

Jaarverslag 2008

Nederlandse Commissie voor Geodesie

**NCG** Nederlandse Commissie voor Geodesie

Delft, september 2009

Jaarverslag 2008 Nederlandse Commissie voor Geodesie  
ISBN: 978 90 6132 313 6

Vormgeving en productie: Bureau Nederlandse Commissie voor Geodesie.  
Druk: Optima Grafische Communicatie, Rotterdam.  
Omslag: Uit de presentatie 'Bodembeweging in Nederland: de potentie van satellietwaarnemingen', prof.dr.ir. R.F.Hanssen (TU Delft). Illustratie: A. Smit, I. Lasa Epelde (TU Delft).

Bureau van de Nederlandse Commissie voor Geodesie  
Jaffalaan 9, 2628 BX Delft  
Postbus 5030, 2600 GA Delft  
Tel.: 015 278 28 19  
Fax: 015 278 17 75  
E-mail: [info@ncg.knaw.nl](mailto:info@ncg.knaw.nl)  
Website: [www.ncg.knaw.nl](http://www.ncg.knaw.nl)

De NCG is een onderdeel van de KNAW (Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen).

## Voorwoord

De Nederlandse Commissie voor Geodesie (NCG) is het Nederlandse platform waar wetenschappers uit de geodesie en de geo-informatie een georganiseerd overleg voeren met de vooraanstaande vertegenwoordigers van de praktijk. De NCG bevordert de kwaliteit en de belangen van deze wetenschappen en zij zet zich in voor een optimale bijdrage aan de maatschappij. De Commissie kende in het verslagjaar vijf subcommissies, die elk werkzaam zijn op een van haar wetenschappelijke deelterreinen. De NCG is een onderdeel van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW).

De Commissie heeft in haar vergadering op 12 juni 2008 het nieuwe Beleidsplan van de NCG vastgesteld. Met dit beleidsplan wil de NCG haar aandachtsgebied voor het komende decennium opnieuw vastleggen en haar activiteiten afstemmen met de andere overkoepelende organisaties in het veld van de geodesie en de geo-informatie in Nederland. Vanuit een wetenschappelijk perspectief heeft de NCG zes taken geformuleerd op het gebied de geodesie en de geo-informatie in Nederland: het coördineren en sturen van het fundamenteel en strategisch onderzoek; het vormen van een denktank; het geven van adviezen; de coördinatie van de internationale vertegenwoordigingen; het adviseren van het wetenschappelijk onderwijs en het bijdragen aan de instandhouding en het up-to-date houden van de geodetische infrastructuur in Nederland. Er wordt hierbij consequent gesproken over de geodesie en de geo-informatie en niet alleen over de geodesie.

In het artikel 'Geodesy, ... a Space Odyssey' pleit prof.dr.ir. R.F. Hanssen (TU Delft) voor het gebruik van aardobservatietechnieken vanuit satellieten om processen op onze planeet waar te nemen, in het bijzonder significante bewegingen van het aardoppervlak. Nederland is een groot deltagebied, dat bestaat uit afzettingen van grote rivieren. Deze zachte ondergrond klinkt in en de natuurlijke bodemdaling is voor ons land zeer belangrijk om in de gaten te houden.

In het jaarverslag wordt verslag gedaan van de activiteiten en werkzaamheden van de NCG, haar subcommissies en de in de NCG vertegenwoordigde diensten het Kadaster en de Dienst der Hydrografie wat betreft de geodesie en de geo-informatie.

Prof.dr.ir M. Molenaar,  
Voorzitter NCG



# Nederlandse Commissie voor Geodesie

De Nederlandse Commissie voor Geodesie (NCG) is een onderdeel van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW).

De taken van de Nederlandse Commissie voor Geodesie zijn:

- Het coördineren en sturen van het fundamenteel en strategisch onderzoek in de geodesie en de geo-informatie in Nederland.
- Het vormen van een denktank voor de geodesie en de geo-informatie in Nederland.
- Het geven van adviezen over algemene beleidslijnen voor de geodesie en de geo-informatie rekening houdend met de maatschappelijke ontwikkelingen.
- Het coördineren van de vertegenwoordiging van Nederland in internationale wetenschappelijke organisaties op het gebied van de geodesie en de geo-informatie.
- Het adviseren van het hoger onderwijs in de geodesie en de geo-informatie vanuit een wetenschappelijk perspectief rekening houdend met de maatschappelijke behoeften.
- Het bijdragen aan de instandhouding en het up-to-date houden van de geodetische infrastructuur in Nederland.

De Nederlandse Commissie voor Geodesie bestaat uit de Commissie, het Dagelijks Bestuur, subcommissies, eventueel ingestelde taakgroepen en het Bureau. De Commissie is het ontmoetingspunt voor verantwoordelijke personen op strategisch en beleidsniveau. Onder de Commissie functioneren subcommissies; zij zijn het ontmoetingspunt op uitvoerend of werkniveau. Subcommissies bestrijken deelterreinen van het totale aandachtsveld van de Commissie. Een taakgroep wordt ingesteld om binnen een gestelde termijn een specifieke taak uit te voeren. Het Bureau ondersteunt de werkzaamheden van de Commissie, het Dagelijks Bestuur, de subcommissies en de taakgroepen.

De Nederlandse Commissie voor Geodesie geeft publicaties uit in de reeksen Publications on Geodesy en de Groene reeks.

De Nederlandse Commissie voor Geodesie is de opvolger van de Rijkscommissie voor Geodesie (1937 – 1989) en de Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing (1879 – 1937).

Verdere informatie over de NCG: [www.ncg.knaw.nl](http://www.ncg.knaw.nl).



# Inhoudsopgave

<b>Nederlandse Commissie voor Geodesie</b>	1
De Commissie	1
Onderzoeksprojecten	4
Prof. Baardalezing 2008 en studiedag	8
Publicaties	10
<b>Subcommissies</b>	15
Subcommissie Geo-Informatie Infrastructuur	15
Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen	18
Subcommissie Mariene Geodesie	23
Subcommissie Ruimtelijke Basisgegevens	25
Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie	27
<b>Diensten geodesie en geo-informatie</b>	29
Kadaster	29
Dienst der Hydrografie	33
<b>'Geodesy, ... a Space Odyssey'</b>	41
Prof.dr.ir. R.F.Hanssen	
<b>Bijlagen</b>	55
1. Samenstelling van de organen van de NCG	55
2. Internationale betrekkingen	59
3. Onderzoek	62
4. Publicaties	64
5. Bureau van de NCG	65
6. Afkortingen	66





# Nederlandse Commissie voor Geodesie

## De Commissie

### Beleidsplan 2008

De Nederlandse Commissie voor Geodesie (NCG) heeft in haar vergadering op 12 juni 2008 het *NCG Beleidsplan 2008* vastgesteld. Met dit beleidsplan wil de NCG haar aandachtsgebied voor het komende decennium opnieuw vastleggen en haar activiteiten afstemmen met de andere overkoepelende organisaties in het veld van de geodesie en de geo-informatie in Nederland. De basis voor het plan is een serie interviews gehouden met belangrijke partijen binnen het veld. De NCG beschrijft zich als het Nederlandse platform van wetenschappers uit de geodesie en de geo-informatie met een georganiseerde band met de praktijk; zij bevordert de kwaliteit en de belangen van deze wetenschappen en zij zet zich in voor een optimale bijdrage aan de maatschappij.

Vanuit een wetenschappelijk perspectief staat de NCG voor de zes hieronder genoemde taken:

- Het coördineren en sturen van het fundamenteel en strategisch onderzoek in de geodesie en de geo-informatie in Nederland.
- Het vormen van een denktank voor de ontwikkeling van de geodesie en de geo-informatie in Nederland.
- Het geven van adviezen over algemene beleidslijnen voor de geodesie en de geo-informatie, rekening houdend met de maatschappelijke ontwikkelingen.
- De coördinatie van de internationale vertegenwoordiging van Nederland wat betreft wetenschap en onderzoek in de geodesie en geo-informatie.
- Het adviseren van het wetenschappelijk onderwijs in de geodesie en de geo-informatie vanuit een wetenschappelijk perspectief rekeninghoudend met de maatschappelijke behoeften.
- Het bijdragen aan de instandhouding en het up-to-date houden van de geodetische infrastructuur in Nederland.

Er wordt consequent gesproken over de geodesie en de geo-informatie en niet alleen over de geodesie. Hieronder wordt nu verstaan de inwinning, de verwerking en de distributie van ruimtelijke informatie, de analyse van de onderlinge geometrische relaties en de presentatie daarvan. Daartoe behoren de plaatsbepaling, de remote sensing, de rekentechnieken met grote vector- en rasterbestanden, de kwaliteitsbepaling van de ligging en de geometrische relaties, de kennis van structuren van databestanden en de navigatie.

Met de in het beleidsplan geformuleerde acties is een start gemaakt. De relatie met het bedrijfsleven is organisatorisch vormgegeven door onder andere het lidmaatschap van de Commissie van mr.ir. J.C. Anneveld (algemeen directeur van Fugro-Inpark B.V.) namens GeoBusiness Nederland, de branchevereniging van bedrijven uit de geo-informatiesector.

Ten behoeve van de borging van de kennis van de geodetische infrastructuur is het 'Onderzoek naar de ontwikkelingsrichting van de geodetische infrastructuur in Nederland' gestart. Hiervoor zijn interviews gehouden met de organisaties die in België, Duitsland en Engeland verantwoordelijk zijn voor de geodetische infrastructuur.

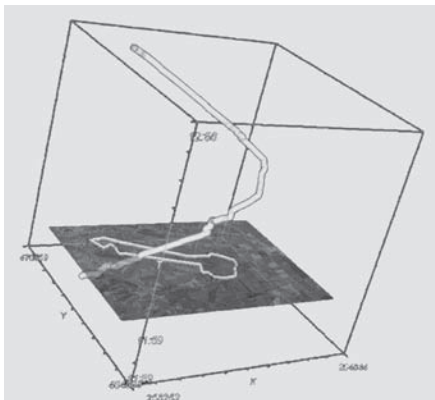
De mogelijkheden van de NCG als denktank, het doen van scenariostudies en het vergroten van de zichtbaarheid van de NCG zijn besproken.

### **INSPIRE**

Op 15 mei 2007 is de richtlijn INSPIRE van de Europese Gemeenschap in werking getreden. Het doel van de richtlijn is een wettelijk kader te creëren voor de oprichting en de werking van een infrastructuur voor ruimtelijke informatie in Europa ter ondersteuning van het communautaire milieubeleid. In de notitie *INSPIRE* (26-10-2008), geschreven door prof.mr. J.W.J. Besemer en prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom ter informatie van de Commissie en de NCG, worden de inhoud, de uitwerking, de Europese uitvoeringsregelgeving van INSPIRE en de nationale wetgeving hiervoor besproken. De Commissie stelt aan het GI-Beraad, het ambtelijke adviescollege voor geo-informatie in Nederland, voor om de NCG een rol te laten spelen in INSPIRE, waarbij het GI-Beraad de NCG kan gebruiken als wetenschappelijk adviesorgaan.

### **Van cartografie naar 'geovisual analytics'**

Op de Commissievergadering van 12 juni 2008 heeft prof.dr. M.J. Kraak aan de hand van een aantal voorbeelden een presentatie gehouden over recente ontwikkelingen in de cartografie. De rol van de computer in de cartografie is geschetst en de



*Voorbeeld van het visualiseren van ruimte en tijd, M.J. Kraak.*

invloed van aanpalende vakken. Er is een spanningsveld te constateren tussen een abstracte kaart en de mogelijkheid om met allerlei sensoren en andere meettechnieken de werkelijkheid realistischer weer te geven. Hierbij moet de vraag gesteld worden welk deel van de werkelijkheid men wil gaan afbeelden. De laatste jaren is er een enorme toename aan beschikbare data en aan diversiteit van data. De kaart neemt steeds meer in kracht toe, omdat hij interactief wordt.

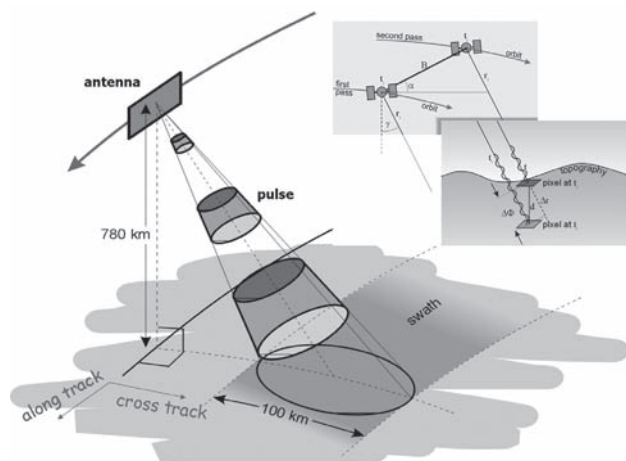
### Bodembeweging in Nederland

Prof.dr.ir. R.F.Hanssen heeft tijdens de Commissievergadering op 16 december 2008 een presentatie gehouden met de titel 'Bodembeweging in Nederland: de potentie van satellietwaarnemingen'. Aan de orde zijn gekomen de technische uitdagingen van monitoring van bodembeweging en nieuwe meetmethoden. Recente praktijkvoorbeelden van metingen in Groningen, Friesland, de Hondsbossche Zeewering, Zuid-Limburg, de Randstad en het Groene Hart zijn getoond. Geconcludeerd is dat het meten van bodembeweging met nieuwe satellietmethoden de bestaande methoden aanvullen, kan leiden tot efficiencywinst en tot identificatie van niet-voorzien effecten. Verder onderzoek en ontwikkeling zijn nodig, maar de grootste bottleneck bij het meten van bodembeweging ligt bij de overheid door versnipperde verantwoordelijkheden, gebrek aan verantwoordelijkheid en borging van expertise. Het kennisniveau is relatief laag en een 'Handboek bodembeweging meten' is nodig.

### Leden

De Nederlandse Commissie voor Geodesie heeft tijdens haar vergadering op 12 juni 2008 drie nieuwe leden benoemd:

- mw. G. Hartevelde, hoofdingenieur-directeur van de Rijkswaterstaat Data-ICT-Dienst, als opvolgster van drs. N. Parlevliet;
- mr.ir. J.C. Anneveld, algemeen directeur van Fugro-Inpark B.V., namens de branchevereniging GeoBusiness Nederland;



*Schematische voorstelling van het meten van bodembeweging met satellieten, uit de presentatie van R.F. Hanssen.*

- prof.dr.ir. R.F. Hanssen, hoogleraar radar remote sensing, geodesie en aardobservatie aan de TU Delft, tevens voorzitter van de Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie.

### **Historische instrumenten**

In overleg met het bestuur van de KNAW is een overeenkomst getekend voor de overdracht van 25 historische geodetische instrumenten aan het Techniek Museum Delft van de TU Delft. Het gaat onder meer om theodolieten die gebruikt zijn voor de Rijksdriehoeksmetingen uitgevoerd door de Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing in de periode 1879 – 1928, waaronder een theodoliet van Wanschaff met een randdiameter van 35 cm. Verder zijn er waterpasinstrumenten overgedragen en het beroemde slingerapparaat van prof.dr.ir. F.A. Vening Meinesz (1887 – 1966). De instrumenten worden hiermee toegevoegd aan de collectie van historische geodetische instrumenten van de TU Delft, die in museum van het gebouw van de voormalige faculteit Geodesie van de TU Delft waren opgesteld.

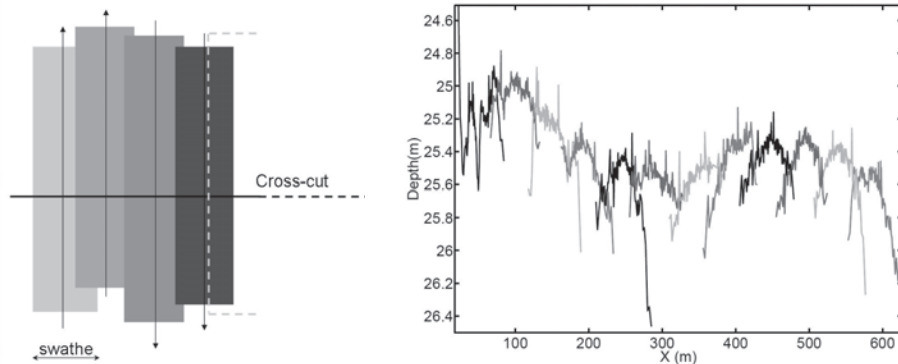
### **Onderzoeksprojecten**

De Nederlandse Commissie voor Geodesie stimuleert en coördineert fundamenteel en strategisch onderzoek op het gebied van de geodesie en de geo-informatie in Nederland. De NCG voert in samenwerking met partners onderzoek uit dat zij van belang acht voor de ontwikkeling van de geodesie en de geo-informatie. De activiteiten en de resultaten van de lopende onderzoeksprojecten zijn hieronder weergegeven. Een overzicht met gegevens over de onderzoeksprojecten is opgenomen in Bijlage 3 Onderzoek.

#### **Nauwkeuriger bewaken van vaargeuldiepten in drukke scheepvaartroutes**

Om een veilige doorgang van de scheepvaart te garanderen moeten regelmatig de waterdieptes bepaald worden. Tegenwoordig wordt hiervoor gebruik gemaakt van geavanceerde sonarsystemen zoals de multibeam echosounder (MBES). Dit instrument is in staat de diepte langs een brede strook, aangeduid met de term 'swathe', onder het schip te meten. Op die manier kan men een groot gebied met relatief weinig moeite in kaart brengen.

MBES-metingen bestaan uit looptijden. Om hieruit de waterdieptes te bepalen is kennis van het geluidssnelheidsprofiel nodig. Over het algemeen wordt uit het oogpunt van tijdsbesparing maar een beperkt aantal geluidssnelheidsprofielen gemeten tijdens de MBES-metingen. In gebieden waarbij het geluidssnelheidsprofiel sterk fluctueert (in plaats en/of tijd) kan dit problemen opleveren, omdat het geluidssnelheidsprofiel niet op ieder moment voldoende bekend is voor een betrouwbare bepaling van de waterdieptes uit de looptijden. De twee figuren op pagina 5 geven een voorbeeld van een dergelijke situatie. De linker figuur toont een typische opzet van een MBES-meetcampagne, waarbij de metingen zó worden uitgevoerd dat de swathes elkaar gedeeltelijk overlappen. De rechter figuur geeft langs een door-

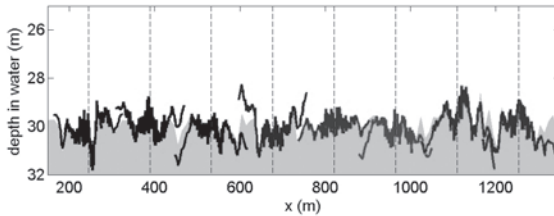


*Links: Typische configuratie van een MBES-meetcampagne. De pijlen geven de vaar-richting van het schip aan. De opeenvolgende swathes zijn weergegeven in grijs tinten. Rechts: Resultaat van MBES-metingen waarbij het geluidssnelheidsprofiel onvoldoende bekend is voor een betrouwbare omzetting van looptijden in waterdieptes.*

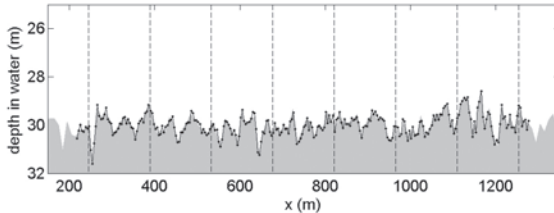
snede de waterdieptes per swathe, zoals bepaald uit de looptijden voor een situatie waarin de geluidssnelheden onvoldoende nauwkeurig bekend zijn. De verschillen in waterdieptes op de overlappende delen van de swathes zijn duidelijk zichtbaar. Tot nu toe konden deze fouten alleen maar tegengegaan worden door het opvoeren van het aantal geluidssnelheidsprofielmetingen, een kostbare en tijdrovende aanpak.

Het hier beschreven onderzoek was erop gericht een methode te ontwikkelen waarbij de effecten zoals getoond in de rechter figuur geëlimineerd worden, zonder dat extra metingen van het geluidssnelheidsprofiel nodig zijn. Hiertoe schat de methode het instantane geluidssnelheidsprofiel uit de MBES-metingen zelf, waarbij optimaal gebruik gemaakt wordt van de overlap van de swathes. De methode zoekt naar die geluidssnelheidsprofielen die de verschillen in waterdieptes tussen overlappende delen van de swathes minimaliseren. Deze verschillen immers kunnen niet werkelijk optreden en worden veroorzaakt door fouten in het geluidssnelheidsprofiel. De methode is toegepast op zowel gesimuleerde data, als op MBES-data zoals opgenomen gedurende een standaard MBES-meetcampagne. In beide gevallen bleek de voorgestelde aanpak in staat fouten, zoals getoond in de rechter figuur boven, te elimineren.

De figuren op pagina 6 tonen een voorbeeld van de toepassing van de ontwikkelde methode op gesimuleerde data. De donkere lijnen in de bovenste figuur geven de waterdieptes zoals bepaald uit looptijden voor 'verkeerde' geluidssnelheidsprofielen. De zwarte lijn in de figuur onder geeft de waterdieptes verkregen door toepassing van de ontwikkelde methode. De verkregen waterdieptes vallen bijna volledig samen met de echte waterdieptes. De resultaten van deze en andere simulaties zijn gedocumenteerd in [1] en [2] en illustreren de potentie van de methode.



*De werkelijke bodem is aangegeven als het grijze vlak. De donkere lijnen geven de corresponderende waterdieptes zoals bepaald uit MBES-metingen waarbij het geluidssnelheidsprofiel onvoldoende bekend is.*



*De waterdieptes zoals bepaald door toepassing van de voorgestelde methode (in zwart).*

Als vervolg op de simulaties is de methode toegepast op MBES-data opgenomen in de Maasgeul. De data zijn opgenomen tijdens een reguliere MBES-meetcampagne, waarbij één geluidssnelheidsprofiel is gemeten en een continue meting werd verricht van geluidssnelheden bij de MBES.

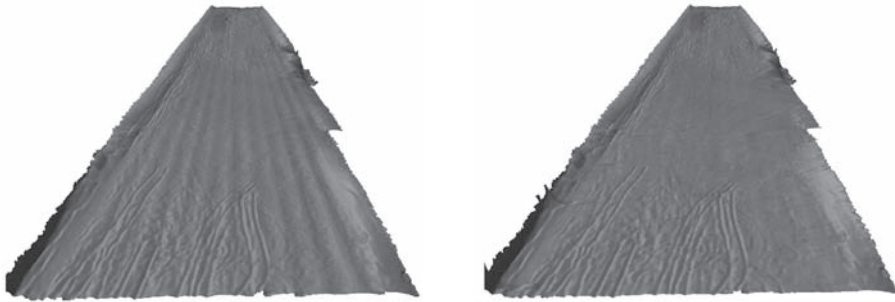
De figuur op pagina 7 links toont de waterdieptes zoals verkregen uit de MBES-metingen, waarbij alle metingen van de geluidssnelheden zijn gebruikt in de omzetting van looptijden naar waterdieptes. Duidelijk zichtbaar is een strepenpatroon over het hele meetgebied dat parallel loopt aan de vaarrichting. De rechter figuur toont de waterdieptes zoals verkregen na toepassing van de methode. Het is duidelijk dat het strepenpatroon dat veroorzaakt werd door onvoldoende informatie over de waterkolom geëlimineerd is. In [3] wordt deze analyse in meer detail beschreven.

Geconcludeerd kan worden dat met de methode zoals ontwikkeld in dit onderzoek, de mogelijkheden om in complexe dynamische gebieden de diepte met grote nauwkeurigheid te meten sterk vergroot zijn. Dat is van belang voor Nederlandse

[1] Mirjam Snellen, Kerstin Siemes, Dick G. Simons, *A model-based method for reducing the sound speed induced errors in multi beam echo sounder bathymetric measurements*, in de proceedings van de Oceans Conference, Bremen, Germany, mei 2009.

[2] Mirjam Snellen, Kerstin Siemes, Dick G. Simons, *An efficient method for reducing the sound speed induced errors in multi beam echo sounder bathymetric measurements*, in de proceedings van de Underwater Acoustic Conference, Nafplion, Greece, juni 2009.

[3] Mirjam Snellen, Kerstin Siemes and Dick G. Simons, *Compensating MBES errors through simultaneous estimation of bathymetry and water column sound speed*, ingediend bij IEEE Journal of Oceanic Engineering.



*Links: Waterdieptes bepaald uit de MBES-metingen waarbij alle metingen aan de geluidssnelheden gebruikt zijn voor de omzetting van de looptijden naar waterdieptes.  
Rechts: Waterdieptes bepaald na toepassing van de ontwikkelde methode.*

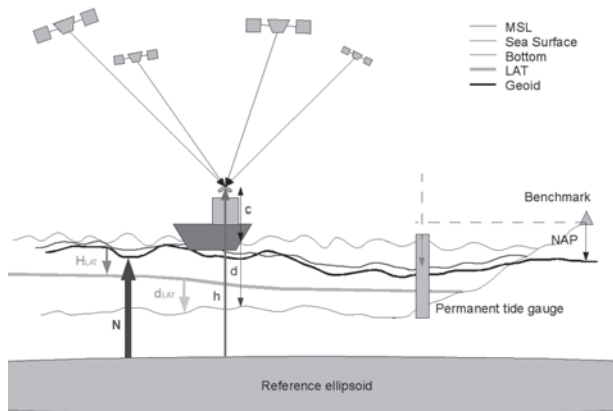
overheidsdiensten die actief zijn op het gebied van de mariene geodesie, zoals Rijkswaterstaat en de Dienst der Hydrografie.

Het onderzoek is uitgevoerd in de leerstoel Acoustic Remote Sensing (ACRS) van de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU Delft onder leiding van mw. dr.ir. M. Snellen (ACRS) en prof.dr. D.G. Simons (ACRS). Het onderzoek heeft plaatsgevonden in de periode december 2005 tot mei 2009 en werd ondersteund door de Subcommissie Mariene Geodesie van de NCG. De NCG, de TU Delft (Speerpunt Water) en de Rijkswaterstaat Data-ICT-Dienst hebben uitvoering van het onderzoek financieel mogelijk gemaakt.

### **De gelijktijdige verbetering van het gemiddeld zeeniveau (Mean Sea Level) en de mariene geoïde**

Met het onderzoek wordt gestreefd naar de bepaling van het gemiddeld zeeniveau (Mean Sea Level; middenstandsvlak) en de mariene geoïde in de Nederlandse kustzone met hoge nauwkeurigheid en ruimtelijk scheidend vermogen. Het verschil tussen beide vlakken geeft inzicht in oceaanstromingen en wordt de gemiddelde dynamische zeetopografie genoemd.

De geoïde wordt geschat uit marien-, vliegtuig- en satelliet-gravimetrische waarnemingen die beschikbaar zijn gesteld door verschillende landen rond de Noordzee. Het gemiddeld zeeniveau kan worden afgeleid uit radaraltrimetriewaarnemingen en tijdreeksen gemeten op de getijdestations. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de data die zijn opgeslagen in het Radar Altimeter Database System (RADS). Deze database bevat data van alle radaraltrimetriemissies, die op de conventionele manier verwerkt zijn. De laatste jaren zijn verschillende onderzoeksgroepen in de wereld bezig met het opnieuw processen van alle data. De eerste resultaten laten zien dat dit zogeheten 'retracken' meer bruikbare data in de kustgebieden oplevert. Aangezien voor de kustgebieden weinig waarnemingen beschikbaar zijn, worden de data uit RADS, indien beschikbaar, vervangen door deze geretrackte datasets. Hiervoor



*Wanneer de nieuwe  
geoïde beschikbaar is, kan  
getijereductie worden  
uitgevoerd met behulp  
van GPS.*

is een samenwerking aangegaan met prof. P.A.M. Berry van de Montfort University (Leicester), die de data levert in ruil voor een vergelijking van deze data met de data opgeslagen in RADS. Van deze analyse zijn de eerste resultaten inmiddels beschikbaar.

Omdat het grootste deel van het signaal in de radaraltimetriewaarnemingen van de geoïde afkomstig is en de ruimtelijke resolutie van deze dataset heel hoog is, worden deze data ook gebruikt voor de schatting van de geoïde. Om te corrigeren voor de gemiddelde dynamische zeetopografie worden in de praktijk verschillende methodes gebruikt. De wens is om voor de aanpak gebruik te maken van het Dutch Continental Shelf Model, dat gebruikt wordt voor de modellering van getij en stormvloed in de Noordzee. Hiervoor wordt samengewerkt met Deltares, dat eveneens belang heeft bij dit onderzoek, omdat dit meer inzicht geeft in het referentievlak van het model van Deltares. Omdat bepaalde effecten nog niet worden meegemodelleerd, moet het model, voordat het gebruikt kan worden, eerst worden uitgebreid.

Het promotieonderzoek is op 1 november 2007 gestart en wordt uitgevoerd door ir. D.C. Slobbe onder leiding van prof.dr. R. Klees (sectie Fysische en Ruimtegeodesie, TU Delft). Het onderzoek wordt financieel ondersteund door het Water Research Centre Delft en de NCG op initiatief van de Subcommissies Mariene Geodesie en Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen.

## **Prof. Baardalezing 2008 en studiedag**

### **Prof. Baardalezing 2008**

De NCG heeft in 2004 ter gelegenheid van haar 125-jarig bestaan de Prof. Baardalezing ingesteld. Sinds 2006 wordt de tweejaarlijkse lezing gehouden tijdens het symposium van de vereniging Geo-Informatie Nederland (GIN). De NCG en GIN hebben deze samenwerking in het verslagjaar geformaliseerd.

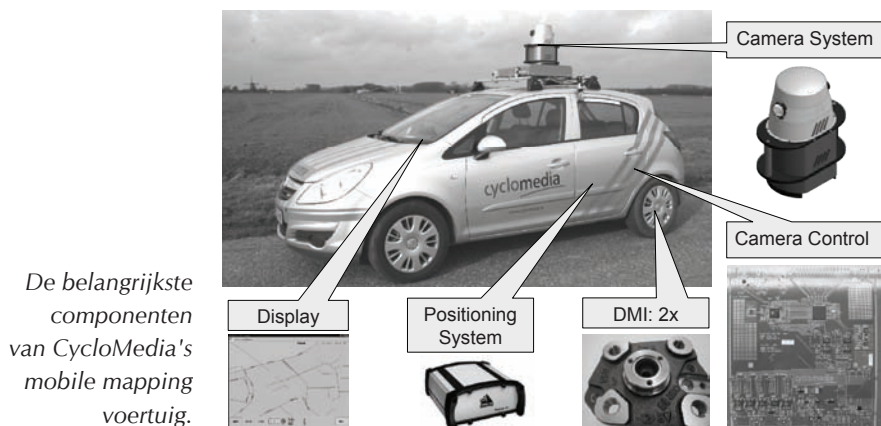


De Prof. Baardalezing 2008 is op 27 november gehouden door prof. L. Van Gool tijdens het GIN/RGI-symposium (RGI: het innovatieprogramma Ruimte voor Geo-Informatie) in theater Orpheus in Apeldoorn. Prof. Van Gool is hoogleraar aan de KU Leuven en de ETH Zurich, waar hij twee vooraanstaande onderzoeksgroepen op het gebied van de 'computer vision' leidt. Hij verricht daar onderzoek op het gebied van 3D-modellering uit beelden en van 'augmented reality'.

Er is een snel groeiende interesse in 3D-modellering van steden, zowel van bestaande als van niet meer bestaande steden. In de lezing zijn recente methoden besproken, die bedoeld zijn om de enorme 3D-modelleringsoperaties te ondersteunen. Verschillende aspecten zijn nader toegelicht, afhankelijk van of de focus ligt op de precisie van 3D-metingen (zoals in digitale 'surveying') of op de realiteit van de visualisatie. Ook is aandacht besteed aan de schaalbaarheid van data voor de verschillende toepassingen. Als voorbeeld van modellering van oude steden is het 'Rome Reborn 2.0 project' getoond.

### Studiemiddag 'Core Spatial Data'

De Subcommissie Ruimtelijke Basisgegevens van de NCG heeft op 18 december 2008 in samenwerking met de sectie GIS-technologie van de TU Delft de studiemiddag 'Core Spatial Data' georganiseerd in het Aula Congrescentrum van de TU Delft. Tijdens de studiemiddag is het onderzoeksplan van de Subcommissie gepresenteerd door ir. L. Heres (Rijkswaterstaat Data-ICT-Dienst) en zijn in vijf presentaties recente ontwikkelingen op het gebied van ruimtelijke basisgegevens getoond. Mw. dr. J.E. Stoter (ITC) schetste de mogelijke ontwikkeling naar één sectormodel en één Basisregistratie Topografie. Ing. S.J. Flos (SJF Projects & Support) toonde de (on)mogelijkheden van digitale hoogtedata als ruimtelijke basisgegevens aan de hand van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Dr.ir. F.A. van den Heuvel (CycloMedia) presenteerde de mogelijkheden van de beeldatabases op basis van luchtfoto's en 360° sferische panoramafoto's van CycloMedia. Prof.dr. J.A. Zevenbergen (TU Delft), dr.ir. H.T. Uitermark (Kadaster, ITC) en ir. C.H.J. Lemmen (Kadaster, ITC) toonden aan dat kadastrale informatie meer is dan alleen basisge-



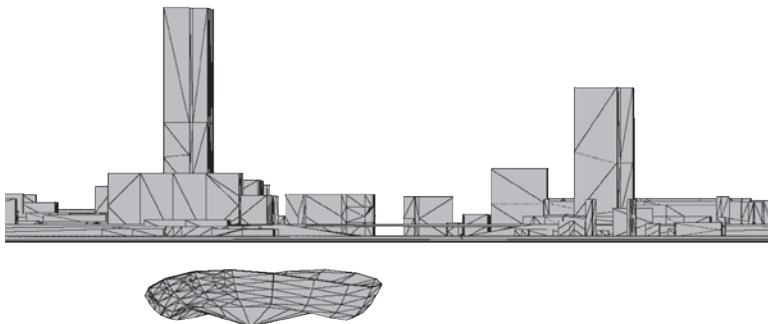
gevens. Ir. R.J.G.A. Kroon, directeur van Geodelta B.V., besprak de rollen van de overheid en de professionele private marktpartijen bij de inwinning, het beheer en het gebruik van ruimtelijke basisgegevens.

## Publicaties

De NCG geeft publicaties uit met resultaten van onderzoek, studiedagen en symposia op het gebied van de geodesie en de geo-informatie in de serie 'Publications on Geodesy' ('Gele serie', Engels) en in de 'Groene serie' (Nederlands en Engels). Een overzicht van de in 2008 door de NCG uitgegeven publicaties is opgenomen in Bijlage 4 Publicaties. Alle publicaties van beide series en alle jaarverslagen van de NCG en haar voorgangers sinds 1879 zijn als pdf-file beschikbaar op de website van de NCG ([www.ncg.knaw.nl](http://www.ncg.knaw.nl)) en kunnen gratis gedownload worden.

### 3D Topography. A Simplicial Complex-based Solution in a Spatial DBMS

Het proefschrift *3D Topography. A Simplicial Complex-based Solution in a Spatial DBMS* van dr.ir. F. Penninga (TU Delft) beschrijft een nieuwe topologische aanpak van datamodellering die uitgaat van tetraëdernetwerken. Operatoren en definities uit de simpliciale homologie worden toegepast in het definiëren en het bewerken van deze structuur van tetraëders. De simpliciale homologie biedt een solide wiskundige onderbouwing van de datastructuur, volledige controle over de oriëntatie van simplexen en maakt het mogelijk om grote delen van de datastructuur af te leiden in plaats van expliciet op te slaan. Databasefunctionaliteit zoals het gebruik van views, functies en functiegebaseerde indexen worden toegepast om het potentieel van de datastructuur te realiseren. Een experimentele implementatie is ontwikkeld en tests met verschillende datasets tonen aan, dat de heersende opvatting dat tetraëders meer opslagruimte vergen dan polyeders achterhaald is. De vereiste opslagruimte voor 3D-objecten in getetraëdriseerde vorm (het modelleren van tussenliggende ruimtes niet meegerekend) en voor 3D-objecten in polyederformaat, liggen in dezelfde orde van grootte.



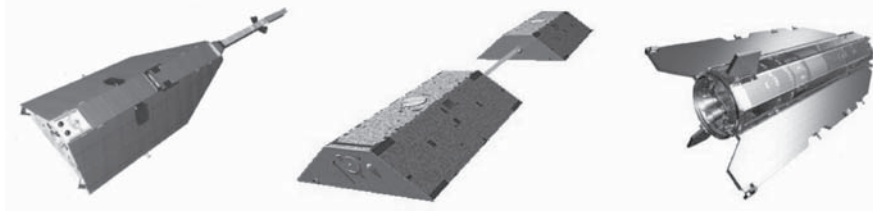
*De campus van de TU Delft gezien vanuit het zuidwesten gemodelleerd met tetraëders. F. Penninga.*

## **Functional and stochastic modelling of satellite gravity data**

Dr.ir. J.P. van Loon (TU Delft) heeft in zijn proefschrift *Functional and stochastic modelling of satellite gravity data* een aantal vragen onderzocht en beantwoord op het gebied van de verwerking van zwaartekrachtsdata. Het zwaartekrachtsveld van de aarde wordt bepaald door de verdeling van haar massa en heeft tot gevolg dat het zeeoppervlak in rust afwijkingen (geoïdehoogten) vertoont tot wel 100 meter ten opzichte van een referentie-ellipsoïde. Veranderingen in het zwaartekrachtsveld geven zo informatie over het smelten van de poolkappen, de hydrologische cyclus en de massaveranderingen in het binnenste van de aarde. Bovendien is het zwaartekrachtsveld essentieel in de bepaling van de fysische (orthometrische) hoogte en de definiëring van het zeeoppervlak in rust. Het zwaartekrachtsveld is een harmonisch veld en kan uitgedrukt worden in een model van sferischharmonische coëfficiënten. Een verhoging van het aantal coëfficiënten leidt tot een verbetering van de resolutie. Zo zijn er voor een resolutie van 111 kilometer meer dan 130.000 coëfficiënten nodig. Traditionele technieken voor de bepaling van het zwaartekrachtsveld zijn zwaartekrachtmetingen op land, mariene metingen en vliegtuiggravimetrie. Sinds het begin van het ruimtetijdperk (1957) worden ook afstandsmetingen naar satellieten uitgevoerd, evenals altimetriemetingen van het zeeoppervlak. Met de lancering van de satellietmissies CHAMP (2000; Challenging Minisatellite Payload), GRACE (2002; Gravity Recovery and Climate Experiment) en de GOCE-missie (2009; Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer) komen vele miljoenen metingen beschikbaar, die ervoor zorgen (en al hebben gezorgd) dat het zwaartekrachtsveld met enkele ordes beter bepaald kan worden. De waarnemingen van de GRACE-missie maken het bovendien mogelijk om voor het eerst op een maandelijkse basis de massaveranderingen in de bovenste laag van de aarde te berekenen. Deze massaverplaatsingen zijn voornamelijk toe te schrijven aan hydrologie, post-glaciale opheffing en het smelten van de poolkappen. De combinatie van verschillende waarnemingsgroepen (satellietmetingen en terrestrische metingen) levert een aantal onderzoeksvragen op. Hoe om te gaan met de systematische effecten per data set? Hoe moeten de verschillende waarnemingsgroepen gewogen worden? Hoe kan de invloed van blunders zo veel mogelijk beperkt worden?

## **Global gravity field recovery from satellite-to-satellite tracking data with the acceleration approach**

Het proefschrift *Global gravity field recovery from satellite-to-satellite tracking data with the acceleration approach* van dr. Xianglin Liu (TU Delft) richt zich op de ontwikkeling van nieuwe technieken voor de bepaling van het mondiale zwaartekrachtsveld met behulp van de hoog-laag (hl) en laag-laag (ll) satelliet-naar-satellietmetingen (SST). Er zijn een aantal benaderingen voor mondiale zwaartekrachtsveldbepaling bekend uit de literatuur, zoals de variationele vergelijkingenmethode, de korteboogmethode, de energiebalansmethode en de versnellingenmethode. De focus van het proefschrift is de versnellingenmethode met als doel de vervaardiging van kwalitatief hoogwaardige mondiale zwaartekrachtsveldmodellen met behulp van reële data van de CHAMP- en GRACE-satellietmissies.



*De satellietmissies CHAMP, GRACE en GOCE.*

Het eerste deel het onderzoek is gewijd aan het verbeteren van de methode voor de verwerking van CHAMP-*hl*-SST-gegevens. In het tweede deel van het onderzoek wordt de methode van de verwerking van CHAMP-*hl*-SST-gegevens uitgebreid voor het geval van GRACE-*hl*-SST-data, met inbegrip van de GRACE-kinematische basislijnen. In het derde deel van het onderzoek zijn twee innovatieve methoden ontwikkeld voor zwaartekrachtsveldmodellering met behulp van GRACE-*II*-SST-gegevens, namelijk de zogenaamde 3-punts Range Rate Combination (3RRC) methode en de 3-punts Range Combination (3RC) methode, als uitbreiding op de klassieke versnellingenmethode. Ten slotte is de 3RC-methode toegepast voor het stelselmatig verwerken van reële GRACE-gegevens.

### **Sensor Web Enablement**

Geo-informatie in brede zin omvat ook resultaten van waarnemingen die op geografereerde locaties zijn uitgevoerd. Sensors spelen daarin in toenemende mate een rol. Nog ongekennde mogelijkheden gaan volgen uit het feit dat sensors ook direct via het internet vindbaar en bruikbaar gemaakt kunnen worden. Om deze mogelijkheden beter in beeld te brengen en te krijgen heeft de Subcommissie Geo-Informatie Modellen van de NCG op 1 februari 2007 een seminar georganiseerd over de ontwikkeling en de toepassing van 'Sensor Web Enablement'.

De publicatie *Sensor Web Enablement*, waarvan dr. M.J.M. Grothe (Rijkswaterstaat Data-ICT Dienst) en ir. J. Kooijman (TNO Bouw en Ondergrond) de editors zijn, bevat de uitgeschreven presentaties van de studiedag. De artikelen geven de toekomstige mogelijkheden weer van de positie en de waarde van sensors en de sensortechnologie, het ontwerp voor het verwerken van sensordata, de ins en outs van sensorstandaarden voor Sensor Web Enablement en laten testen en toepassingen zien.

### **Assessment and socio-economic aspects of geographic information infrastructures**

De publicatie *Assessment and socio-economic aspects of geographic information infrastructures* bevat de uitgeschreven presentaties van de 'Workshop on Assessment and Socio-economic Aspects of Spatial Data Infrastructures' gehouden op 11 april 2008 in Delft. Editor van de publicatie is dr.ir. B. van Loenen (TU Delft).

Bij de ontwikkeling van geo-informatie infrastructuur (GII) en in het bijzonder het onderzoek, wordt steeds meer aandacht besteed aan sociaaleconomische aspecten. Werd eerst de technische dimensie van GII als het meest relevant beschouwd, nu wordt algemeen ingezien dat ook de niet-technische aspecten beschouwd en begrepen moeten worden om de ontwikkeling van GII te bevorderen. Er is zelfs een trend waar te nemen naar een niet-technische focus van GII-strategieën.

De sociaaleconomische kant van GII trekt ook de aandacht van de onderzoeksgemeenschap. Op het gebied van assesment van GII is er al een netwerk van wetenschappers werkzaam, terwijl op andere sociaaleconomische aspecten dergelijk netwerken in ontwikkeling zijn. Een manier om het netwerk uit te breiden, is het verspreiden van ideeën en onderzoeksresultaten. De publicatie van de presentaties van de workshop draagt bij aan dit doel. De artikelen geven de verscheidenheid weer van sociaaleconomische aspecten van GII, in het bijzonder de theorie van assesment, toepassingen van GII assesment, GII en eGovernment, sociologie en privacy.



## Subcommissies

De Nederlandse Commissie voor Geodesie heeft subcommissies ingesteld om een bepaald deel terrein van haar wetenschappelijk aandachtsveld te behartigen. Een subcommissie heeft een structureel karakter en kan onderzoeksprojecten initiëren en begeleiden. Het is de bedoeling dat de interdisciplinaire relaties gegroepeerd naar de aandachtsvelden van de geodesie en de geo-informatie in de subcommissies gestalte krijgen. In het verslagjaar telde de NCG de Subcommissies Geo-Informatie Infrastructuur, Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen, Mariene Geodesie, Ruimtelijke Basisgegevens en Bodembeweging en Zeespiegelvariatie. De samenstellingen van de subcommissies staan vermeld in Bijlage 1.

### Subcommissie Geo-Informatie Infrastructuur

#### Totstandkoming van de Subcommissie

De Subcommissie is in 2008 van start gegaan. In het voorgaande jaar is de Subcommissie Ruimtelijke Basisgegevens opgericht en is afgesproken dat de Subcommissie Geo-Informatie Modellen wordt omgezet in de Subcommissie Geo-Informatie Infrastructuur. Aspecten van datamodellering zijn bij het aandachtsgebied van de Subcommissie Ruimtelijke Basisgegevens ondergebracht. Om haar werkveld te bepalen is de nieuwe Subcommissie begonnen met het definiëren van haar missie en taken. Daarop volgend is ook de samenstelling van de Subcommissie in beschouwing genomen. De missie van de Subcommissie is het bijdragen aan de lange termijn ontwikkeling van de geo-informatie infrastructuur. De thema's van de Subcommissie sluiten daarop aan:

1. De definitie en de beschrijving van de geo-informatie infrastructuur.
2. De monitoring van het gebruik en de ontwikkeling van de geo-informatie infrastructuur.
3. Het scannen van technologische en wetenschappelijke trends en het inschatten van de waarde hiervan voor de geo-informatie infrastructuur.
4. Het uitvoeren en initiëren van onderzoek op het gebied van de geo-informatie infrastructuur (onder andere naar technologie, standaarden, ontsluiting, beleid, organisatie, markt vraag, kwaliteit (services en informatie) en gebruik).
5. Informatie van inhoudelijke ontwikkelingen voor de geo-informatie infrastructuur (o.a. semantiek).
6. Vraaggestuurde geo-informatie infrastructuur en ontwikkeling.
7. Randvoorwaarden voor de ontwikkeling van de geo-informatie infrastructuur.
8. Gebruikers van de geo-informatie infrastructuur.
9. Het aflopen van het innovatieprogramma Ruimte voor Geo-Informatie.

## **Ontwikkelingen in het werkveld**

Ontwikkelingen op het gebied van wetgeving, organisatie, standaardisatie en andere ontwikkelingen ten behoeve van betere gebruiksmogelijkheden van geo-informatie zetten zich ook in 2008 voort. Het meest van betekenis voor het verdere gebruik en de ontwikkeling van de geo-informatie infrastructuur in Nederland waren in dit opzicht:

- Het aanbieden aan de Tweede Kamer van de visie van het ministerie van VROM op de basisvoorziening voor de geo-informatie infrastructuur in de vorm van GIDEON (Geografische Informatie en Dienstverlening ten behoeve van de E-Overheid in Nederland).
- Het tekenen van de 'Memorandum of Understanding' tussen Geonovum en Geo-Business Nederland.
- De start in GeoBusiness Nederland van de Commissies Geo Informatie Infrastructuur, Markt en Overheid, Onderwijs en Arbeidsmarkt, en Innovatie.
- De start van de Stichting Arbeidsmarkt Geo.
- Het Toegangspoort geo-services van Geonovum opende zijn site om daarmee toegang te geven tot de metadata van digitale kaarten van partijen die hun kaarten langs deze weg benaderbaar willen maken.
- De Nederlandse INSPIRE-wet (Infrastructure for Spatial Information in Europe) is aan de Tweede Kamer aangeboden. Prof.mr. J.W.J. Besemer (TU Delft) en prof. dr.ir. P.J.M. van Oosterom (TU Delft) schreven voor de NCG een notitie over INSPIRE.
- Begin september 2008 hebben de directeuren van het samenwerkingsinitiatief PDOK (Publieke Dienstverlening Op de Kaart) ingestemd met de opdrachtverlening voor de kwartiermakersfase. De voorbereidingsfase, resulterend in een projectvoorstel inclusief business case, is hiermee afgerond. Het plan voor PDOK is vervolgens ingediend bij het Programma Vernieuwing Rijksdienst.
- Het van start gaan van de Thematische Werkgroepen voor de Annex 1 Thema's van de INSPIRE-richtlijn.

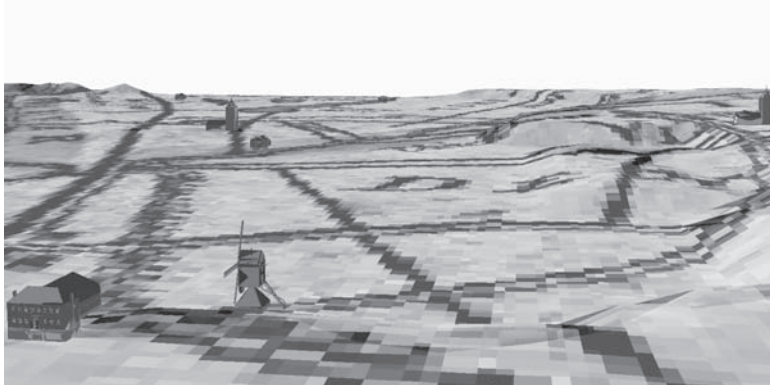
## **Een drietal vergaderingen van de Subcommissie**

De Subcommissie vergaderde driemaal in het verslagjaar. Veel aandacht is besteed aan de formulering van de missie, de taken en de samenstelling van de Subcommissie met als centraal aandachtsgebied de geo-informatie infrastructuur. Ook zijn inhoudelijke thema's binnen het missiegebied van de Subcommissie besproken:

- GIDEON; hierop werd commentaar geleverd;
- het vervolg van Ruimte voor Geo-Informatie;
- het beleidsplan van de NCG waarin veel aandacht besteedt is aan geo-informatie.

Naast de voortgaande zaken van de Subcommissie is ook aandacht besteed aan de activiteiten van de gastheer van vergaderlocaties of aan andere specifieke onderwerpen. Zo is aan de hand van presentaties van de leden aan de orde gekomen:





*Visualisatie van het historische landschap op basis van historisch kaarten.  
Project 'The Cultural Landscape Explorer', Instituut voor Informatica en Informatiekunde, Universiteit Utrecht*

- 'Onderzoek van Informatica en Informatiekunde' aan de Universiteit Utrecht;
- 'Kadasterbeelden in Kaart' bij het Kadaster.

### **Uitvoering onderzoek**

Gerelateerd aan het missiegebied van de Subcommissie is dr.ir F. Penninga gepromoveerd op zijn proefschrift *3D Topography. A Simplicial Complex-based Solution in a Spatial DBMS*. Het proefschrift is uitgegeven bij de NCG.

Een tweetal ontwikkelingen verdienen een iets uitgebreidere behandeling.

### **Het programma Ruimte voor Geo-Informatie**

De projecten in dit programma zijn in het verslagjaar afgerond. Vaak zijn daarvoor slotbijeenkomsten georganiseerd. Wat betreft projecten op het gebied van geo-informatie infrastructuur gaven de projecten 'Geoloketten' (RGI-006) en 'Geo-Informatie Management voor Civieltechnische Infrastructurele Werken' (RGI-029) een slotpresentatie op de door deze projecten georganiseerde slotconferentie 'De Trein rijdt!'. In het verlengde van het project 'Sensors als databronnen aan de geo-informatie infrastructuur' is het internationaal seminar 'Sensing a changing World' georganiseerd.

### **Uitvoering GIDEON**

De eerste voortgangsrapportage GIDEON (Geografische Informatie en Dienstverlening ten behoeve van de E-Overheid in Nederland) is in december 2008 gepubliceerd. De voorbereidingen van de implementatiestrategie 'aanbodoptimalisatie', in dit geval op rijksniveau, met Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK) door Geonovum, de ministeries van LNV, V&W en VROM en het Kadaster zijn gestart. Begin september 2008 hebben de directeurs van het samenwerkingsinitiatief PDOK ingestemd met de opdrachtverlening voor de kwartiermakersfase. De voorbereidingsfase, resulterend in een projectvoorstel inclusief business case, is

hiermee afgerond. Het plan voor PDOK is vervolgens ingediend bij het Programma Vernieuwing Rijksdienst. Ook de andere implementatiestrategieën van GIDEON bieden materiaal dat voor de Subcommissie van belang is; bijvoorbeeld de basisregistraties. De voortgang in de basisregistraties had als brandpunt de ontwikkeling van de landelijke voorziening voor de ontsluiting van de Basisregistratie Adressen en Gebouwen door het Kadaster. Daarnaast is ook het wetgevingstraject voor de totstandkoming van de Basisregistratie Ondergrond (BRO) van start gegaan.

## **Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen**

### **Activiteiten van de Subcommissie**

Op voorstel van de Subcommissie laat het Dagelijks Bestuur van de NCG een studie uitvoeren naar de geodetische infrastructuur in Nederland. De Nederlandse situatie wordt hierin vergeleken met die in omliggende landen. Ir. J. van der Linde is vanuit het Kadaster gedetacheerd bij de NCG en belast met het onderzoek. Er is een stuurgroep ingesteld bestaande uit dr.ir. H. Quee, dr.ir. F.J.J. Brouwer en prof. mr. J.W.J. Besemer. Tijdens de vergadering van de Subcommissie van 15 april heeft ir. J. van der Linde een toelichting op het onderzoek gegeven. In het kader van dit onderzoek zijn in het binnen- en buitenland vragen uitgezet en aansluitend interviews afgenomen bij leidinggevendenden die betrokken zijn bij de geodetische infrastructuur. Een conceptrapport van het onderzoek is op 6 november voor commentaar gestuurd naar de hoofden van het Kadaster, de Rijkswaterstaat Data-ICT-Dienst en het Department of Earth Observation and Space Systems (DEOS) van de TU Delft.

De voorzitter van de Subcommissie heeft schriftelijk commentaar gegeven op het nieuwe beleidsplan van de NCG, in het bijzonder over de beschrijving hierin van de activiteiten van de Subcommissie.

Mede op initiatief van de Subcommissie is een promotieonderzoek over het onderwerp 'Mariene geoiden en hoogterefereentiesystemen in de Noordzee' gestart door ir. D.C. Slobbe (TU Delft).

Een uitgebreide brief van de heer Boorsma, van Ingenieursbureau Boorsma b.v. in Drachten, betreffende NAP, geoiden en bodembeweging gericht aan de Raad voor Aarde en Klimaat van de KNAW, werd beantwoord.

De Subcommissie is in 2008 driemaal bijeengewees voor de 59e tot en met de 61e vergadering op respectievelijk 15 april, 9 september en 9 december.

### **IGS, EPN en AGRS.NL**

Het Actief GPS Referentie Systeem voor Nederland (AGRS.NL) is de basis van de geodetische infrastructuur van Nederland. Het AGRS.NL bestaat uit de stations Apeldoorn, Delft, Eijsden, IJmuiden, Kootwijk, Terschelling, Vlissingen en Westerbork. Een systeem voor de automatische processing van de AGRS.NL-data bij de Rijkswaterstaat Data-ICT-Dienst (RWS DID) berekent op basis van de Bernese soft-

ware dagelijkse coördinaten van de AGRS.NL-stations ten opzichte van omliggende IGS-stations (International GNSS Service; Global Navigation Satellite System). RWS DID en het Kadaster gebruiken het AGRS.NL voor het bepalen van GPS-kernnetpunten en het certificeren van referentiestationen van Real Time Kinematic (RTK) netwerken, waaronder het Kadastrale netwerk NETPOS (Netherlands Positioning Service).

Sinds de ondertekening in december 2007 van de 'Overeenkomst inzake het AGRS.NL tussen het Kadaster en het ministerie van V&W' is het voorheen gedeelde eigendom van het AGRS.NL geheel overgegaan naar het Kadaster. Het Kadaster blijft in goed overleg met RWS DID het AGRS.NL exploiteren, waarbij RWS DID de helft van de kosten voor haar rekening neemt.

In juli 2008 werd de 'Samenwerkingsovereenkomst tussen de Technische Universiteit te Delft en de Dienst voor het Kadaster inzake de exploitatie van het Actief GNSS Referentie Systeem in Nederland' overeengekomen, met als uitgangspunten:

- Het Kadaster is primair verantwoordelijk voor de AGRS.NL-stations Apeldoorn, Eijsden, IJmuiden, Terschelling en Vlissingen.
- De TU Delft is primair verantwoordelijk voor de AGRS.NL-stations Kootwijk, Westerbork en Delft, welke ook deel uitmaken van het internationale IGS-netwerk.
- De TU Delft is primair verantwoordelijk voor de archivering van de metingen en het wetenschappelijk datacentrum. De TU Delft is tevens het aanspreekpunt voor IGS en EPN (EUREF Permanent Network; European Reference Frame).

De term AGRS.NL wordt in deze overeenkomst gedefinieerd als het Actief GNSS (voorheen GPS) Referentiesysteem voor Nederland, op dit moment bestaande uit acht stations, tegen vijf daarvoor.

Het door de TU Delft beheerde datacentrum voor de Nederlandse AGRS.NL-, EPN- en IGS-stations is te vinden op <http://gnss1.lr.tudelft.nl/dpga>. Verder worden de data van de IGS-stations Delft en Westerbork ook in realtime verstrekt ten behoeve van het RT-IGS (Real Time IGS) en het EUREF-IP project.

De continuïteit van het IGS-station Kootwijk is in 2008 gewaarborgd door maatregelen die genomen zijn door de TU Delft. Er zijn zonnepanelen geïnstalleerd en de Turbo Rogue ontvanger is vervangen door een Leica1200GRXPRO GPS- en GLONASS-ontvanger (Global Navigation Satellite System). Tevens is er een hekwerk geplaatst om de installatie te beveiligen nu alle gebouwen van het complex Kootwijk zijn gesloopt. In 2009 zal de antenne worden vervangen door één met een lager stroomverbruik, die geschikt is voor alle nieuwe satellietsignalen. Een punt van aandacht is het onderhoud van de antennemast in samenwerking met het Kadaster. Ook de stations Delft en Westerbork zullen worden uitgerust met nieuwe antennes.



*Het IGS-station Kootwijk in 2008.*

De AGRS.NL-stations Delft, Eijsden, Terschelling, Westerbork en Kootwijk maken deel uit van het European Permanent Network (EPN). Westerbork, Kootwijk en Delft maken ook deel uit van de International GNSS Service (IGS).

Het AGRS-station Terschelling is, als laatste van de stations die nu beheerd worden door het Kadaster, realtime met het rekencentrum van het Kadaster in Apeldoorn verbonden en voorzien van een Topcon GPS + GLONASS-ontvanger. De door het Kadaster beheerde AGRS-stations worden zo qua bewaking geïntegreerd met het realsysteem voor landmeetkundige toepassingen NETPOS van het Kadaster. NETPOS wordt tijdens kantooruren continu bewaakt.

Voor de berekening van de tijdseries van het AGRS is in 2008 overgegaan op een nieuwe strategie die aansluit bij het besluit van EUREF (zie ook onder Internationale samenwerking). Deze nieuwe strategie wordt gekenmerkt door het gebruik van veertien transformatieparameters tussen ITRF (International Terrestrial Reference Frame) en ETRF (European Terrestrial Reference Frame) in plaats van de tot nu toe gebruikte zeven. De jaargemiddelden van de AGRS-coördinaten over 2008 bleken significant te verschillen van de gepubliceerde coördinaten. Daarom zullen nieuwe coördinaten worden gepubliceerd op [www.agrs.nl](http://www.agrs.nl) en de transformatieparameters in RDNAPTRANS, de officiële transformatie tussen RD/NAP (Rijksdriehoeksmeting; Normaal Amsterdams Peil) en ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), worden aangepast.

### **RD-infrastructuur en NETPOS**

Van de passieve RD-punten (Rijksdriehoeksmeting) van het Kadaster worden alleen nog de GPS-kernnetpunten (Global Positioning System) onderhouden door middel van GPS-metingen en waterpassing door reguliere kadastrale landmeters onder supervisie van de sectie Geometrische Referentie Systemen (GRS, voorheen Rijksdriehoeksmeting). De, voorheen jaarlijkse, waterpassing van deze punten wordt

afgestemd met de periodieke waterpassingen (om de 10 jaar, of om de vijf jaar in zakkingsgebieden) van het NAP (Normaal Amsterdams Peil) die deze punten heeft opgenomen als tweedeorde peilmerken. De GPS-kernetpunten worden nog steeds gebruikt, ondanks de aanwezigheid van vier landelijk dekkende netwerken voor realtime plaatsbepaling in Nederland.

De Netherlands Positioning Service NETPOS is het kadastrale netwerk voor Real Time Kinematic (RTK) satellietplaatsbepaling. Het maakt gebruik van zowel het Amerikaanse GPS als het Russische GLONASS-systeem (Global Navigation Satellite System). Kadastrale metingen met GPS worden uitsluitend met NETPOS uitgevoerd. Het ministerie van Verkeer en Waterstaat, hierin vertegenwoordigd door RWS DID, heeft een gebruikslicentie voor NETPOS. Het KNMI gebruikt, als onderdeel van V&W, de NETPOS-data voor waterdampschattingen van de atmosfeer. Het totale aantal gebruikers van NETPOS steeg in 2008 tot ongeveer 230.

Een uitgebreid overzicht van referentiestations in Nederland en in de ons omringende landen wordt gepubliceerd op <http://gnss1.lr.tudelft.nl/nlref/>.

### **NAP-infrastructuur**

De bijhouding van het secundaire net van het NAP (Normaal Amsterdams Peil) in het kader van de bijhoudingscyclus van de 4e planperiode heeft zich in 2008 geconcentreerd op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden en op de gaswinningsgebieden in het noorden van het land. Deze projecten zijn uitgevoerd in samenwerking met de Nederlands Aardolie Maatschappij (NAM) en de gemeente Rotterdam.

Het onder auspiciën van EUREF uitgevoerde project EVRF2007 (European Vertical Reference Frame 2007) heeft een nieuwe realisatie van het Europese hoogtesysteem EVRS (European Vertical Reference System) opgeleverd. Deze hoogtes zijn berekend door het Bundesamt für Kartographie und Geodäsie in Duitsland. Hiermee zijn nu voor circa 1100 primaire en secundaire hoogtemerken hoogtes beschikbaar in het Europese hoogtestelsel. Dit zijn praktisch alle merken die deel uit maakten van de 5e Nauwkeurigheidswaterpassing. Het verschil tussen NAP en EVRS bedraagt landelijk circa 3 cm.

### **Zwaartekrachtinfrastructuur**

In juni 2008 is in opdracht van de Rijkswaterstaat Data-ICT-Dienst een meetcampagne voor absolute zwaartekracht gehouden door de TU Delft. Vijf stations werden gemeten: Westerbork, Zundert, Kootwijk (Watertoren), Wageningen en Epen. Het gebruikte instrument is de Micro-g FG-5 #234 die in het bezit is van de TU Delft. Over de resultaten is een rapport geschreven getiteld *Vertical control of NAP - results of the measurement campaign 2008* (R.H.C. Reudink, R. Klees). De hele tijdsreeks van absolute zwaartekrachtmetingen is opnieuw met verbeterde modellen vereffend. Op een aantal stations kon een statistisch significante bodemdaling van het pleistoceen worden gedetecteerd. Voor station Epen werd uit absolute zwaartekrachtmetingen een daling van  $2,1 \pm 0,3$  mm/jaar berekend uit 8



*Beeld van een satelliet van het systeem Galileo, Test Bed – Versie 2/B, ESA.*

metingen in 15 jaar. Dat is meer dan geologische modellen voorspellen. Het resultaat is in overeenstemming met waarnemingen in het station Membach (België) dat ten zuiden van Limburg ligt ( $3,0 \pm 0,5$  mm/jaar). Ter verbetering van het monitoren van de pleistocene laag zal de TU Delft onderzoeken of er een geschikt station in het noordwesten van het land kan worden gevonden.

### **Internationale samenwerking**

Dr.ir. H. van der Marel (TU Delft) heeft na 15 jaar de EUREF Technical Working Group (ETWG; European Reference Frame), het uitvoerende orgaan van EUREF, verlaten. Tijdens het EUREF2008-symposium van 18 tot en met 21 juni in Brussel is, voor het eerst, gekozen uit diverse kandidaten voor zijn opvolging en die van andere vertrekkende ETWG-leden. Op het symposium werd Nederland vertegenwoordigd door dr.ir. H. van der Marel (TU Delft), ir. L. Huisman (TU Delft), ir. J. van Buren (Kadaster) en ir. A.J.M. Kösters (RWS DID). Ir. Van Buren presenteerde het *National Report of the Netherlands*.

Op het symposium is besloten de realisatie van ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) te wijzigen. ETRS89 volgt niet meer automatisch de veranderingen van het ITRF (International Terrestrial Reference Frame) door een vaste transformatie. Nieuwe realisaties worden zo dicht mogelijk bij de ETRF2000-realisatie (European Terrestrial Reference Frame) gehouden. Op deze manier wordt in belangrijke mate aan de wensen van gebruikers tegemoet gekomen om de sprongen tussen opeenvolgende realisaties van ETRS89 zo klein mogelijk te houden.

De Subcommissie volgt de ontwikkelingen van INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe). Ir. J. van Buren en ir. A.J.M. Kösters rapporteerden over de ontwikkelingen rond het INSPIRE-thema 'Coördinaten Referentiesystemen'.

## **Publicaties**

De TU Delft (dr.ir. H. van der Marel en dr.ir. C.C.J.M. Tiberius) is er als eerste in geslaagd 'double difference' metingen uit te voeren tussen twee experimentele Galileo-satellieten en de meerduidigheid op te lossen. Hierover is in diverse tijdschriften gerapporteerd, waaronder *Inside GNSS* en *GPS Solutions*.

In het oktober-november 2008 nummer van *VI-Matrix* heeft ir. J. van Buren mede het artikel 'Europees coördinatensysteem is voor Nederland vooral een kans' gepubliceerd. De strekking van het artikel is dat het een logische stap is om alle geografische bestanden op te slaan in ETRS89 in plaats van ten eeuwige dage te blijven transformeren van RD naar ETRS89.

## **Subcommissie Mariene Geodesie**

### **Procedureel**

In 2008 is de Subcommissie Mariene Geodesie tweemaal bijeengekomen. Het werkplan van de Subcommissie is besproken in de voorjaarsbijeenkomst. Afgesproken is dat het een levend document is, dat naar aanleiding van elke bijeenkomst geactualiseerd kan worden. Een andere procedurele verbetering is het doorsturen van de relevante 'Circular Letters' van de International Hydrographic Organization (IHO) naar de leden. Ook zal de Subcommissie zich beter laten informeren over de activiteiten van de Subcommissie Hydrography van de FIG (Fédération Internationale des Géomètres).

### **Nieuwe leden**

Prof.dr.ir. P.J. Ooninx van de Nederlandse Defensie Academie was aanwezig bij de najaarsbijeenkomst en wordt mogelijk lid van de Subcommissie. Naar aanleiding van de najaarsbijeenkomst heeft de Subcommissie ook andere mogelijke nieuwe leden benaderd. De Subcommissie hoopt in 2009 een grotere samenstelling te hebben, met vertegenwoordigers uit gerelateerde wetenschappen. Op deze manier kan uitvoering gegeven worden aan de ambitie uit het werkplan om bestaande kennis over de marien-fysische processen beter samen te brengen met marien-geodetische waarnemingen.

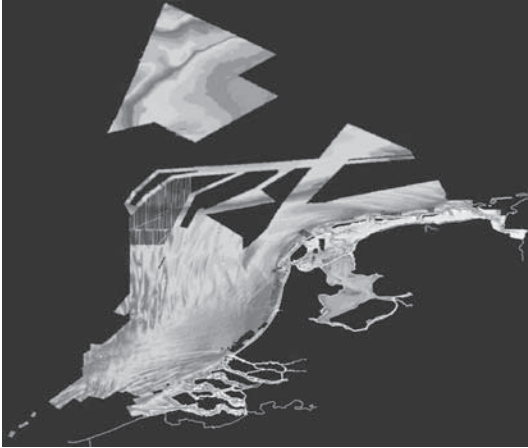
### **Beleidsplan NCG**

In 2008 kwam het nieuwe beleidsplan van de NCG uit. Naar aanleiding hiervan is gediscussieerd over de toekomst van de Subcommissie, dat in 2009 tot een Memorandum van de Subcommissie zal leiden. De Subcommissie ervaart de groeiende overlap tussen de mariene geodesie en de terrestrische geodesie die het beleidsplan signaleert als een kans op hechtere samenwerking met de andere Subcommissies.

### **Onderzoek**

De Subcommissie ondersteunt twee onderzoeksprojecten: 'Improved capabilities to predict dredging operations by high precision riverbed mapping in heavy shipping





*Illustratie uit het Bathymetrisch archief van de Dienst der Hydrografie.*

traffic regions' van mw. dr.ir. M. Snellen en 'Simultaneous improvement of the mean sea level and marine geoid using a combination of hydrodynamic models, hydrographic data, marine gravity data and satellite altimetry data' van ir. D.C. Slobbe. Beide projecten worden uitgevoerd door de TU Delft.

Daarnaast heeft de Subcommissie zich laten informeren over de onderzoeken 'Zeebodembeweging op de Noordzee' van ir. L.L. Dorst (Dienst der Hydrografie) en 'Software-based GNSS L1 interferometric positioning, the revival of a 30 years old experiment' van ir. B.J. Muth (TU Delft). Het eerste onderzoek is een samenwerking tussen de Dienst der Hydrografie en de Universiteit Twente, het tweede een samenwerking tussen de Nederlandse Defensie Academie en de TU Delft.

### **Onderwijs**

De opleiding Hydrografie aan het Maritiem Instituut Willem Barentsz heeft een visitatie ondergaan, waarvan de uitkomsten naar tevredenheid waren. Om de studentenaantallen te verbeteren wordt de naam van de opleiding veranderd in Ocean Technology.

De Faculteit Militaire Wetenschappen van de Nederlandse Defensie Academie (NLDA) heeft eveneens een visitatie ondergaan, met gunstige uitkomsten. Dit is een belangrijke stap op weg naar accreditatie van de NLDA.

Aan de TU Delft vervalt de minor Aardobservatie en wordt het bachelorprogramma herzien.

### **Ontwikkelingen**

De Tidal Working Group van het North Sea Hydrographic Committee is in oktober bijeen geweest bij de Dienst der Hydrografie. Belangrijk onderwerp is de unificatie van verticale referentiestelsels op de Noordzee om zo nauwkeurige waterstandsreductie van bathymetrische data met GNSS (Global Navigation Satellite System)



mogelijk te maken. Er wordt gestreefd naar een naadloos LAT-vlak (Lowest Astronomical Tide) in 2010.

De vijfde editie van IHO-publicatie S44 is uitgegeven, getiteld *Standards for hydrographic surveys*. Dit is een belangrijk document voor de normering van hydrografische metingen. Rijkswaterstaat en de Dienst der Hydrografie stellen nu gezamenlijk Nederlandse normen op, op basis van de nieuwe editie van S44. Om de kwaliteit van bathymetrische data vervolgens beter over te brengen naar de gebruiker van nautische producten is de IHO Data Quality Working Group nieuw leven ingeblazen.

Aan de Nederlandse Defensie Academie is een onderzoek gestart naar plaatsbepaling op basis van terreinreferentie aan de zeebodem.

## **Subcommissie Ruimtelijke Basisgegevens**

De Subcommissie Ruimtelijke Basisgegevens wil de beschikbaarheid en het gebruik van ruimtelijke basisgegevens bevorderen door:

- het afstemmen van onderzoek op het gebied van inwinning, representatie en het gebruik van deze gegevens;
- het vastleggen en verspreiden van relevante kennis op dit gebied door middel van publicaties en studiedagen;
- het gevraagd en ongevraagd verstrekken van adviezen aan de NCG en andere betrokkenen;
- het initiëren van specialistisch onderzoek (NCG-promotieplaatsen);
- het onderhouden van (inter)nationale wetenschappelijke contacten.

De Subcommissie, onder voorzitterschap van prof.dr.ir. M.G. Vosselman (ITC), telt acht leden, werkzaam op het gebied van de geo-informatie bij universiteiten, overheid, diensten en bedrijven (zie Bijlage 1). De Nederlandse vertegenwoordigers in EuroSDR (European Spatial Data Research) zijn lid van de Subcommissie (zie Bijlage 2).

De Subcommissie heeft in het verslagjaar vier keer vergaderd. Er is gewerkt aan het nader vaststellen van de doelstelling van de Subcommissie, de afbakening van het werkveld en het uitwerken van de onderzoeksvelden.

### **Onderzoeksplan**

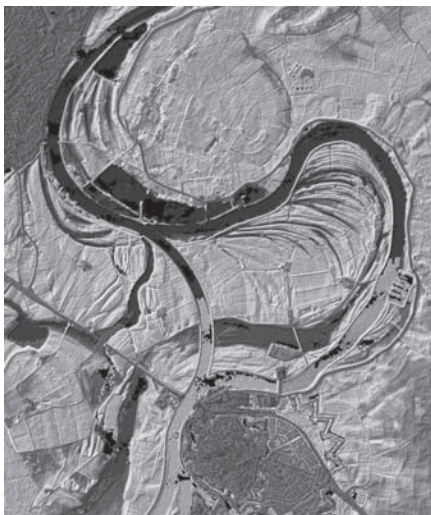
De belangrijkste activiteit van de Subcommissie in het verslagjaar was het opstellen van een onderzoeksplan Ruimtelijke Basisgegevens. In het plan is het onderzoeksveld van de Subcommissie geschetst en uitgewerkt in tien thema's:

- vereisten van gebruikers;
- onderzoek naar ruwe basisgegevens:
- ruwe gegevens als basisgegevens;
  - management van grote hoeveelheden gegevens;
  - interpretatie van ruwe gegevens;
- onderzoek naar geïnterpreteerde basisgegevens:
- harmonisatie van concepten en gegevensmodellen;
  - integratie van geïnterpreteerde gegevens;
  - vraagstukken op het gebied van meerschalingheid;
  - tijd en verleden;
  - 3D geo-informatie;
  - gezamenlijke kartering.

Bij elk thema is de achtergrond beschreven, zijn belangrijke onderwerpen toegelicht en zijn onderzoeksvragen geformuleerd.

### **Studiemiddag 'Core Spatial Data'**

De Subcommissie heeft in samenwerking met de sectie GIS-technologie van de TU Delft op 18 december 2008 de studiemiddag 'Core Spatial Data' georganiseerd. De studiemiddag is gehouden in het Aula Congresscentrum van de TU Delft. Tijdens de studiemiddag is het onderzoeksplan van de Subcommissie gepresenteerd. In de overige presentaties zijn achtereenvolgens besproken en getoond: één Basisregistratie Topografie, het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) in perspectief: de (on)mogelijkheden van digitale hoogtegegevens als ruimtelijke basisgegevens, beelddatabases van CycloMedia, Kadastrale informatie meer dan basisgegevens en de rol van de overheid en private ondernemingen bij het inwinnen van ruimtelijke basisgegevens.



*Een beeld van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN), Doesburg en omgeving.*

### **Presentatie 'Studie Visuele Wegendatabank Rijkswaterstaat'**

Ir. L. Heres (Rijkswaterstaat Data-ICT-Dienst) heeft tijdens een van de vergaderingen een presentatie gegeven over de *Voorstudie Visuele Wegendatabank* (2008) door Rijkswaterstaat. Rijkswaterstaat onderzoekt hiermee de mogelijkheden om een zogeheten Visuele Wegendatabank op te zetten. De databank kan onder andere gebruikt worden voor het actualiseren en controleren van bestanden, het nemen van verkeersmaatregelen en het voorbereiden en plannen van projecten. Besproken zijn onderzoeksaspecten en technische onderwerpen.

### **EuroSDR**

Tijdens de vergaderingen is informatie uitgewisseld over EuroSDR (European Spatial Data Research). Mw. dr. J.E. Stoter (ITC) heeft in samenwerking met mw. I. Vanden Berghe (IGN, België) en dr.ir. J.W.H.C. Crompvoets (Katholieke Universiteit Leuven) het projectvoorstel 'INSPIRE atlas of implementation methods' ingediend. Het voorstel is goedgekeurd en wordt in 2009 uitgevoerd.

### **Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie**

Het Dagelijks Bestuur van de NCG heeft begin 2008 besloten de activiteiten van de Subcommissie op te schorten tot na het vaststellen van het nieuwe beleidsplan van de NCG. Verschillen van inzicht over het functioneren van de Subcommissie hebben geleid tot een patstelling in de Subcommissie.

Op 12 juni 2008 heeft het Dagelijks Bestuur van de NCG prof.dr.ir. R.F. Hanssen (TU Delft) benoemd tot voorzitter van de Subcommissie. Hij volgt prof.dr. R. Klees (TU Delft) op, die het voorzitterschap op 1 januari 2008 heeft neergelegd. Het Bestuur heeft prof. Hanssen gevraagd een voorstel te maken voor het aandachtsgebied, de taken en de samenstelling van de Subcommissie.



## Diensten geodesie en geo-informatie

De diensten werkzaam op het gebied van de geodesie en de geo-informatie het Kadaster, de Rijkswaterstaat Data-ICT-Dienst en de Dienst der Hydrografie zijn in de NCG vertegenwoordigd door ambtshalve leden. Van het Kadaster en de Dienst der Hydrografie zijn verslagen ontvangen over de in het verslagjaar uitgevoerde werkzaamheden op het gebied van de geodesie en de geo-informatie.

### Kadaster

Het Kadaster houdt bij wie in Nederland welke rechten heeft op grond en gebouwen, en wat de kenmerken daarvan zijn. Dat doet het ook voor schepen, luchtvaartuigen en ondergrondse netwerken. Deze wettelijke taak is bedoeld om de rechtszekerheid te borgen: er ontstaan geen misverstanden over wat van wie is en wat de precieze locatie ervan is. De gegevens houdt het Kadaster bij in de Openbare Registers en de Kadastrale Registratie. Door het beheer van deze omvangrijke gegevensbronnen vervult het Kadaster een spilrol op het gebied van vastgoed- en geo-informatie in Nederland.

Het Kadaster houdt ook het Rijksdriehoeksstelsel in stand. Dit is het landelijke referentiestelsel van coördinaatpunten in het landschap ten opzichte waarvan lokale metingen worden uitgevoerd. Daarnaast is het betrokken als adviseur bij landinrichting en ruimtelijke ordening. Vanaf 2004 maakt de Topografische Dienst deel uit van het Kadaster, waarmee het beheren en verstrekken van topografische basisgegevens ook binnen het Kadaster plaatsvindt. Sinds 2008 gebeurt dit onder de nieuwe afdelingsnaam Geo-informatie.

De afgelopen jaren heeft de overheid het Kadaster gevraagd een aantal taken op zich te nemen voor de landelijke informatievoorziening uit andere registraties. Sinds halverwege 2007 beheert het Kadaster de landelijke voorziening die gemeentelijke publiekrechtelijke beperkingen toegankelijk maakt. Ook fungeert het Kadaster als beheerder van de landelijke voorziening voor de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG). De beheertaak wordt in 2010 overgenomen van de projectgroep BAG van het ministerie van VROM. Sinds 1 oktober 2008 is het Kadaster verantwoordelijk voor het Kabels en Leidingen Informatie Centrum (KLIC). Dit informatiecentrum ondersteunt de uitwisseling van gegevens over de ligging van kabels en leidingen in de ondergrond, ter voorkoming van graafschade.

De voornaamste klantgroepen van het Kadaster zijn: notariaat, makelaardij, financiële instellingen, overheid (ministeries, waterschappen, gemeenten en provincies), nutsbedrijven, geo-sector, bouwsector en particulieren. Aan hen verstrekt het

Kadaster jaarlijks rond de twintig miljoen keer informatie, voornamelijk via het internet.

Het Kadaster is nauw betrokken bij het bepalen van gegevensstandaarden waarmee de vele diverse geografische gegevensbestanden op elkaar afgestemd kunnen worden; zowel binnen Nederland, als daarbuiten. Binnen Europa neemt het Kadaster deel aan de productie van pan-Europese kaartproducten. Ook maakt het onderdeel uit van de groep Europese kadasters die online toegang hebben verschaft tot elkaars registraties. Het Kadaster draagt ook bij aan het opzetten van grondregistraties in onder meer Latijns-Amerika, Azië en Afrika.

In 1832 is het Kadaster opgericht. Nadat het tot 1974 onderdeel was van het ministerie van Financiën en daarna van het ministerie van VROM, is het vanaf 1994 een zelfstandig bestuursorgaan (ZBO). Om zijn zelfstandigheid zorgvuldig vorm te geven, heeft het een breed proces van publieke verantwoording ingericht. Zo kunnen binnen een Gebruikersraad de vijftien grootste klantgroepen hun adviezen en wensen kenbaar maken. Het Kadaster heeft geen winstoogmerk en stelt zijn diensten beschikbaar tegen zo laag mogelijke kosten. Eind 2008 werkten er bij het Kadaster omstreeks 2000 (fte) medewerkers, verspreid over 13 vestigingen. Het hoofdkantoor is gevestigd in Apeldoorn.

Het Kadaster stelt zich ten doel om vastgoedgegevens te registreren in de Openbare Registers en de Kadastrale Registratie. In de Openbare Registers archiveert het Kadaster de verschillende notariële akten over zakelijke rechten en hypotheek. De belangrijkste gegevens uit deze akten neemt het Kadaster ter informatieverstrekking over in het systeem geAutomatiseerde Kadastrale Registratie (AKR).

Aantallen in	2008	2007	2006	2005
Inschrijvingen akten	452.800	488.100	497.700	478.200
Inschrijvingen hypotheekstukken	546.400	632.500	748.800	770.900
Inschrijvingen schepen	1.890	1.988	1.833	1.790
Geregistreerde schepen	44.617	43.700	43.504	42.704
Inschrijvingen luchtvaartuigen	38	27	23	28
Geregistreerde luchtvaartuigen	365	372	381	371

De cijfers betreffen het totale werkaanbod van de gehele vastgoedmarkt: akten inclusief correctiestukken en koopovereenkomsten, hypotheekstukken inclusief royementsakten. Actuele cijfers in Kadasterpublicaties als *Vastgoedbericht*, *Kwartaalbericht* of *Terzake* hebben betrekking op een deel daarvan, de particuliere woningmarkt.



*De kadastrale landmeter met de tachymeter aan het werk.*

In 2008 is het aantal splitsingen fors toegenomen ten opzichte van 2007, omstreeks 33%. Het aantal binnengekomen akteposten is gedaald met 13% ten opzichte van 2007. Dit is nog steeds het gevolg van de tariefwijziging in 2006, waarbij splitsingen relatief goedkoper zijn geworden ten opzichte van akteposten. Het totaal aantal verwerkte splitsingen en akteposten is 102% ten opzichte van 2007.

<b>Aantallen in</b>	<b>2008</b>	<b>2007</b>	<b>2006</b>	<b>2005</b>
Nieuwe akteposten (aanbod)	67.800	78.200	86.800	87.000
Uitgevoerde akteposten	70.000	76.000	85.200	88.000
Splitsingen	49.300	37.100	–	–
Grensreconstructies	12.200	13.400	10.700	7.000

In 2006 is het Kadaster begonnen met een eigen opleiding voor nieuw aangetrokken landmeters. Zoals beoogd is in april 2008 het vijfde ontwikkelteam gestart met zijn opleiding. Ook hebben alle zestien aspirant-landmeters uit ontwikkelteam 1 en 2 in 2008 hun opleiding afgerond. Team 1 is inmiddels volledig in de productie opgenomen, team 2 volgt in februari 2009. Het aantal medewerkers in opleiding in de teams 3, 4 en 5 aan het eind van 2008 bedroeg 31.

Het Kadaster is sinds 1 januari beheerder van de basisregistraties Kadaster en Topografie. Onderdeel van het systeem van basisregistraties is het verplicht terugmelden van afwijkingen aan de beheerder door gebruikers. Voor 2008 was de doelstelling voor het Kadaster om het terugmeldproces per 1 januari beschikbaar te hebben voor terugmeldingen binnen de basisregistratie Kadaster. Deze doelstelling is



*Het Kadaster meet met behulp van satellieten de punten.*

behaald. Vanaf 1 januari is terugmelding voor de overheid, particulieren en zakelijke klanten mogelijk. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een eigen terugmeldfaciliteit van het Kadaster. Op termijn zal deze aangesloten worden op de generieke centrale terugmeldfaciliteit van de overheid; deze is buiten het Kadaster in ontwikkeling.

Het Kadaster stelt zich ten doel om het Rijksdriehoeksnetwerk (RD) optimaal te onderhouden en beschikbaar te stellen. Dit is het landelijke referentiestelsel van coördinaatpunten in het landschap ten opzichte waarvan landmeetkundige metingen worden uitgevoerd. Het vormt de grondslag voor veel geografische (basis)bestanden in Nederland.

In aanvulling op het Actief GPS Referentie Systeem (AGRS) is het RD-netwerk in 2008 op de volgende manieren beschikbaar gesteld:

- Voor gebruik door het Kadaster: via het Global Positioning System (GPS) real time kinematics-netwerk NETPOS (NETHerlands Positioning Service) van het Kadaster. Naast GPS wordt ook gebruik gemaakt van het Russische satellietnavigatiesysteem GLONASS (Global Navigation Satellite System); en op termijn het Europese Galileo. Het ministerie van Verkeer & Waterstaat heeft een gebruikerslicentie voor NETPOS.
- Voor landmeetkundig gebruik door derden: via drie private netwerken, waarvan de GPS-referentiestationen door het Kadaster zijn gecertificeerd. Daarnaast wordt door derden (gemeenten en waterschappen) steeds meer gebruik gemaakt van



lokale gecertificeerde referentiestations. In 2008 zijn omstreeks 140 GPS-referentiestations gecertificeerd.

- Voor incidenteel landmeetkundig gebruik met hoge precisie: via een netwerk van goed toegankelijke punten met een vrije horizon, de zogenaamde GPS-kernnetpunten. De verschillende coördinaten worden gepubliceerd en tegen betaling beschikbaar gesteld aan klanten, op papier, per cd-rom of via internet ([www.rdinfo.kadaster.nl](http://www.rdinfo.kadaster.nl)). In 2008 hebben verschillende partijen belangstelling getoond voor de metingen van het GPS-kernnet vanaf 1997 tot heden voor onderzoek naar bodembeweging.

Het Kadaster krijgt als expert van coördinaten regelmatig vragen en verzoeken. Zo is bijvoorbeeld in 2008 voor een firma de exacte noordrichting uitgezet ter controle van gyroscopen.

Het aantal verkochte kernnetpunten houdt al enige jaren gelijke tred en bedroeg in het verslagjaar 260 (298 in 2007). Door het toenemend gebruik van GPS zijn de opbrengsten van de losse verkoop van coördinaatgegevens in 2008 gedaald. De opbrengsten voor NETPOS zijn in 2008 gestegen, doordat er minder gebruik wordt gemaakt van het RD-netwerk. In totaal bedroegen in 2008 de opbrengsten € 198.000 (€ 206.200 in 2007).

## Dienst der Hydrografie

### Algemeen

#### ***Gegevensverstrekkingbeleid en het GI-beraad***

Naast de realisatie van producten ten behoeve van de scheepvaart en militaire operaties, verstrekt de Dienst der Hydrografie (HYD) ook de hydrografische gegevensbestanden ter bevordering van het hergebruik binnen de overheid en in het belang van onderzoek, wetenschap, onderwijs en commerciële activiteiten. Het betreft hier onder meer het ontsluiten van digitale gegevensbestanden (halfproducten) via onder meer online webservices. De maatstaven en productnormen worden hoofdzakelijk vastgesteld door de EU; een en ander wordt vervolgens door het ministerie van VROM en van BZK in nationale regelgeving geïmplementeerd.

Interdepartementaal staat geografische informatie ook hoog op de bestuurlijke agenda. In 2006 is een interdepartementaal Geografische Informatie-beraad (GI-beraad) opgericht voor de nationale geo-informatieuitwisseling en standaardisatie op dit terrein. Defensie wordt hier vertegenwoordigd door het Hoofd Directie Informatievoorziening en Organisatie (H-DIO). De Dienst der Hydrografie is hiervoor een belangrijke aanbod- en kennisorganisatie voor de 'natte' omgeving.

Binnen het kader van deze initiatieven wordt ook getracht om de civiele taak 'opnemen en karteren' in een nationale wet te verankeren die goed aansluit bij de

ationale wet voor geo-informatie conform de INSPIRE EU-richtlijn (Infrastructure for Spatial Information in Europe). Meer informatie over INSPIRE is te vinden op de website Inspire Geoportaal ([www.inspire-geoportal.eu](http://www.inspire-geoportal.eu)).

### ***Intensievere samenwerking binnen Defensie***

In de *Beleidsvisie 2009* is op basis van allerlei gezamenlijke vraagontwikkelingen een overkoepelende *Beleidsrichtlijn 4.2.2* opgenomen om de capaciteiten binnen Defensie op het gebied van geografie (en dus ook hydrografie) in samenhang te beschouwen. Hierbij dient eveneens de defensiebrede aansturing van het domein geografie te worden gezien. Deze studie typeert de volgende soorten verbeteringen: beleid en sturing, procedures en afspraken, kwaliteit van data, informatievoorziening en standaardisatie, en personeel. Voor de Dienst der Hydrografie gaat dit leiden tot een verbeterde vraag- en aanbodafstemming en nauwere samenwerking met de Dienst Geografie Koninklijke Landmacht (DGKL) voor uitvoering en kennismanagement.

De productie van militair-hydrografische producten, de Additional Military Layers (AML), heeft een grote samenhang met de productie van civiele producten voor zeevarenden. De AML's zijn veelal gebaseerd op dezelfde broninformatie als voor de civiele elektronische zeekaarten (Electronic Nautical Chart - ENC), waarbij ook vrijwel identieke productiemiddelen worden gebruikt door dezelfde specialisten. Het HYD-project 'SHIP2' en de implementatie van het Rapid Environmental Assessment Concept of Operation (REA-CONOPS, zie verder) gaan in 2010 voorzien in een nog doelmatiger systeem en organisatie voor de beide taken. Het gereedkomen en de inzet van deze defensiecapaciteit zijn gericht op zowel de militaire als civiele taak.

De Dienst der Hydrografie wil zich verder ontwikkelen als innovatieve organisatie en een brug slaan naar begrippen als 'niche-capaciteit' voor wat betreft militaire geografie, hydrografie en METOC (Meteorologie en Oceanografie) in afgelegen gebieden voor toekomstige coalities (NAVO-EU). Dit sluit goed aan bij de Militair Strategische Verkenning 2006 van de Commandant der Strijdkrachten.

## **Hydrografie**

### ***Beleid***

De inspanningen hebben zich dit jaar vooral gericht op het verbeteren van het voorzien in omgevingsinformatie aan de militaire klant. Daarnaast is de exploitatie van de hydrografische opnemingsvaartuigen (HOV-en) een onderwerp van voortdurende zorg en aandacht.

In 2008 zijn de activiteiten voortgezet voor het aanpassen van het Opnamebeleidsplan voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat door herziene inzichten met betrekking tot afbakeningen met omliggende landen, opnamefrequenties en wijzigingen in het ruimtelijk gebruik op de Noordzee zoals windparken, anker-

plaatsen en verkeersscheidingsstelsels. Een en ander vindt plaats in internationale en nationale kaders zoals de IHO-North Sea Hydrographic Commission (NSHC) en het Nederlands Hydrografisch Instituut (NHI). Voor de bepaling van herhalingsfrequenties van opnemingen is een project gestart in samenwerking met Deltares. Het project zal leiden tot een probabilistische wijze van de gehele opnemingsbehoefte.

### ***Operationeel***

De inzet van beide HOV-en heeft het geplande aantal van 250 hydrografische dagen voor de Hydrografische Jaaropdracht 2008 bij lange na niet gehaald. In 2008 zijn de inspanningen vooral gericht geweest op het identificeren en uitvoeren van bijsturingsmaatregelen om het benodigde operationele inzetniveau te bereiken en te handhaven. De beheersing van het proces van hydrografisch opnemen is verbeterd en toetsbaar gemaakt. De kwaliteitscirkel voor hydrografische opdrachten is een vruchtbaar middel gebleken voor de toetsing van het gehele hydrografische opnemingsproces.

Medio 2008 is het interim Maritime Environmental Information Centre (iMEIC) opgericht als onderdeel van de Dienst, dat verantwoordelijk is voor de productie van REP-producten (Recognized Environmental Picture) en de uitvoering van REA (Rapid Environmental Assessment) ten behoeve van expeditieoperaties. Binnen het iMEIC vinden de geïntegreerde hydrografische, geografische, meteorologische en oceanografische werkzaamheden plaats voor de productie van producten ter ondersteuning van het REP in operaties in de Koninkrijkswateren. De militair geografische aspecten van REA worden ingevuld door het 103 ISTAR bataljon of door 1 NL/GE Legerkorps. Daarnaast is het iMEIC verantwoordelijk voor de voorbereidende werkzaamheden voor expeditieoperaties. Doelstellingen als "fighting from the same map" en "one theater, one forecast" worden met het REP operationeel ingevuld. Het concept is in de 'deployment Brave Archer 08' in Schotland succesvol in zijn volle omvang toegepast, geëvalueerd en zal verder worden verfijnd.

### ***Materieel***

Innovaties in het hydrografisch metier worden nauwlettend gevolgd en waar nodig geïmplementeerd in de hydrografische bedrijfsvoering, zoals: (1) Water Column Imaging (WCI), waarmee minste diepten boven wrakken en obstakels betrouwbaarder en efficiënter kunnen worden gemeten, (2) akoestische bodem sedimentclassificatie, waarmee een schatting van de sedimentsamenstelling kan worden gemaakt, en (3) het toepassen van betere geluidssnelheidsprofielen die verkregen zijn door schatting in postprocessing.

### ***Personeel***

De personele gereedheid van het hydrografisch personeel is zowel op kwalitatief als op kwantitatief gebied kritiek door bovenplanmatige uitstroom en beperkingen in de inzet van competent personeel. Een advertentiecampagne voor de werving

van IHO Categorie A hydrografische opnemers heeft niet geleid tot valide reacties, waardoor nu de mogelijkheden tot inhuur worden gezien.

## **Kartografie**

### ***Producten***

Ook in 2008 is de aandacht verdeeld over de huidige productieverplichting en de toekomstgerichte ontwikkelingen. De combinatie met een aantal vacatures en de daarmee gepaard gaande personele wisselingen heeft tot een druk jaar geleid.

In 2008 is doorgedaan met het SHIP2-project (Systeem voor Hydrografische Informatie Processen), dat gaat voorzien in een geïntegreerd productiesysteem voor elektronische en papieren zeekaarten en nautische publicaties en boekwerken. Deze ingrijpende verandering van werkwijze wordt voorbereid in diverse werkgroepen, waarin het personeel actief participeert. Dit dient te gebeuren naast de lopende productieverplichting.

Om alle aspecten van het nieuwe productiesysteem beter te kunnen beoordelen is tevens besloten om een continue evaluatie op te zetten, waarbij een productieomgeving nagebootst wordt voor een beperkt gebied en schaduw gedraaid wordt met het echte productiesysteem. Door deze langere evaluatieperiode wordt het personeel ook geleidelijk eigen gemaakt met de nieuwe productiewerkwijze.

Per 1 juli is een aantal grote wijzigingen doorgevoerd in de verkeersscheidingsstelsels, aanlooproutes en ankergebieden in het gebied rond de aanloop van Europoort. Dit betekende dat een groot aantal producten opnieuw moest worden uitgebracht. Gedurende de eerste maanden van het jaar lag de nadruk dan ook op de totstandkoming van deze producten.

In oktober heeft de Maritime Safety Committee van de IMO (International Maritime Organization) besloten tot verplichtstelling van Electronic Navigational Charts (ENC's) aan boord van bepaalde typen schepen. Deze verplichtstelling zal gedurende het volgende decennium geleidelijk worden doorgevoerd. Een van de voorwaarden om naar verplichtstelling te gaan is een adequate dekking met ENC's. De dekking van Nederlandse havens en aanlooproutes met ENC's is nagenoeg compleet. In 2008 is doorgedaan met het produceren van ENC's van het Caribische gebied, waarnaar vooral vanuit de cruisevaart veel vraag is. In 2008 zijn 5 ENC's van het Caribische gebied voor de eerste keer uitgegeven.

In het kader van internationale standaardisering is doorgedaan met het omzetten van de productportefeuille van de Dienst van het reductievlak Gemiddeld Laag Laag Water Spring (GLLWS) naar Lowest Astronomical Tide (LAT). Nagenoeg alle kustkaarten zijn inmiddels overgebracht naar LAT, waarna de middenschaalkaarten en overzeilkaarten zullen volgen.

Naast bovengenoemde activiteiten is de bestaande kaartportefeuille actueel gehouden. Naast de jaarlijks terugkerende 1800-serie zijn zeven zeekaarten en ENC's opnieuw uitgegeven.

Begin 2008 is het project 'Digipilot' (de Digitale zeemansgids HP1D) afgerond en is het product op de markt gekomen. Inmiddels is de derde update van het product beschikbaar via de website van de Dienst.

In het kader van samenwerking binnen de IHO is deelgenomen aan diverse technische werkgroepen, waaronder de Joint Technical ENC Working Group (JTEWG), de Standardization of Nautical Publications Working Group (SNPWG), de Chart Standardization and Paper Chart Working Group (CSPCWG) en het Committee on Hydrographic Requirements for Information Systems (CHRIS). Verder is door enkele medewerkers deelgenomen aan de CARIS Users Conference in Bath (UK).

### ***Verspreiding***

Het jaar 2008 was voor de afdeling Verkoop op het gebied van de kaartenverkoop iets minder succesvol vergeleken met de topjaren 2006 en 2007. De daling zet zich praktisch in het gehele assortiment voort. Een uitzondering hierop is de internationale verkoop van de elektronische kaarten, deze liet een lichte stijging zien ten opzichte van de twee voorgaande jaren.

Het verstrekken van nautische publicaties aan de eenheden van de Koninklijke Marine en overige Defensieonderdelen liet in 2008 geen opvallende wijziging zien ten opzichte van 2006 en 2007. Een toename van internationale missies waaraan de Marine op dit moment meedoet, heeft de aanvragen doen stijgen en mede door de snelle vertrekdatum staat de levertijd onder bijzonder grote druk.



*SAM 3 onbemande mijnenveegdrone.*

## Geodesie

### ***Ondersteuning publicaties***

Alle grenslijnen volgens het VN Zeerechtverdrag voor het Koninkrijk der Nederlanden (Nederland, de Nederlandse Antillen en Aruba) worden bijgehouden en zijn sinds medio 2008 opvraagbaar via de internetsite van de Dienst. Het betreft grenzen tussen landen, buitengrenzen van maritieme zones en de basislijn voor het uitrekenen daarvan. Een aantal van deze zones wordt ook weergegeven op de middelgroot- en grootschalige kaarten. Hierover is een presentatie verzorgd op de conferentie van het Advisory Board on the Law of the Sea (ABLOS) en een artikel verschenen in de *Nieuwsbrief Integraal Beheer Noordzee*.

Getijhoogten worden betrokken van een externe partij. In 2009 worden de getijpublicaties voor het eerst uitgegeven in LAT (Lowest Astronomical Tide).

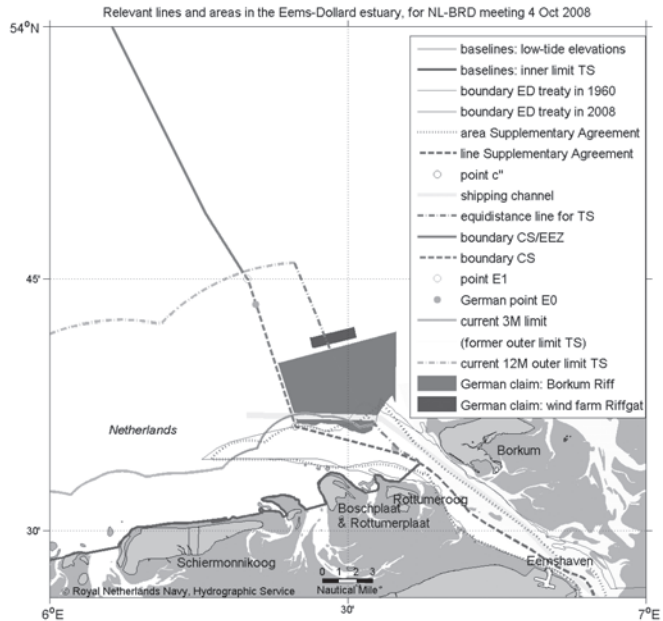
PCTrans is een multifunctioneel programma voor geodetische berekeningen, waaronder coördinaatconversies. Het programma wordt nog steeds uitgebreid met aanvullende geodetische functies en wordt gratis aangeboden op het internet. Ter ondersteuning van de bathymetrische dataverwerking is een geavanceerde teksteditor in ontwikkeling, genaamd HydroEditor.

### ***Ondersteuning bathymetrisch opnemen***

De statistische analyse van een serie hydrografische opnemingen verbetert het inzicht in het gedrag van de zeebodem. Deze kennis zet de Dienst der Hydrografie in om haar opnemingsbeleidsplan te verbeteren. In dit onderzoek wordt samengewerkt met de Afdeling Waterbeheer van de Universiteit Twente (UT). In 2008 heeft een student aan de UT zijn onderzoek afgerond naar verbetering van het opnemingsbeleidsplan op basis van de statistische analyses. Als vervolg daarop vinden gesprekken plaats met Deltares voor verdere onderbouwing van het opnemingsbeleid.

Begin 2008 is een nieuwe editie gereed gekomen van de IHO Standaarden voor Hydrografische Opnemingen (S44). Deze zijn de aanleiding geweest om in NHI-verband te komen tot nationale opnemingsnormen en een nationaal opnemingsbeleidsplan.

Permanent zorgt de Dienst, via toegang tot de database van Rijkswaterstaat, voor inwinning van getijgegevens uit permanente getijstations en controle op fouten of gebreken in deze data. Verder vindt er ook ondersteuning plaats voor de reductie met lokale bodemgetijmeters. Toepassing van Global Navigation Satellite Systems (GNSS), zoals GPS (Global Positioning System), voor getijreductie maakt het nodig het verschil tussen de WGS84-ellipsoïde (World Geodetic System 1984) en het LAT (Lowest Astronomical Tide) te weten. Een onderdeel van dat verschil wordt gevormd door de geoïdehoogte, dat onderwerp van studie is aan de TU Delft. Het gebruik van GNSS was een belangrijk onderwerp tijdens de Tidal Working Group



*De maritiem-juridische situatie rondom de Eemsmonding, zoals gebruikt tijdens de gesprekken over de maritieme grens met Duitsland voor de territoriale zee.*

van de NSHC, in 2008 georganiseerd door de Dienst der Hydrografie in Scheveningen.

### **Ondersteuning defensie**

In opdracht van de Defensie Materieel Organisatie (DMO) beproeft de Dienst der Hydrografie plaatsbepalingsapparatuur. Belangrijke aspecten zijn de precisie van de geleverde posities, onder statische en dynamische omstandigheden en de geodetische betrouwbaarheid. Dynamische proeven vinden plaats met behulp van een referentietrack die een orde van grootte nauwkeuriger bekend moet zijn. In 2008 zijn dergelijke proeven uitgevoerd met onbemande mijnenveegdrones.

Er vindt nog steeds veel innovatie plaats op het gebied van GNSS. Daarbij is steeds meer oog voor de kwetsbaarheid van satellietssystemen. Een terrestrisch systeem zoals Loran of een besloten systeem zoals een INS (Inertial Navigation System) kan die kwetsbaarheid wegnemen.

Integratie van positie-, koers-, vaart- en versnellingsinformatie vindt steeds vaker en beter plaats binnen inertiaële navigatiesystemen, die integreren tot precieze en betrouwbare posities. De voortgaande problemen in de integratie van navigatiesensoren binnen het nieuwe systeem voor de mijnenjacht zorgt voor betrokkenheid bij het Project Aanpassing Mijnenbestrijdingscapaciteit (PAM).

### ***Ondersteuning overheid***

De Dienst der Hydrografie geeft technische ondersteuning bij de bepaling van maritieme grenzen tussen landen. Dit gebeurt met goedkeuring van of onder leiding van de Afdeling Internationaal Recht van de Directie Juridische Zaken van het ministerie van Buitenlandse Zaken.

De gesprekken met Duitsland over het verloop van de maritieme grens in de territoriale zee zijn vervolgd in 2008. Tot drie mijl uit de kust definieert het Aanvullende Eems-Dollardverdrag een lijn, die echter niet de status van een internationaal vastgestelde grens heeft. Verder dan drie mijl uit de kust is geen enkele lijn beschikbaar. De ontwikkeling van de Eemshaven maakt dat deze situatie nu en dan om urgente ondersteuning vraagt.

Ook is ondersteuning geleverd voor de staatkundige vernieuwing van de Nederlandse Antillen. Het verloop van de bestaande maritieme grenzen, verder van de ene kust dan de andere en het ontbreken van andere maritieme grenzen, compliceert de afbakening.



## 'Geodesy, ... a Space Odyssey'

**Prof.dr.ir. R.F. Hanssen (TU Delft)**

Verkorte versie van 'Geodesy, ... a Space Odyssey', intreedere TU Delft, 3 september 2008.

Ruimtevaart staat in de traditie van de grote ontdekkingsreizen terug tot de tocht van Odysseus. In ieder geval qua historisch belang vergelijkbaar met de ontdekking van Amerika van Columbus. In veel gevallen wordt ruimtevaart dan ook gelijk gesteld aan de bemande ruimtevaart. De ministeriële conferentie die ESA (European Space Agency) eind 2008 organiseert, onder voorzitterschap van minister Van der Hoeven moet onder meer bekijken of een eigen Europese bemande ruimtevaart haalbaar en wenselijk is. De supermachten hebben die keuzes reeds gemaakt, voornamelijk gebaseerd op prestige. De keuze van de VS om naar de Maan, Mars en daar voorbij te gaan (met bemande missies) is vanuit wetenschappelijk oogpunt slecht onderbouwd, maar vanuit geopolitieke redenen begrijpelijk. Zo is het ook zeer waarschijnlijk dat één van de volgende mensen op de Maan een Chinees of een Japanner is, wederom vanwege geopolitieke redenen.

NASA (National Aeronautics and Space Administration) heeft voor 2008 een budget van meer dan 11 miljard euro; ESA heeft een budget van 3 miljard<sup>1</sup>. Je zou daarom verwachten dat Europa strategisch keuzes maakt voor haar focus op het gebied van ruimtevaart, haar eigen odyssee uitstippelt, en niet probeert te dupliceren wat andere supermachten doen. Toch schrijft ESA bij haar astronautenwerving:

*"It is now time for ESA to seek out new talent to bolster its Astronaut Corps for future manned missions to the ISS, the Moon and beyond."*

Zowel in woord (formulering) en daad wordt dus juist voor de duplicatie gekozen. Waarom eigenlijk? Jean-Luc Dordain, de directeur-generaal van ESA, noemt expliciet drie redenen: (1) vanwege de te vergaren wetenschappelijke kennis, (2) de spin-off van de technologieontwikkeling en (3) het aantonen dat Europa op hetzelfde niveau staat als de andere ruimtevaartmogendheden. Volgens Dordain is het uiteindelijke doel van de bemande ruimtevaart een bemande basis op Mars. Dit type uitspraken is voor bestuurders en politici natuurlijk aantrekkelijk. Wie wil niet als visionair bestuurder de geschiedenis in gaan. Toch zitten er grote, vaak niet

<sup>1</sup> Het grootste deel van het ESA-budget, 22%, wordt besteed aan 'launch vehicles'. Daarna volgen 'human space flight', aardobservatie en ruimteonderzoek met gelijkwaardige porties van ca. 15%.

uitgesproken keerzijden aan deze visie. De budgetten zijn niet altijd onafhankelijk, daar kunnen mijn Amerikaanse collega's bij JPL (Jet Propulsion Laboratory) en NASA van getuigen. Door de uitspraak "Moon, Mars en beyond" werden budgetten voor aardobservatiemissies bevroren. Missies die zouden kunnen bijdragen aan bijvoorbeeld de bepaling van het aardbevingsrisico voor Los Angeles en San Francisco sneuvelden, omdat ze niet in het adagium van Bush pasten.

Het is dus onverstandig wanneer Europa ook inzet op de bemande ruimtevaart. Concentratie op onbemande projecten, voor planetaire exploratie, voor astronomie en zeker voor aardobservatie is een veel verstandiger keuze. Onbemand maakt zeker niet onbemind. Minister Van der Hoeven zou er dus goed aan doen om, wanneer zij de Europese ministersconferentie over ruimtevaart in Den Haag voorziet, keuzes te maken waar Europa haar voortrekkersrol kan uitbouwen. Europa speelt namelijk al een voortrekkersrol in de internationale ruimtevaart. In het GMES-programma (Global Monitoring for Environment and Security) wordt niet meer gedacht in termen van een enkele satelliet, maar in een taak of dienst die voor de maatschappij van belang is. Dit is een werkelijke paradigmaverschuiving: waarnemingstijdreeksen worden hiermee voor langere tijdsduur gegarandeerd en zijn niet meer afhankelijk van het slagen van een enkele satelliet. Weersatellieten werken al langer volgens dit principe, waardoor we het ons inmiddels niet meer kunnen voorstellen dat er geen satellietbeelden meer zouden zijn. Voor alle andere aardobservatiesatellieten is dit nu nog een utopie, die door GMES verwezenlijkt zou worden. Het is juist deze odyssee waar Europa verder op zou moeten inzetten.

## **De odyssee van de geodesie**

De geodesie zou kunnen worden beschreven als "de wetenschap van het meten en representeren van het oppervlak van een hemellichaam, in het bijzonder de planeet Aarde, inclusief haar zwaartekrachtsveld, in een driedimensionale tijdsafhankelijke ruimte". Dit bestrijkt verschillende schaalniveaus. Op een kleine schaal (geodeten noemen dat overigens een grote schaal) begint dit al wanneer men eigendomsgrenzen van een perceel wil vaststellen, of belastingen wil heffen aan de hand van een landareaal. Dit was overigens het werkelijke beroep van Antoni van Leeuwenhoek, naar wie mijn leerstoel vernoemd is. Zijn activiteiten met zelfgeknutselde microscopen was eigenlijk slechts een hobby, in feite was hij geodeet. Maar dat terzijde. Toch werden er al zeer snel minder voor de hand liggende vragen gesteld. Wat is de vorm van de Aarde en hoe verhoudt de Aarde zich tot de hemellichamen om haar heen? Homerus, die de reis van Odysseus zo mooi beschreef, dacht in de 9e eeuw v.Chr. nog dat de aarde plat was, maar Pythagoras (6e eeuw v.Chr.) veronderstelde al een bolvorm, omdat dat nu eenmaal de perfecte vorm was, door de goden gemaakt. Eratosthenes (bibliothecaris van de bibliotheek van Alexandrië) schatte in de 3e eeuw v.Chr. voor het eerst de omtrek van de Aarde. Ook de stand van de aardas in de ruimte, de afstand Aarde – Zon en de lengte van het jaar (365,25 dagen) werden door hem afgeleid.

De planeet Aarde als roterende ronde bal was dus bekend. Maar hoe rond is rond eigenlijk? Het duurde tot 1735 dat men er onomstotelijk achter kwam dat de Aarde afgeplat is aan de polen, zoals beweerd door Newton en Huygens. Grote meetcampagnes en astronomische metingen in Lapland en Peru kwamen daar aan te pas. De Aarde is dus niet rond, maar een omwentelingsellipsoïde.

Men dacht er te zijn: de Aarde is een omwentelingsellipsoïde en alle topografische afwijkingen daarvan (bergen, dalen) noemen we eenvoudigweg 'hoogte'. Een GPS-ontvanger (Global Positioning System) werkt overigens nog steeds met dat begrip. Het zeeoppervlak is dan hoogte-nul, denk aan ons NAP-stelsel (Normaal Amsterdams Peil), en volgt dus eenvoudigweg de ellipsoïde. De richting 'omhoog' staat eenvoudigweg loodrecht op die ellipsoïde. Met een schietlood is dit makkelijk aan te geven.

Helaas. Ook dit bleek een te grote vereenvoudiging van de werkelijkheid. Door massaverschillen in de korst en het bovenste deel van de mantel van de aarde staat het schietlood scheef, althans, ten opzichte van de omwentelingsellipsoïde. Het vlak waarlangs de hoogteverschillen nul zijn, is daardoor dus gebobbeld ten opzichte van de ellipsoïde. De aarde is dus geen ellipsoïde, maar een aardappel. We noemen deze aardappel de geoïde. De Delfts-Utrechtse hoogleraar Felix Vening-Meinesz heeft in 1934 de variaties in het zwaartekrachtsveld in kaart gebracht door met een slinger in een duikboot rond de aarde te varen en de variaties in de zwaartekrachtsversnelling te karteren. Het probleem was echter hoe we dit voor de gehele wereld kunnen vaststellen (met een duikboot gaat dat niet gemakkelijk).

Vanaf 4 oktober 1957 klonken er bliepjes uit de ruimte. De Sovjet-Unie had haar kunstmaan Spoetnik gelanceerd en het tijdperk van de ruimtevaart was definitief aangebroken. Het is op dit moment dat de odyssee van de geodesie en die van de ruimtevaart elkaar voor de eerste, en zeker niet de laatste maal, kruisten. Aangezien Spoetnik baantjes om de Aarde trok, konden vanuit twee of meer punten op Aarde driehoeken naar de satelliet worden gemaakt, die de grote meetnetten op Aarde met elkaar verbond. Positiebepaling tussen continenten werd definitief mogelijk. Vanaf 1961 werden vanaf het gebouw voor Werktuigbouwkunde astronomische foto's gemaakt waarop de positie van kunstmanen, we noemen ze tegenwoordig satellieten, zichtbaar was ten opzicht van de achtergrond van sterren. Door dit gelijktijdig vanuit andere locaties op Aarde te doen, met een andere achtergrond van sterren vanwege het perspectief, was hoekmeting mogelijk, en daardoor een zogenaamde achterwaartse insnijding. Wat nog ontbrak was de afstandsmeting, maar in het rock-'n-rolltijdperk werd daar al snel wat op gevonden: het lanceren van een discobol. Door een lichtflits af te vuren op een spiegelende satelliet en de tijdsduur tot de ontvangen reflectie te meten, waren ook afstanden meetbaar. Dit gaf de cruciale informatie om het ontbrekende stuk van de puzzel, het aardse zwaartekrachtsveld mondiaal waar te nemen. De baan van de rondcirkelende satellieten wordt immers continu beïnvloed door het zwaartekrachtsveld. Dat deze ontwikkeling nog steeds actueel is, blijkt uit het feit dat binnenkort (17 maart 2009),

een nieuw hoofdstuk van de odyssee wordt geschreven. Dan wordt vanaf de Russische basis Plesetsk de satelliet GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer) gelanceerd; een missie die het zwaartekrachtsveld van de planeet Aarde met een onwaarschijnlijk hoge resolutie en precisie in kaart gaat brengen. De begrippen 'boven' en 'onder', bijvoorbeeld in relatie tot topografie, zijn hiervan direct afhankelijk. Voor Delft is dit de kroon op zo'n 25 jaar onderzoek.

Tot nu toe sprak ik over de planeet Aarde vanuit een statisch perspectief. De Aarde is echter verre van statisch en juist haar dynamische gedrag is belangrijk voor de mens. Dynamische processen zijn bijvoorbeeld globale tektoniek, belasting van de korst (bijvoorbeeld door ijs of water) of opwarming en afkoeling in relatie tot de zeespiegel en het klimaat. Daarnaast wordt een gedeelte van de dynamiek door de mens veroorzaakt, bijvoorbeeld door de winning van delfstoffen of het aanleggen van infrastructuur. Het is deze etappe van de odyssee van de geodesie waar het Delftse radaronderzoek zich mee bezighoudt.

## **De eerste stop: planeet Aarde, terra incognita?**

Het is één van de taken van de wetenschap om helder te krijgen wat we nog niet weten. Wat weten we nog niet van onze planeet en hoe kan de combinatie van ruimtevaart en geodesie ons daarin helpen? Laat ik beginnen met een alledaags voorbeeld. Bij onze weersverwachting horen we regelmatig: "Morgen kans op neerslag" of "... bewolkt en nu en dan regen", en op een wonderlijke manier nemen we daar genoeg mee. In eerste instantie zou je al willen weten hoe groot de betreffende kans is. Vervolgens wil je eigenlijk wel weten, voordat je op de fiets stapt om boodschappen te gaan doen, of het daadwerkelijk gaat regenen op jouw route en op het moment dat je onderweg bent. We accepteren dat gebrek aan informatie, omdat we niet beter weten. In feite begrijpen we dat aspect van het systeem Aarde (in dit geval haar atmosfeer) nog onvoldoende om dermate gedetailleerde weersvoorspellingen mogelijk te maken. Nu is de onvoorspelbaarheid van een nat pak door een onverwachte bui nog overkomelijk (sommigen vinden het wellicht charmant). Anders wordt dit wanneer er sprake is van de onvoorspelbaarheid van een aardbeving, misschien met een tsunami, de onvoorspelbaarheid van een vulkaaneruptie, de onvoorspelbaarheid van het exacte peil van de zeespiegel tijdens een storm en de vraag of onze dijken die kunnen weerstaan, de onzekerheid in de prognoses van het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) over globale temperatuurstijging en zeespiegelverandering. Welke kracht zal orkaan Gustav hebben wanneer hij langs New Orleans raast? Allemaal processen van onze planeet, al dan niet aangejaagd door menselijk handelen. Soms op 'kleine', locale schaal, soms op mondiale schaal.

Hoe relevant zijn deze planetaire processen? Het bureau voor de coördinatie van humanitaire zaken van de VN becijferde in 2005 dat in het laatste decennium 2 miljard mensen te lijden hebben gehad van natuurrampen. Maar liefst 75% van de

wereldbevolking leeft in gebieden die minimaal eenmaal door een aardbeving, een tropische cycloon, overstroming of droogte getroffen zijn tussen 1980 en 2000. Ook een welvarend land als Nederland loopt risico, waarbij overstroming van de laaggelegen gebieden het grootste is. Wanneer we spreken over het voorkomen of mitigeren van rampen gaat het dus om het verminderen van de onvoorspelbaarheid van deze planetaire processen. Beter begrip van de processen en betere modellen die deze processen beschrijven zijn nodig, maar in zeer veel gevallen ontbreekt simpelweg voldoende observationeel materiaal.

Voor een aardbeving willen we niet pas metingen doen wanneer deze al ergens is opgetreden, maar vooral daarvoor; lang daarvoor, vaak op alle mogelijke locaties en liefst met een hoge precisie en betrouwbaarheid. Voor vulkaaneruptions geldt hetzelfde. Voor de klimaatverandering willen we graag voor de gehele Antarctische en Groenlandse ijskappen weten hoeveel sneeuw er elk jaar bij valt, hoeveel ijs er langs de randen afsmelt en of dit in balans is. 'Waarnemingen' zijn de sleutel voor al deze gebieden. De ruimtevaart kan met haar aardobservatietechnieken een belangrijke bijdrage aan de oplossing van deze vraagstukken geven.

De techniek die ik nu aan de orde wil stellen is die van de beeldvormende actieve microgolflaarsneming, ofwel de beeldvormende radar. Laten we het maar gewoon radar noemen.

## **Radarinterferometrie**

Een radar is in feite een soort lamp, in mijn geval een knipperende lamp, die elektromagnetische straling uitzendt. We weten van de afstandbediening van onze televisie, die in het infrarood werkt in plaats van het zichtbaar licht, dat we niet alle straling met ons oog kunnen waarnemen. De radar werkt met nog veel lagere frequenties. Net zoals bij een zaklamp is onze knipperende radarlamp 'gericht'; de straling gaat in een bepaalde richting. Bij de zaklamp vangen onze ogen de weerkaatste straling op een object op. Bij een radar hebben we daar natuurlijk een instrument voor nodig, en dat is de radar zelf. Het is alsof de knipperende zaklamp zelf ook als oog fungeert. Om dat te bereiken zorgen we er voor dat de pulsduur heel kort is, zo dat we de tijd tussen het zenden van de pulsen kunnen gebruiken om het weerkaatste signaal op te vangen.

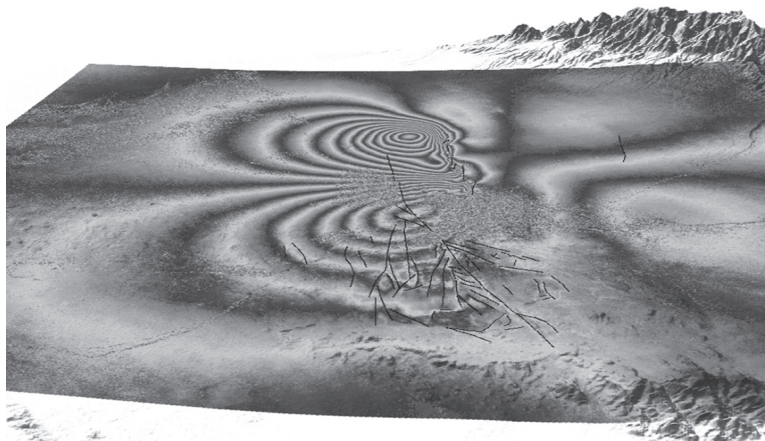
Plaatsen we vervolgens onze knipperende radarzaklamp in een baan om de aarde, dan hebben we de belangrijkste kenmerken van de door ons gebruikte satellietradars te pakken. Het baantje om de aarde zorgt er voor dat we de gehele planeet 'beschijnen', en dat we na verloop van tijd weer exact boven hetzelfde plekje op aarde aankomen. Op deze manier kunnen we dus voor een bepaalde locatie een tijdreeks opbouwen, die jaren, soms decennia, kan bestrijken. Slimme verwerking van de radargegevens op de grond zorgt er vervolgens voor, dat we een beeld met een hoge resolutie kunnen maken van alle gecombineerde radarpulsen.

## Interferometrie

Het tweede concept dat we nodig hebben is de interferometrie. Het begrip interferentie kennen we allemaal, wanneer we bijvoorbeeld een steentje in een kalme vijver gooien. Een prachtig golfpatroon plant zich voort op het wateroppervlak en zal op een gegeven moment weerkaatsen op de randen van het bassin. De vorm en structuur van die randen bepaalt hoe en in welke mate de golf zal weerkaatsen en een klein gedeelte van de weerkaatste golven zal weer passeren langs de plek waar het steentje in het water viel.

We kunnen ons nu ook voorstellen dat wanneer we 'luisteren' op de plek van het steentje naar de weerkaatste golven, deze informatie zal bevatten over de geometrie en de structuur van de rand van het bassin. We kunnen ons echter ook, intuïtief, al voorstellen dat het weerkaatste golfpatroon op de plek van één steentje onvoldoende zal zijn om de geometrie van de rand van het bassin geheel te reconstrueren. Eigenlijk zouden we tegelijkertijd op twee locaties moeten 'luisteren' naar de weerkaatste golven. Dit is exact wat we met satellietradarinterferometrie doen. Vanaf twee locaties in de ruimte, en dan ook nog op twee verschillende tijdstippen, meten we de reflecties van uitgezonden elektromagnetische golven en berekenen we het faseverschil bij aankomst. Dit faseverschil is op een zeer gevoelige manier gerelateerd aan de looptijd van het signaal en daarmee aan de afstand tot een punt of pixel op aarde. Dit maakt de waarneming gevoelig voor hoogte en hoogteverandering in de tijd.

De faseverschilmetingen, voor elk pixel van het beeld, kunnen we nu combineren tot een zogenaamd interferogram, waar we het faseverschil met een kleur aangeven. In de figuur hieronder ziet u het interferogram dat op deze wijze is gemaakt van de aardbeving bij de stad Bam in Iran op 26 december 2003. Bij deze aardbeving kwamen 30.000 mensen om het leven. Het interferogram toont ons welke



*Radarinterferogram van de aardbeving in Bam, Iran, 26 december 2003.  
Elke kleurencyclus is 28 mm in de kijkrichting van de radar.*

deformatie de aarde heeft ondergaan ten gevolge van de aardbeving. Gebieden met constante kleur zijn ten opzichte van elkaar niet bewogen, terwijl gebieden met verschillende kleuren wel ten opzichte van elkaar zijn gedeformeerd. Hiermee krijgen we dus, zonder vooraf fysieke meetpunten te moeten aanbrengen, een zeer gedetailleerd beeld van de deformatie. Geofysici interpreteren deze beelden en krijgen daarmee een beter beeld van het mechanisme achter de aardbeving. Dit is van groot belang om een risico-inschatting voor toekomstige bevingen te kunnen maken. Voor Nederland is dit lastig, aangezien veel van de deformatie langzaam plaatsvindt en daarbij het weerkaatsend vermogen van het aardoppervlak te sterk verandert in de tijd. In Nederland zijn echter bebouwing en harde infrastructuur goed bruikbaar als natuurlijke radar reflector. Door nu de reflecties voor dit soort punten te identificeren en deze voor elke satellietoverkomst te vergelijken, krijgen we een gedetailleerd beeld van de deformaties. Ik zal hier drie voorbeelden van laten zien.

## Resultaten

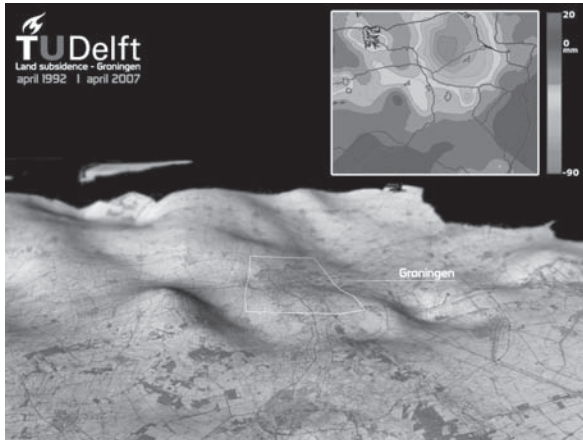
### Groningen

Mijn eerste voorbeeld is het gebied waar Nederland het grootste deel van haar natuurlijke rijkdom vandaan haalt: Groningen en de Noord-Nederlandse gasvelden. Het gas wordt sinds 1963 gewonnen uit een laag van ongeveer 100 m dik op een diepte van ongeveer 3 km. Sinds de start van de winning was duidelijk dat door de vermindering van de druk in het gasvoerende gesteente de bodem van Groningen zou dalen. Ook al gaat het om beperkte dalingssnelheden, nu zo'n 7 mm/jaar maximaal, de financiële gevolgen lopen in de honderden miljoenen. De haven van Delfzijl moest worden aangepast, gemalen moesten worden gebouwd, de waterschappen moesten hun bemalingsaanpak veranderen, en bruggen en viaducten moesten worden aangepast. Tot begin dit jaar is aan de provincie Groningen een bedrag van 177 miljoen euro aan vergoedingen voor claims uitbetaald<sup>2</sup>. Om deze reden worden om de vijf jaar grote waterpassingen uitgevoerd, zodat de combinatie van metingen en modellen het mogelijk maakte om de bodemdaling te voorspellen.

Deze werkwijze functioneert goed, maar tot aan de dag van vandaag is bodemdaling door gaswinning een terugkerend discussiepunt. Het winnen uit gasvelden die gedeeltelijk onder de Waddenzee liggen, is het laatste voorbeeld hiervan. De politiek besloot tot winning 'met de hand aan de kraan', waardoor men indien de bodemdalingssnelheid te groot werd, de winningsnelheid kan bijregelen. Voor deze problematiek zijn goede metingen onontbeerlijk en een uitgebreid systeem van ondergrondse en bovengrondse peilmerken is aangelegd om middels waterpassingen hoogteveranderingen te kunnen constateren. Dit type metingen

<sup>2</sup> Commissie Bodemdaling Groningen, Jaarverslag 2007. Technical report, Commissie Bodemdaling Groningen, 2007.





*Bodemdaling in Groningen in de periode 1992 – 2007.*

duurt maanden en is zeer arbeidsintensief. Voorts worden er door de Nederlandse overheid eisen gesteld aan de representativiteit van deze metingen: geven ze echt wel de bodemdaling door gaswinning aan en wie is er verantwoordelijk voor mogelijke schade?

De ruimtevaart, in het bijzonder de radarinterferometrie, kan een bijdrage leveren aan dit maatschappelijke vraagstuk. In haar promotieonderzoek heeft mw. dr.ir. V.B.H. Ketelaar zich gebogen over de vraag of we met ruimtevaarttechnieken, satellietradarmetingen, bodembeweging van deze orde, millimeters per jaar, kunnen waarnemen. Bij de aanvang van haar onderzoek werd dit door veel experts betwijfeld, onder andere door de invloed van de atmosfeer op de voortplantingssnelheid van de radarsignalen en door het ongunstige reflectiekarakter van de bodem in Groningen. Door echter de dataverwerkingsmethoden slim aan te passen, hebben we kunnen aantonen dat bodembeweging in Noord-Nederland en in het bijzonder boven de Groningse gasvelden zeer goed meetbaar is. Tevens is het hierdoor nu mogelijk om bijna elke week een meting van het hele gebied te doen, in plaats van om de vijf jaar. Dit maakt het mogelijk om afwijkingen in de bodembeweging veel eerder te detecteren, van belang voor het hand-aan-de-kraanprincipe.

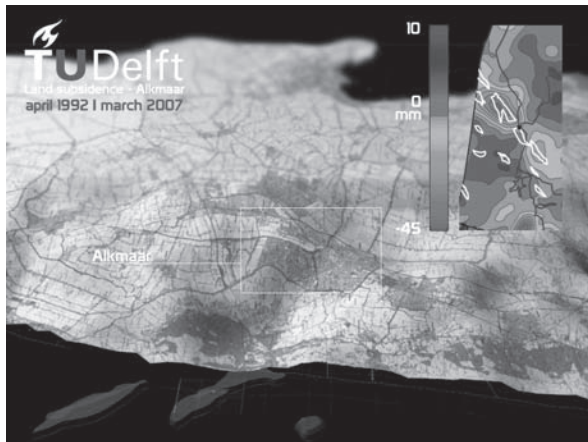
De belangrijkste conclusie tot nu toe is dat er hiermee nu een alternatieve methode is die onafhankelijk de beweging van de bodem kan waarnemen. De ruimtevaartmethoden maken het mogelijk om satellietgegevens, die in databanken opgeslagen zijn, te gebruiken in situaties waar bijvoorbeeld controverses ontstaan.

### **Monitoring van waterkeringen**

Het tweede voorbeeld dat ik zou willen laten zien betreft het monitoren van specifieke objecten zoals waterkeringen. De grootste potentiële natuurramp voor Nederland is een overstroming. Samen wonen wij in een land dat voor meer dan de helft onder de hoogwaterniveaus van de zee en rivieren ligt. In dat gebied wonen meer dan 9 miljoen mensen en wordt 65% van het bruto nationaal product verdiend.

We weten dat de zeespiegel in absolute zin stijgt, maar dat is maar de helft van het



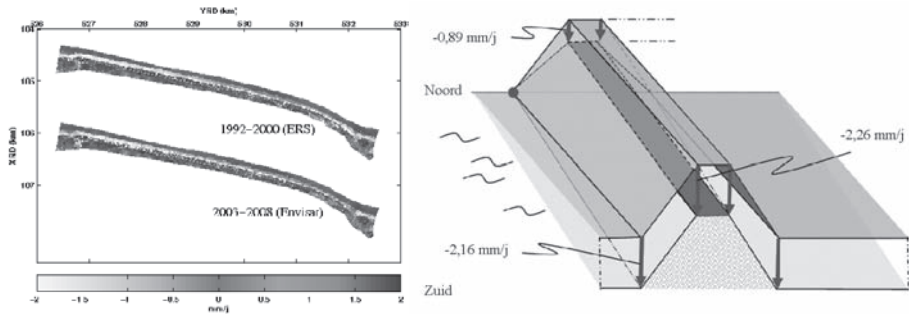


*Bodemdaling Kennemerland in de periode 1992 – 2007.*

probleem. Daling van de bodem moet bij de stijging van de zeespiegel worden opgeteld. De bodem in Nederland zal nog eeuwen blijven dalen, hier en daar versterkt door menselijk handelen.

Om al deze redenen is het van belang om onze waterkeringen goed te blijven monitoren, een zaak van het grootste belang, evident lijkt het. Toch kwam de Inspectie Verkeer en Waterstaat eind 2006 met een vernietigend rapport, waarin vermeldt staat dat een kwart van de waterkeringen in Nederland niet voldoet aan de norm en dat voor een verdere 32% de status onbekend is. Tien locaties werden aangeduid als 'zwakke schakels' in de kustverdediging. Je zou zeggen dat we met onze eeuwen aan ervaring het monitoren van waterkeringen, gecombineerd met gedegen risico-inschatting, wel onder de knie hebben. Die conclusie is echter niet gefundeerd. Een dijkdoorbraak is wat men ook wel een 'low-probability/high-impact event' noemt. De Nederlandse expertise is befaamd, maar ook onze experts hebben relatief weinig mogelijkheden om het faalgedrag van dijken te kunnen observeren. Gelukkig maar, het falen van een waterkering willen de meesten van ons liever niet zien. Enerzijds wordt hier hard aan gewerkt door geomechanische modellering, maar het zou ook kunnen helpen wanneer er meer waarnemingsmateriaal is voor de 17.000 km waterkering in Nederland. Vaker, sneller, preciezer en goedkoper meten is voor ons land zinvol.

De ruimtevaart kan ook hier helpen. In de figuur hierboven ziet u Kennemerland en de bewegingen van het gebied, zoals waargenomen met de satelliet. Het blijkt dat de bodem beweegt, voornamelijk in relatie tot de gaswinning. Maximale snelheden zijn zo'n 4 millimeter per jaar. Nu zult u wellicht denken, waar praten we over? Echter, de zeespiegelstijging, waar heel de wereld zich druk over maakt, met Nederland als dramatische hoofdrolspeler in Al Gore's film, is van dezelfde orde van grootte en deze processen vinden plaats over periodes van eeuwen. Het verwaarlozen van de bodemdaling in de discussie is dus een dramatische vergissing. Het is dus van belang te komen tot realistische waarden voor de relatieve zeespie-



*Links. Radarwaarnemingen van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering in de perioden 1992 – 2000 en 2003 – 2008. De noordkant (Petten) is rechts, de zuidkant (Camperduin) is links. De grijs tinten geven een langzame kanteling aan.*  
*Rechts. Interpretatie van de waargenomen kanteling van de Hondsbossche Zeewering. Ten opzichte van de voet van de dijk aan de noordzijde zakt de zuidzijde langzaam, circa 2 mm/jaar. Daarbovenop klinkt de top van de dijk langzaam in, waarschijnlijk ten gevolge van zetting.*

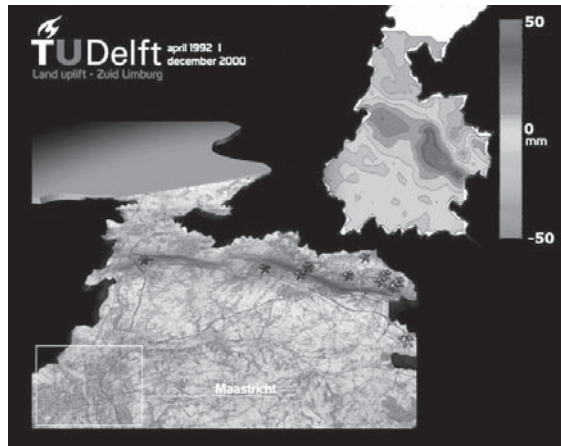
gelstijging, ten opzichte van de Nederlandse kust. De Hondsbossche en Pettemer Zeewering is één van die tien zwakke schakels in de Nederlandse kustverdediging. In 1953 heeft het geen haar gescheeld of de dijk was doorgebroken, met catastrofale gevolgen.

De radarwaarnemingen van de dijk laten zien dat de dijk langzaam kantelt in zuidelijke richting, ongeveer één centimeter per vijf jaar. Aan de top van de dijk is deze dalingsnelheid iets groter dan aan de voet, wat duidt op zettingsverschijnselen. Dit type informatie is voor de beheerders van waterkeringen zinvol om beheersactiviteiten goed te kunnen plannen.

### **Zuid-Limburg**

Mijn laatste voorbeeld is mijn geboortegrond, Zuid-Limburg. Tijdens de periode van de mijnbouw is daar in Carboonlagen steenkool gewonnen, net als in naburige gebieden in België en Duitsland. In de regio ligt dat Carboon op een diepte van 100 – 400 m. Natuurlijk zorgden deze activiteiten indertijd dus voor bodemdaling. Toen wij dit voorjaar echter het gebied eens met de satelliet onder de loep gingen nemen, met data tussen 1992 en 2001, 35 jaar na de mijnsluitingen, zagen we iets wat we niet verwachtten: de gebieden die vroeger zakten door de mijnbouw komen weer omhoog, maximaal zo'n 10 cm in de laatste 15 jaar. Experts was het al duidelijk dat bodemstijging mogelijk zou zijn. Ten tijde van de mijnbouw was immers het grondwater in de mijnen weggepompt om de gangen droog te houden. Na de sluiting, 35 jaar geleden, kwam dat grondwater weer langzaam omhoog en zorgde voor een opwaartse kracht en een toename van de poriëndruk in het gesteente. Hierdoor was het waarschijnlijk dat het gebied omhoog zou komen. Hoe lang dat effect zou duren, hoe sterk het zou zijn, op welke locatie en met welke

*Bodemstijging Zuid-Limburg in de periode april 1992 – december 2000. De opheffing vindt plaats boven de mijnbouwgebieden en is begrensd door lokale breuken.*

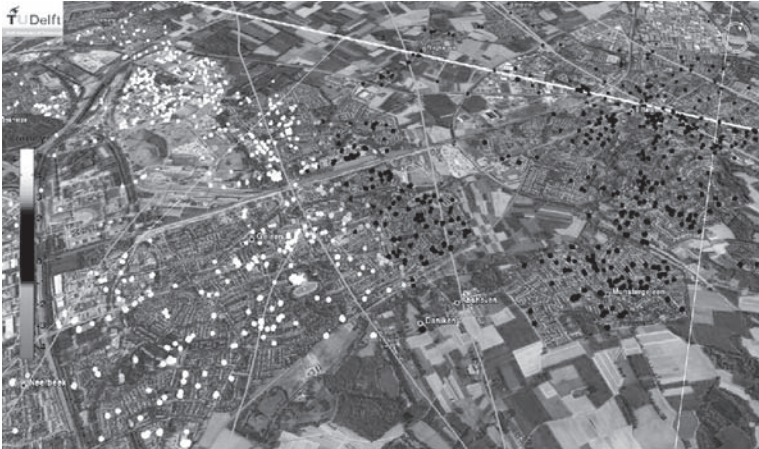


omvang, was echter niet bekend, aangezien er niet zoals in Groningen regelmatig gebiedsdekkende waterpassingen werden uitgevoerd. Er is echter meer te halen uit deze gegevens, wat betreft de structuur van de ondergrond en het inschatten van risico's.

(i) Wat betreft de structuur is het zeer interessant om waar te nemen dat er allereerst een sterk stijgingssignaal is in de regio Heerlen/Kerkrade, dat zich later lijkt te verplaatsen richting het westen. Het lijkt op een ondergronds overlopen van bassins, waardoor effecten zich lateraal verplaatsen. Dit dient door geo- en hydrologen te worden bestudeerd. In een vergelijkbaar geval in het Duitse Wassenberg namen we waar dat, toen het grondwater de diepte van de zogenaamde deklaag bereikte, slecht doorlaatbaar voor water, er een sterke versnelling van het stijgingssignaal optrad. Wanneer dit ook in deze regio zou optreden, zou dit ongunstige gevolgen kunnen hebben voor bebouwing in de regio.

(ii) Wat betreft de risico-inschatting gaat het juist om de gradiënten in de deformatie. Terwijl de situatie in Groningen eigenlijk redelijk 'glad' is, zonder sterke gradiënten, blijkt dit in Zuid-Limburg geheel niet het geval te zijn. Het signaal is begrensd door breuken in de aardkorst, die nog als actief worden bestempeld. Dit blijkt uit het voorkomen van aardbevingen in de regio, de sterkste in 1992 in Roermond. Deze breuken zijn te zien als een soort douchegordijn in de aardkorst; ze zijn ondoordringbaar voor het grondwater. Het gevolg is dat de stijging van het grondwater zeer lokaal begrensd is en daarmee is de stijging van de bodem zeer begrensd.

De gradiënten in het aardoppervlak zijn belangrijke indicatoren voor risico-inschatting. Uit de beelden blijkt dat er verschillende gebieden in de regio zijn, zoals Kerkrade/Heerlen, waar door de combinatie van stijgend mijnwater en geologische breuken lokaal zeer sterke relatieve bodembeweging optreedt. Dit is een potentieel risico voor bebouwing en infrastructuur. We zien deze situatie het sterkst wan-



*De invloed van een breuk op het stijgingssignaal bij Geleen. Aan de linkerkant (zuid) komt het gebied omhoog, tot 5 mm per jaar, terwijl de rechterkant (noord) relatief stabiel is. De locatie van de breuken (lichtgrijs) is geschat en dient ter indicatie. Deze situatie is ook geconstateerd in onder andere Brunssum, Heerlen en Kerkrade.*

neer we teruggaan naar onze oorspronkelijke satellietdata en deze projecteren op Google Earth. De waargenomen punten zijn reflecties van de radarpuls die gedurende negen jaar zijn gevolgd. Eén zo'n reflectie aan de westkant van de breuk toont zeer sterke stijging, zo'n 4 cm in 5 jaar, terwijl een punt net aan de andere kant nagenoeg geen deformatie vertoont. Zeker bij industriële complexen verdient dit serieuze aandacht.

### **Synthese**

Ik heb drie voorbeelden besproken waaruit bleek dat nieuw ontwikkelde ruimtevaarttechnieken kunnen worden gebruikt om processen op onze planeet waar te nemen. In dit geval ging het om subtiele, maar significante, bewegingen van het aardoppervlak. Dit proces gaat door. Nederland gebruikt haar ondergrond intensief, door de aanleg van tunnels voor verkeersstromen, voor het winnen van gas, olie, zout en grondwater, voor het gebruik van geothermische energie, voor het injecteren van gas en van CO<sub>2</sub>. Daarnaast is heel Nederland een groot deltagebied, bestaand uit afzettingen van grote rivieren. Deze zachte ondergrond klinkt in en de natuurlijke bodemdaling is voor ons land zeer belangrijk om in de gaten te houden. Geodetische waarnemingen vanuit de ruimte kunnen hier een efficiënte bijdrage leveren en ons het gedrag van onze planeet tonen dat we nog niet kenden. Het interessante is dat het door de ontwikkeling van de technologie en de geodetische verwerkingsmethodes mogelijk is om steeds subtielere processen waar te nemen. Doordat onze foutmarges omlaag gaan, worden signalen zichtbaar die voorheen in de ruis verdwenen.

## Uitdagingen

Uit de resultaten die ik hiervoor beschreef moge duidelijk zijn dat mijn fascinatie ligt in het bekijken (en bewonderen) van de wereld door een bijzondere bril: een radar aan boord van een satelliet. De Spaanse schrijver Ortega y Gasset stelde: "everything in the World is strange and marvelous to well-open eyes" (alles in de wereld is vreemd en prachtig voor goedgeopende ogen). Die stelling kan ik van harte onderschrijven en het is een voorrecht om de wereld door deze bril te mogen bekijken. De eerste uitdaging van het onderzoek zit dan ook in het ontwikkelen van theorie en algoritmes om uit deze bijzondere waarnemingen informatie te destilleren. Ik zal daar verder niet op ingaan.

De tweede uitdaging binnen mijn onderzoek is de parametrisatie van a priori informatie in de schattingstheorie en kwaliteitbeschrijving. Waarnemingen zijn nooit exact gelijk aan de parameters die men wil schatten. Altijd is er een aspect, een model dat waarnemingen en onbekenden aan elkaar koppelt. Daarmee is de kwaliteit van de geschatte parameters dus altijd afhankelijk van de hypothese dat het model correct is. Deze hypothese is geschaagd op a priori kennis en is daarmee ook intrinsiek beperkt toetsbaar. Het is mijn doelstelling om deze a priori informatie te parametriseren en daarmee toetsbaar te maken. Veel controverse die momenteel bestaat over de interpretatie van geodetische deformatiemetingen kan daarmee worden weggenomen. In het bijzonder ligt er in dit vlak een uitdaging voor de schatting van de geheeltallige fasemeerduidigheden. Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen heeft hiervoor zijn geheeltallige kleinstekwadratenmethode ontwikkeld. Zeker in situaties waarin er sprake is van onderbemonstering van een variabel signaal, kan de parametrisatie van a priori kennis in combinatie met een robuuste schattingsmethodiek oplossingen bieden. Ik interpreteer dit echter ook als een prettige noodzaak tot samenwerking met andere disciplines, zoals de geofysica, geologie, geomechanica en hydrologie. Tot slot onderstreept dat het belang van veldwerk, om te weten wat er speelt op locatie.

De derde uitdaging die ik zie binnen de ruimtevaarttechniek is het gebruik van een 'system-of-systems'. Het aantal satellieten voor het waarnemen van onze planeet neemt toe. Daar waar we tot nu toe vaak vanuit een 'technology push' gebruik maakten van een enkele satelliet of waarnemingstechniek, treedt er een verschuiving op naar 'market pull'. Eindgebruikers geven aan aan welke informatie men behoefte heeft. En een aanpak waarbij we gebruik maken van een systeem dat bestaat uit verschillende (niet-afgestemde) subsystemen, zal dan ook een grote meerwaarde krijgen.

## Tenslotte

Ik hoop dat ik u heb kunnen overtuigen van mijn stelling dat de ruimtevaart breed gedefinieerd dient te worden. De odyssee van de ruimtevaart en die van de geo-

desie en aardobservatie gaan hand in hand en de combinatie van technieken en applicatiedomeinen staat garant voor een vruchtbare toekomst. Ik zie er naar uit om hieraan mijn bijdrage te mogen geven.

## **Bijlage 1. Samenstelling van de organen van de NCG**

Onderstaande gegevens zijn bijgewerkt tot 1-8-2009.

### **Nederlandse Commissie voor Geodesie**

Prof.dr.ir. M. Molenaar (voorzitter; rector van het ITC)  
Prof.mr. J.W.J. Besemer (vicevoorzitter; Kadaster; TU Delft)  
Mr.ir. J.C. Anneveld (GeoBusiness Nederland)  
Prof.dr.ir. A.K. Bregt (WU)  
Prof.dr.ir. A. van den Brink (WU)  
Dr.ir. F.J.J. Brouwer (hoofddirecteur KNMI)  
Mw. drs. Th.A.J. Burmanje (voorzitter Raad van Bestuur Kadaster)  
Kapt. t.z. F.P.J. de Haan (Chef der Hydrografie)  
Prof.dr.ir. R.F. Hanssen (TU Delft)  
Mw. G. Harteveld (HID Rijkswaterstaat DID)  
Prof.dr. R. Klees (TU Delft)  
Prof.dr. M.J. Kraak (ITC)  
Ir. C.W. Nelis (VNG)  
Prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom (TU Delft)  
Dr.ir. H. Quee (voorzitter Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen)  
Prof.dr. D.G. Simons (TU Delft)  
Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen (TU Delft)  
Prof.dr.ir. M.G. Vosselman (ITC)  
Prof.dr. R.F. Rummel (corresponderend lid; TU München)

### ***Mutaties***

Mw. G. Harteveld (HID Rijkswaterstaat DID) is per 12-6-2008 drs. N. Parlevliet opgevolgd als lid voor de Rijkswaterstaat DID.  
Mr.ir. J.C. Anneveld (GeoBusiness Nederland) is per 12-6-2008 lid geworden namens GeoBusiness Nederland.  
Prof.dr.ir. R.F. Hanssen (TU Delft) is per 12-6-2008 lid geworden en tevens benoemd tot voorzitter van de Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie.  
Prof.dr.ir. A. van den Brink (WU) is per 16-12-2008 lid geworden.  
Prof.dr.ir. M. Molenaar is op 20-5-2009 gekozen tot voorzitter als opvolger van prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen.  
Prof.mr. J.W.J. Besemer is op 20-5-2009 gekozen tot vicevoorzitter als opvolger van prof.dr.ir. M. Molenaar.  
Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen is op 20-5-2009 afgetreden als voorzitter.

### **Dagelijks Bestuur**

Prof.dr.ir. M. Molenaar (voorzitter)  
Prof.mr. J.W.J. Besemer (vicevoorzitter)  
Dr.ir. F.J.J. Brouwer  
Mw. drs. Th.A.J. Burmanje  
Prof.dr. R. Klees  
Prof.dr.ir. M.G. Vosselman

### ***Mutatie***

Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen is bij zijn aftreden als voorzitter op 20-5-2009 uit het Dagelijks Bestuur getreden.

### **Bureau**

F.H. Schröder (ambtelijk secretaris)  
H.W.M. Verhoog-Krouwel (secretariaatsmedewerkster)

### **Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen**

Dr.ir. H. Quee (voorzitter)  
Ir. J. van Buren (secretaris; Kadaster)  
Dr.ir. P. Ditmar (TU Delft)  
Ir. A.J.M. Kösters (Rijkswaterstaat DID)  
Dr.ir. H. van der Marel (TU Delft)  
Ir. M.W. Schram (Kadaster)  
F.H. Schröder (ambtelijk secretaris; NCG)

### **Subcommissie Geo-Informatie Infrastructuur**

Prof.dr.ir. A.K. Bregt (voorzitter; WU)  
Ir. J. Kooijman (secretaris; TNO Bouw en Ondergrond)  
Drs. N.J. Bakker (Kadaster)  
Prof.mr. J.W.J. Besemer (Kadaster; TU Delft)  
Ir. G. Boekelo (Grontmij Geo Informatie)  
Dr. L. Breure (UU)  
Ir. J.D. Bulens (Alterra WU)  
Mw. prof.dr.-ing. P.Y. Georgiadou (ITC)  
Dr. M.J.M. Grothe (Rijkswaterstaat DID)  
Mr. P.T.A.M. Hanraets  
Ir. L. Heres (Rijkswaterstaat DID)  
Ir. M. Jellema (DataLand)  
Mw. ing. A. de Man (Interprovinciaal Overleg)  
Drs. C.W. Quak (TU Delft)  
Ing. M. Reuvers (Geonovum)  
Dr. R.W. van Swol (NLR)



C.J. de Zeeuw Msc. (Kadaster)  
F.H. Schröder (ambtelijk secretaris; NCG)

### ***Nieuwe leden***

Drs. C.W. Quak (TU Delft) per 13-3-2008.  
Mw. prof.dr.-ing. P.Y. Georgiadou (ITC) per 18-9-2008.  
Ir. M. Jellema (DataLand) per 18-9-2008.  
Mr. P.T.A.M. Hanraets per 19-11-2008.  
Dr. R.W. van Swol (NLR) per 14-4-2009.

### ***Ex-lid***

Drs. M.G. de Ruijter (Unie van Waterschappen): 20-6-2007 – 21-4-2008.

### **Subcommissie Mariene Geodesie**

Kapt. t.z. F.P.J. de Haan (voorzitter; Dienst der Hydrografie)  
Ir. L.L. Dorst (secretaris; Dienst der Hydrografie)  
Ir. M.E.E. Haagmans (Rijkswaterstaat DID)  
Dr.ir. C.D. de Jong (Fugro-Intersite B.V.)  
Ir. R.E. van Ree (Maritiem Instituut Willem Barentsz)  
Ing. C.A. Scheele (NLDA - KIM)  
Prof.dr. D.G. Simons (TU Delft)  
Mw. dr.ir. M. Snellen (TU Delft)  
Prof.dr. R. Klees (agendalid; TU Delft)  
F.H. Schröder (ambtelijk secretaris; NCG)

### ***Nieuwe lid***

Ir. L.L. Dorst (Dienst der Hydrografie) per 20-6-2008, tevens secretaris.

### ***Ex-lid***

Mw. ir. I.A. Elema (secretaris; Dienst der Hydrografie): 1-1-1998 – 2-6-2008.

### **Subcommissie Ruimtelijke Basisgegevens**

Prof.dr.ir. M.G. Vosselman (voorzitter; ITC)  
Drs. R. van Essen (Tele Atlas)  
Ir. L. Heres (Rijkswaterstaat DID)  
Ir.drs. A.J. Klijnjan (Kadaster)  
Ir. R.J.G.A. Kroon (Geodelta B.V.)  
Prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom (TU Delft)  
Ir. R.P.E. van Rossem (ministerie van VROM)  
Mw. dr. J.E. Stoter (ITC)  
F.H. Schröder (ambtelijk secretaris; NCG)

### **Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie**

Het Dagelijks Bestuur van de NCG heeft begin 2008 besloten de activiteiten van de Subcommissie op te schorten tot na het vaststellen van het nieuwe beleidsplan van de NCG.

### ***Mutaties***

Prof.dr. R. Klees (TU Delft) heeft het voorzitterschap van de Subcommissie op 1-1-2008 neergelegd.

Prof.dr.ir. R.F. Hanssen (TU Delft) is per 12-6-2008 benoemd tot voorzitter van de Subcommissie.

## **Bijlage 2. Internationale betrekkingen**

De Nederlandse Commissie voor Geodesie (NCG) heeft mede tot taak het onderhouden van wetenschappelijke contacten met internationale organisaties op het gebied van de geodesie en de geo-informatie. De voornaamste lidmaatschappen van internationale wetenschappelijke organisaties op het gebied van de geodesie en de geo-informatie van leden van de Commissie en van de subcommissies tijdens het verslagjaar staan hieronder vermeld.

### **European Spatial Data Research (EuroSDR)**

De NCG is sinds 2006 lid van de European Spatial Data Research. De NCG wijst de Nederlandse vertegenwoordigers in EuroSDR aan.

- Ir.dr.s. A.J. Klijnjan (Kadaster) is Nederlands vertegenwoordiger in EuroSDR.
- Mw. dr. J.E. Stoter (ITC) is Nederlands vertegenwoordiger in EuroSDR en project-leider van het EuroSDR project State-of-the-art of generalisation of topographic maps en betrokken bij het EuroSDR project INSPIRE Atlas of Implementation Methods.

### **International Association of Geodesy (IAG)**

De IAG is één van de zeven organisaties die samen de International Union of Geodesy and Geophysics vormen.

- Ir. J. van Buren is lid van de Subcommittee for Europe (EUREF).
- Dr.ir. P. Ditmar is Editor van de Journal of Geodesy.
- Dr.ir. R.C.V. Feron is National Representative van EUREF.
- Prof.dr. R. Klees is corresponderend lid van de IAG Intercommission Working Group on Evaluation of Global Earth Gravity Models, Fellow van de IAG en Editor-in-Chief van de Journal of Geodesy.
- Ir. A.J.M. Kösters is lid van de Subcommittee for Europe (EUREF).
- Dr.ir. H. van der Marel is fellow van de IAG, lid van de IAG Working Group 4.3 Modelling and Remote Sensing of the Atmosphere, van de IAG Working Group 4.3.3 Numerical Weather Models for Positioning en van de IAG Working Group 4.5.2 Precise Point Positioning and Network RTK, lid van de Subcommittee for Europe (EUREF) en lid van de EUREF Technical Working Group (tot juni 2008).
- Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen is Fellow van de IAG, National Correspondent en National Representative van EUREF.

## Diverse internationaal

- Mr.ir. J.C. Anneveld is lid van de Council of European Geodetic Surveyors (CLGE).
- Drs. N.J. Bakker is lid van de EuroGeographics Expert Group on Information and Data Specifications, lid van de Reference Group van het EuroGeoNames (EGN) project en corresponderend lid van de Commission on National and Regional Atlases van de International Cartographic Association (ICA).
- Prof.dr.ir. A.K. Bregt is voorzitter van de Technische commissie voor standaardisatie van geografische informatie CEN TC/287 (Comité Européen de Normalisation) en lid van de Editorial Board van de International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation.
- Dr.ir. F.J.J. Brouwer is permanent vertegenwoordiger van Nederland in de World Meteorological Organization (WMO), Principal namens Nederland in het GEO-initiatief (Group on Earth Observations), lid van de Council van de European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT), lid van de Raad van het European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), voorzitter van het High Resolution Limited Area Model (HIRLAM) Consortium en voorzitter van de Council van het Network of European National Meteorological Services (EUMETNET).
- Mw. drs. Th.A.J. Burmanje is lid van het bestuur van EuroGeographics.
- Ir. L.L. Dorst is lid van de werkgroepen Standards for Hydrographic Surveys en Data Quality van de International Hydrographic Organization (IHO).
- Dr. M.J.M. Grothe is lid van het EU INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) Core drafting team Network Services.
- Kapt. t.z. F.P.J. de Haan vertegenwoordigt Nederland in de International Hydrographic Organization (IHO), in het International Centre for Electronic Navigational Charts (IC-ENC), in het Meso America and Caribbean Sea Hydrographic Committee (MACHC) en in de North Sea Hydrographic Commission (NSHC).
- Ir. L. Heres is lid van het Committee on Location Referencing van de European Road Transport Telematics Implementation Co-ordination (ERTICO) en lid van de TC 278 WG 7 Road Databases van het Comité Européen de Normalisation (CEN).
- Prof.dr. R. Klees is secretaris van de divisie Geodesie van de European Geosciences Union (EGU).
- Prof.dr. M.J. Kraak is vicepresident van de International Cartographic Association (ICA), is lid het Fonds Wetenschappelijk Onderzoek (FWO) Vlaanderen en is lid van de Editorial Board van de tijdschriften Cartographic Journal (UK), Cartographica (Canada), Cartography and Geographic Information Science (USA) en van de Journal of Maps (UK).
- Dr.ir. H. van der Marel is lid van het Galileo Science Advisory Committee (GSAC) van de ESA (European Space Agency) en lid van de GNSS Working Group van de International GNSS Service (IGS).
- Prof.dr.ir. M. Molenaar is corresponderend lid van de Deutsche Geodätische Kommission (DGK), lid van het Capacity Building Committee van de Group on

Earth Observation (GEO), lid van de International Scientific Advisory Council (ISAC) van de International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), President van de Technical Commission VI van de ISPRS, Trustee van de ISPRS Foundation, Honorary Professor aan de Wuhan University, Observer van de Governing Board van het Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific (CSSTEAP), lid van het First Academic Committee of Key Laboratory of Geo-Information Science of State Bureau of Surveying and Mapping (SBSM), lid van de Scientific Advisory Board van het Finnish Geodetic Institute, lid van de Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation (DGPF) en lid van de American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS).

- Prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom is lid van het EU INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) Core drafting team Data Specification and Harmonization, is lid EU INSPIRE Thematic Working Group – Cadastral Parcels (TWG-CP), is lid van het ISO 19152 Land Administration Domain Model (LADM) project team, is special issue editor en lid van de Editorial Board van Computers, Environment and Urban Systems (CEUS), is associate editor van Computers & Geosciences, is nationaal vertegenwoordiger van de Urban Data Management Society (UDMS) en is vertegenwoordiger van de TU Delft in het Open Geospatial Consortium (OGC).
- Dr.ir. H. Quee is National Delegate in Commission 6 van de Fédération Internationale des Géomètres (FIG).
- Ir. R.E. van Ree is bestuurslid en penningmeester van de Hydrographic Society Benelux (HSB) en directeur en bestuurslid van de International Federation of Hydrographic Societies.
- Prof.dr. R.F. Rummel lid van de Earth Science Advisory Committee (ESAC) van de ESA.
- Ir. M.W. Schram is vertegenwoordiger van het Kadaster in rijks grenscommissies met België en Duitsland.
- Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen is corresponderend lid van de Deutsche Geodätische Kommission van de Bayerischen Akademie der Wissenschaften en Federation Fellow van de Australian Research Council.
- Prof.dr.ir. M.G. Vosselman is nationaal vertegenwoordiger in de General Assemblée van de International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), Editor-in-Chief van de ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, co-chair van de Working Group III/2 Point Cloud Processing van de ISPRS, corresponderend lid van de Deutsche Geodätische Kommission van de Bayerischen Akademie der Wissenschaften en lid van het Wetenschappelijke Comité van het Belgische Nationaal Geografische Instituut.

## **Bijlage 3. Onderzoek**

De Nederlandse Commissie voor Geodesie stimuleert en coördineert fundamenteel en strategisch onderzoek op het gebied van de geodesie en de geo-informatie in Nederland. De NCG voert in samenwerking met partners onderzoek uit dat zij van belang acht voor de ontwikkeling van de geodesie en de geo-informatie. De lopende onderzoeksprojecten staan hieronder vermeld. Het overzicht is bijgewerkt tot 1-8-2009.

### **Nauwkeuriger bewaken van vaargeuldiepten in drukke scheepvaartroutes**

Om een veilige doorgang van de scheepvaart te garanderen moeten regelmatig de waterdieptes bepaald worden. Tegenwoordig wordt hiervoor gebruik gemaakt van geavanceerde sonarsystemen zoals de multibeam echosounder (MBES). Dit instrument is in staat de diepte langs een brede strook, aangeduid met de term 'swathe', onder het schip te meten. Op die manier kan men een groot gebied met relatief weinig moeite in kaart brengen.

Niet in alle vaargeulen levert deze methode bevredigende resultaten op. In de Maasgeul bij Europoort bijvoorbeeld, mengt zoet water uit de Maas zich met zout Noordzeewater. De wisselingen in de geluidssnelheid die hierdoor in de hele waterkolom ontstaan, beïnvloeden de metingen dusdanig dat er afwijkingen van tientallen centimeters in de dieptekaart waarneembaar zijn. Om deze meetfouten te corrigeren, is een goede schatting van de geluidssnelheid als functie van de diepte, het geluidssnelheidsprofiel, noodzakelijk. Sinds 2005 is er een methode ontwikkeld om dit profiel te schatten met behulp van overlappende gebieden in de metingen zelf. Met behulp van het geschatte profiel kan men vervolgens nauwkeuriger de diepte bepalen.

Het onderzoek was erop gericht een methode te ontwikkelen zonder dat extra metingen van het geluidssnelheidsprofiel nodig zijn. Hiertoe schat de methode het instantane geluidssnelheidsprofiel uit de MBES-metingen zelf, waarbij optimaal gebruik gemaakt wordt van de overlap van de swathes. De methode zoekt naar die geluidssnelheidsprofielen die de verschillen in waterdieptes tussen overlappende delen van de swathes minimaliseren.

Geconcludeerd kan worden dat met de methode zoals ontwikkeld in dit onderzoek, de mogelijkheden om in complexe dynamische gebieden de diepte met grote nauwkeurigheid te meten sterk vergroot zijn. Dat is van belang voor Nederlandse overheidsdiensten die actief zijn op het gebied van de mariene geodesie, zoals Rijkswaterstaat en de Dienst der Hydrografie.

Het onderzoek is gestart in december 2005 door ir. J.J.P. van den Aamele en in mei 2007 overgenomen door dr. J. de Plaa, aangesteld bij de leerstoel Acoustic Remote Sensing (ACRS) van de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU Delft en is afgerond in mei 2009. Het onderzoek stond onder leiding van mw. dr.ir. M. Snellen (ACRS) en prof.dr. D.G. Simons (ACRS). Het onderzoek is ondersteund door de Subcommissie Mariene Geodesie van de NCG. De NCG, de TU Delft (Speerpunt Water) en de Rijkswaterstaat Data-ICT-Dienst hebben uitvoering van het onderzoek financieel mogelijk gemaakt.

### **De gelijktijdige verbetering van het gemiddeld zeeniveau (Mean Sea Level) en de mariene geoïde**

Het onderzoek streeft naar de bepaling van het gemiddeld zeeniveau (Mean Sea Level; middenstandsvlak) en de mariene geoïde in de Nederlandse kustzone met hoge nauwkeurigheid en ruimtelijk scheidend vermogen. Het verschil tussen beide vlakken geeft inzicht in oceaanstromingen en wordt de gemiddelde dynamische zeetopografie genoemd.

Dit wordt bereikt door de combinatie van verschillende soorten gegevens (radaraltimetrie, mariene en satellietgravimetrie, modellen van globale zwaartekrachtsvelden bepaald door nieuwe satellietzwaartekrachtmissies) met een model van het zeeoppervlak, verkregen door de oplossing van de hydrodynamische vergelijkingen in ondiep water. Tenslotte worden alle gegevens inclusief de zwaartekrachtgegevens verwerkt in hydrodynamische vergelijkingen, die onder andere een mariene geoïde oplevert die consistent is met de dynamische beperkingen. De resultaten hiervan zullen worden gebruikt om verschillende hoogtesystemen op zee aan elkaar te relateren en de mariene geoïde te laten aansluiten bij de landgeoïde.

Het promotieonderzoek is op 1 november 2007 gestart en wordt uitgevoerd door ir. D.C. Slobbe onder leiding van prof.dr. R. Klees (sectie Fysische en Ruimtegeodesie, TU Delft). Het onderzoek wordt financieel ondersteund door het Water Research Centre Delft en de NCG op initiatief van de Subcommissies Mariene Geodesie en Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen.

## Bijlage 3. Publicaties

De NCG geeft publicaties uit met resultaten van onderzoek, studiedagen en symposia op het gebied van de geodesie en de geo-informatie in de reeks Publications on Geodesy ('Gele reeks', Engels) en in de Groene reeks (Nederlands en Engels). Hieronder staan de in 2008 uitgegeven publicaties.

In de reeks Publications on Geodesy:

- *3D Topography. A Simplicial Complex-based Solution in a Spatial DBMS*, Friso Penninga. Nr. 66, Delft, 2008, 204 pagina's, ISBN 978 90 6132 304 4.
- *Functional and stochastic modelling of satellite gravity data*, Jasper van Loon. Nr. 67, Delft, 2008, 248 pagina's, ISBN 978 90 6132 307 5.
- *Global gravity field recovery from satellite-to-satellite tracking data with the acceleration approach*, Xianglin Liu. Nr. 68, Delft, 2008, 248 pagina's, ISBN 978 90 6132 309 6.

In de Groene reeks:

- *Sensor Web Enablement*, Michel Grothe and Jan Kooijmans (Editors). Nr. 45, Delft, 2008, 87 pagina's, ISBN 978 90 6132 305 1.
- *Assessment and socio-economic aspects of geographic information infrastructures. Proceedings of the Workshop on Assessment and Socio-economic Aspects of Spatial Data Infrastructures*, Bastiaan van Loenen (Editor). Nr. 46, Delft, 2008, 99 pagina's, ISBN 978 90 6132 308 2.

*Jaarverslag 2007 Nederlandse Commissie voor Geodesie*, 92 pagina's, ISBN 978 90 6132 306 1.

Alle publicaties van de reeks Publications on Geodesy, de Groene reeks en de Jaarverslagen zijn beschikbaar als pdf-file op de website van de NCG en zijn gratis te downloaden.

Website: [www.ncg.knaw.nl](http://www.ncg.knaw.nl)



## **Bijlage 5. Bureau van de NCG**

Het Bureau van de NCG was in het verslagjaar gevestigd in het gebouw van de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU Delft in Delft. Het Bureau telt twee personeelsleden (1,5 fte). Er is gebruik gemaakt van de plannen en de maatregelen op het gebied van bedrijfshulpverlening, risico-inventarisatie en van de Arbo-faciliteiten van de faculteit. Het ziekteverzuim was in het verslagjaar 4% (5% in 2007).

Het Bureau voert de secretariaten van de Commissie, het Dagelijks Bestuur en de subcommissies van de NCG. Het Bureau verleent secretariële ondersteuning aan de Stichting De Hollandse Cirkel.

Het Bureau verzorgt de opmaak, de uitgave en de verkoop van de publicaties van de NCG en onderhoudt de website van de NCG ([www.ncg.knaw.nl](http://www.ncg.knaw.nl)).

Het Bureau heeft in het verslagjaar extra tijd besteed aan het digitaliseren van het archief van de NCG en een aanpassing van de website.

## Bijlage 6. Afkortingen

3D	driedimensionaal
3RC	3-punts Range Combination
3RRC	3-punts Range Rate Combination
ABLOS	Advisory Board Law Of the Sea
ACRS	Acoustic Remote Sensing
AGRS.NL	Actief GPS Referentie Systeem Nederland
AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
AKR	geAutomatiseerde Kadastrale Registratie
AML	Additional Military Layer
ASPRS	American Society for Photogrammetry and Remote Sensing
BAG	Basisregistratie Adressen en Gebouwen
BRO	Basisregistratie Ondergrond
BZK	ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
CEN	Comité Européen de Normalisation
CEUS	Computers, Environment and Urban Systems
CHAMP	Challenging Minisatellite Payload
CHRIS	Committee on Hydrographic Requirements for Information Systems
CLGE	Council of European Geodetic Surveyors
CSPCWG	Chart Standardization and Paper Chart Working Group
CSSTEAP	Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific
DBMS	DataBase Management System
DEOS	Department of Earth Observation and Space Systems
DGK	Deutsche Geodätische Kommission
DGKL	Dienst Geografie Koninklijke Landmacht
DGPF	Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation
DID	Data-ICT-Dienst van Rijkswaterstaat
DMO	Defensie Materieel Organisatie
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
EGN	EuroGeoNames
EGU	European Geophysical Union
ENC	Electronic Navigational Chart
EPN	EUREF Permanent Network
ERTICO	European Road Transport Telematics Implementation Co-ordination
ESA	European Space Agency
ESAC	Earth Science Advisory Committee
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
ETRF	European Terrestrial Reference Frame

ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989
ETWG	EUREF Technical Working Group
EU	Europese Unie
EUMETNET	Network of European National Meteorological Services
EUMETSAT	European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites
EUREF	European Reference Frame
EuroSDR	European Spatial Data Research
EVRF2007	European Vertical Reference Frame 2007
EVRS	European Vertical Reference System
FIG	Fédération Internationale des Géomètres
FWO	Fonds Wetenschappelijk Onderzoek Vlaanderen
GEO	Group on Earth Observations
GI-beraad	Interdepartementaal Geografische Informatie-beraad
GIDEON	Geografische Informatie en Dienstverlening ten behoeve van de E-Overheid in Nederland
GII	geo-informatie infrastructuur
GIN	Geo-Informatie Nederland
GIS	Geografische Informatiesystemen
GLLWS	Gemiddeld Laag Laag Water Spring
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GNSS	Global Navigation Satellite System
GOCE	Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer
GPS	Global Positioning System
GRACE	Gravity Recovery and Climate Experiment
GRS	sectie Geometrische Referentie Systemen (voorheen Rijksdriehoeksmeting) van het Kadaster
GSAC	Galileo Science Advisory Committee
H-DIO	Hoofd Directie Informatievoorziening en Organisatie
HID	Hoofdingenieur-Directeur
HIRLAM	High Resolution Limited Area Model
HOV	hydrografisch opnemingsvaartuig
HSB	Hydrographic Society Benelux
HYD	Dienst der Hydrografie
IAG	International Association of Geodesy
ICA	International Cartographic Association
IC-ENC	International Centre for Electronic Navigational Charts
ICT	informatie- en communicatietechnologie
IGN	Institut Geographique National
IGS	International GNSS Service
IHO	International Hydrographic Organization
iMEIC	interim Maritime Environmental Information Centre
IMO	International Maritime Organization
INS	Inertial Navigation System

INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISAC	International Scientific Advisory Council
ISBN	Internationaal Standaard Boeknummer
ISO	International Organization for Standardization
ISPRS	International Society for Photogrammetry and Remote Sensing
ISTAR	Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance
ITC	International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
JPL	Jet Propulsion Laboratory
JTEWG	Joint Technical ENC Working Group
KLIC	Kabels en Leidingen Informatie Centrum
KNAW	Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KU	Katholieke Universiteit
LADM	Land Administration Domain Model
LAT	Lowest Astronomical Tide
LNV	ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit
MACHC	Meso America and Caribbean Sea Hydrographic Committee
MBES	multibeam echosounder
METOC	Meteorological and Oceanographic
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij b.v.
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NAVO	Noord-Atlantische Verdragsorganisatie
NCG	Nederlandse Commissie voor Geodesie
NETPOS	Netherlands Positioning Service
NHI	Nederlands Hydrografisch Instituut
NLDA	Nederlandse Defensie Academie
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NSHC	North Sea Hydrographic Commission
OGC	Open Geospatial Consortium
PAM	Project Aanpassing Mijnenbestrijdingscapaciteit
PDOK	Publieke Dienstverlening Op de Kaart
RADS	Radar Altimeter Database System
RD	Rijksdriehoeksmeting
RDNAP	Samenwerkingsverband van Rijkswaterstaat en het Kadaster
RDNAPTRANS	Transformatie tussen ETRS89, RD en NAP
REA	Rapid Environmental Assessment
REA-CONOPS	Rapid Environmental Assessment Concept of Operation
REP	Recognized Environmental Picture
RGI	Ruimte voor Geo-Informatie
RT-IGS	Real Time International GNSS Service
RTK	Real Time Kinematic

RWS	Rijkswaterstaat
SBSM	State Bureau of Surveying and Mapping
SHIP	Systeem voor Hydrografische Informatieprocessen
SNPWG	Standardization of Nautical Publications Working Group
SST	satelliet-naar-satellietmetingen
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TU	Technische Universiteit
TWG-CP	Thematic Working Group – Cadastral Parcels
UDMS	Urban Data Management Society
UT	Universiteit Twente
UU	Universiteit Utrecht
V&W	ministerie van Verkeer en Waterstaat
VNG	Vereniging van Nederlandse Gemeenten
VROM	ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
WCI	Water Column Imaging
WGS84	World Geodetic System 1984
WMO	World Meteorological Organisation
ZBO	zelfstandig bestuursorgaan