

king van de opeenhoping van luchtmas-  
sa's boven de polaire kap, zoals in maart  
2013, wordt lucht onttrokken aan het  
reservoir ten zuiden van 55°N. Een posi-  
tieve luchtdrukanomalie op hoge geo-  
grafische breedte gaat daarom gepaard  
met een negatieve luchtdrukanomalie op  
lagere geografische breedte en andersom.  
Dit effect is duidelijk te zien in figuur 5.  
Hierin worden de afwijkingen, t.o.v. de  
klimatologie (figuur 4) van de maand-  
gemiddelde en zonaal-gemiddelde lucht-  
druk op zeeniveau op 36°N en op 66°N  
tegen elkaar uitgezet. Langs de verticale  
as staat het verschil,  $y$ , tussen de ano-  
malie op 66°N en de anomalie op 36°N.  
Langs de horizontale as staat de ano-  
malie,  $x$ , op 36°N. Een lineaire regressie  
levert het volgende eenvoudige verband  
op tussen  $y$  en  $x$ :

$$y = -2.39x.$$

De bijbehorende correlatiecoëfficiënt is  
vrij hoog: 0.83. De absolute waarde van  
richtingscoëfficiënt is groter dan 1 omdat  
er dichtbij de Noordpool nu eenmaal  
minder oppervlak per breedtegraad is  
dan verder weg van de Noordpool.

De zonale index in maart 2013 was geen  
record. Twee maanden maart, namelijk  
die van de jaren 1984 en 1996 waren  
sinds 1979 wat dit betreft extremer. Toch  
was de maandgemiddelde luchtdruk op  
zeeniveau op de Noordpool sinds 1979  
nog niet zo hoog geweest als in maart  
2013.

De maanden die, wat betreft zonale

index, het meest afwijken van het lang-  
jarig gemiddelde zijn uitsluitend win-  
termaanden. De maand maart figureert  
hierin ook. Opvallend is dat er sprake is  
van een clustering in de tijd van extreme  
maanden. In de rechterbenedenhoek van  
figuur 5 vinden we 6 maanden uit 3  
winters, namelijk die van de jaren 1989,  
1990 en 2007. Dit waren zeer zachte win-  
ters. In de linkerbovenhoek van figuur 5  
vinden we 3 maanden uit de sneeuwrijke  
winter van 2010. Deze clustering in de  
tijd duidt op een achterliggend fysisch  
proces met een redelijk lange tijdschaal  
van enkele maanden.

Li en Wang (2003) hebben voorgesteld  
om het verschil in luchtdrukanomalie op  
zeeniveau tussen 35°N en 65°N (of de  
grootte,  $y$ ) te gebruiken als maat voor  
de sterkte van de westcirculatie. Een  
dergelijke grootte staat al sinds jaren  
1940 bekend als de "zonale index" (zie  
Namias, 1950). De zonale index is sterk  
gecorrleerd met de bekende NAO-index  
(Heape et al., 2013). Omdat de zonaal  
gemiddelde toestand van de atmosfeer  
een belangrijk onderwerp is in de theorie  
van de algemene circulatie van de atmos-  
feer (van Delden en Hinssen, 2012), is de  
nieuwe zonale index van Li en Wang in  
theoretisch opzicht beter bruikbaar dan  
de enigszins willekeurig gedefinieerde  
en moeilijk in een theoretisch kader te  
plaatsen NAO-index.

### Conclusie

Vanwege de aanhoudende hoge lucht-  
druk op zeeniveau in de poolstreken

was maart 2013 en ook een deel van  
april 2013 op het noordelijk halfrond,  
in meteorologisch opzicht, vrij uitzon-  
derlijk. Het smeltend zee-ijs zou hier,  
volgens sommigen (Francis en Vavrus,  
2012), debet aan zijn. Toch was maart  
2013, meteorologisch gezien, geen "sta-  
tistische uitzondering". Daarom kan het  
uitzonderlijke weer van deze maand niet  
in verband worden gebracht met "kli-  
maatverandering", zoals dat wel kon met  
de hittegolven in West Europa in 2003  
(Schär et al., 2004) en in Rusland in 2010  
(Trenberth en Fasullo, 2012).

### Literatuur

- Francis, J.A., and S.J.Vavrus, 2012: Evidence linking Arctic  
amplification to extreme weather in mid-latitudes.  
*Geoph.Res.Lett.*, 39, L06801, doi:10.1029/2012GL051000.
- Heape, R., J. Hirschi and B. Sinha, 2013: Asymmetric  
response of European pressure and temperature ano-  
malies to NAO-positive and NAO-negative anomalies.  
*Weather*, 68, 73-80.
- Li, J., and J.X.L.Wang, 2003: A modified zonal index and its  
physical sense. *Geoph.Res.Lett.*, 30, 1632.
- Namias, J, 1950: The index cycle and its role in the gene-  
ral circulation. *J.Meteorol.*, 7, 130-139.
- Schär, C., et al., 2004: The role of increasing temperature  
variability in European summer heat waves. *Nature*, 427,  
332-336.
- Van Delden, A.J. and Y.B.L. Hinssen, 2012: PV-theta view  
of the zonal mean state of the atmosphere. *Tellus A*, 64,  
18710, <http://dx.doi.org/10.3402/tellusa.v64i0.18710>
- Trenberth, K.E. and J.T. Fasullo, 2012: Climate extremes  
and climate change: The Russian heat wave and other  
climate extremes of 2010. *J.Geophys.Res.*, 117, D17103,  
doi:10.1029/2012JD018020.

## Trage lente: meer blauw en minder groen

KES FLOOR

**Maart 2013 was, zo meldt het KNMI, in Nederland de koudste maartmaand in 25 jaar (zie ook het artikel hierboven). De gemiddelde temperatuur in De Bilt, normaal 6,2 °C, bedroeg slechts 2,5 °C, goed voor een zevende plaats in de lijst van koudste maartmaanden (sinds 1901). Ook in België was het koud: Ukkel noteerde een gemiddelde temperatuur van 3,0 °C tegen normaal 6,8 °C. 'Zéér uitzonderlijk', zo karakteriseert het KMI deze waarde, en 'een gebeurtenis die slechts eens in de honderd jaar optreedt'. Het temperatuurcontrast met maart 2012 was groot. Toen was het juist uitzonderlijk zacht en de in De Bilt waargenomen gemiddelde temperatuur van 8,3 °C was goed voor een tweede plaats in de lijst van warmste maartmaanden. In Ukkel werd het 8,9 °C, een waarde die door het KMI als zeer abnormaal beschouwd wordt en slechts eens in de 10 jaar verwacht mag worden.**

### Oppervlaktetemperatuur

De kou en haar gevolgen bleven vanuit  
de ruimte uiteraard niet onopgemerkt,  
zodat het contrast tussen de beide maan-  
den op verscheidene satellietbeelden  
goed is terug te vinden. Figuur 1 toont de  
anomalieën van de oppervlaktetempera-  
tuur gemiddeld over de maand maart,

zoals afgeleid uit waarnemingen van  
de Moderate Resolution Imaging Spec-  
troradiometer (MODIS) op de Ameri-  
kaanse satelliet Terra; als referentie geldt  
het gemiddelde voor de maartmaanden  
2001 tot en met 2010. Rode tinten dui-  
den op hogere temperaturen dan gemid-  
deld, blauwe op lagere. Het zachte weer

van maart 2012 leidt tot rode tinten  
in onze omgeving, al zijn die minder  
uitgesproken dan we in eerste instantie  
wellicht zouden verwachten. Mogelijk  
speelt een rol dat de bij de satellietmetin-  
gen gebruikte referentieperiode uitslui-  
tend de warmste decade beslaat van de  
30-jaarsperiode die de klimatologische

diensten hanteren voor weerwaarnemingen. Omgekeerd krijgen koude perioden dan extra nadruk. De kou van 2013 is in het desbetreffende satellietbeeld markant zichtbaar. De kou heeft heel Europa in haar greep; tegelijkertijd is het in Groenland uitzonderlijk zacht.

### Vegetatie-index

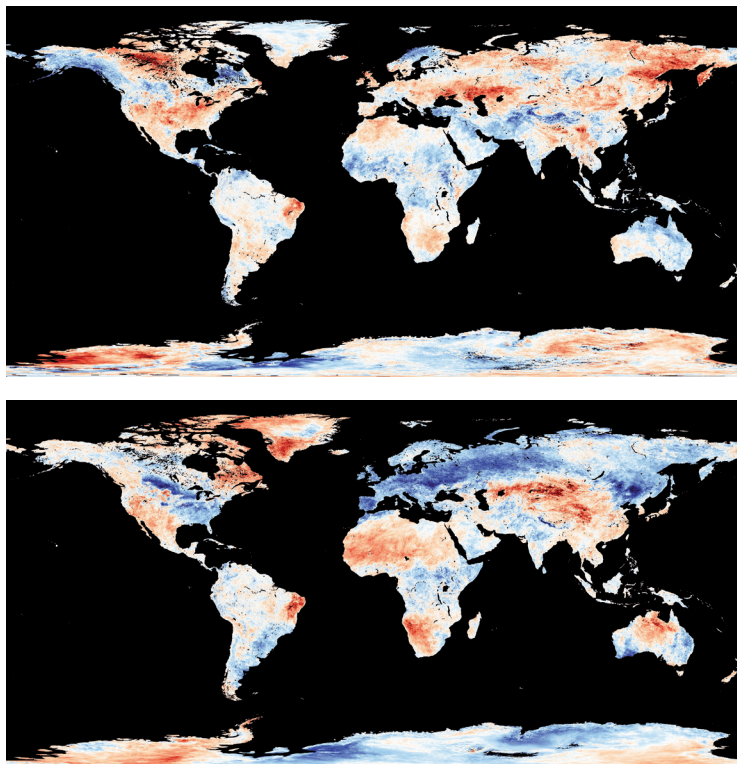
De kou in maart van dit jaar had een remmende werking op de ontwikkelingen in de natuur, zoals de toename van de vegetatie. Met satellietinformatie kan de omvang en de toestand van de vegetatie worden ingeschat. In feite wordt de hoeveelheid chlorofyl gemonitord. Chlorofyl absorbeert zonlicht in het zichtbaar licht (VIS: golflengten van 0,4-0,7 µm) sterk en gebruikt dat voor de fotosynthese. Tegelijkertijd heeft de celstructuur van blad de eigenschap dat het het zonlicht in het nabij-infrarood (NIR: 0,7-0,1 µm) sterk reflecteert. Dit voor levende vegetatie karakteristieke verschil in absorptie en reflectie in de verschillende golflengtegebieden wordt gebruikt voor het bepalen van een vegetatie-index: de Normalized difference vegetation index (NDVI). In formule:  $NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS)$ . De NDVI neemt waarden aan tussen -1 en +1. De meeste vegetatie is aanwezig bij waarden dicht bij 1 (donkergroen in figuur 2); bij kale grond of bij aanwezigheid van een sneeuwdek is de index vrijwel 0 (donkerbruin). Negatieve waarden treden op bij wateroppervlakken (blauw). In gebieden waar het bewolkt is, kan geen informatie over de vegetatie worden ingewonnen. Verder kan de aanwezigheid van aerosolen de gemeten waarden beïnvloeden en leiden tot een niet-representatief beeld van de aanwezigheid en gezondheid van de vegetatie.

Figuur 2 toont de satellietbeelden van Nederland en omgeving met de NDVI van 25 maart 2012 (dagnummer 85) en 27 maart 2013 (dagnummer 86). De tinten groen waren duidelijk donkerder, en de vegetatie dus actiever, in maart 2012. De bijdragen aan de NDVI worden vooral geleverd door grasland, zo valt uit de beelden af te leiden.

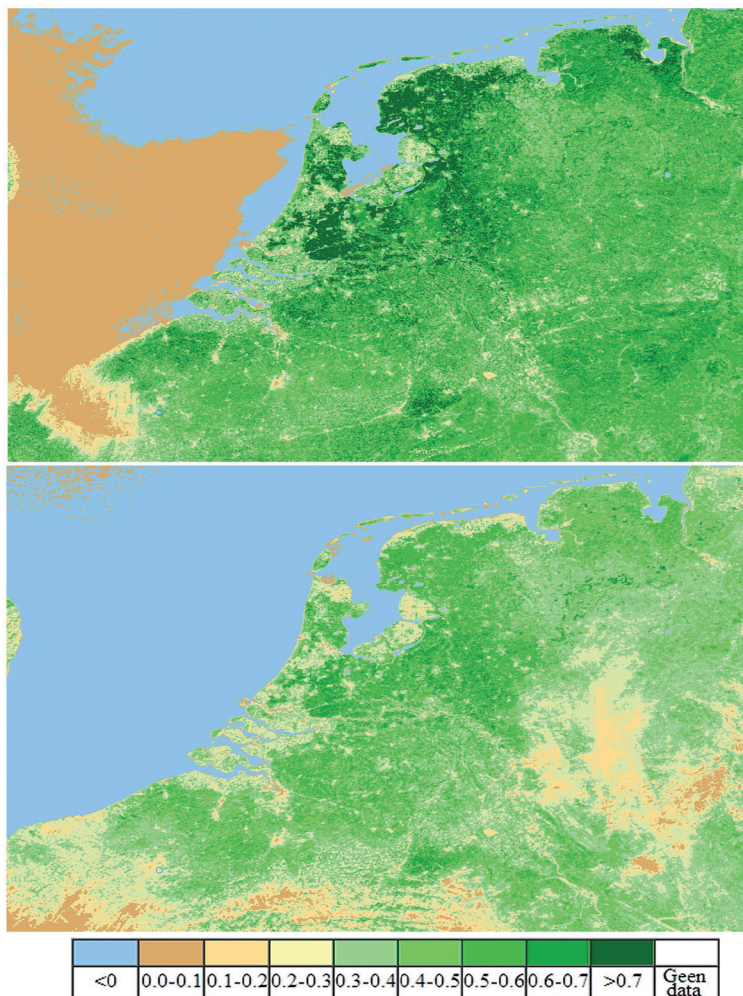
Het verschil in 'groen' aan het eind van de beide maartmaanden is ook, zij het minder nadrukkelijk, terug te vinden op MODIS-beelden in natuurlijke kleuren (niet afgebeeld; wel te vinden op [1]).

### Websites

[1] [www.keesfloer.nl/artikelen/meteorol/maart\\_ndvi](http://www.keesfloer.nl/artikelen/meteorol/maart_ndvi)



Figuur 1. Anomalie van de gemiddelde temperatuur van het landoppervlak volgens metingen van de MODIS op de satelliet Terra voor maart 2012 (boven) en maart 2013 (onder). De referentieperiode is 2001-2010 (bron: NASA).



Figuur 2. Waarden van de NDVI (vegetatie-index) na een zachte maartmaand op 25 maart 2012 (boven) en na een koude maartmaand op 27 maart 2013 (onder). Hoe donkerder het groen, des te meer en des te gezonder de vegetatie; bij gele tinten ontbreekt vegetatie nagenoeg. Bruine tinten duiden op mist of bewolking; grote waterpartijen zijn lichtblauw. Instrument: MODIS, satelliet: Terra (bron: NASA).