

'We moeten niet over één nacht ijs gaan'

Satellieten kunnen waarnemingen doen die cruciaal zijn voor het maken van goede klimaatmodellen. Omdat over die modellen zoveel onzekerheid is, zouden we verkeerde politieke beslissingen kunnen nemen. De faculteit Luchtvaart- & Ruimtevaarttechniek pleit daarom voor meer aardobservaties.

DESIREE HOVING

In geen dertig jaar lag er zo veel sneeuw in ons land als afgelopen winter. Valt het dus wel mee met de opwarming van de aarde? Zo makkelijk is die conclusie niet, vindt prof.dr.ir Ramon Hanssen van de faculteit Luchtvaart- & Ruimtevaarttechniek. "Deze witte winter zegt niets over de opwarming van de aarde. Ons blikveld is namelijk beperkt. Wij mensen zijn niet gewend om langer terug te denken dan we ons kunnen herinneren. Onze perceptie loopt niet synchroon met de tijdschalen van processen op aarde." Ruwweg 20 duizend jaar geleden was er een echte ijstijd. Grote delen van Europa, Azië en Noord-Amerika lagen permanent bedekt onder het ijs. Toch was de gemiddelde temperatuur op aarde maar vijf graden lager dan nu. Tussen 1600 en 1850 vond er een kleine ijstijd plaats, waarbij de temperatuur slechts een halve graad lager lag dan nu. Het was in 1780 mogelijk om kanonnen vanaf Manhattan tien kilometer over zee te slepen naar Staten Island. De huidige klimaatmodellen voorspellen voor het jaar 2100 een opwarming van tussen twee en zes graden. Is dat significant in dit historische perspectief? Volgens Hanssen

'De effecten van de opwarming worden echt onderschat'

wel: "Het is op zijn minst twee keer zoveel temperatuurverschil met nu als in de kleine ijstijd. De effecten van de opwarming worden echt onderschat."

Het probleem in de huidige klimaatdiscussie is dat de verschillen tussen de klimaatmodellen heel groot zijn. Dit maakt toekomstvoorspellingen onnauwkeurig. Volgens Hanssen komt dit mede omdat er nog niet genoeg waarnemingen zijn gedaan. Daardoor is er nog onvoldoende inzicht in de betekenis van allerlei variabelen. Toch worden deze waarnemingen in modellen gevat, die op hun beurt naar beleid worden vertaald. "De keuzes

waaraan we ons belastinggeld de komende decennia gaan uitgeven als het om het klimaat gaat, zijn dus sterk afhankelijk van goed waarnemingsmateriaal. In deze discussie moeten we niet over één nacht ijs gaan", vindt de hoogleraar aardobservatie. Hij pleit daarom voor het verzamelen van meer feitenmateriaal. Feiten die hij denkt te verkrijgen uit slimmere en betere aardobservaties met satellieten.

Ruis

Zo'n betere aardobservatie is de nieuwe methode van dr.ir. Bert Wouters om het smelten van de ijskap over Groenland nauwkeurig in kaart te brengen. Wouters promoveerde 19 januari op dit onderwerp. Hij maakte gebruik van de twee Grace (*Gravity Recovery And Climate Experiment*) satellieten, die sinds hun lancering in 2002 veranderingen in het zwaartekrachtveld van de aarde meten. "Alles wat massa heeft, heeft aantrekkingskracht", legt Wouters uit. "Veranderingen in de hoeveelheid ijs zorgen dus voor een verandering in zwaartekracht. Als je weet hoe groot de zwaartekracht is, weet je dus ook de mate van verandering in massa." De promovendus berekende dat Groenland per jaar gemiddeld 220 gigaton ijs verliest. Maar echt vernieuwend aan zijn onderzoek is dat hij ook weet op welke plekken dat ijs precies verdwijnt.

Het probleem bij het analyseren van satellietdata is namelijk de hoeveelheid ruis. Bij het meten van veranderingen in zwaartekracht, wordt niet alleen het afsmelten van ijs gemeten, maar bijvoorbeeld ook de getijden in oceanen en variaties in luchtdruk. Die hebben ook invloed op de zwaartekracht. Door de ruis te verminderen met behulp van een statistische filtermethode, kon Wouters preciezer bepalen waar het ijs op Groenland smelt. Vervolgens combineerde hij deze gegevens met een klimaatmodel van de Universiteit Utrecht. Wouters en zijn Utrechtse collega's verzamelden in totaal zes jaar aan gegevens en kwamen tot de conclusie dat het ijs zowel aan de oppervlakte smelt als aan de randen van de ijskap, dus bij de gletsjers. Opvallend is ook dat het ijs de laatste twee jaar zelfs harder is gaan





SCIENCE PHOTO LIBRARY

FOCUS

smelten. “Het Utrechtse model laat zien dat er minder sneeuw is gevallen op Groenland, terwijl er net zoveel is aan het oppervlak gesmolten is”, verklaart Wouters, die bij het KNMI klimaatmodellen ontwikkelt.

Het afsmelten van landijs, zoals op Groenland, maar ook op Antarctica, heeft gevolgen voor de zeespiegel. Het zeeijs, zoals het ijs rond de Noordpool, drijft al op water en beïnvloedt de zeespiegel niet. Als gevolg van het massaverlies van Groenland, steeg de zeespiegel volgens Wouters 0,4 millimeter in de eerste vier jaar en 0,75 millimeter in de laatste twee jaar. Ook Antarctica verliest massa, in totaal 150 gigaton per jaar, wat nog eens 0,5 millimeter zeespiegelstijging veroorzaakt. Als de ijskap van Groenland in zijn geheel zou smelten - een proces dat in zo'n tempo overigens nog ongeveer tienduizend jaar zou duren - dan zou de zeespiegel wereldwijd met gemiddeld zeven meter stijgen. Moeten we ons in Nederland daar al zorgen over gaan maken?

“Ja”, zegt Ramon Hanssen, “hoewel de lokale effecten sterk zouden kunnen afwijken van de mondiale trend, ook in positieve zin.” De Deltacommissie vertaalde in 2008 de

gegevens over de vermeende zeespiegelstijging (van 0,65 tot 1,30 meter in 2100) al naar beleid. “Maar Veerman hield geen rekening met de zwaartekrachteffecten en de variabele stijfheid van de aardkorst”, zegt de hoogleraar kritisch.

“Hoe reageert zo'n elastische korst op het wegvallen van het ijs? Dat is overal heel verschillend. De oceanische korst heeft bijvoorbeeld een totaal andere samenstelling en structuur dan de continentale.” Ook het effect van zelf-gravitatie heeft de commissie genegeerd, weet Hanssen: “Het ijs op Groenland trekt watermoleculen in zee aan, waardoor de zee op verder gelegen plekken juist naar beneden zakt. Dat heeft ook effect voor ons land dat aan de kust grenst. Maar helaas snappen we dat mechanisme nog niet goed genoeg. Daarom moeten we er juist meer onderzoek naar doen in plaats van deze effecten te negeren.”

Voor het doen van alle aardobservaties maakt de faculteit Luchtvaart- & Ruimtevaarttechniek gebruik van verschillende technieken. Eén daarvan is al eerder genoemd: de zwaartekrachtmetingen van de Grace-satellieten. Voor het doen van een vergelijkbaar soort metingen is er de Goce-satelliet, die in 2009 werd gelanceerd. Goce is het geesteskindje van de voormalige Delftse hoogleraar Reiner Rummel. Waar Grace vooral veranderingen in

Ramon Hanssen met een nauwkeurige gps-ontvanger.



FOTO: SAM RENNEMESTER/FVAX

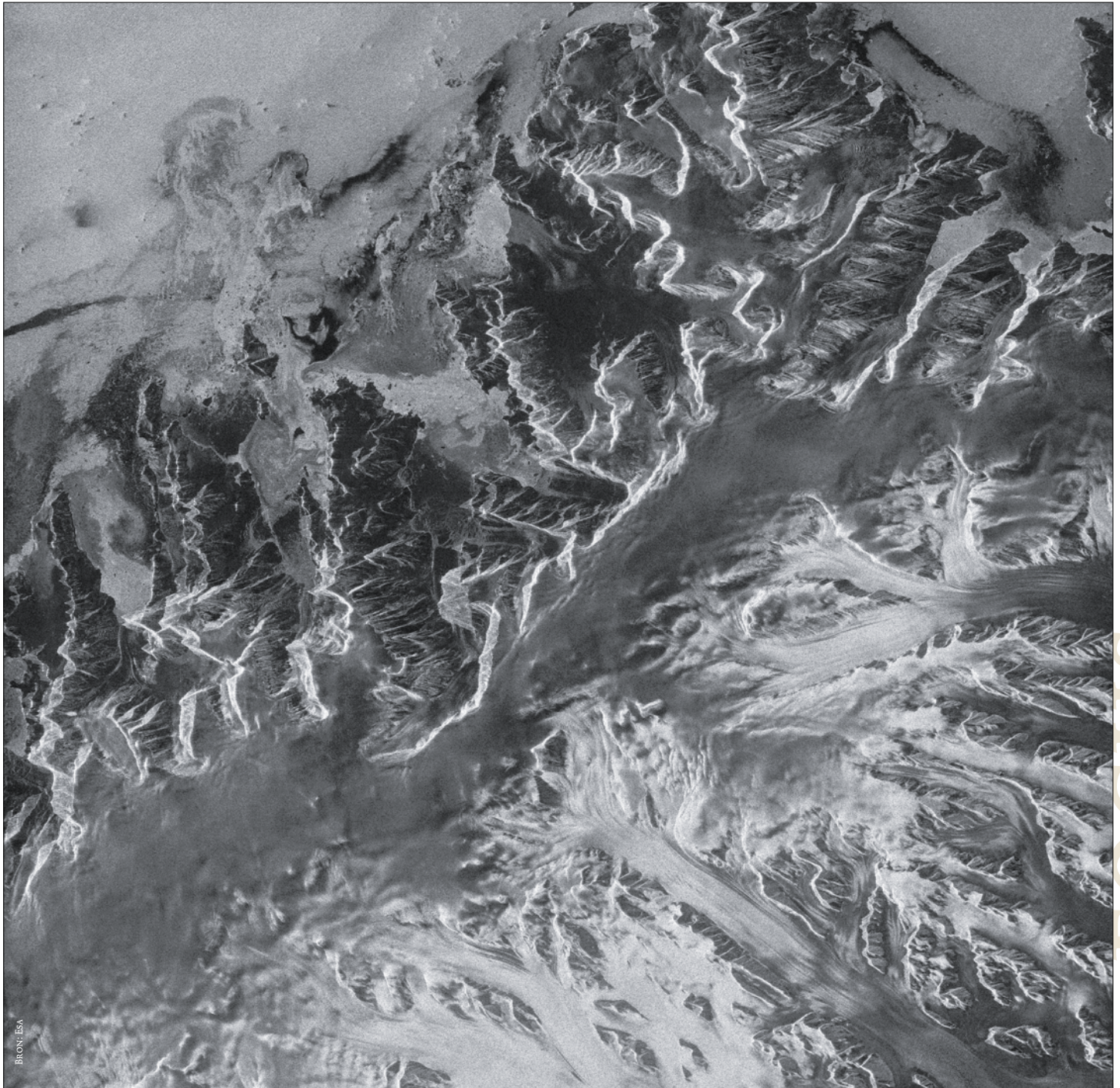
‘Het ijs in Groenland smelt zowel aan de oppervlakte als aan de randen van de ijskap’

tijd meet, bepaalt Goce met hoge precisie de huidige massaverdeling van de hele aarde. “De aarde is als een aardappel, die ook niet overal evenveel massa heeft”, zegt Hanssen. “Goce bepaalt hoe de zeespiegel eruit zou zien als er geen continenten waren en de aarde in rust zou zijn. Dit is als het ware het referentievlak, ten opzichte waarvan je veranderingen, die onder meer door zeestromingen ontstaan, in kaart kunt brengen.”

Hoogte

Zwaartekrachtmetingen worden vaak gecombineerd met gegevens over de hoogte. Dat kan met een radar of laser, ofwel de Envisat of de Icesat. Hoog in een hoek van Hanssen's kantoor prijkt het goudkleurige model van de Envisat-satelliet. “Om tastbaar te maken wat we doen”, zegt hij. “Hiermee meten we de hoogte tussen de satelliet en de bovenkant van het ijs. Het probleem is alleen dat het ijs door haar gewicht in de vloeibare aarde wordt geduwd en dat de aarde weer omhoog komt als het ijs smelt. Vergelijk het maar met ijs in de sloot waar je met je voet op duwt. Als je je voet er weer af haalt, komt het ijs weer omhoog. Een hoogtemeting alleen is niet dus voldoende om te bepalen of de hoeveelheid ijs toe- of afneemt.”

Daarom worden hoogtemetingen met zwaartekrachtmetingen gecombineerd, maar ook met GNSS (global navigation satellite systems), de verzamelnaam voor alle gps-achtige systemen voor plaatsbepaling. Deze GNSS-ontvangers worden op uitstekende bergtoppen geplaatst, zogenaamde nunataks, waardoor de satelliet de positie van



Het Antarctisch Schiereiland gezien vanuit de Sar-satelliet.

die toppen kan bepalen. Omdat dit niet overal mogelijk is, wordt de beweging van de nunataks ook gevolgd met Sar (*synthetic aperture radar*) satellieten. Het onderzoek hiernaar, vooral op het Antarctisch schiereiland, is op dit moment in volle gang. De satellieten moeten maandelijkse bewegingen van enkele millimeters gaan detecteren. De radarbeelden zelf leveren prachtige, gedetailleerde overzichten van de verdeling van zowel het land- als het zeeijs.

Aardobservatie is weer sexy. Waar de aarde eerst nog met landmeters werd gemeten, zijn het sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw ruimtevaarttechnieken die de planeet in de gaten houden. Aardobservatiesatellieten draaien op een hoogte van enkele honderden kilometers en zien van daaruit niet alleen de hoeveelheid landijs veranderen, maar ook de hoogte van de zeespiegel, de hoeveelheid CO², de dikte van het wolkendek, bewegingen van vulkanen en aardverschuivingen. Om betere uitspraken te kunnen

doen over het klimaat zijn in de toekomst nog specifiekere metingen en meer lange-termijnobservaties nodig. Maar dan moet er wel voldoende budget zijn om nieuwe satellieten te lanceren. Toch leggen de nationale en internationale politiek maar beperkte prioriteit bij dit soort ruimtevaarttechnieken, volgens Hanssen. “Grote budgetten gaan naar ruimtereizen, zoals de bemande ruimtevaart naar de maan en naar Mars. Die zijn onder meer nuttig om de aandacht voor techniek in het algemeen te vergroten. Om te begrijpen hoe onze planeet verandert, zijn aardobservatiesatellieten echter van cruciaal belang. Daar hangen veel beslissingen over het klimaat aan vast.”

Meer informatie:
prof.dr.ir. Ramon Hanssen
R.F.Hanssen@tudelft.nl
Tel. +31 (0)15 278 3662 / 3546