat heb je dan voor een rendementsverlies?

Udo: Wij denken dat Noorwegen een eindeloze put van energie is, maar we moeten wel bedenken dat het Noorse waterkrachtstelsel is ingesteld op het Noorse verbruik en dat is niet zo groot. Met andere woorden als heel West Europa op Noorwegen gaat leunen, dat kan gewoon niet.
We hebben nu een gigaWatt kabel naar Noorwegen en die wordt verzwaard naar 2 gigaWatt en wanneer dat gaat gebeuren dan gaan de prijzen dus in de nacht *negatief* worden als we inderdaad die twaalf gigaWatt gaan opstellen. Ik ga dus uit van het niet plegen van innovatieve investeringen en alleen maar van wat er nu bestaat. En zoals nu ook in een Europees rapport gezet wordt waarbij zelfs 40 gigaWatt kabels naar Spanje gelegd zouden moeten worden, dat soort dingen het is te gek voor woorden, maar men schrijft het met droge ogen op in een Brussels rapport. Die dingen kosten ook miljarden en die staan nog helemaal niet in deze begroting als ik praat over 12 gigaWatt .

Zoiets als een Plan Lievense (een plan om in de Noordzee een soort stuwmeer aan te leggen dat als opslag kan dienen), daar is serieus naar gekeken en de enige relevante conclusie is die van de Energieraad die zegt dat er voor 2020 geen technieken ontwikkeld zullen zijn die maken dat het op een nette manier kan.

---

eerlijk over 't milieu!
DE GROENE REKENKAMER

STEUN DE GROENE REKENKAMER!

De Groene Rekenkamer is een onafhankelijke, niet gesubsidieerde stichting die zich inzet voor een minder op bangmakerij en meer op wetenschap gebaseerd milieu en energiebeleid. De stichting publiceert twee websites (www.groenerekenkamer.nl en www.klimatosoof.nl), organiseert 'webinars', hield in februari 2010 de eerste 'Nationale Ontgroeningsdag' produceert video's en geeft boeken uit.

Vraag een folder aan via www.groenerekenkamer.nl/folder of steun ons meteen door donateur te worden (Bankrekeningnr: 1010.59.779 van de Groene Rekenkamer te Lelystad.
IBAN: NL71RABO0101 059779 BIC: RABONL2U

Donaties zijn aftrekbaar, de Groene Rekenkamer is een 'ANBI", een Algemeen Nut Beogende Instelling (nr 819004418).

Als u € 25 of meer doneert krijgt u een fraai boek als welkomstgeschenk. Kijk op www.groenerekenkamer.nl/donatie om te zien waaruit u kunt kiezen.

De Groene Rekenkamer
Postbus 60 – 4420 AC Kapelle
Tel. 0113-330030 -
redactie@groenerekenkamer.nl