

HOOGTEMETING VAN HET IJSNIVEAU

1 Laser, ICESat-satelliet

De ICESat-satelliet (gelanceerd in 2003) is uitgerust met een hoogtemeter die met een laserstraal 1 de afstand tot de aarde bepaalt. Veertig korte laserpulsen per seconde treffen een gebied op aarde van 70 meter in diameter. Deze 'meetcircels' zijn 170 meter van elkaar verwijderd. Elke meting representeert de gemiddelde verticale verplaatsing in de 70 m-meetcirkel. ICESat kan variaties in de hoogte van het ijsoppervlak detecteren vanaf 1,5 cm per jaar.

Terugveren aardkorst

Een hoogtemeting van het ijsoppervlak zegt nog weinig over veranderingen in de dikte van de ijslaag 2. Als de ijsbelasting afneemt, zal de elastische aardkorst 3 (die drijft op de vloeibare aardmantel) langzaam omhoog veren 4 waardoor het ijsoppervlak hoger komt te liggen. Hoe snel dit 'terugveren van de aardkorst' verloopt is onvoldoende bekend. De bodem van de Botnische Golf veert elk jaar 1 cm omhoog als gevolg van het verdwijnen van het ijspakket tijdens de laatste ijstijd 20.000 jaar geleden. Metingen aan het ijsoppervlak moeten daarom worden gecombineerd met metingen van de beweging van de onderliggende aardkorst om een uitspraak te kunnen doen over de verandering van de dikte van de ijslaag.

Gesmolten ijskap

Als al het landijs op Groenland en Antarctica zou smelten (28 miljoen km<sup>3</sup>) zou de zeespiegel 65 meter stijgen.

Hoeveel landijs smelt elk jaar?

De hoeveelheid landijs die per jaar smelt, is (nog) geen vaststaand feit, maar is het resultaat van meettechnieken die nog vollop in ontwikkeling zijn. Satellieten die vanuit de ruimte meten hoeveel landijs er per jaar op aarde smelt of aangroeit, zijn in de afgelopen jaren gelanceerd en zijn pas relatief kort bezig om data te verzamelen. De volgende stap, het interpreteren en combineren van de gegevens verkregen met verschillende meetmethoden, moet nog beginnen.

illustratie & tekst: Eric Verdult  
www.kennisinbeeld.nl © 2010



HOOGTEMETING VAN DE AARDKORST

2B Radar, ENVISAT-satelliet

De ENVISAT-satelliet (gelanceerd in 2002) heeft de nieuwste radar-apparatuur (SAR) die de hoogtebeweging van hele gebieden, landijs inclusief rotspunten, kan volgen. SAR levert geen enkelvoudige hoogtemeting, maar is een beeldvormende radar die een hoogtekaart in een stripvormig gebied 7 van 100 km breed bepaalt.

Zwaartekrachtveld is niet homogeen

De aarde is geen gladde homogene bol maar een afgeplatte aardappel 8 met bulten en kuilen (met bijv. een 100 meter diepe put bij India). De gravitatiekracht die de aarde uitoefent op een object is niet constant maar varieert per lokatie als gevolg van dichtheidsvariaties in de mantel en op het aardoppervlak. Het meten van variaties in het zwaartekrachtveld biedt mogelijkheden om het smelten van de ijskap in kaart te brengen. Dan moet natuurlijk wel de bijdrage aan de gravitatiekracht van de ijskappen ten opzichte van alle andere factoren (bulten, kuilen, getijden etc.) bekend zijn.

Dunnere ijskap direct meetbaar

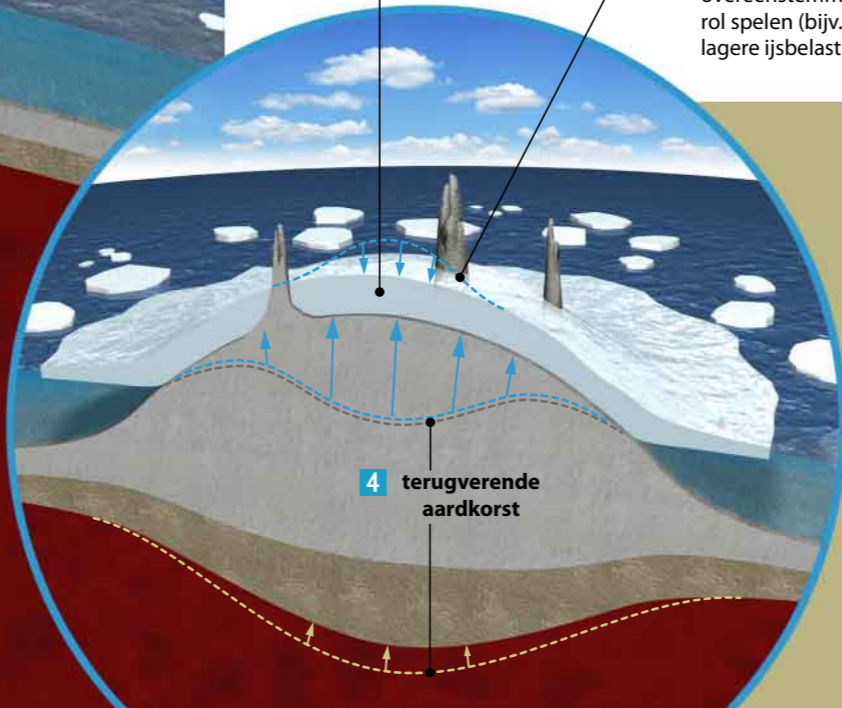
Een kleinere ijskap leidt direct tot een kleinere zwaartekracht. Als hoogtemetingen van het ijsniveau wijzen op het verdwijnen van landijs, kan dit worden gecontroleerd door lokaal de afname van de zwaartekracht te meten.

Hoogtemeting en ijsdikte

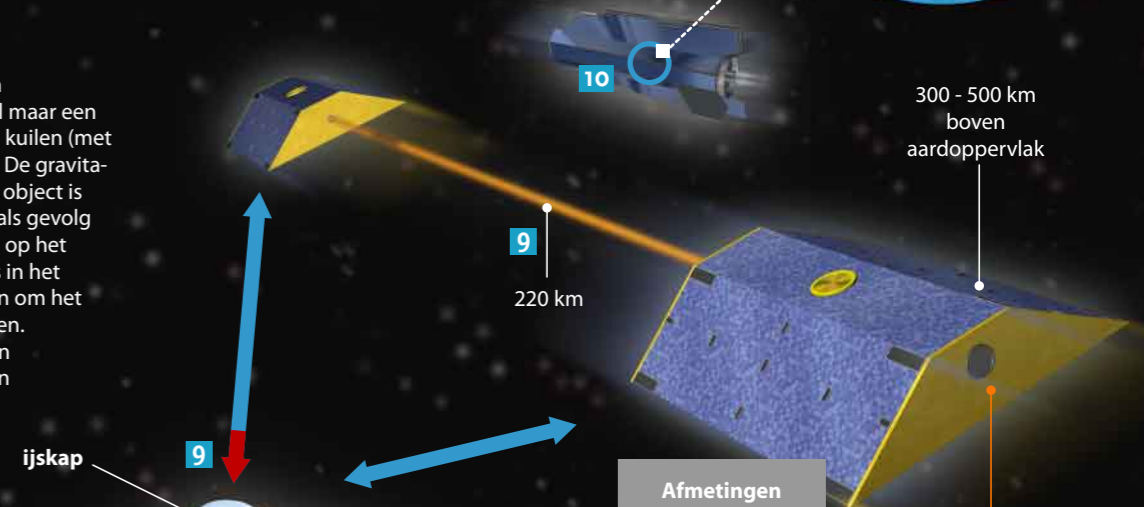
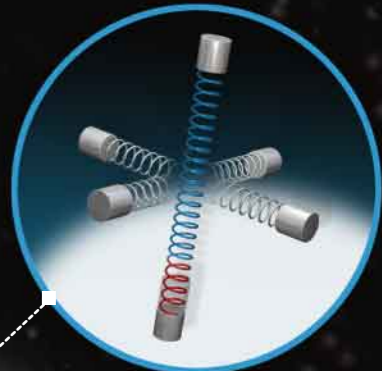
De ijsdikte neemt veel meer af dan het gedaalde ijsoppervlak doet vermoeden.

Massabalans ijsmassa

Als de hoogtemeting van het ijsoppervlak en de meting van de gravitatiekracht niet met elkaar overeenstemmen, moeten andere verschijnselen een rol spelen (bijv. terugveren van de aardkorst door de lagere ijsbelasting of tectonische plaatbewegingen).



Lastig aspect is om opeenvolgende metingen van hetzelfde gebied, die met tussenpozen van 35 dagen worden gemaakt, aan elkaar te relateren. Doordat de geometrie van een gebied door sneeuw en ijs verandert, is het moeilijk om te 'herkennen' welke metingen bij elkaar horen en dus om vast te stellen welke hoogtevariaties hebben plaatsgevonden. SAR kan verticale bewegingen van enkele millimeters detecteren in een gebied van 20 x 4 meter (= resolutie).

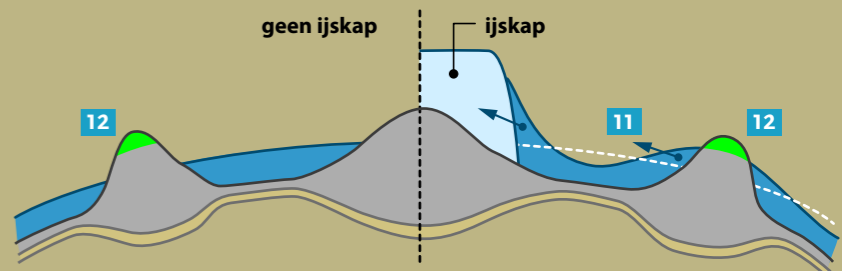


Afmetingen LxBxH  
3,1 x 1,9 x 0,7 m  
Massa  
487 kg

MASSA VAN DE IJSKAP

3 Gravitatiekracht, GRACE & GOCE-sat.

Twee tweeling-satellieten (GRACE, gelanceerd in 2002) meten veranderingen in het zwaartekrachtveld van de aarde. De twee satellieten bevinden zich 220 km van elkaar. Zodra de eerste satelliet in een gebied komt met een hogere aantrekkingskracht, wordt deze verder van de tweede satelliet weggetrokken. Een laserbundel 9 meet met hoge nauwkeurigheid (0,01 mm) variaties in deze afstand en leidt hieruit variaties in het gravitatieveld af. In de GOCE-satelliet 10 bevinden zich instrumenten met veren die zeer nauwkeurig het gravitatieveld om de aarde bepalen.



Zelfgravitatie

Hogere zwaartekracht werkt niet alleen loodrecht op het aardoppervlak maar ook langs het oppervlak en heeft grote invloed op het zeespiegelniveau. De extra aantrekkingskracht uitgeoefend door het landijs op Groenland trekt het omliggende water aan 11 waardoor de zee duizenden kilometers verderop daalt en stijgt. Het smelten van het ijs op Groenland zou tot gevolg kunnen hebben dat het zeespiegelniveau in Nederland daalt 12 in plaats van stijgt. De sterkte en reikwijdte van deze 'zelf-gravitatie' is nog niet bekend, maar moet beter worden bestudeerd.