

Jaarverslag 2006

Nederlandse Commissie voor Geodesie

**NCG** Nederlandse Commissie voor Geodesie

Delft, juni 2007

Jaarverslag 2006 Nederlandse Commissie voor Geodesie  
ISBN: 978 90 6132 302 0

Vormgeving en productie: Bureau Nederlandse Commissie voor Geodesie  
Druk: Optima Grafische Communicatie, Rotterdam  
Omslag: S. Verhagen, het principe van plaatsbepaling met satellieten

Bureau van de Nederlandse Commissie voor Geodesie  
Bezoekadres: Kluyverweg 1, 2629 HS Delft  
Postadres: Postbus 5058, 2600 GB 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)

# Voorwoord

Voor u ligt het jaarverslag 2006 van de Nederlandse Commissie voor Geodesie (NCG). De NCG initieert en coördineert fundamenteel en strategisch onderzoek op het gebied van de geodesie en de geo-informatie in Nederland en geeft adviezen over algemene beleidslijnen in deze wetenschapsvelden. De Commissie kende in het verslagjaar vier subcommissies, die werkzaam zijn op een van haar wetenschappelijke deel terreinen. De NCG is een onderdeel van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW).

De NCG volgt nieuwe ontwikkelingen in haar aandachtsgebied en neemt hierop initiatieven. Naar aanleiding van het rapport *Ruimtelijke basisgegevens 2010* en de daarin geschetste ontwikkelingen op het gebied van de geo-informatie heeft de NCG twee nieuwe subcommissies ingesteld: de Subcommissie Ruimtelijke Basisgegevens en de Subcommissie Geo-Informatie Infrastructuur. Op een verzoek van het Dagelijks Bestuur van de KNAW heeft de Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie een kort advies *Informatiestrategie voor bodemdaling in Nederland* opgesteld. De Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen heeft op verzoek van het Dagelijks Bestuur van de NCG een plan opgesteld voor een onderzoek naar de organisatie van de geodetische infrastructuur van Nederland.

Het artikel in dit jaarverslag is gewijd aan het satellietnavigatiesysteem Galileo. Onder de titel *Wachten op een betere plaats* beantwoordt dr.ir. Sandra Verhagen (DEOS, TU Delft) de vraag of het waard is te wachten op Galileo. Wat heeft Galileo ons te bieden, wat zijn voordelen ten opzichte van het Amerikaanse GPS (Global Positioning System), welke nieuwe toepassingen zijn er mogelijk en wat zijn de onderzoeksuitdagingen?

De in de NCG vertegenwoordigde diensten het Kadaster, de Adviesdienst Geo-informatie en ICT van Rijkswaterstaat en de Dienst der Hydrografie doen verslag van hun werkzaamheden op het gebied van de geodesie en de geo-informatie.

Prof.dr.ir M. Molenaar,  
Waarnemend-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 initiëren en coördineren van fundamenteel en strategisch geodetisch onderzoek in Nederland.
- Het geven van adviezen over algemene beleidslijnen voor de geodesie, waaronder het onderwijs en mede in relatie tot maatschappelijke ontwikkelingen.
- Het stimuleren van de verspreiding van geodetische kennis, zoals die onder meer voortkomt uit in Nederland verricht onderzoek.
- Het stimuleren, instandhouden en uitbreiden van de geodetische infrastructuur van Nederland.
- Het verzorgen van internationale contacten ter zake van de geodesie.

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 serie.

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 is te vinden op de website van de NCG: [www.ncg.knaw.nl](http://www.ncg.knaw.nl).

# Inhoudsopgave

## *Nederlandse Commissie voor Geodesie 1*

De Commissie 1  
Advies en onderzoek 2  
Publicaties 6

## *Subcommissies 11*

Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie 11  
Subcommissie Geo-Informatie Modellen 14  
Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen 16  
Subcommissie Mariene Geodesie 20

## *Geodetische diensten 23*

Kadaster 23  
Adviesdienst Geo-informatie en ICT 27  
Dienst der Hydrografie 35

## *Wachten op een betere plaats 41*

Dr.ir. Sandra Verhagen

## *Bijlagen 51*

1. Samenstelling van de organen van de NCG 51
2. Internationale betrekkingen 55
3. Onderzoek 59
4. Publicaties 61
5. Bureau van de NCG 62
6. Afkortingen 63



# Nederlandse Commissie voor Geodesie

## De Commissie

De Nederlandse Commissie voor Geodesie heeft tijdens haar vergadering op 7 december 2006 naar aanleiding van het rapport *Ruimtelijke basisgegevens 2010* twee nieuwe subcommissies ingesteld op het gebied van de geo-informatie: de Subcommissie Ruimtelijke Basisgegevens onder voorzitterschap van prof.dr.ir. M.G. Vosselman (ITC) en de Subcommissie Geo-Informatie Infrastructuur onder voorzitterschap van prof.dr.ir. A.K. Bregt (Wageningen Universiteit). De Subcommissie Ruimtelijke Basisgegevens richt zich primair op de inwinning en de modellering van ruimtelijke basisgegevens. De Subcommissie Geo-Informatie Infrastructuur richt zich vooral op de institutionele aspecten van de geo-informatie infrastructuur: ICT-architectuur, standaarden, ruimtelijke data, beleid, mens en organisatie. De precieze taken en de samenstelling van de subcommissies worden in de loop van 2007 vastgesteld. De huidige Subcommissie Geo-Informatie Modellen wordt dan opgeheven.

Prof.dr. D.G. Simons is per 7 december 2006 lid geworden van de Nederlandse Commissie voor Geodesie. Prof. Simons is fulltime hoogleraar Akoestische Remote Sensing bij DEOS (Department of Earth Observation and Space Systems) van de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU Delft.

Tijdens de vergadering van de Commissie op 7 december heeft prof.dr. H.F.L. Ottens (Universiteit Utrecht) in verband met zijn emeritaat afscheid van de Commissie genomen.

### *Prof. Baarda-lezing: De aanblik van de aarde over tienduizend jaar*

Prof.dr. S.B. Kroonenberg (TU Delft) heeft op 15 november 2006 tijdens het GIN Symposium 2006 (Geo-Informatie Nederland) in het Congrescentrum de Reehorst te Ede de tweede Prof. Baarda-lezing gehouden met als titel 'De aanblik van de aarde over tienduizend jaar'. De Prof. Baarda-lezing is in 2004 door de Nederlandse Commissie voor Geodesie (NCG) ingesteld ter gelegenheid van haar 125-jarig bestaan.

In zijn lezing gaf prof. Kroonenberg aan de hand van het perspectief van tienduizend jaar terug en vooruit in de tijd een overzicht van veranderingen in onder andere het klimaat, het landgebruik, vegetatie, kustprocessen, het zeeniveau, glet-

sjerbewegingen en de temperatuur van zeestromingen. Hij stelde daarbij de vraag op welk punt van die langdurige veranderingen wij ons momenteel bevinden.

## Advies en onderzoek

### *Advies Informatiestrategie voor bodemdaling in Nederland*

Naar aanleiding van een verzoek van het Dagelijks Bestuur van de KNAW (Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen) heeft de Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie een kort advies *Informatiestrategie voor bodemdaling in Nederland* opgesteld. Hierin worden aanbevelingen gedaan voor onder andere een coördinerend overheidsorgaan dat de kennis en de informatie uit verschillende technische disciplines op het gebied van bodembeweging op elkaar afstemt en synthetiseert. Het advies bevat een schets van het probleem van de bodemdaling en het belang van een strategie om de bodemdaling te monitoren. Het advies behandelt verder hoe een dergelijke monitoring zou kunnen plaatsvinden, welke activiteiten in dat kader gewenst zijn en door wie deze kunnen worden uitgevoerd. Daarnaast beschrijft het advies de voordelen die beleid en wetenschap hierbij kunnen hebben en de (overheids)organen tot welke de KNAW met een dergelijk advies zich dient te richten.

### *NCG lid van EuroSDR*

De NCG is lid geworden van EuroSDR (European Spatial Data Research). Het lidmaatschap wordt gesponsord door het Kadaster, de Adviesdienst Geo-informatie en ICT van Rijkswaterstaat en het International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC).

EuroSDR is een onderzoeksplatform voor academische instituten, nationale geo-informatie en cartografische diensten, de private sector, de industrie en gebruikersgroepen die werken aan de totstandbrenging van technologische ontwikkelingen voor nationale en Europese data-infrastructuren die essentieel zijn voor ruimtelijke planning en ontwikkeling. Het doel van de organisatie is om systemen te onderzoeken en te ontwikkelen voor de productie en de verspreiding van ruimtelijke basisgegevens en ruimtelijke informatie en het bevorderen van toepassingen hiervoor. EuroSDR wil tevens de interactie en de samenwerking stimuleren tussen enerzijds onderzoeksorganisaties en anderzijds de publieke en private sector. Tevens wil zij ideeën uitwisselen over relevante onderzoeksproblemen en verkregen onderzoeksresultaten doorgeven aan organisaties die geografische (ruimtelijke) data en informatie produceren. EuroSDR is de opvolger van de OEEPE (Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales).



De NCG wijst in overleg met betrokken organisaties de nationale vertegenwoordigers in EuroSDR aan. Dit zijn voor de komende periode mw. dr. J.E. Stoter (ITC) en ir.dr.s. A.J. Klijnjan (Kadaster).

### *Onderzoek naar de organisatie van de geodetische infrastructuur van Nederland*

De Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen heeft op verzoek van het Dagelijks Bestuur van de NCG een plan opgesteld voor een onderzoek naar de organisatie van de geodetische infrastructuur van Nederland. Tot deze infrastructuur behoren het AGRS.NL (Actief GPS Referentie Systeem Nederland), de Rijksdriehoeksmeting, het NAP (Normaal Amsterdams Peil), de geoïde, het zwaartekrachtnetwerk en de aansluiting van Nederland aan het ETRS (European Terrestrial Reference System) en de IGS (International GPS Service). Het doel van het onderzoek is het maken van een analyse van de organisatie van de (overheids)zorg voor de geodetische infrastructuur, ten behoeve van onder andere een beoordeling van de toekomstvastheid van de Nederlandse situatie op dit gebied. Er wordt een beschrijvend rapport opgesteld over de organisatie van de geodetische referentiesystemen in Nederland, met een inschatting van de ontwikkelingsrichting, en met enkele buitenlandse geodetische instituten als referentie.

### *Lopende onderzoeksprojecten*

De Nederlandse Commissie voor Geodesie initieert 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.

### *Plaatsbepaling met het Europese systeem Galileo*

Het promotieonderzoek Plaatsbepaling met het Europese systeem Galileo wordt uitgevoerd door A. Quan Le (DEOS, TU Delft). De belangrijkste onderwerpen van onderzoek zijn de prestaties van Galileo op het gebied van plaatsbepaling en navigatie, tijdsoverdracht en atmosfeeronderzoek. Tevens wordt de integratie met het gemoderniseerde Amerikaanse plaatsbepaling- en navigatiesysteem GPS (Global Positioning System) onderzocht voor wat betreft het effect op de prestaties van Real-Time Kinematic plaatsbepaling en de relatie met het Nederlandse AGRS.NL (Actief GPS Referentie Systeem Nederland). De centrale vraag is wat Galileo kan bieden boven op het bestaande GPS en welke mogelijkheden dit biedt, ook voor de



*Een kinematische meetproef op de Schie tussen Delft en Overschie, met een groot aantal GNSS-antennes en -ontvangers achter op het dek en boven op de kajuit.*

Nederlandse beroepspraktijk en het bedrijfsleven. Het onderzoek wordt gezamenlijk financieel en materieel gesteund door de NCG, de TU Delft en de Adviesdienst Geo-informatie en ICT van Rijkswaterstaat.

In het verslagjaar zijn de modellering en de procedure voor gegevensverwerking verder uitgewerkt voor het concept van Precise Point Positioning (PPP) op basis van metingen door een enkelfrequentie ontvanger. Daar het Galileo-programma vertraagd is – voor een operationeel systeem circuleert nu 2011 als datum – en dit promotieonderzoek medio 2007 afgerond moet worden, is ervoor gekozen om – in lijn met het onderzoek in voorgaande jaren – het PPP verder uit te werken op basis van GPS en Galileo, maar de experimentele toepassing te beperken tot GPS.

Decimeterplaatsbepalingsnauwkeurigheid met enkelfrequentie-apparatuur is reeds gedemonstreerd, zelfs met vliegproeven, en competitief gebleken, ondermeer door een snelle convergentie van de positieoplossing. Deze aanpak lijkt bijzonder aantrekkelijk voor de beroepspraktijk, zeker als dergelijke resultaten behaald kunnen worden met eenvoudige (goedkope) apparatuur.

Onderwerpen waar momenteel aan gewerkt wordt zijn: het gebruik van fasemetingen, correctiemodellen voor geodynamische effecten en het gebruik van eenvoudige (goedkope) ontvangers. Ook zal de nadruk liggen op het verkrijgen van praktische resultaten, met zowel statische als kinematische metingen.

De ontwikkelde modellering en programmatuur zal op korte termijn geverifieerd worden met meetgegevens die verzameld zijn tijdens een kinematische meetproef.

Deze proef, onder de naam 'Schie2006 - Attack32', is in oktober 2006 met een kleine sleepboot op de Schie tussen Delft en Overschie uitgevoerd, inclusief een groot aantal speciale manoeuvres. De directe nabijheid van het GNSS-observatorium (Global Navigation Satellite System) van de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek in Delft, waarborgt een nauwkeurige en betrouwbare 'ground-truth' voor het traject van de boot, waar tegen de resultaten van PPP afgezet kunnen worden.

In 2006 zijn een groot aantal presentaties gerealiseerd (en overeenkomstige publicaties in 'proceedings') over enkelvoudige Precise Point Positioning (PPP) en de modellering van de foutenbronnen, op de European Navigation Conference (ENC-GNSS), het Amerikaanse ION GNSS congres (Institute of Navigation) en de workshop Satellite Navigation User Equipment Technology, Navitec 2006 bij ESA/ESTEC (European Space Agency/European Space Research and Technology Centre).

### *Verbeterde mogelijkheden om baggerwerkzaamheden te voorspellen met hoogprecieze kartering in drukke scheepvaartroutes*

Het promotieonderzoek Verbeterde mogelijkheden om baggerwerkzaamheden te voorspellen met hoogprecieze kartering in drukke scheepvaartroutes wordt uitgevoerd door ir. J.P. van den Aamele (DEOS, TU Delft). In 2006, het eerste jaar van dit onderzoek, heeft de aandacht zich gericht op de ontwikkeling en het testen van een geluidssnelheidsprofiel-inversiemethode voor het reduceren van fouten in multi-beam echo sounder (MBES) bathymetry als gevolg van onzekerheden in het geluidssnelheidsprofiel.

Voor het testen van de methode zijn een reeks van simulaties uitgevoerd, waarbij verschillende mogelijkheden voor de parameterisatie van het geluidssnelheidsprofiel zijn onderzocht. De veelbelovende uitkomsten hiervan zijn gepresenteerd, en goed ontvangen, op de International Hydrographic Conference 2006 – Evolutions in Hydrography in Antwerpen.

Met het oog op een validatie van de methode is in samenwerking met de Dienst der Hydrografie van de Nederlandse Marine een experiment gedefinieerd. Het experiment is uitgevoerd door de Hr. Ms. Snellius in het najaar van 2006 en heeft plaatsgevonden in het uitstroomgebied van de rivier de Maas. Dit gebied staat bekend om de optredende variabiliteit in het geluidssnelheidsprofiel. De resultaten van dit experiment zijn op het moment van schrijven nog niet voorhanden.

## 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 2006 door de NCG uitgegeven publicaties is opgenomen in Bijlage 4 Publicaties.

In 2006 zijn alle publicaties in de serie *Publications on Geodesy* (63 publicaties) beschikbaar gemaakt als pdf-file en kunnen gratis gedownload worden vanaf de website van de NCG ([www.ncg.knaw.nl](http://www.ncg.knaw.nl)). De recente publicaties van de Groene serie zijn ook als pdf beschikbaar en in de loop van 2007 zijn ook alle publicaties uit deze serie als pdf te downloaden.

### *Globale en lokale geodetische systemen*

De publicatie *Globale en lokale geodetische systemen* van ir. G.L. Strang van Hees is verschenen in een vierde herziene druk. De publicatie wordt veel gebruikt in het onderwijs en de praktijk.

Door de komst van de satellieten na 1960 is de geodesie op een globaal niveau gekomen. Globaal wordt hier gebruikt in de betekenis van wereldwijd. De plaatsbepalingsmethoden zijn gebaseerd op metingen naar satellieten, zoals het Global Positioning System (GPS) en Satellite Laser Ranging (SLR). De coördinaatsystemen die hiervoor gebruikt worden, zijn globale systemen die zo goed mogelijk passen bij de aarde als geheel, zoals het World Geodetic System 1984 (WGS84). De gebruikte ellipsoïde wordt het Geodetisch Referentie Systeem (GRS) genoemd, voorzien van een jaartal dat aangeeft wanneer dit systeem internationaal is aangenomen, bijvoorbeeld GRS67 en GRS80.

In publicatie wordt een overzicht gegeven van verschillende coördinaatsystemen, die in de geodesie gebruikt worden en speciaal in Nederland. De aandacht wordt gevestigd op de transformaties van het ene systeem naar het andere. Zowel driedimensionale ellipsoïdische systemen als tweedimensionale kaartprojecties worden behandeld. De publicatie is vooral gericht op de praktijk en geeft een overzicht van de gebruiksformules.

### *Geo-informatie en computationele geometrie*

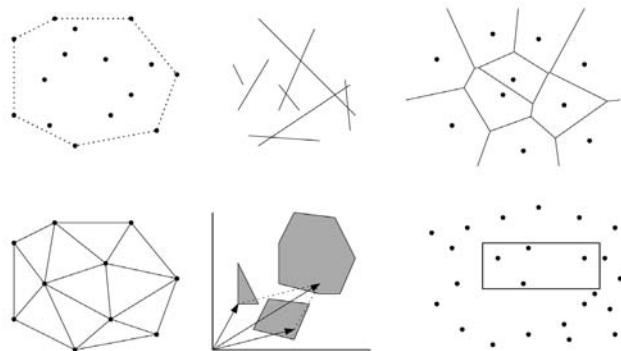
In de publicatie *Geo-information and computational geometry*, met prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom en dr. M.J. van Kreveld als redacteurs, zijn de voordrachten opgenomen van de studiedag met dezelfde naam, die de Subcommissie Geo-Informatie Modellen op 14 november 2005 heeft georganiseerd in samenwerking met

Geo-Informatie Nederland (GIN). De studiedag was gewijd aan de relaties tussen de geo-informatie wetenschappen (Geographic Information Science - GIS) en de computationele geometrie.

GIS is een multidisciplinair onderzoeksgebied. Vanuit de ruimtelijke wetenschappen leveren de geodesie, de geografie en de cartografie bijdragen aan GIS en vanuit de computerwetenschappen komen bijdragen als databases, kunstmatige intelligentie en de computationele geometrie. Bovendien, in zeer verschillende onderzoeksgebieden als ruimtelijke planning, archeologie, geologie, civiele techniek en biologie, waar GIS gebruikt wordt, wordt ook toegepast onderzoek in GIS uitgevoerd.

Het werkerrein van de computationele geometrie is de geometrische berekening door de computer. Hiervoor worden (aanvullende) theorieën ontwikkeld gebaseerd op de grondslagen van de wiskunde. Gegevensstructuren en algoritmen worden ontwikkeld om geometrische problemen op te lossen, vaak met bewezen 'worst-case' (en soms ook met andere) tijd en met geheugengrenzen. De technieken van de computationele geometrie kunnen en worden toegepast in veel verschillende domeinen: visualisaties, routeplanning, 'gaming', 'graphics', robotica, medische beeldverwerking en natuurlijk in GIS.

In een GIS (Geografische Informatiesysteem) zijn berekeningen met coördinaten nodig, terwijl de computationele geometrie over de methoden gaat om dit te doen. De studiedag was bedoeld om het begrip tussen de onderzoeksgebieden te verbeteren, zodat toekomstige samenwerking verder versterkt wordt. De bijdragen in de publicatie weerspiegelen de mogelijke interacties tussen de computationele geometrie en GIS. De onderwerpen strekken zich uit van overzichten van relevante technieken en gereedschappen tot het oplossen van specifieke ruimtelijke problemen



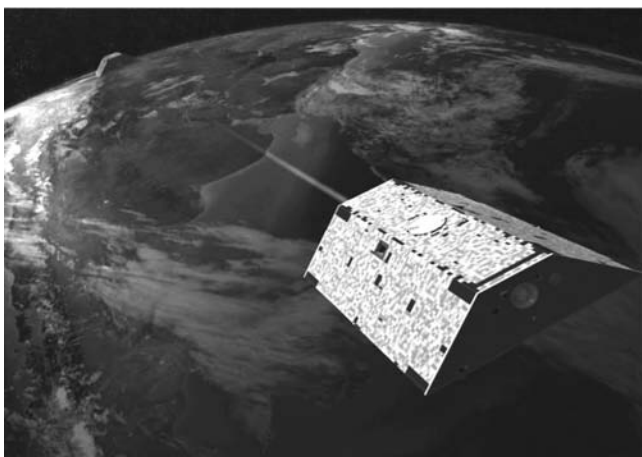
*Zes basisproblemen van de computationele geometrie: de convex hull, lijnstukdoorsnijding, het Voronoi-diagram, de Delaunay-triangulatie, de Minkowski sum, en rechthoekszoekacties.*

in het objectgeoriënteerde (vector) of het gebiedsgeoriënteerde (raster) domein. De publicatie is een weerslag van de verschillende voordrachten tijdens de studiedag.

### *Precieze relatieve afstandsbe­paling met in formatie vliegende ruimtevaartuigen met gebruik van GPS*

Het in formatie vliegen van ruimtevaartuigen of satellieten wordt gezien als een van de meest veelbelovende technieken voor toekomstige en geavanceerde ruimtevaart-missies. Een van de fundamentele kwesties bij het in formatie vliegen van satellieten is het bepalen van de onderlinge, of relatieve, afstanden tussen de satellieten in deze formatie. Het doel van het promotieonderzoek van dr.ir. R. Kroes was om gebruikmakend van GPS-metingen (Global Positioning System) een methode te ontwikkelen, te implementeren en te testen die deze afstanden met een hoge precisie achteraf kan bepalen. Anders dan eerdere studies onderscheidt dit onderzoek zich doordat de ontwikkelde methoden getest zijn met GPS-observatiedata afkomstig van de GRACE-missie (Gravity Recovery and Climate Experiment), en doordat de verkregen relatieve afstanden precies kunnen worden gevalideerd met behulp van metingen van het GRACE K/Ka-Band Ranging System (KBR).

Wanneer GPS wordt gebruikt voor relatieve satellietafstandsbe­paling moet de baan van een van de satellieten, die als referentiepunt dient, met de hoogst mogelijke precisie bekend zijn. Kroes heeft drie methoden voor precieze satellietbaanbe­paling ontwikkeld en getest, die gebruik maken van ionosfeervrije GPS-code en fasemetingen. Deze methoden vormen ook de conceptuele basis van de later ontwikkelde strategieën voor relatieve satellietafstandsbe­paling. Van de vier strategieën die geïdentificeerd en uit­geprobeerd zijn, bleek alleen de Extended Kalman



*Illustratie van de GRACE-satellieten  
(bron: Center for Space Research, University of Texas, Austin).*

Filter/Smoother robuust genoeg voor toepassing op de GRACE GPS-data. Met deze aanpak bleek dat de algehele precisie van de oplossingen op 0,9 mm (eendimensionaal) ligt voor een testperiode van 101 dagen. Volgens Kroes is zijn proefschrift *Precise relative positioning of formation flying spacecraft using GPS* het eerste waarin wordt bewezen dat zulke precisie in de werkelijkheid te halen valt voor relatieve satellietafstandsbepaling.

### *Automatische reconstructie van industriële installaties uit puntwolken en beelden*

Actuele en precieze driedimensionale modellen van industriële installaties zijn nodig voor een verscheidenheid aan toepassingen zoals planning, documentatie en training. Traditionele methoden voor de inwinning van 'as-built' informatie – bijvoorbeeld met behulp van een meetband en tachymetrie – zijn niet alleen tijdrovend en moeizaam, maar zijn meestal ook niet in staat om de benodigde hoeveelheid detail te leveren. Veel industriële complexen zijn beperkt toegankelijk als gevolg van radioactieve, toxische of anderszins gevaarlijke stoffen. Een onveilige werkomgeving maakt het gebruik van contactloze meetmethoden noodzakelijk.

De traditionele fotogrammetrie is afhankelijk van punt- of lijnmetingen waarmee het erg moeilijk is om complete CAD-modellen (Computer Aided Design) te vervaardigen zonder veel handmatig werk. Laserscanning levert expliciete driedimensionale metingen met een hoge dichtheid. In de laatste tien jaar zijn de laserscanners aanzienlijk sneller en preciezer geworden, terwijl de kosten en de grootte steeds afnemen.

Het proefschrift *Automatic reconstruction of industrial installations using point clouds and images* van dr. T. Rabbani Shah presenteert nieuwe methoden en technieken die gebruikt kunnen worden voor automatische of efficiënte semi-



*Nieuwe generatie laserscanners: (links) Mensi GS200, (rechts) Riegl LMS-360i.*

automatische 3D-modellering van bestaande industriële installaties met behulp van puntenwolken en beelden. Het doel van het onderzoek was om de expliciete 3D-informatie van de puntenwolken te gebruiken om automatisch objecten en structuur in het onderzoeksveld te vinden. De gevonden objecten zijn vervolgens gebruikt als referentieobjecten voor modelgebaseerde registratie, die geautomatiseerd kan worden door te zoeken naar corresponderende objecten.

### *Semantische interoperabiliteit van gedistribueerde geo-services*

De laatste twee decennia hebben een verschuiving laten zien van autonome softwaresystemen naar genetwerkte systemen. Zoals alle domeinen in de informatietechnologie zijn Geografische Informatiesystemen (GIS) sterk beïnvloed door de recente ontwikkelingen van het internet. Deze hebben geresulteerd in een toenemende beschikbaarheid van client/server-applicaties die gebruik maken van gedistribueerde geo-(web-)services, zoals interactieve kaarten, routeplanners en gazetteers. Er is een groeiende behoefte binnen organisaties aan het verwerken van geo-informatie 'op verzoek' door middel van het integreren en hergebruiken van geo-informatie en geo-services zowel van binnen als van buiten de organisatie. Deze activiteiten worden doorgaans uitgevoerd in de context van geo-informatie infrastructuur (GII).

Het proces van integreren van services is ook wel bekend als service chaining. Dit vereist dat services vindbaar, uitvoerbaar en interoperabel zijn. Interoperabiliteit betekent dat services elkaars berichten 'begrijpen'. Een grote hindernis wordt gevormd door de semantische heterogeniteit (verschillen in de betekenis) van geo-informatie en van de functionaliteit van geo-services. Het creëren van semantisch interoperabele services is een belangrijke voorwaarde voor het uitwisselen van informatie in de huidige genetwerkte maatschappij. Dit betreft services die betrekking kunnen hebben op verschillende kennisdomeinen, waarvan het geo-informatie domein er één is.

Binnen deze context draagt het promotieonderzoek van dr.ir. R. Lemmens, beschreven in zijn dissertatie *Semantic interoperability of distributed geo-services*, oplossingen aan voor de computerondersteunde integratie van gedistribueerde heterogene geo-informatie en geo-services, gebaseerd op hun semantiek (betekenis van hun inhoud).



## Subcommissies

De Nederlandse Commissie voor Geodesie heeft subcommissies ingesteld om een bepaald deel 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 kende de NCG de subcommissies Bodembeweging en Zeespiegelvariatie, Geo-Informatie Modellen, Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen en Mariene Geodesie. De samenstelling van de subcommissies staat vermeld in Bijlage 1 van dit jaarverslag.

### Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie

De Subcommissie heeft in maart, juli en november van het verslagjaar vergaderd. Leidraad voor de activiteiten van de Subcommissie is het eind 2001 vastgestelde Onderzoeksprogramma 2002 – 2007 (zie: [www.ncg.knaw.nl](http://www.ncg.knaw.nl)). De volgende onderwerpen staan centraal op de agenda van de Subcommissie:

- inzicht in de fysische achtergrond van bodembeweging en zeespiegelvariatie;
- normeren van meetgegevens en interpretatiemethodieken van bodembeweging en zeespiegelvariatie.

#### *Bodemdaling langs de kust en bodembeweging in Nederland*

Naar aanleiding van discussies tijdens de workshop 'Bodemdaling langs de kust' op 7 juli 2005 heeft ir. A.P.E.M. Houtenbos berekeningen gemaakt voor ruimtelijke en temporele bewegingsprofielen en de relatieve zeespiegelstijging. Over zijn conclusies is een discussie gevoerd, die nog wordt voortgezet.

#### *Klimaatscenario's van het KNMI en de scenario's voor zeespiegelstijging*

Het KNMI heeft nieuwe klimaatscenario's ontwikkeld. Mw. dr. C. Katsman (KNMI) heeft deze voor de Subcommissie toegelicht. Het belangrijkste verschil ten opzichte van de oude scenario's is, dat er is overgestapt van drie scenario's (laag, midden, hoog) op vier scenario's (gematigd, gematigd + verandering, warm en warm + verandering), waarbij het laagste scenario is komen te vervallen, omdat deze niet

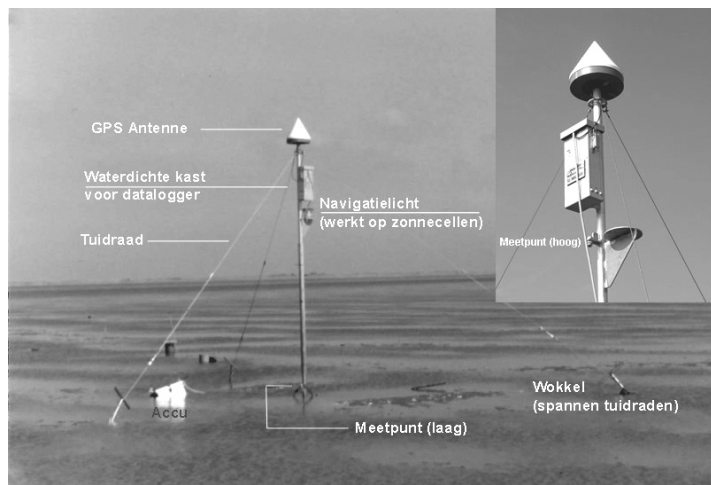
realistisch is gebleken. In de nieuwe scenario's zijn ook de luchtstromingspatronen meegenomen. Voor de zeespiegelstijging zijn scenario's gegeven in bandbreedtes afgerond op 5 cm: van 2050 en gematigd (15 - 25 cm) tot 2100 en warm (40 - 85 cm).

### *Monitoring van bodembeweging in de Waddenzee*

Ing. L. Zeylmaker (NAM) gaf een uiteenzetting over het continu meten met GPS (Global Positioning System) van bodembeweging in de Waddenzee. Aan de orde kwamen: de metingen met GPS, de kwaliteitsaspecten, de meetmasten met GPS, de validatie en de verificatie, de resultaten, de analyse en de volgende te nemen stappen. De belangrijkste conclusies zijn dat de productie van gas uit de Waddenzee om hoogprecieze monitoring van de bodembeweging vraagt, waarbij GPS een prominente rol speelt. Ten opzichte van het oorspronkelijke meetplan zijn er extra controles toegevoegd en is er een integrale benadering van de analyse nodig. De presentatie gaf aanleiding tot een discussie over het meten tijdens de productie en het voorspellen van vertraagd effecten.

### *De historische relatie tussen bodemdaling en gasproductie*

Ir. A.P.E.M. Houtenbos heeft onderzoek gedaan naar de historische relatie tussen bodemdaling en gasproductie. De hypothesen dat bodemdaling direct, vertraagd of geleidelijk op wijzigingen in de productie snelheid reageert, zijn getoetst. Alleen de laatste hypothese werd aanvaard. Deze indirecte reactie impliceert een risico op



*Opstelling van een van de meetmasten met GPS (Global Positioning System) voor het continu meten van bodembeweging in de Waddenzee door de NAM.*

ernstige onderschatting van de bodemdaling uit vroege metingen en op een flinke mate van 'onderstuur' bij het 'hand-aan-de-kraan' produceren.

*Informatiestrategie voor bodemdaling in Nederland  
Kort advies aan de KNAW*

Op verzoek van het Dagelijks Bestuur van de NCG heeft de Subcommissie een 'Kort advies' opgesteld over de problematiek van de bodemdaling in Nederland en de noodzaak van een adequate strategie van het monitoren van de bodemdaling. Gevraagd is in het advies de volgende elementen op te nemen:

- Een schets van het bodemdalingprobleem en het belang van een strategie om de bodemdaling te monitoren.
- De wijze waarop een dergelijke monitoring zou kunnen plaatsvinden, de activiteiten die in dat kader gewenst zijn, door wie deze kunnen worden uitgevoerd en de kosten die hiermee gemoeid zouden zijn.
- De voordelen die beleid en wetenschap hierbij hebben.
- De (overheids)organen tot welke de KNAW zich dient te richten met een dergelijk advies.

Drie belangrijke conclusies van het advies luiden:

- Om problemen ten gevolge van bodembeweging tijdig te kunnen ondervangen zijn een goede kennis van de bodembeweging in Nederland en voorspellingen voor de toekomst van essentieel belang.
- Hiervoor is een nationale strategie voor bodembeweging nodig die uit vier componenten bestaat: (1) monitoring, (2) data-analyse en validatie, (3) modellering en (4) archivering en informatievoorziening.
- Een in het leven te roepen of aan te wijzen overheidsorgaan zou een belangrijke initiërende, coördinerende en sturende rol kunnen vervullen bij zowel het opstellen van de doelstellingen als het verder ontwikkelen, uitwerken en uitvoeren van de strategie voor het monitoren van de bodembeweging in Nederland. Dit coördinerende overheidsorgaan dient te stimuleren dat de beschikbare kennis en informatie uit de verschillende technische disciplines beter op elkaar afgestemd en gesynthetiseerd worden.

Het advies is namens het Dagelijks Bestuur van de NCG naar de Raad voor Aarde en Klimaat (RAK) gestuurd. Het is de bedoeling dat het als gezamenlijk advies aangeboden wordt aan het Bestuur van de KNAW.

## Subcommissie Geo-Informatie Modellen

### *Ontwikkelingen in het werkveld*

Ontwikkelingen op het gebied van wetgeving, standaardisatie, organisatorische en andere ontwikkelingen ten behoeve van betere gebruiksmogelijkheden van geo-informatie gaan in hoog tempo door. Het meest van betekenis voor het verdere gebruik en de ontwikkeling van de geo-informatie in Nederland waren in dit opzicht:

- Het in het leven roepen van het Beraad voor de Geo-informatie (GI-beraad), een ambtelijk college ter advisering van de minister van VROM.
- In Nederland is de besluitvorming rond de positie van de Ravi (Netwerk voor Geo-informatie) en het Nationaal Clearinghouse Geo-Informatie (NCGI) afgerond met een brief van de minister van VROM aan de voorzitters van de Eerste en Tweede Kamer, waarin de fusie van de Ravi en het NCGI tot de stichting Geonovum aangekondigd wordt. Vooruitlopend op de definitieve vormgeving van Geonovum is al een werkgroep gestart met de vormgeving van de architectuur van de Nederlandse Geo-Informatie Infrastructuur (NGII).
- De overeenstemming over de Kaderrichtlijn INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) tussen de Europese Commissie en het Europese Parlement over de realisatie van een Europese Geo Data Infrastructuur.

### *Taken van de Subcommissie*

Binnen de NCG is de behoefte geformuleerd om een subcommissie op het gebied van ruimtelijke basisgegevens op te richten. Nadere beschouwing hiervan leert dat dit ook consequenties zal hebben voor activiteiten van de Subcommissie Geo-Informatie Modellen. Een wijziging van het taakveld door een verdeling met de nieuwe subcommissie ligt voor de hand. Het idee is dat de huidige Subcommissie Geo-Informatie Modellen zich meer op de infrastructuurcomponent van de geo-informatie gaat richten en zijn naam ook in die zin zal aanpassen. Het onderzoeksplan zal in 2007 navenant aangepast moeten gaan worden.

### *Activiteiten van de Subcommissie*

Als resultaat van de in 2005 door de Subcommissie georganiseerde gelijknamige studiedag is de NCG-publicatie *Geo-information and computational geometry* verschenen.

Er zijn in 2006 geen studiedagen gehouden. Wel is er een studiedag voorbereid voor 2007: 'Sensor web enablement' of hoe sensors passen in een ruimtelijke data-



*Illustratie van plaatsbepaling met gsm; uit de presentatie van het Geo-Database Management Center van de TU Delft.*

infrastructuur, door de mogelijkheid van sensors als web service te laten functioneren en via metadata ook hun toepassingsmogelijkheden te presenteren.

### *Een drietal vergaderingen van de Subcommissie*

Naast de voortgaande zaken van de Subcommissie en het uitwisselen van kennis en informatie over relevante ontwikkelingen, wordt ook aandacht besteed aan de activiteiten bij de gastheer van een vergadering of andere specifieke onderwerpen. Bij de Grontmij kwamen aan de orde de organisatie, het werkveld, de missie van de Grontmij en de toepassingsgebieden van de Geo-ICT. Bij het Geo-Database Management Center van de TU Delft zijn zaken gepresenteerd die betrekking hadden op geo-informatie infrastructuur, OGC-standaarden (Open Geospatial Consortium) en de nieuwe opleiding in de vorm van Geomatic Engineering. Bij TNO Bouw en Ondergrond stond de opleiding Geographical Information Management and Applications (GIMA) centraal.

### *Uitvoering onderzoek*

Er kwam een aantal promoties tot stand die relevant zijn in het licht van het meerjaren onderzoekplan van de Subcommissie:

- dr.ir. J.W.H.C. Crompvoets: National Spatial Data Clearinghouses – Worldwide Development and Impact;
- dr.ir. B. van Loenen: Developing geographic information infrastructures – The role of information policies;

- dr.ir. R.L.G. Lemmens: Semantic interoperability of distributed geoservices;
- dr.ir. A. Ligtenberg: Exploring the use of Multi-Agent Systems for interactive Multi-Actor Spatial Planning.

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

Vanuit zijn hoedanigheid als hoogleraar Geo-Informatiekunde is de voorzitter van de Subcommissie, prof.dr.ir. A.K. Bregt, benoemd tot wetenschappelijk directeur van innovatieprogramma Ruimte voor Geo-Informatie (RGI.) RGI heeft ook in het afgelopen jaar een projectronde georganiseerd die onder andere sterk gericht was op versterking van lopende RGI-projecten met 'top-ups' en brugprojecten.

### *Standaarden*

Bij de Ravi is het *Framework van standaarden voor de Nederlandse GII* verschenen. Dit document is als uitgangspunt voor het werk aan de NGII door het RGI en het GI-beraad geaccepteerd.

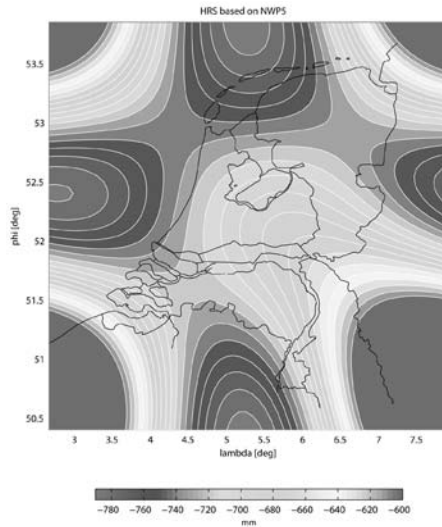
## Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen

### *Activiteiten van de Subcommissie*

In 2005 verzocht het Dagelijks Bestuur van de NCG de Subcommissie om een studie te doen naar de organisatie van de geodetische infrastructuur in Nederland. De Subcommissie heeft vervolgens een studie naar de situatie in Nederland en in omliggende landen voorgesteld en dit voorstel in een uitgebreide brief van 1 november 2006 bij het Dagelijks Bestuur van de NCG toegelicht. Het project is goedgekeurd door het Dagelijks Bestuur inclusief de financiële ondersteuning, maar er werd nog geen menskracht gevonden om het project daadwerkelijk te starten. Naar aanleiding van ontwikkelingen in de organisatie van het Kadaster heeft de Subcommissie het Dagelijks Bestuur gevraagd het Kadaster te adviseren de taak van de Rijksdriehoeksmeting blijvend goed te beleggen.

Op de vergadering van de Subcommissie van 11 december verzorgde mw. ir. E. Oudman een presentatie over haar afstudeeronderzoek 'De transformatie van GPS in NAP'. Onderzoeksdoel is het berekenen van een transformatievlak voor het omrekenen van GPS-hoogtes in NAP-hoogtes en daarmee een verbetering van het bestaande NLGEO2004 geoidemodel.

Het hoogterefereentievlak bepaalt uit het verschil tussen de gravimetrische geoïde en GPS/waterpashoogten op de 84 punten van de 5e Nauwkeurigheds-waterpassing. Uit de presentatie van mw. ir. E. Oudman (TU Delft).



In 2006 is door de Subcommissie een opzet gemaakt voor het Werkplan 2007 – 2008.

In januari is de vierde herziene versie van *Globale en lokale geodetische systemen* van ir. G. Strang van Hees door de NCG gepubliceerd. Leden van de Subcommissie leverden commentaar op de concepttekst.

Op de website van de Subcommissie (zie: [www.ncg.knaw.nl](http://www.ncg.knaw.nl)) kwam een versie in het Engels beschikbaar. Er is tevens een pagina *Officiële coördinatenstelsels van Nederland* en een, regelmatig te actualiseren, lijst van relevante onderzoeksprojecten aan toegevoegd.

De Subcommissie is in 2006 viermaal bijeengewees voor de 52e tot en met de 55e vergadering op respectievelijk 16 januari, 24 april, 25 september en 11 december 2006.

### *ETRS89-infrastructuur en AGRS.NL*

Het Actief GPS Referentie Systeem voor Nederland (AGRS.NL) is de basis van de geometrische infrastructuur van Nederland. Een systeem voor de automatische processing van de AGRS.NL-data bij de Adviesdienst Geo-informatie en ICT (AGI) van Rijkswaterstaat berekent op basis van de Bernese software dagelijkse posities voor de AGRS.NL-stations en de omliggende EUREF- en IGS-stations (European Reference Frame; International GPS Service). De AGI en het Kadaster gebruiken het AGRS.NL voor het bepalen van punten van lagere-orde-verdichtingen zoals GPS-kernetpunten en het certificeren van referentiestations van RTK-netwerken

(Real Time Kinematic ), waaronder het Kadastrale netwerk NETPOS (Netherlands Positioning Service).

Sinds 23 november 2006 is het nieuwe AGRS.NL-station Vlissingen, op het peilmeetstation aldaar, actief. Hiermee is het aantal AGRS.NL-stations op zeven gekomen. Deze stations zijn: Apeldoorn, Eijsden, Delft, IJmuiden, Terschelling, Vlissingen en Westerbork. Met deze uitbreiding is de functie van het AGRS.NL als basis van de geometrische infrastructuur van Nederland voldoende gewaarborgd. Bij de stations Eijsden, IJmuiden, Vlissingen en Westerbork zijn SDSL-verbindingen (Symmetrical Digital Subscriber Line) aangelegd, ten behoeve van realtimegegevensoverdracht. In de nabije toekomst zullen alle AGRS.NL-stations met realtimeverbindingen worden uitgerust.

De beweging van ongeveer 1 cm over zes jaar van het AGRS.NL station Terschelling leek volgens het jaargemiddelde van 2005 tot staan te zijn gekomen. De resultaten over 2006 en 2007 moeten uitwijzen in hoeverre dit station weer aan de stabiliteitseisen van het AGRS.NL (minder dan 3 sigma, ongeveer 4 mm beweging per jaar in ligging), voldoet.

### *RD-infrastructuur en NETPOS*

De Netherlands Positioning Service NETPOS, het Kadastrale netwerk voor RTK-satellietplaatsbepaling (Real Time Kinematic), heeft in 2006 naar behoren gefunctioneerd. Kadastrale GPS-metingen werden uitsluitend met NETPOS uitgevoerd. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, hierin vertegenwoordigd door de AGI, heeft een gebruikslicentie voor NETPOS. Het KNMI gebruikt, als onderdeel van Verkeer en Waterstaat, de NETPOS-data voor waterdampschattingen van de atmosfeer.

Pas in oktober 2006 is NETPOS naast GPS- ook GLONASS-correcties (Global Positioning System; Global Navigation Satellite System) gaan verstrekken. Aanvankelijk zorgde de toevoeging van GLONASS voor teveel software storingen op de NETPOS-server.

Van de passieve RD-punten (Rijksdriehoeksmeting) worden alleen nog de GPS-kernnetpunten periodiek (jaarlijks) onderhouden. Dit onderhoud is overgedragen aan reguliere kadastrale landmeters onder supervisie van de Rijksdriehoeksmeting.

### *NAP-infrastructuur*

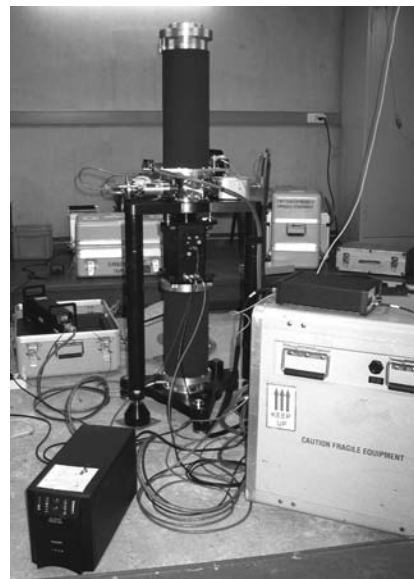
In 2005 werd de 3e Planperiode voor het onderhoud van het NAP (Normaal Amsterdams Peil) voortgezet volgens de planning. In deze 3e Planperiode van 1997 tot en met 2006 wordt 30.000 km secundaire waterpassing uitgevoerd.



In 2005 zijn de data van de 5e Nauwkeurigheidswaterpassing naar het Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) in Leipzig gezonden, evenals een update van de data van de vijftien GPS-stations die deel uitmaken van het Europese hoogtenet European Vertical Network Densification Array (EUVN-DA). Deze data dienen om het EUVN-DA te kunnen verbinden met het Europese waterpasnet UELN 2005 (United European Levelling Network).

### *Zwaartekrachtinfrastructuur*

In Nederland werd in de zomer van 2006 weer een campagne verricht voor absolute zwaartekrachtmetingen op zes stations. De metingen zijn uitgevoerd door O. Francis, verbonden aan de Universiteit van Luxemburg en het European Center for Geodynamics and Seismology in samenwerking met het Department of Earth Observation and Space Systems (DEOS) van de TU Delft. De stations waar gemeten werd, zijn Zundert (brandweerkazerne), Kootwijk (watertoren op het terrein van Radio Kootwijk), Wageningen (gebouw van het Nationaal Herbarium Nederland van de Wageningen Universiteit), Westerbork (gravimetriebunker op het terrein van de Stichting Astronomisch Onderzoek Nederland (ASTRON)) en Epen (seismisch station van het KNMI). Met de genoemde metingen ging DEOS door met onderzoek naar de realisatie van een nauwkeurig verticaal datum door middel van absolute zwaartekrachtmetingen. Hiervoor is bij Micro-g een absolute gravimeter aangekocht, namelijk de FG-5 S/N 234. Het instrument arriveerde in november 2006 en in december zijn met dit instrument de eerste testmetingen verricht in Luxemburg. Het instrument zal in de volgende jaren worden ingezet voor onderzoek naar de realisatie van een hoognauwkeurig verticaal datum voor Nederland. Daarnaast is



*De absolute gravimeter FG-5 S/N 234 van DEOS, TU Delft.*

gedurende 2006 de zwaartekracht ook in continue zin geregistreerd, waarbij alleen de verandering in het zwaartekrachtveld werd waargenomen. Dit werd gedaan met een speciaal daarvoor bedoelde relatieve gravimeter (Lacoste-Romberg ET15) en vond plaats in het station Westerbork in de bovengenoemde gravimetriebunker. De data worden regelmatig geanalyseerd. Voor het onderzoek naar het effect van de omgeving op de gemeten zwaartekracht is een netwerk van verschillende hydrologische sensoren in Westerbork opgebouwd. Naast het meten van regenval, worden grondwaterstandmetingen en bodemvochtigheidsmetingen uitgevoerd. Hiervoor is door de sectie Hydrologie van de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen van de TU Delft een lysimeter ontworpen.

### *Internationale samenwerking*

Op het EUREF2006-symposium (European Reference Frame) in Riga werd Nederland vertegenwoordigd door ir. J. Lesparre en dr.ir. H. van der Marel. Ir. J. Lesparre presenteerde zowel het *National Report of the Netherlands* als 'The impact of the antenna mounting on the phase centre variation'. Deze laatste presentatie was gebaseerd op ervaringen bij NETPOS.

De EUREF Technical Working Group (ETWG), het uitvoerende orgaan van EUREF waarin dr.ir. H. van der Marel zitting heeft, is gedurende het verslagjaar driemaal bijgeweest. Dr.ir. R.C.V. Feron van de Adviesdienst Geo-informatie en ICT van Rijkswaterstaat heeft de formele vertegenwoordiging van Nederland namens de geodetische diensten in EUREF aanvaard.

### Subcommissie Mariene Geodesie

In het jaar 2006 is de Subcommissie eenmaal bijgeweest, in oktober. De in het voorjaar geplande bijeenkomst ging vanwege vele verhinderingen van de leden niet door. Als taak voor de toekomst is besloten om te kijken naar praktische onderwerpen die tijdens de vergaderingen van de Subcommissie aan de orde kunnen komen, naast meer theoretisch gerelateerde onderwerpen. Ook zal gekeken worden naar nieuwe leden die deze praktische hoek vertegenwoordigen.

### *Onderzoek*

De promovendus ir J.J.P. van den Aamele werkt aan het onderzoek 'Improved capabilities to predict dredging operations'. Doel van het onderzoek is om methoden te ontwikkelen die nauwkeurige bathymetriemetingen met de multibeam echosounder (MBES) minder afhankelijk maken van het beschikbaar hebben van nauwkeurige informatie over de geluidssnelheidsprofielen in de waterkolom. Voor dit onderzoek zijn simulaties uitgevoerd die de toepasbaarheid van de ontwikkelde



*Het gebouw van het Maritiem Instituut Willem Barentsz op Terschelling, waar de opleiding Hydrografie wordt gegeven.*

methoden aantonen. Om de methode in de praktijk te kunnen testen zijn voor dit onderzoek tevens metingen verricht aan boord van de Hr.Ms. Snellius. Een artikel over de eerste resultaten van dit onderzoek heeft tijdens de conferentie Hydro06 de studentenprijs gewonnen.

Het onderzoek 'Simultaneous improvement of the mean sea level and marine geoid using a combination of hydrodynamic models, hydrographic data, marine gravity data and satellite altimetry' is nog niet van start gegaan. Dit onderzoek is geïnitieerd door de Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen en wordt onder andere gesteund door de subcommissie Mariene Geodesie.

## *Onderwijs*

### *Ontwikkelingen opleiding Hydrografie Terschelling*

De opleiding Hydrografie heeft nog steeds weinig instroom. Er is een presentatie verzorgd over allerlei aspecten met betrekking tot de opleiding.

### *Ontwikkelingen Koninklijk Instituut voor de Marine (KIM)*

Voor het KIM is men op zoek naar een nieuwe hoogleraar navigatie (maritiem, lucht en land). Er worden meer studenten aangenomen, waardoor er druk ontstaat op het personeel. De accreditatie van de opleiding is nog gaande. Het streven is om die in 2008 te verwerven.

### *Ontwikkelingen TU Delft*

Er zijn nog steeds minder studenten dan de vraag naar afgestudeerden. Tevens zijn er vacatures voor docenten. De parttime-aanstelling akoestische remote sensing van prof.dr. D.G. Simons (TU Delft) is omgezet naar een fulltime-aanstelling. De accreditatie van het masterprogramma Geomatics is geslaagd.

### *Uitwisseling van informatie*

Een terugkerend actiepoint op de agenda is de uitwisseling van relevante informatie van de leden van de Subcommissie op het vakgebied.

De eerste zeekaarten ten opzichte van het nieuwe verticale referentievlak Lowest Astronomical Tide (LAT) zijn geproduceerd. Bij Rijkswaterstaat is een workshop 'Innovatie Hydrografie' gehouden met het motto "Wat zijn de recente en toekomstige ontwikkelingen?", met het doel om hierop tijdig met investeringen van middelen en mensen op in te kunnen springen.

## Geodetische diensten

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

### Kadaster

#### *Algemeen*

Het Kadaster zorgt voor het inwinnen, accepteren, muteren, beheren en verstrekken van informatie over de rechtstoestand van registergoederen (vastgoed, schepen en luchtvaartuigen) en werkt daarbij tegen zo laag mogelijke kosten. Het Kadaster speelt ook een rol binnen de stedelijke en landelijke gebiedsinrichting en bij het in stand houden van een net van GPS-eersteordepunten, voorheen bekend als het Rijksdriehoeksstelsel. Tenslotte is het Kadaster beheerder van het geografisch kernbestand.

#### *Dagelijkse bedrijfsvoering*

Nieuwe percelen in de kadastrale registratie ontstaan als gevolg van cartografische metingen door het Kadaster. De meetopdrachten die voortvloeien uit een (overdrachts)akte heten akteposten. De oorspronkelijke focus lag in het verslagjaar op het verbeteren van de doorlooptijd van de metingen en het op wegwerken van oude akteposten.

Het beleid van het Kadaster is om klanten te sturen naar het internetkanaal. Ook in 2006 is het internetkanaal aantrekkelijk gemaakt door het productenaanbod uit te breiden, de tarieven te verlagen en de openingstijden te verruimen. Deze verbeteringen gecombineerd met promotionele activiteiten leiden ertoe dat het aantal gebruikers en het gebruik, zowel binnen de zakelijke markt als onder particulieren, nog steeds toeneemt.

Activiteiten	Aantallen			
	2003	2004	2005	2006
Nieuwe akteposten (aanbod)	77.000	82.000	87.000	87.000
Uitgevoerde akteposten	88.000	76.000	88.000	85.000
Geleverde informatieproducten via K*	13,5 mln.	15,8 mln.	18,9 mln.	20,8 mln.
Aansluitingen op Kadaster-on-line	36.616	43.921	51.336	65.452
Onlineproducten voor de burger	24.300	129.700	261.200	319.600
Inschrijvingen akten	419.000	444.700	478.200	497.700
Inschrijvingen hypotheekstukken	718.000	702.900	770.900	748.800
Inschrijvingen schepen	1.744	1.847	1.790	1.833
Geregistreerde schepen	39.000	41.500	42.704	43.504
Inschrijvingen luchtvaartuigen	29	49	28	23
Geregistreerde luchtvaartuigen	329	359	371	381

K\* = Kadaster-on-line

### *Landmeetkundige opleidingen*

Het Kadaster heeft in 2006 voor de tweede maal een bijeenkomst georganiseerd met onderwijsinstellingen en het bedrijfsleven over de toekomst van de landmeetkundige opleidingen en de stimulering van de instroom in het vakgebied. Het Kadaster heeft in 2006 eigen opleidingen geïntroduceerd voor landmeters. In september is een team van acht nieuwe landmeters van start gegaan. In 2007 volgen twee nieuwe teams. Het hele geo-werkveld ziet deze opleidingen als een



*Kadaster zet een speciaal magazine in bij de eigen wervingscampagne voor landmeters.*

belangrijke impuls voor de geo-sector. Het Kadaster sloot een intentieverklaring met de Vereniging van Nederlandse Bedrijven in de Geodesie en Geo-informatie over samenwerking binnen de geodesie, de promotie van het vakgebied en de verbetering van het middelbaar onderwijsniveau voor toekomstige landmeters.

### *Integreren van kadastrale en topografische bestanden*

In 2006 is een onderzoek uitgevoerd en afgerond waarbij de brongegevens van de volgende drie geografische bestanden zijn gekoppeld: de kadastrale kaart, (het topografische bronbestand) TOP10NL en AdresCoördinaten Nederland. De conclusie luidde dat hiermee een kaartproduct kan worden geboden dat zeer bruikbaar is in omstandigheden waarbij sterk ingezoomd moet worden, bijvoorbeeld om adressen te vinden op een stadsplattegrond op een website voor woningaanbod. Een grote aanbieder van een dergelijke website bevestigde dit. In 2007 zal de productontwikkeling een vervolg krijgen.

### *TOP10NL*

De oplevering van TOP10NL is om systeemtechnische redenen een aantal maanden vertraagd. Oplevering wordt nu verwacht in april 2007. Vanwege de vertraging in de oplevering van het TOP10NL-bestand zijn de ontwikkelingen in de richting van een schaalloos geïntegreerd geografisch basisbestand in 2006 alleen verkennend onderzocht. Voor de komst van de Basisregistratie Topografie zijn gesprekken gaande met grote gemeenten om na te gaan in hoeverre zij een rol kunnen spelen in de inwinning van topografische mutaties. Op deze manier kan invulling gegeven worden aan eenmalige inwinning en bijhouding.

### *Omzet Topografische Dienst Kadaster in 2006*

	2004	2005	2006
Omzet TD Kadaster	€ 12,9 mln.	€ 11,8 mln.	€ 15,1 mln.

De verkoopdoelstellingen voor de reguliere productie in 2006 zijn gerealiseerd: de met klanten gemaakte afspraken zijn nagekomen, het productieconvenant is naar tevredenheid van het Ministerie van Defensie uitgevoerd en de reguliere productie is conform planning afgerond. Ook de reguliere productie van TOP10vector is gerealiseerd. Naast de productieafspraken in het convenant is voor Defensie ook een productieopdracht uitgevoerd in het kader van het Multinational Geospatial Coproduction Programme.

Het afgelopen jaar is de ontwikkeling van het nieuwe kaartproduct TOP25 to move afgerond. Het betreft een digitale topografische kaart die een weergave biedt van het terrein op schaal 1:25.000. Het bestand is geschikt voor weergave op een pda (personal digital assistant) en biedt de gebruiker daarmee grote flexibiliteit van gebruik, los van tijd en plaats. Het product wordt per 1 april 2007 op de markt geïntroduceerd.

Tenslotte heeft de Topografische Dienst Kadaster in 2006 zowel de certificering voor ISO, als de Code voor Informatiebeveiliging behaald.

### *Omzet dienstverlening Grootchalige Basiskaart Nederland 2006*

	2003	2004	2005	2006
Omzet GBKN	€ 2,3 mln.	€ 2,4 mln.	€ 2,4 mln.	€ 2,4 mln.

De dienstverlening aan de Stichtingen GBKN (Grootchalige Basiskaart Nederland) in het gehele land is kwalitatief verbeterd door uniformiteit en standaardisatie. Er zijn meer werkzaamheden uitgevoerd dan in 2005, waaronder een landelijke leveranciersbeoordeling en een Europese aanbesteding van de GBKN-bijhouding. De omzet van de GBKN-basisdienstverlening is circa 10% lager dan in 2005. De totale omzet is stabiel gebleven door uitvoering van extra werkzaamheden voor het Landelijk Samenwerkingsverband (LSV) GBKN, GBKN Zuid en voor de afnemers van Topografie Producterende Gemeenten.

In het kader van de ontwikkeling naar een basisregistratie is in 2006 samen met het LSV gewerkt aan de voorbereiding van het project Standaardisatie. De eenmalige financiering van circa € 10 miljoen is aangevraagd via het Ministerie van VROM. Als dit project wordt uitgevoerd, is het resultaat een landelijk uniforme GBKN die voldoet aan alle specificaties om basisregistratie te worden, inclusief de afstemming met de Basisregistratie Gebouwen.

### *Kabels en Leidingen*

Op 13 juni tekenden de ministers van Economische Zaken en VROM, het KLIC (Kabels en Leidingen Informatie Centrum) en het Kadaster een convenant met daarin afspraken over de toekomstige informatie-uitwisseling over ondergrondse kabels en leidingen. Het voornemen is dat deze overgaat van het KLIC naar het Kadaster. Registratie van de exacte ligging van kabels en leidingen blijft de verantwoordelijkheid van de netbeheerders. Nieuw is dat het Kadaster gaat bijhouden welke leidingbeheerder de informatie over die ligging kan verstrekken.



## *Samenwerking met wetenschap*

In het afgelopen jaar is nauw contact geweest met de Technische Universiteit Delft en het International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation (ITC) in Enschede. Samen met de TU Delft werkt het Kadaster onder meer aan een onderzoek naar 3D-topografie en naar een verbetering van de derdenbescherming van de kadastrale registratie.

In 2006 participeerde het Kadaster ook in de Nederlandse Commissie voor Geodesie (NCG). De NCG werkt aan de coördinatie van fundamenteel en strategisch onderzoek in Nederland. Het Kadaster neemt deel aan inhoudelijke commissies, onder meer over de geodetische infrastructuur en modellen voor geo-informatie. Daarnaast werkt het mee aan een heroriëntatie op de taken en de rol van de NCG binnen de wetenschap en de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW).

## Adviesdienst Geo-informatie en ICT

### *Algemeen*

De Adviesdienst Geo-informatie en ICT (AGI) is één van de Specialistische Diensten van Rijkswaterstaat, de uitvoeringsorganisatie van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Deze Specialistische Diensten worden gereorganiseerd. Het Bestuur van Rijkswaterstaat heeft hiervoor de rolverdeling over de Specialistische Diensten kritisch bekeken en een veranderingsproces ingang gezet. De bestaande zes Specialistische Diensten (Adviesdienst Geo-informatie en ICT, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Bouwdienst, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Rijksinstituut voor Kust en Zee en Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling) worden samengevoegd in vier nieuwe diensten: Dienst Verkeer en Scheepvaart, Waterdienst, Bouwdienst en Data en ICT Dienst. Belangrijke uitgangspunten hierbij zijn dat de ondersteunende processen 'corporate' worden belegd en dat steeds meer taken aan de markt worden overgelaten. Onderzoeks-, uitvoerings- en beleidsverantwoordelijkheden worden ontrafeld. De AGI zal grotendeels overgaan in de Data en ICT Dienst.

De AGI zorgt dat Rijkswaterstaat, als geo-informatie intensieve organisatie en afnemer van ICT-producten en diensten, efficiënt, klantgericht en vraag gestuurd wordt bediend.

De omgeving van de AGI kent de volgende actoren voor de uitvoering van haar taak:

- De eigenaar: Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat;
- De opdrachtgevers: Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat (oftewel het Bestuur Rijkswaterstaat), de Rijkswaterstaatsdiensten (vertegenwoordigd door de coördinerende Hoofdingenieur-directeuren), de (Beleids) Directoraten-Generaal van het kerndepartement, de Inspectie Verkeer en Waterstaat en andere overheden (tweeden) en derden;
- De gebruikers: primair zijn dat de medewerkers van Rijkswaterstaat en daarnaast medewerkers van de Beleidsdirectoraten van Verkeer en Waterstaat en van andere overheden;
- De kenniswereld: kennisinstututen, (inter)nationale samenwerkingsverbanden, ingenieursbureaus en andere marktpartijen;
- De markt: leveranciers van diensten en producten in de Geo-informatiesector en ICT (zowel inkoop, uitbesteding als het inhuren van expertise);
- De partners: partijen binnen de overheid met vergelijkbare taakstellingen en/of kennisvelden (bijvoorbeeld het Kadaster en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit).

Bijna alle gegevens binnen Rijkswaterstaat hebben een geografische component en daarmee een relatie met een specifieke plek op de aarde. De AGI verzorgt en optimaliseert de informatievoorziening binnen de primaire processen van Rijkswaterstaat: inwinnen, beheer en ontsluiten van (geografische) gegevens. Dit is samengebracht bij de directie Geo-informatie.



*Het kantoor van de Adviesdienst Geo-informatie en ICT aan de Derde Werelddreef in Delft.*

## *Geo-informatievoorziening voor Netwerkmanagement Droog*

Hoofdwegen plannen, aanleggen, beheren en onderhouden: Rijkswaterstaat heeft voor deze taken vanzelfsprekend geo-informatie nodig. De AGI zorgt op afstand en ter plekke voor informatie, applicaties en advies. Op afstand door topografische data centraal te ontsluiten en terplekke zoals bij deformatiemetingen aan viaducten en het beschikbaar stellen van mobiele werkplekken met de nodige geo-informatie.

Voorbeelden van geo-informatie, applicaties en advies en ondersteuning voor Netwerkmanagement Droog zijn:

- Ondersteuning Kerngis. Kerngis is een belangrijk informatiesysteem waarin Rijkswaterstaat haar beheerobjecten vastlegt. De AGI verzorgt het functioneel beheer en draagt zorg voor de aanlevering van gegevens. Het Digitaal Topografisch Bestand, dat door de AGI wordt geproduceerd is hierbij een van de belangrijkste brongegevens.
- De AGI is in samenwerking met marktpartijen en Rijkswaterstaat bezig met de herdefiniëring van het grootschalig topografisch bestand (nu DTB). Hiermee wil men aansluiten op (inter)nationale standaarden, zoals NEN3610 en IM-Geo.
- In 2005 is een convenant gesloten waarmee de uitwisseling van DTB (Digitaal Topografisch Bestand), GBKN (Grootschalige Basiskaart Nederland) en Prorail-bestanden tot 2007 is vastgelegd. Het DTB is reeds vrij beschikbaar gesteld voor derden.
- Deformatiemetingen leveren informatie over de plaats en de vorm van objecten door de tijd heen en zijn een instrument om de toestand van een object in de tijd te kunnen voorspellen. De meting begint met de vastlegging van de uitgangssituatie (nulmeting), waarna periodieke herhalingsmetingen volgen.
- Geo-informatie borgen in innovatieve bestekken. Rijkswaterstaat besteedt haar bestekken voor onderhoud en aanleg innovatief aan. Hiermee wordt bedoeld dat er minder op detail, maar meer functioneel wordt aanbesteed. De AGI wil er mede voor zorgen dat bij het opleveren van een werk (bijvoorbeeld een nieuwe afrit), de geo-informatie wordt meegeleverd. Hiermee beschikt men dan direct over de benodigde informatie voor het beheer en het onderhoudproces. De AGI faciliteert in de contractbeheersing en de controle van de geo-informatie.
- De AGI beschikt over een groot arsenaal aan luchtfoto's en orthofotomozaïeken van zowel Rijkswaterstaatgebied als landelijke bestanden. Deze kunnen gecombineerd worden met andere geo-bestanden, zoals DTB, AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland), GBKN of kadastrale kaarten, etc.

## *Geo-informatievoorziening voor Netwerkmanagement Nat*

Rivieren uitbaggeren, bescherming tegen overstromingen, de aanleg van tunnels en de vlotte doorstroming van het vaarverkeer: allemaal netwerkmanagement van de natte infrastructuur die afhankelijk is van adequate ruimtelijke data.

Voorbeelden van geo-informatie, applicaties en advies en ondersteuning voor Netwerkmanagement Nat zijn:

- DTB-Nat: een grootschalig, objectgericht, driedimensionaal geografisch bestand van de natte infrastructuur (grote rivieren, kanalen, kusten, oevers, meren, havens en dammen) dat in beheer is of eigendom is van Rijkswaterstaat.
- Beheerkaart Nat: de eenduidige vastlegging van alles wat Rijkswaterstaat beheert, in een geografisch bestand met beheer informatie.
- Bestand van de ligging van de oppervlaktewaterlichamen ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water.
- Bestanden van waterkeringen. Hierin bevinden zich de ligging van de primaire waterkeringen in Nederland en de (actuele) kruinhoogten van de (primaire) dijken ten opzichte van NAP (Normaal Amsterdams Peil).
- Advisering over de meest efficiënte wijze van inwinnen, verwerken en combineren van ruimtelijke gegevens over waterbodems; het ondersteunen en helpen verbeteren van (hydrografische) werkprocessen; het bepalen van bootgeometrie; het adviseren over sonarmetingen.
- Radarlocatieonderzoek met een mobiele radarcombinatie. Dit is nodig om vóór aanvang van bouwwerkzaamheden zeker te zijn van een betrouwbaar verkeersbeeld.
- Uitvoeren van specialistische metingen zoals: positiebepaling van meetdrempels (ijkbasis voor peilboten); de afzinking van tunnelelementen; de bepaling van het doorhangen van stuwkleppen onder waterdruk; de bepaling van brughogten (ten behoeve van de doorvaart).

### *Geo-informatievoorziening voor Integraal Waterbeheer*

De kwaliteit en de kwantiteit van water zijn voor Nederland van groot belang. Rijkswaterstaat heeft met Integraal Waterbeheer dan ook een taak van nationale betekenis. Geo-informatie zorgt voor informatie over de hoeveelheid water en de samenstelling ervan.

Voorbeelden van geo-informatie, applicaties en advies en ondersteuning voor Integraal Waterbeheer zijn:

- MWTL-informatievoorziening (Monitoring van de Waterstaatskundige Toestand des Lands). Dit bestaat uit de ontsluiting van de basisinformatie met Geoservices en de ondersteuning bij het gebruik van deze informatie
- Waterkwaliteitskaarten. Deze zijn gebaseerd op satellietwaarnemingen en geven informatie over concentraties van zwevend stof en chlorofyl in de Noordzee en het IJsselmeer.

*De Beheerkaart Nat is net als vele andere gegevenssets beschikbaar via de geoservices infrastructuur.*



- Ecologische karteringen die het beheer van de Rijkswateren ondersteunen. Deze karteringen maken duidelijk waar de beheerder moet ingrijpen om de veiligheid tegen overstroming te waarborgen of bijvoorbeeld om te voldoen aan de normen voor de Kaderrichtlijn Water.

### *Generieke Geo-informatie*

Generieke Geo-informatie richt zich op het netwerkoverstijgende deel van zowel de natte als de droge sector. Ook alle facilitaire geosystemen vallen hieronder.

Op het gebied van data zijn er een aantal toekomstgerichte ontwikkelingen aan te duiden:

- Rijkswaterstaat wil naar een effectieve en efficiënte gegevenshuishouding: data-beheer bij de bron, eenmalig opslag en meervoudig gebruik, ontsloten voor heel Rijkswaterstaat en zoveel mogelijk daarbuiten.
- De ombouw van meta-informatie naar de ISO 19115 standaard (NL-profiel).
- Het digitaliseren van kabels en leidingen blijkt complexer dan werd aangenomen.
- Omvangrijke actie om alle geo-informatie voor heel Rijkswaterstaat op orde te krijgen.

Op het gebied van systemen en services wordt gewerkt aan:

- Geoservices als samenbindend systeem voor het ontsluiten van geo-informatie. Geoservices is gebaseerd op open standaarden en daardoor is de uitwisseling van geo-informatie zeer eenvoudig.

- Ontwikkeling van een zogenaamde geoprojectruimte. Dit biedt projecten en regio's de mogelijkheid om hun geodata op een gestructureerde manier op te slaan, te beheren en te ontsluiten.
- Koppeling van geo-informatiesystemen aan het bedrijfsvoeringssysteem SAP (Systems, Applications and Products in Data Processing).

### *Nationale Basisinformatie*

Het product Nationale Basisinformatie bestaat uit het Normaal Amsterdams Peil (NAP) en het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN).

#### *Het Normaal Amsterdams Peil (NAP)*

Het NAP is een landelijke referentie voor het vastleggen van hoogte-informatie en maakt deel uit van de geometrische infrastructuur van Nederland.

De geometrische infrastructuur is het geheel aan voorzieningen dat de gebruiker in staat stelt om overal in Nederland op elk willekeurig moment tegen acceptabele kosten en met gebruikmaking van gangbare methoden en technieken een stabiele, voldoende nauwkeurige geometrische referentie te gebruiken voor zijn of haar werkzaamheden.

Het fundament van het NAP bestaat uit het primaire net van ondergrondse merken. Dit zijn diep gefundeerde, ondergrondse meetpunten met een grote stabiliteit. Deze leggen het nulniveau van het NAP op een betrouwbare en duurzame wijze vast. Het bekendste merk bevindt zich onder de Dam in Amsterdam.

Voor het operationele gebruik is het secundaire net ingericht. Deze verdichting van het NAP bevat circa 30.000 peilmerken. Peilmerken zijn publiek toegankelijke meetmerken in de vorm van bronzen bouten, die zich in de open lucht aan stabiele objecten bevinden, zoals gefundeerde gebouwen, bruggen, kerken en dergelijke. Deze meetmerken vormen de uitgangspunten voor de hoogtebepaling aan andere objecten. Van deze meetmerken worden de hoogtes en andere informatie gepubliceerd in de NAP-publicatie, die via internet voor abonnees toegankelijk is. De bijhouding van het secundaire net gebeurt via de planning van de planperiodes. Iedere tien jaar worden in een deelgebied van het land de peilmerken gecontroleerd en de hoogtes ervan opnieuw door metingen vastgesteld. De resultaten van deze metingen worden opgeslagen in een database. De informatie uit deze database kan via internet door belanghebbenden geraadpleegd worden. Dit zijn meest vertegenwoordigers van gemeenten, waterschappen en provincies of van ingenieursbureaus.

Vermeldenswaard is dat in april 2006 de duizendste abonnee op de NAP-gegevens werd verwelkomd. Ook in 2006 is het laatste project uit de 3e Planperiode afgerond en is een begin gemaakt met het eerste project uit de 4e Planperiode.

*Het cadeau dat werd uitgereikt aan de duizendste NAP-abonnee.*



Ondersteunend en aanvullend aan de NAP-publicatie is het beheer van het AGRS. NL (Actief GPS Referentie Systeem Nederland) en de publicatie van de geoïde van Nederland.

Bij het beheer van het NAP wordt samengewerkt met diverse binnenlandse en buitenlandse organisaties. In het bijzonder wordt genoemd de samenwerking met het Kadaster onder de naam RDNAP. Verder zijn meetgegevens uitgewisseld met de Nordic Geodetic Commission ten behoeve van de herberekening van hoogtegegevens in Scandinavische en de Baltische landen.

#### *Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)*

Het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) is een gezamenlijk initiatief van de Unie van Waterschappen (UvW), het Interprovinciaal Overleg (IPO) en Rijkswaterstaat.

Het AHN-project had bij aanvang in 1996 als belangrijkste doelstelling de opbouw van een uniform, landsdekkend bestand. Verder wilde men een kostenbesparing bereiken door een gezamenlijke aanpak binnen de overheid. De opbouw van het bestand is voltooid in 2003, waarna de beheersfase is ingetreden. Inmiddels is van een aantal gebieden een eerste update ingewonnen en gepubliceerd.

In 2006 is het beheersgebied van het waterschap Brabantse Delta opgeleverd en is het beheersgebied van de waterschappen Reest en Wieden, Velt en Vecht en Groot-Saland in uitvoering genomen. Verder heeft in 2006 vooral de organisatie van de samenwerkingsvorm tussen de belanghebbende overheidsinstanties in de beheersfase van het project de aandacht gekregen. Deze wordt op dit moment verder uitgewerkt en zal in 2007 zijn beslag moeten krijgen.

Het AHN heeft in zijn oorspronkelijk opzet een minimum punt dichtheid van 1 punt per 16 m<sup>2</sup>. Tegenwoordig wordt vaak al ingewonnen met circa 1 punt per m<sup>2</sup>. De hoogte van de punten wijken gemiddeld 5 cm af van de werkelijke maaiveldhoogte met een standaardafwijking van 15 cm. Deze afwijkingen worden vastgesteld aan de hand van referentiegebieden die verspreid liggen over het opnamegebied. Het bestand kan worden verkregen in ruwe vorm en in gridvorm (5 x 5 m, 25 x 25 m en 100 x 100 m).

Bij de inwinning van gegevens voor het AHN wordt gebruik gemaakt van laser-altimetrie, een remote sensing-techniek voor de hoogtebepaling van het landschap. Vanuit een vliegtuig of helikopter wordt met een laserscanner de afstand tot het aardoppervlak gemeten. Tegelijkertijd wordt de positie van het vliegtuig ten opzichte van het terrein gemeten. Met deze gegevens kan worden vastgesteld wat de hoogte van het maaiveld en de objecten hierop is ten opzichte van het NAP. Deze informatie is onmisbaar voor een goed waterbeheer. Niet alleen bij wateroverlast, maar ook om de gevolgen van verdroging van het land (door grondwaterdaling) goed aan te kunnen pakken. Enkele andere toepassingen zijn:

- de berekening van geluidshinder bij de bouw van (snel)wegen;
- geomorfologisch en archeologisch onderzoek;
- de berekening van grondverzet bij natuurontwikkeling;
- voorstudies van tracés, waterlopen en stedelijke inrichting;
- in hydrologische modellering.



*Actueel Hoogtebestand  
Nederland.*



## Dienst der Hydrografie

### *Algemeen*

De belangrijkste taak van de Dienst der Hydrografie betreft het in kaart brengen van de zee, het uitgeven van analoge en digitale zeekaarten en daarmee samenhangende nautische publicaties voor het Nederlandse deel van de Noordzee en de wateren rondom de Nederlandse Antillen en Aruba. Daarnaast heeft de Krijgsmacht in het algemeen en de Koninklijke Marine in het bijzonder behoefte aan militair-hydrografische capaciteit en expertise ter voorbereiding en uitvoering van haar (wereldwijde) operaties.

In 2005 is de Dienst één van de zes directies van het operationele commando, Commando Zeestrijdkrachten (CZSK) geworden. De andere vijf directies zijn alle gehuisvest in Den Helder, maar de Dienst bleef gehuisvest in Den Haag. Per 1 april 2006 is de Dienst verhuisd naar de onderste twee verdiepingen van gebouw 32 op de Frederikkazerne. Na de gebruikelijke verhuisperikelen zijn alle medewerkers goed afgemeerd op de nieuwe en ook herkenbare locatie. 21 juni 2006 was de eerste jaarlijkse, door de Verenigde Naties uitgeroepen Wereld Hydrografie Dag. Deze unieke gelegenheid werd aangegrepen voor de opening van de 'nieuwe' Dienst der Hydrografie door Commandant Zeestrijdkrachten VADM J.W. Kelder.

De ratificatie van het gewijzigde IHO-verdrag (International Hydrographic Organization) ligt voor bij de lidstaten. De Dienst heeft in samenwerking met het Ministerie van Buitenlandse Zaken inspanningen verricht voor de ratificatie van het verdrag. Vernieuwing van de organisatie van de IHO is noodzakelijk om de hedendaagse hydrografische ontwikkelingen adequaat en met voldoende tempo af te kunnen wikkelen.



*VADM J.W. Kelder opent officieel de nieuwe locatie van de Dienst der Hydrografie.*

De Europese ontwikkelingen die van invloed zijn op de Dienst schrijden voortdurend voort; zoals het project INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) en het Groenboek EU Maritiem Beleid, waarvan de hydrografische aspecten in de nationale consultatieronde door de Dienst zijn behartigd.

### *Plannen, operaties en METOC*

#### *Civiele Hydrografie*

In 2006 waren de twee nieuwe HOV'n (Hydrografisch OpnemingsVaartuig) beiden operationeel inzetbaar. Het in stand houden van de inzetbaarheid van de nieuwe schepen met hun moderne bedrijfsvoering heeft ook in 2006 voor de nodige hoofdbrekens gezorgd. De realisatie van de gewenste omvang van het eindproduct is zorgelijk gebleven, met name in het licht van de veilige navigatie in nationale wateren. Additionele materieellogistieke ondersteuning is noodzakelijk gebleken en zal naar verwachting leiden tot de voorziene en gewenste capaciteit.

Ten behoeve van Rijkswaterstaat als hydrografische partner in het Nederlands Hydrografisch Instituut (NHI) heeft de Dienst bijgedragen aan workshops voor het herstructureringsproces van de hydrografische diensten bij Rijkswaterstaat. Hiermee werden de wederzijdse belangen en afhankelijkheden gewaarborgd en onderzoeksprioriteiten vastgesteld voor de toekomst.

Het moderniseringsproces van beide opnemingsloepen werd juist op tijd afgerond, waardoor de hydrografische meetcampagne in de Nederlandse Antillen en Aruba succesvol kon worden uitgevoerd door Hr.Ms. Snellius. Als gevolg van technische aanloopproblemen zal in 2007 het resterende opnemingswerk worden afgerond met een additionele lodingcampagne met een opnemingsloep.

De Dienst heeft in 2006 assistentie verleend bij onderzoek door de TU Delft naar het optimaliseren van dieptemetingen met een methode die nauwkeurige bathymetriemetingen met de multi-beam echosounder (MBES) minder afhankelijk maken van het beschikbaar hebben van nauwkeurige informatie over de geluidssnelheidsprofielen in de waterkolom.

#### *Militaire Hydrografie*

De zoektocht naar de vermiste Nederlandse onderzeeboot O13 in de Noorse Noordzee werd in 2006 voortgezet door het Poolse opnemingsvaartuig ORP Heweliusz. De Dienst heeft in Londen een briefing verzorgd over de bereikte zoekresultaten van Hr.Ms. Snellius en HMS Echo. De in de Tweede Wereldoorlog vermiste onderzeeboot is tot op heden echter niet teruggevonden.

In toenemende mate worden militairhydrografische data beschikbaar gesteld in de vorm van AML's (Additional Military Layers) ter ondersteuning van het Recog-

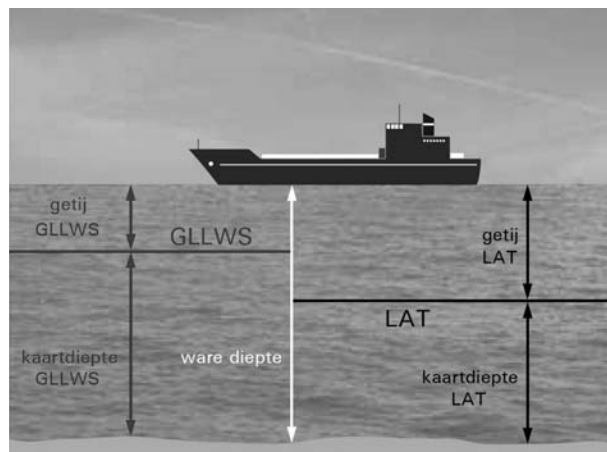
nized Environmental Picture, REP(M). Het project SHIP2 en de reorganisatie van de Dienst zullen voorzien in een structurele AML-productiecapaciteit, die joint, combined en out-of-area inzetbaar zal zijn. De Dienst ondersteunt voorts de ontwikkeling van AML-standaarden en de ontwikkeling van het REP(M) in de diverse NATO-fora.

Voor de missie in Uruzgan is in 2006 ondersteuning verleend om de geodetische grondslag te verbeteren, mede ten behoeve van de uitvoering van militaire operaties en bestond uit het berekenen van posities uit ruwe GPS-metingen.

### *Productie*

In het kader van internationale standaardisering is in 2006 een eerste stap gezet om de productportefeuille van de Dienst over te brengen van het reductievlak Gemiddeld Laag Laag Water Spring (GLLWS) naar Lowest Astronomical Tide (LAT). Na een gedegen voorbereiding is in februari begonnen met deze ingrijpende operatie. Alle databases die ten grondslag liggen aan de producten zijn omgerekend. De eerste naar LAT gerelateerde zeekaart is in oktober 2006 gepubliceerd. Er is veel voorlichting over deze overgang en de consequenties daarvan gegeven aan gebruikers van de producten van de Dienst. Voor dit doel is onder andere een folder en een persbericht gemaakt. Voor diverse doelgroepen is een presentatie over dit onderwerp gegeven.

Naast het onderhoud van de bestaande Electronic Navigational Charts (ENC's) zijn in 2006 nieuwe ENC's uitgegeven van de aanloop van IJmuiden en het Noordzeekanaal. Hiermee is de ENC-dekking van alle belangrijke Nederlandse havens en



*Overgang in de zeekaarten van GLLWS naar LAT.*

aanlooproutes gecompleteerd. De aandacht zal zich nu gaan toespitsen op verkrijgen van dekking van de belangrijkste routes en havens in het Caribische gebied.

Verder worden op wekelijkse basis ENC-bestanden aan belanghebbende ketenpartners (waaronder verschillende directies van Rijkswaterstaat, Operationele School, Kustwacht, Havenbedrijf Rotterdam en Loodswezen) uitgeleverd.

In het jaar 2006 hebben de activiteiten zich naast de overgang naar LAT toegespitst op het actueel houden van de bestaande kaartportefeuille. Naast de jaarlijks terugkerende 1800-serie zijn dertien zeekaarten opnieuw uitgegeven.

In 2006 is doorgedaan met de vulling van het zogenaamde Content Management Systeem (CMS) van de Digitale zeemansgids (HP1D). Voorts zijn de eerste stappen ondernomen om meer bekendheid te geven aan dit product in de internationale hydrografische gemeenschap. De eerste geluiden zijn zeer positief.

### *Geodesie en Getijden*

Het Ministerie van Buitenlandse zaken is diverse malen geassisteerd met betrekking tot het beoordelen en vaststellen van basislijnen en maritieme zones en grenzen. Onder andere werd deelgenomen aan de Nederlandse delegatie voor het vaststellen van de maritieme grens tussen de drie en de twaalf zeemijl in de Eemsmonding bij Duitsland. Deze ondersteuning zal continueren.

Ook bij het instellen van de aansluitende zone van het Koninkrijk heeft de Dienst assistentie verleend, evenals bij de voortgang van de maritieme grens met Frankrijk in het Caribische gebied. Voor Kustwacht NL en NA&A is een 'special product' geleverd waarbij de aansluitende zone is gevisualiseerd in zeekaarten.

Verder is geodetische ondersteuning, zoals het maken van kaartjes en het doen van berekeningen verleend aan het Surinaamse team dat werkt aan de rechtszaak omtrent de vast te stellen maritieme grens tussen Suriname en Guyana. In de zomer van 2007 wordt de uitspraak van deze arbitragezaak verwacht.

De IHO-Special Publication S44 is een publicatie waarin de standaarden zijn opgenomen waar hydrografische opnemingen aan moeten voldoen. De huidige versie is enigszins verouderd door de introductie van nieuwe meetmethoden. De Dienst neemt actief deel aan de vernieuwing van deze publicatie.

Een nieuwe versie van het multifunctionele geodetische freeware programma PCTrans is ontwikkeld en vrij beschikbaar gesteld op de website van de Dienst ([www.hydro.nl](http://www.hydro.nl)). De gebruikersinterface is hierbij geheel vernieuwd. In het najaar zijn hierin de LAT-matrix en de berekening voor magnetische variatie en inclinatie geïntroduceerd. Het aantal downloads per jaar ligt rond de 1600.

Ook is verder voortgang geboekt met het programma dat vanuit historische opnemingen analyses doet met betrekking tot de variabiliteit van de zeebodem. Dit is tevens onderdeel van een promotieonderzoek aan de TU Twente.

Voor de opnemingen in de West door Hr.Ms. Snellius is ondersteuning geleverd op het gebied van getijdenmetingen en positieberekening van GPS-basisstations. Tevens is onderzoek gedaan naar de huidige in gebruik zijnde datumtransformatiesets van de Antilliaanse eilanden.

De Dienst heeft meegewerkt aan het testen van de autopilot aan boord van mijnenjagers. Het testrapport is opgeleverd, de autopilot voldoet aan de specificaties.

CUBE is een moderne procedure voor het verwerken van bathymetrische data en is geïmplementeerd in QLOUD-module van het QINSy-opnemingspakket. De Dienst heeft QLOUD geanalyseerd en zal de gebruiksvoorwaarden vaststellen. Na het opleiden van het betrokken personeel zal QLOUD worden gebruikt bij hydrografische opnemingen binnen de Koninklijke Marine.

Op basis van gelogde data heeft de Dienst een onderzoek verricht over het presteren van Octans II en Octans III in vergelijking met de GPS LRK-oplossing (Long Range Kinematic).

De scheepsgeometrie van de hydrografische sloepen zijn geodetisch ingemeten. Om de metingen van alle sensoren te kunnen combineren dienen de metingen namelijk gerefereerd te worden aan één bepaald referentiepunt van de sloep. Van de metingen is een verslag gemaakt.

Op de International Conference on Coastal Engineering in San Diego is in september een presentatie gegeven over het zeebodemmonitoringsproject. Er is een bijdrage geleverd aan de voortgangsrapportage van de FIG (Fédération Internationale des Géomètres) met betrekking tot Maritime Cadastres. In het tijdschrift Geo-Info is een artikel verschenen over verschillende referentiesystemen die gebruikt worden op zee. Tijdens de NCK-dagen (Nederlands Centrum voor Kustonderzoek) is een presentatie gegeven.

De Dienst heeft bijgedragen aan de organisatie van het congres HYDRO-06 te Antwerpen, georganiseerd door de Hydrographic Society Benelux Branch. De Dienst had onder andere zitting in het comité van aanbeveling en het scientific committee die de abstracts voor Hydro06 en lezingen mede beoordeeld heeft. Ook heeft de Dienst een aantal presentaties verzorgd, waaronder de overgang naar LAT en militaire hydrografie. Gedurende het congres was Hr.Ms. Luymes geopend voor de deelnemers en deze werd in groten getale bezocht.

In april heeft de Dienst medewerking verleend aan de productie van het televisieprogramma 'Watersport totaal'. Hierin werden twee afleveringen verwerkt over het werk van de Dienst. De afleveringen waren te zien op diverse lokale tv-zenders,

onder andere in de regio's Haaglanden en Den Helder en Midden-Nederland en via internet.

# Wachten op een betere plaats

Dr.ir. Sandra Verhagen (DEOS, TU Delft)

In 2008 zou het gebeuren: een compleet en gloednieuw satellietnavigatiesysteem genaamd Galileo zou operationeel zijn, en van onszelf! Niet meer afhankelijk van de Amerikanen en tegelijkertijd nog beter onze plaats kunnen bepalen. Dat was het idee. En nog steeds, maar 2008 werd 2010, 2010 werd 2011, en de laatste berichten zijn dat zelfs dat niet gaat lukken. Waarom het systeem zo lang op zich laat wachten heeft alles te maken met politiek en geld. Daar zal dit stuk niet over gaan. De vraag waar het hier om draait: is Galileo het wachten waard?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden, zullen we eerst naar een stukje geschiedenis moeten kijken. Hoe het Amerikaanse Global Positioning System (GPS) uitgroeide van een militair plaatsbepalingssysteem, tot een systeem dat door Jan en alleman, van wandelaar tot wetenschapper, gebruikt wordt. Daarbij zal ook kort het principe van plaatsbepaling met satellieten uitgelegd worden.

Vervolgens iets over de redenen waarom Europa dan zo graag een eigen systeem wil hebben. Vooral na het besluit om het systeem te gaan lanceren is er veel onderzoek gedaan, grotendeels gefinancierd door de Europese Unie, naar de toegevoegde waarde van Galileo. Op de resultaten van dit onderzoek zal de focus van dit artikel liggen. Daarnaast zal ingegaan worden op andere ontwikkelingen op het gebied van plaatsbepaling en navigatie, in de vorm van alternatieve sensoren of aanvullende systemen.

## GPS: van militair tot burger

### *Geschiedenis van plaatsbepaling met satellieten*

De eerste pogingen om elektromagnetische golven te gebruiken voor plaatsbepaling van vliegtuigen zijn gedaan tijdens de Tweede Wereldoorlog. Later werd ontdekt dat de Dopplerverschuiving van het signaal dat uitgezonden wordt door een satelliet, gebruikt kan worden als een waarneming van het exacte tijdstip dat de satelliet zich op de kleinste afstand bevindt. Met behulp van Kepler's wetten is het mogelijk om de satellietposities te berekenen. En aldus was het idee geboren voor een plaatsbepalingssysteem met satellieten.

De directe voorganger van GPS is TRANSIT, ook een systeem van de Amerikaanse militairen. Dit systeem bestond uit slechts zeven satellieten die op een hoogte van

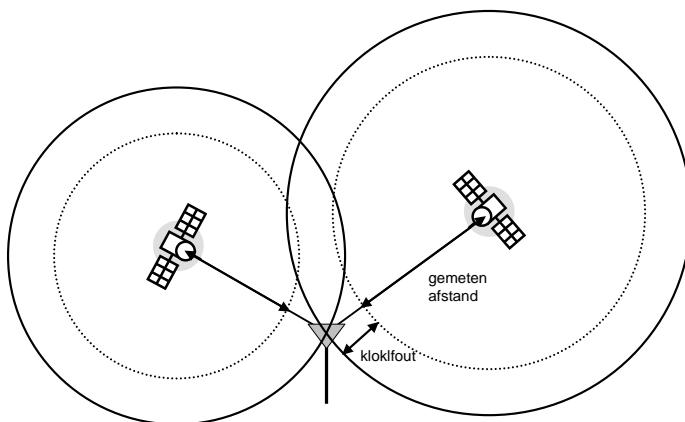
1100 kilometer rond de aarde cirkelden. In eerste instantie werd TRANSIT vooral gebruikt voor plaatsbepaling van militaire schepen en vliegtuigen. Later werd het ook in de civiele wereld gebruikt. Groot nadeel van het systeem was dat satellieten gemiddeld elke 90 minuten overkwamen; in de tussentijd moesten gebruikers hun posities interpoleren.

GPS betekende een grote doorbraak. Positie, tijd en snelheid konden overal op aarde op elk moment, snel en nauwkeurig bepaald worden, dankzij de 24 satellieten op ongeveer 20.000 kilometer boven de aarde. De ontwikkeling begon in de jaren zeventig van de vorige eeuw. Het systeem was volledig operationeel begin jaren negentig.

### *Het principe*

Het principe is als volgt. Een aantal grondstations verspreid over de aarde houden de satellieten continu in de gaten en bepalen nauwkeurig de satellietbanen. De posities van de satellieten zijn dus bekend en worden door de satellieten zelf meegezonden met het signaal. Verder zijn de satellieten uitgerust met zeer nauwkeurige klokken. Dit is essentieel, omdat het principe gebaseerd is op een looptijdmeting: de satelliet zendt een signaal uit, een ontvanger op aarde meet het tijdsverschil tussen uitzenden en ontvangst van het signaal. Dit tijdsverschil vermenigvuldigd met de lichtsnelheid waarmee het signaal reist, geeft dan de afstand tussen satelliet en ontvanger. Zodra de afstand van ontvanger tot minstens drie satellieten bekend is, kan in principe de driedimensionale plaats van de ontvanger bepaald worden omdat de satellietposities bekend zijn (zie figuur 1).

In werkelijkheid zijn er minstens vier satellieten nodig, omdat de klokken in de ontvanger niet zo nauwkeurig zijn – dit zou veel te duur zijn. Het gevolg is een



*Figuur 1. Het principe van plaatsbepaling met satellieten.*



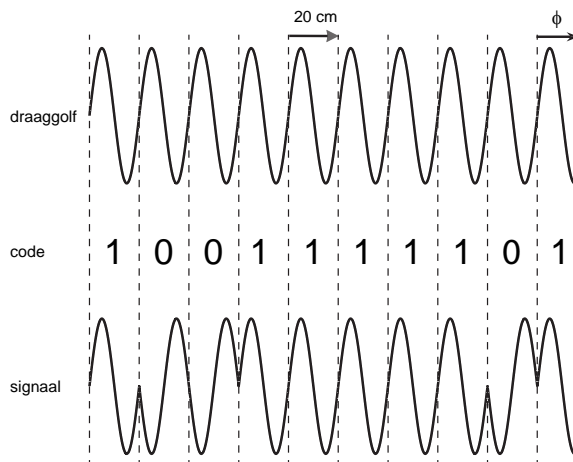
klokfout die hetzelfde is voor de looptijdmetingen naar alle satellieten, en deze zorgt ervoor dat alle gemeten afstanden iets te kort of te lang zijn. Vandaar dat ze pseudo-afstanden genoemd worden. De onbekende klokfout zorgt voor een extra onbekende naast de drie coördinaten van de plaats.

### De signalen

De GPS-satellieten zenden hun signalen uit op twee frequenties: 1575.42 MHz (L1) en 1227.60 MHz (L2). Dit betekent dat de draaggolven een golflengte van respectievelijk ongeveer 19 en 24,5 centimeter hebben. Op deze draaggolven zijn codes en de navigatieboodschap gemoduleerd (zie figuur 2). Deze codes zijn uniek voor elke satelliet. Zodra een ontvanger een signaal ontvangt, kan deze hierdoor herkennen van welke satelliet deze afkomstig is. Bovendien 'weet' de ontvanger wanneer een bepaald stukje code in de satelliet is gegenereerd. Door te bepalen hoe lang dat geleden is, kan de ontvanger aldus de looptijd van het signaal meten.

De uiteindelijke nauwkeurigheid waarmee op deze manier een positie bepaald kon worden, was lange tijd niet veel beter dan enkele tientallen meters doordat de Amerikanen het signaal moedwillig verslechterden voor civiele toepassingen (Selective Availability). In 2000 zijn ze daar mee gestopt. Hierdoor werd het mogelijk plaats te bepalen met nauwkeurigheden van enkele meters.

Maar als het om echt hoge precisie gaat, dan hebben we niet voldoende aan de codemetingen. In dat geval zullen we ook gebruik moeten maken van de fasemetingen van de draaggolf zelf. De fase is de fractie van de sinusvormige golf op het moment van ontvangst en kan met een nauwkeurigheid van enkele millimeters gemeten worden. Zoals bekend is de golflengte slechts ongeveer 20 centimeter en we kunnen dus alleen de lengte van het laatste stukje van de draaggolf meten,  $\Phi$  in



Figuur 2. GPS-sigitaal (zonder navigatieboodschap).

figuur 2. Hoeveel hele golven er aan voorafgegaan zijn, is onbekend. Zodra we in staat zijn deze zogenaamde fasemeerduidigheden voor alle ontvangen signalen te bepalen, kunnen we onze positie berekenen met centimeterprecisie. Het bepalen van de geheeltallige meerduidigheden is een complex probleem, waarvoor Teunissen (1993) een oplossing heeft bedacht in de vorm van de LAMBDA-methode, en die geschikt is voor realtmetoepassingen.

### *Verbeterde nauwkeurigheid*

De belangrijkste factoren die van invloed zijn op de nauwkeurigheid zijn:

- De voortplanting van het signaal: de atmosfeer zorgt voor refractie van het signaal, wat resulteert in een vertraging van het signaal, waardoor de gemeten afstand langer is dan de werkelijke afstand.
- Reflecties van het signaal: de signalen kunnen reflecteren op objecten in de omgeving van de ontvanger. Als deze gereflecteerde signalen ook ontvangen worden, kan dit een aanzienlijke fout in de gemeten positie opleveren.
- Klok- en instrumentfouten van satellieten en ontvanger.
- Fouten in de satellietposities.

Een enorme verbetering in de nauwkeurigheid is te behalen door gebruik te maken van het principe van relatieve plaatsbepaling in de vorm van Differentieel GPS (DGPS) of Real Time Kinematic (RTK). In beide gevallen wordt gebruik gemaakt van een referentiestation, die tegelijk met de gebruikersontvanger metingen verricht. De exacte locatie van het referentiestation is nauwkeurig bekend, waardoor de positie niet meer bepaald hoeft te worden. Een deel van de fouten in de looptijdmetingen van beide ontvangers is (ongeveer) hetzelfde afhankelijk van de afstand tussen de ontvangers en vallen dus weg als de metingen naar dezelfde satellieten van elkaar afgetrokken worden.

Voor toepassingen waar een nauwkeurigheid op decimeterniveau voldoende is, kan in plaats van relatieve plaatsbepaling ook gebruik gemaakt worden van het Precise Point Positioning concept. Daarbij wordt gebruik gemaakt van onder andere nauwkeurige banen en ionosfeercorrecties die berekend zijn door een globaal referentienetwerk. Nadeel is dat deze informatie (nog) niet real time beschikbaar is en dat er een lange initialisatietijd is.

Satellite Based Augmentation Systems (SBAS) vormen een andere ontwikkeling waardoor GPS ook voor zogenaamde veiligheidskritische toepassingen, zoals het landen van vliegtuigen, gebruikt kan worden. Met een SBAS wordt een GPS-achtig signaal uitgezonden door een geostationaire satelliet\*. Dankzij dit signaal kan een

\* Een geostationaire satelliet bevindt zich steeds boven dezelfde plek op aarde en heeft dus ook steeds hetzelfde dekkingsgebied.

positie bepaald worden met een nauwkeurigheid van één meter. Het signaal bevat correcties voor de pseudo-afstanden, correcties voor de atmosferische vertragingen in de ionosfeer, en kan als extra pseudo-afstandmeting gebruikt worden. Maar het belangrijkste is de informatie over de integriteit die meegezonden wordt: dit levert de gebruiker een gecertificeerde grens voor de positiefout.

### *De toepassingen*

Met de ontwikkeling van de differentiële technieken en de LAMBDA-methode, ontdekte de civiele wereld de mogelijkheden van GPS. Je kunt gerust stellen dat het aantal toepassingen explosief is toegenomen in de laatste vijftien jaar. Voorbeelden zijn:

- Geodetische toepassingen: handhaving van referentiestelsels, landmeetkundige toepassingen.
- Navigatie van voertuigen (ter land, ter zee, en in de lucht).
- Deformatiemetingen: zowel bodemdaling als horizontale verplaatsingen door plaattektoniek.
- Meteorologische toepassingen: atmosferische vertraging van signaal is een maat voor de hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer.

Met de beschikbaarheid van GPS voor dit brede scala aan toepassingen, zijn ook de kosten van de ontvangers erg gedaald. Bovendien kunnen de ontvangers steeds kleiner gemaakt worden dankzij technologische ontwikkelingen. GPS op je mobiele telefoon zal binnen afzienbare tijd de standaard zijn.

### *Galileo: waarom?*

Veel gebruikers van GPS zullen zich afvragen wat Galileo ons te bieden heeft. TomTom (of een vergelijkbaar systeem) brengt ons overal met de auto; en uit het lijstje hierboven blijkt dat professionele gebruikers ook al uit de voeten lijken te kunnen met GPS. Toch heeft Galileo ons wel degelijk iets te bieden. Ten eerste natuurlijk onafhankelijkheid van de Amerikanen, maar ten tweede nog meer mogelijkheden door verbeterde nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en beschikbaarheid van satellietnavigatiesystemen.

### *Een onafhankelijk Europa*

Met het toenemende gebruik van GPS voor zowel geodetische als commerciële toepassingen in met name de transportwereld, groeide in de jaren negentig in Europa het verlangen naar een onafhankelijk satellietnavigatiesysteem. In die tijd werden de GPS-signalen nog moedwillig verslechterd door de Amerikanen. Bovendien

gaven de militairen geen toegang tot alle informatie over de signalen en dreigden ze om GPS helemaal 'uit' te zetten voor civiel gebruik in oorlogstijd. Overigens hebben ook de Russen een eigen systeem, Glonass. De ontwikkeling ging lange tijd gelijk op met GPS, maar eind jaren negentig zakte het systeem in het slop door gebrek aan onderhoud. Inmiddels wordt er hard aan de weg getimmerd om ook Glonass te moderniseren en volledig operationeel te krijgen.

De ontwikkeling van een eigen systeem door Europa werd op alle vlakken in gang gezet. In 2008 zou Galileo volledig operationeel moeten zijn. Om het systeem te financieren wilde de Europese Unie gebruik maken van Publiek-Private-Samenwerking, met het idee dat bedrijven en industrie geïnteresseerd zouden zijn in het systeem en er daarom voor willen betalen. Ook de exploitatie zou door een consortium van bedrijven ter hand genomen moeten worden. De huidige vertraging in de komst van het systeem is toe te schrijven aan de onenigheid over de vorming van dit consortium.

### *Galileo versus GPS*

Galileo is gebaseerd op hetzelfde principe als GPS. De belangrijkste verschillen zijn:

- De satellietconstellatie. Galileo zal bestaan uit 30 satellieten, waarvan drie reserve. De satellieten zullen op iets grotere hoogte rond cirkelen dan die van GPS. GPS heeft een nominale constellatie van 24 satellieten, alhoewel het werkelijke aantal al jarenlang rond de 28 ligt.
- De Galileosignalen worden op vier frequenties uitgezonden. GPS zendt nu nog op twee frequenties en in de toekomst op drie frequenties uit (zie tabel 1).

Band	Frequentie [MHz]	Golflengte [cm]	GPS		Galileo		
			O	O	C	PRS	SoL
L1	1575.42	19,03	●	●	●	●	●
L2	1227.60	24,42	●	○	○	○	○
L5 / E5a	1176.45	25,48	●	●	●	○	●
E5b	1207.14	24,83	○	●	●	○	●
E6	1278.75	23,44	○	○	●	●	○

O = Open, C = Commercial, PRS = Public Regulated, SoL = Safety-of-Life

*Tabel 1. Toekomstige signalen en diensten van GPS and Galileo.*

- Galileo biedt verschillende diensten. Dit houdt in dat niet alle signalen vrij beschikbaar zijn (zie tabel 1 en volgende paragraaf). GPS maakt wel onderscheid tussen civiele en militaire codes, maar op elk van de drie frequenties zal in de toekomst een civiele code beschikbaar zijn.

### *De toegevoegde waarde van Galileo*

De verwachting is dat Galileo betere nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en beschikbaarheid kan bieden ten opzichte van het huidige GPS. Ten eerste door de iets gunstigere satellietconstellatie, ten tweede doordat gebruik gemaakt zal worden van nieuwe ontwikkelingen op het gebied van codemodulering. Hierdoor zal niet alleen de precisie van de codewaarnemingen veel hoger zijn, maar ook de invloed van fouten door reflecties zal minder groot zijn. Hierbij dient natuurlijk opgemerkt te worden dat ook GPS gemoderniseerd wordt, dus met GPS zal straks eveneens een hogere nauwkeurigheid behaald kunnen worden.

Gebruikers die bereid zijn ervoor te betalen, kunnen via het E6-signaal ook integriteitsinformatie ontvangen. Met Galileo is men hierdoor niet afhankelijk van een SBAS.

## Toekomst met GPS + Galileo

### *Verbeterde plaatsbepaling*

Verschillende studies zijn uitgevoerd naar de te verwachten prestaties van GPS en Galileo, zie bijvoorbeeld Verhagen (2002, 2006). De belangrijkste conclusies worden hieronder samengevat.

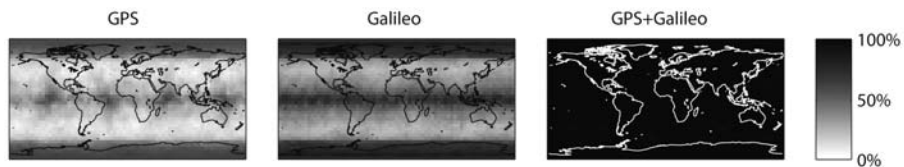
Galileo maakt gebruik van meer satellieten in een andere constellatie en een ander type codemodulatie. Dit zal betere nauwkeurigheid en betrouwbaarheid opleveren. De succeskans van correcte meerduidigheidsbepaling (in het vervolg simpelweg succeskans genoemd), de detectiekans van fouten in de waarnemingen of het model en de precisie van de positie zullen dan ook hoger zijn dan met GPS. Toch zal dit niet continu en overal op aarde een afdoende verbetering opleveren ten opzichte van de huidige situatie.

Het gebruik van drie of meer frequenties met GPS of Galileo heeft wel een prestatieverhogend effect in termen van precisie en succeskans, maar de verschillen ten opzichte van 2-frequentie GPS of Galileo zijn marginaal.

Het meest valt te verwachten van het gecombineerde gebruik van GPS en Galileo door het veel grotere aantal satellieten dat zichtbaar zal zijn, zelfs in omgevingen met veel hoogbouw. Indien van beide systemen de L1 en L5/E5a frequentie worden

gebruikt, zal de succeskans enorm verbeteren ten opzichte van het gebruik van een enkel systeem (GPS òf Galileo).

Figuur 3 illustreert deze resultaten. De figuur toont het percentage van een dag dat de succeskans boven de 99% ligt met GPS, Galileo en GPS+Galileo. In alle gevallen gebruikmakend van de L1 en L5/E5a frequenties. Met GPS is de succeskans gemiddeld 32% van de dag hoger dan 99% over de hele wereld genomen, met Galileo is dat gemiddeld 51% van de dag, en met GPS+Galileo gemiddeld 99.8% van de dag.



Figuur 3. Percentage van een dag dat de succeskans boven de 99% ligt met GPS, Galileo en GPS+Galileo.

### Nieuwe toepassingen

Voor veel toepassingen (ook hedendaagse) is het gebruik van GNSS (Global Navigation Satellite System) zeer wenselijk, omdat vrijwel alle voertuigen in de toekomst standaard uitgerust zullen zijn met een ontvanger en omdat het alternatieve of aanvullende systemen overbodig maakt. Soms zal de betrouwbaarheid van het systeem een kritische factor zijn. Voorbeelden van GNSS-toepassingen waar hogere nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en/of beschikbaarheid nodig zijn:

- Aardobservatie: het meten van deformaties van ijskappen; plaattektoniek; Tsunami-detectiesysteem; getijdemetingen op zee; numerieke weersmodellen en weersvoorspelling; geodetische toepassingen; GIS en Location Based Services.
- Ruimtevaarttoepassingen: navigatie en standbepaling van satellietlanceerraketten, satellieten in lage banen, formaties van satellieten.
- Wetenschappelijke toepassingen: zwaartekrachtmissies; bepaling van zeer nauwkeurige tijd en synchronisatie; volgen van dieren; atmosferisch onderzoek.
- Veiligheidskritische en verkeerstoeppassingen: vliegtuignavigatie bij aanvliegen en landen; lokaliseren van noodoproepen en de inzet van hulpdiensten; management bij rampen; (automatische) voertuignavigatie (op water of land); rekeningrijden; het aansturen van machines bij constructiewerkzaamheden.

## *De beperkingen van satellietnavigatie*

Het gecombineerde gebruik van GPS en Galileo in de toekomst zal een grote verbetering betekenen voor de inzet van GNSS voor allerlei toepassingen. Denk bijvoorbeeld aan het grotere aantal satellieten dat zichtbaar zal zijn in stedelijk gebied, waar gebouwen veel signalen tegenhouden. Toch zal GNSS niet de oplossing zijn voor alle toepassingen. In stedelijke gebieden met veel wolkenkrabbers zal een blinde niet altijd alleen met behulp van GNSS kunnen navigeren. Veel onderzoek wordt gedaan naar het gebruik van GNSS voor indoortoepassingen. Maar ook daar zullen de mogelijkheden beperkt blijven tot grote kantoorgebouwen of winkelcentra en zal aanvullende informatie nodig zijn vanwege de slechte ontvangst. Niet alleen de beschikbaarheid van voldoende signalen kan een reden zijn om gebruik te maken van aanvullende sensoren. Ook de eisen aan betrouwbaarheid voor met name veiligheidskritische toepassingen kunnen een reden zijn. Voorbeelden van aanvullende sensoren en systemen:

- Gyroscopen voor het bijhouden van de richting waarin het voertuig beweegt.
- Map-matching algoritmes voor navigatie van motorvoertuigen.
- Assisted-GNSS. Assistentie-informatie voor snellere beschikbaarheid van de positie, met name in stedelijk gebied, wordt door een dienstverlener naar de ontvanger verstuurd, bijvoorbeeld in de vorm van satellietefemeriden, navigatieboodschap en precieze GPS-tijd.
- Lokale plaatsbepalingssystemen met beacons of camera's.

Echter, voor veel toepassingen zullen deze aanvullende systemen of sensoren niet meer nodig zijn, op voorwaarde dat algoritmes ontwikkeld worden waarmee de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid gewaarborgd kunnen worden.

## *Onderzoek*

Een mooie toekomst is dus mogelijk voor het gebruik van GNSS, maar er zijn nog genoeg (onderzoeks-) uitdagingen. Enkele belangrijke onderwerpen waar binnen DEOS (Department of Earth Observation and Space Systems, TU Delft) aan gewerkt wordt, zijn:

- Meerduidigheidsbepaling en kwaliteitscontrole: het valideren van de oplossing, zodat de betrouwbaarheid gegarandeerd kan worden.
- Precise Point Positioning en Wide-Area RTK: snelle en nauwkeurige plaatsbepaling (beter dan 10 cm) zonder een lokaal referentienetwerk.
- Standbepaling: met behulp van meerdere GNSS-antennes op een platform (bijvoorbeeld een satelliet of een vliegtuig) is het mogelijk de stand te bepalen. Onderzoek is nodig naar de algoritmes om dit zo nauwkeurig mogelijk in real-time te doen.

- Navigeren van formaties van satellieten: in plaats van alle sensoren op één satelliet, zullen in de toekomst sensoren verspreid worden over meerdere satellieten die in een formatie vliegen. Daarvoor is het nodig de relatieve posities nauwkeurig en in real-time te bepalen.

## Afsluiting

Concluderend kunnen we stellen dat Galileo inderdaad een toegevoegde waarde heeft ten opzichte van GPS. Het is alleen een kwestie van geduld totdat we onze plaats echt bijna overal en altijd met nog hogere precisie kunnen bepalen dan nu het geval is.

## Aanbevolen literatuur

- Commissie van de Europese Gemeenschappen (2006). Groenboek betreffende satellietnavigatietoepassingen [http://ec.europa.eu/dgs/energy\\_transport/galileo/green-paper/doc/com\\_2006\\_gp\\_galileo\\_nl.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/galileo/green-paper/doc/com_2006_gp_galileo_nl.pdf).
- Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H. en Collins J. (2001). *Global Positioning System: Theory and Practice*. Springer-Verlag, Berlijn.
- Leick A. (2003). *GPS Satellite Surveying*, John Wiley and Sons, New York, 3rd edition.
- Misra P. en P. Enge (2005). *Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance*. 2e editie, Ganga-Jamuna Press, Lincoln MA.
- Borre K. en G. Strang (1997). *Linear Algebra, Geodesy, and GPS*. Wellesley-Cambridge Press, Wellesley MA.



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

Onderstaande gegevens zijn bijgewerkt tot 1-6-2007.

### De Commissie

Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen (voorzitter; TU Delft)  
Prof.dr.ir. M. Molenaar (secretaris; rector van het ITC)  
Prof.mr. J.W.J. Besemer (Kadaster; TU Delft)  
Prof.dr.ir. A.K. Bregt (Wageningen UR)  
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. R. Klees (TU Delft)  
Ir. C.W. Nelis (VNG)  
Prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom (TU Delft)  
Drs. N. Parlevliet (HID Rijkswaterstaat AGI)  
Dr.ir. H. Quee (voorzitter Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentie-systemen)  
Prof.dr. R.T. Schilizzi (ASTRON/SKA)  
Prof.dr. D.G. Simons (TU Delft)  
Prof.dr.ir. M.G. Vosselman (ITC)  
Prof.dr. M.J.R. Wortel (UU)  
Prof.dr. R.F. Rummel (corresponderend lid; TU München)

### *Mutaties*

Prof.dr. H.F.L. Ottens (Milieu- en Natuurplanbureau) heeft in verband met zijn emeritaat zijn lidmaatschap per 7-12-2006 beëindigd.  
Prof.dr. D.G. Simons (TU Delft) is per 7-12-2006 lid geworden.

## Dagelijks Bestuur

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

## Bureau

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

## Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie

Prof.dr. R. Klees (voorzitter; TU Delft)  
Dr. B. Dost (KNMI)  
Dr.ir. A.J.H.M. Duquesnoy (Staatstoezicht op de Mijnen)  
Dr.ir. R.F. Hanssen (TU Delft)  
Ir. A.P.E.M. Houtenbos  
Mw. dr. C. Katsman (KNMI)  
Ir. A.J.M. Kösters (Rijkswaterstaat AGI)  
Drs. G.A.M. Kruse (GeoDelft)  
Drs. G. de Lange (TNO Bouw en Ondergrond)  
Dr. W.T.B. van der Lee (Rijksinstituut voor Kust en Zee)  
Ir. W.A. Paar (Minerals Akzo Nobel Salt b.v.)  
Dr.ir. F. Schokking MSc DIC (GeoConsult)  
Ing. L. Zeylmaaker (Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V)  
Prof.dr.ir. F.B.J. Barends (TU Delft, GeoDelft; corresponderend lid)  
J.H. ten Damme (corresponderend lid)  
F.H. Schröder (ambtelijk secretaris; NCG)

### *Nieuwe leden*

Ing. L. Zeylmaaker (Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V) per 6-7-2006.  
Dr.ir. R.F. Hanssen (TU Delft) per 22-3-2007.  
Ir. A.J.M. Kösters (Rijkswaterstaat AGI) per 22-3-2007.

### *Ex-leden*

Ir. R.H. Camphuysen (Total): 4-4-2001 – 6-7-2006.  
Dr. H. Kooi (VU): 31-10-1997 – 22-3-2007.  
Mw. dr.ir. K.I. van Onselen (Rijkswaterstaat AGI): 5-9-2003 – 2-11-2006.

Ir. S.S. Schoustra (Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V): 5-6-2003 – 6-7-2006.

## Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen

Dr.ir. H. Quee (voorzitter)  
Ir. J. van Buren (secretaris; Kadaster)  
Dr.ir. P. Ditmar (TU Delft)  
Ir.drs. A.J. Klijnjan (Kadaster)  
Ir. A.J.M. Kösters (Rijkswaterstaat AGI)  
Dr.ir. H. van der Marel (TU Delft)  
Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen (TU Delft)  
F.H. Schröder (ambtelijk secretaris; NCG)

### *Nieuwe lid*

Ir.drs. A.J. Klijnjan (Kadaster) per 23-4-2007.

### *Ex-lid*

Ir. E. Kolk (Topografische Dienst Kadaster): 19-6-2000 – 23-1-2006.  
Ir. J. van der Linde (Kadaster): 1-4-2003 – 23-4-2007.  
Ir. R.E. Molendijk (Rijkswaterstaat AGI): 1-1-1998 – 23-4-2007.

## Subcommissie Geo-Informatie Modellen

Prof.dr.ir. A.K. Bregt (voorzitter; Wageningen UR)  
Ir. J. Kooijman (secretaris; TNO Bouw en Ondergrond)  
Drs. N.J. Bakker (Topografische Dienst Kadaster)  
Ir. G. Boekelo (Grontmij Geo Informatie)  
Dr. M.J.M. Grothe (Rijkswaterstaat AGI)  
Ir. L. Heres (Rijkswaterstaat AVV)  
Prof.dr. M.J. Kraak (ITC)  
Dr. M.J. van Kreveld (UU)  
Prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom (TU Delft)  
Prof.dr. F.J. Ormeling (UU)  
Ing. M. Reuvers (Ravi, Netwerk voor geo-informatie)  
Drs. M.G. de Ruijter (Unie van Waterschappen)  
Ir. R.C.J. Witmer (Kadaster)  
F.H. Schröder (ambtelijk secretaris; NCG)

### *Nieuwe leden*

Drs. N.J. Bakker (Topografische Dienst Kadaster) per 21-6-2006.  
Drs. M.G. de Ruijter (Unie van Waterschappen) per 12-12-2006.

### *Ex-leden*

Ir. P.P. Cluitmans (Provincie Gelderland): 26-1-2005 – 31-1-2006.

Ir. E. Kolk (Topografische Dienst Kadaster): 18-2-1993 – 23-1-2006.

### Subcommissie Mariene Geodesie

Kapt. t.z. F.P.J. de Haan (voorzitter; Dienst der Hydrografie)

Mw. ir. I.A. Elema (secretaris; Dienst der Hydrografie)

Ir. H. Hussem (Rijkswaterstaat Directie Noordzee)

Dr.ir. C.D. de Jong (Fugro-Intersite B.V.)

Prof.dr. R. Klees (TU Delft)

Drs. A. Lubbes (Fugro NV)

Mw. dr.ir. K.I. van Onselen (Rijkswaterstaat AGI)

Ir. R.E. van Ree (Maritiem Instituut Willem Barentsz)

Ing. C.A. Scheele (KIM)

Prof.dr. D.G. Simons (TU Delft)

Mw. dr.ir. M. Snellen (TU Delft)

F.H. Schröder (ambtelijk secretaris; NCG)

### *Ex-lid*

Ir. B.C. Dierikx (Directie Noordzee RWS): 8-10-2004 – 27-1-2006.

## 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 zijn hieronder beschreven.

### 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)
- Mw. dr. J.E. Stoter (ITC)

### 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 Subcommission for Europe (EUREF).
- Dr.ir. P. Ditmar is lid van de Working Group Inverse Problems and Global Optimization en van de Working Group Satellite Gravity Theory.
- Dr.ir. R.C.V. Feron is National Representative van EUREF.
- Dr.ir. R.F. Hanssen is Editor van de Journal of Geodesy.
- Prof.dr. R. Klees is lid van de Inter-Commission Study Group 2.5 Aliasing in Gravity Field Modelling, lid van de Inter-Commission ICP1.2 Vertical Reference Frames, is Fellow van de IAG en is Editor van de Journal of Geodesy.
- Ir. A.J.M. Kösters is lid van de Subcommission for Europe (EUREF).
- Dr.ir. H. van der Marel is lid van de Subcommission for Europe (EUREF), lid van de Technical Working Group van de Subcommission for Europe en lid van de Real Time Working Group van de International GNSS Service (IGS) en vice-voorzitter van de Subcommission 4.3 GNSS Measurement of the Atmosphere.
- Ir. R.E. Molendijk is lid van de Subcommission for Europe (EUREF).

- Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen is Fellow van de IAG, National Correspondent, National Representative van EUREF en is lid van de Special Commission on Mathematical and Physical Foundations of Geodesy.

## Diverse internationaal

- 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, corresponderend lid van de Commission on National and Regional Atlases van de International Cartographic Association (ICA) en lid van de Commission on Generalisation and Multiple Representation van de 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).
- Dr.ir. F.J.J. Brouwer is permanent vertegenwoordiger van Nederland in de World Meteorological Organisation (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 het European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), voorzitter van het High Resolution Limited Area Model (HIRLAM) Consortium en lid van de Council en vice-voorzitter van het Network of European National Meteorological Services (EUMETNET).
- Dr. B. Dost is directeur van het Orfeus Data Centre, lid van het Executive Committee Federation van de International Federation of Digital Seismograph Networks (FDSN), voorzitter van de FDSN Working Group II on Data Formats and Data Centers, lid van het Executive Committee van het European Mediterranean Seismological Center (EMSC), lid van het Executive Committee van de European Seismological Commission (ESC) en voorzitter/lid van de ESC Subcommission B, Working Group Data Centers and Data Exchange.
- Mw. ir. I.A. Elema is lid van de Workgroup 4.3 van Commission 4 Coastal Zone Management, Marine Cadastre and Ocean Governance van de Fédération Internationale des Géomètres (FIG).
- 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. M.J. Kraak is voorzitter van de Commission on Visualization and Virtual Environments van de International Cartographic Association (ICA).
- Dr. M.J. van Kreveld is secretaris van het Steering Committee of Computational Geometry.

- Drs. G. de Lange is secretaris van het Joint Technical Committee 2 Representation of Geo-Engineering Data in Electronic Form van de International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE), is lid van de International Association for Engineering Geology and the environment (IAEG) en de International Society for Rock Mechanics (ISRM).
- Prof.dr.ir. M. Molenaar is corresponderend lid van de Deutsche Geodätische Kommission (DGK), lid van de International Scientific Advisory Council (ISAC) van de International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (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) en lid van de Scientific Advisory Board van het Finnish Geodetic Institute.
- 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 Europees editor en lid van de Editorial Board van Computers, Environment and Urban Systems (CEUS), is nationaal vertegenwoordiger van de Urban Data Management Society (UDMS), is vertegenwoordiger van de TU Delft in het Open Geospatial Consortium (OGC), is reviewer van de tijdschriften Computers & Geosciences, GeoInformatica, IJGIS en van de Journal of Photogrammetry and Remote Sensing van de International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS).
- Prof.dr. F.J. Ormeling is Secretary-General en Treasurer van de International Cartographic Association (ICA) en vertegenwoordigt Nederland in de United Nations Group of Experts on Geographical Names.
- Prof.dr. H.F.L. Ottens is voorzitter van het Stichtingsbestuur van de European Geographical Information Systems Foundation (EGIS) en vice-voorzitter van de Commission for Geo-Information Science van de International Geographical Union.
- Ir. W.A. Paar is vertegenwoordiger van Akzo Nobel Base Chemicals in het Solution Mining Research Institute (SMRI) en gastlid van de Arbeitskreis Kavernen (AKK in het Kreis - Untergrund Speicherung (K-UGS)).
- 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 is lid van de ESA-GOCE Mission Advisory Group, lid van het ESA Earth Science Advisory Committee en lid van het Science Committee van het International Space Science Institute (ISSI).
- Prof.dr. R.T. Schilizzi is lid van de International Astronomical Union (IAU), voorzitter van de Commissie J (Radiosterrenkunde) van de International Union of Radio Science – Union Radio-Scientifique Internationale (URSI) en lid van de RadioNet Board.

- Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen is corresponderend lid van de Deutsche Geodätische Kommission van de Bayerischen Akademie der Wissenschaften.
- 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, voorzitter van de Working Group III/3 Processing of Point Clouds from Laser Scanners and other Sensors van de ISPRS en corresponderend lid van de Deutsche Geodätische Kommission van de Bayerischen Akademie der Wissenschaften.



## Bijlage 3. Onderzoek

De Nederlandse Commissie voor Geodesie initieert 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 1-3-2007.

### *Plaatsbepaling met het Europese systeem Galileo*

De belangrijkste onderwerpen van het promotieonderzoek zijn de prestaties van het systeem Galileo op het gebied van plaatsbepaling en navigatie, tijdsoverdracht en atmosfeeronderzoek. Tevens wordt de integratie met het gemoderniseerde Amerikaanse plaatsbepaling- en navigatiesysteem GPS (**Global Positioning System**) onderzocht voor wat betreft het effect op de prestaties van Real-Time Kinematic plaatsbepaling en de relatie met het Nederlandse AGRS.NL (Actief GPS Referentie Systeem Nederland). De centrale vraag is wat Galileo kan bieden boven op het bestaande GPS en welke mogelijkheden dit biedt, ook voor de Nederlandse beroepspraktijk en het bedrijfsleven.

De promovendus is A. Quan Le en zijn begeleider is dr.ir. C.C.J.M. Tiberius (TU Delft, DEOS). Het onderzoek is gestart in 2003 en wordt gezamenlijk financieel en materieel gesteund door de NCG, de TU Delft en Rijkswaterstaat AGI.

### *Monitoring van bodembeweging met InSAR*

Het promotieonderzoek richt zich op het gebruik van satellietradarinterferometrie voor de monitoring van bodemdaling in Nederland. De hoofdvraag die beantwoord moet worden is hoe, gebruik makend van alle mogelijke radardata van een bepaald gebied, een optimale deformatieanalyse kan worden uitgevoerd, en welke methoden en algoritmen hiervoor moeten worden ontwikkeld. Het onderzoek wordt uitgevoerd door de promovendus P. Marinkovic en zijn begeleider is dr.ir. R.F. Hanssen (TU Delft, DEOS). Als bijzonder aandachtspunt kijkt de promovendus naar de optimale combinatie van radardata afkomstig van verschillende satellietbanen (klimmende, dalende en naburige) en verschillende sensoren zoals ERS, ENVISAT, ALOS (L-band) en ENVISAT ScanSAR.

Het onderzoek is gestart in 2003 en is een initiatief van de Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie. Het onderzoek wordt gefinancierd door de NCG, ALW-NWO, de TU Delft en Rijkswaterstaat AGI.

### *Verbeterde mogelijkheden om baggerwerkzaamheden te voorspellen met hoogprecieze kartering in drukke scheepvaartroutes*

Metingen van de waterdieptes in vaargeulen, zoals de Maasgeul, zijn van groot belang met het oog op de veilige doorgang van de scheepvaart. Hiervoor wordt tegenwoordig standaard het multibeam echosoundersysteem (MBES) gebruikt. Het MBES-systeem meet de waterdieptes langs een strook loodrecht op de vaarrichting. Wordt de vaargeul te ondiep, dan wordt er gebaggerd. Echter, de Maasgeul is een gebied waar de temperatuur en zoutgehalte, en dus het geluidssnelheidsprofiel (= geluidssnelheid als functie van de waterdiepte) van de watermassa zeer variabel zijn, zowel in tijd als in plaats. Het geluidssnelheidsprofiel is van groot belang voor de propagatie van het geluid onder water. Indien dit profiel niet nauwkeurig bekend is, kan de geluidspropagatie niet goed voorspeld worden en treden er fouten op in de waterdieptemetingen met MBES. Recent is een nieuwe methode bedacht om deze negatieve effecten te elimineren zonder dat extra metingen van het geluidssnelheidsprofiel nodig zijn. Een eerste toepassing van de methode is veelbelovend. Binnen het voorgestelde project zal de methode verder getest en ontwikkeld worden. Hierbij zal gebruik gemaakt worden van metingen van Rijkswaterstaat. Een tweede doel van dit project is het verder ontwikkelen van methoden om met het MBES-systeem ook een classificatie van de bodem mogelijk te maken.

Het onderzoek is gestart in december 2005 en wordt uitgevoerd door de promovendus ir. J.J.P. van den Ameele, aangesteld aan de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU Delft (DEOS). Zijn begeleiders zijn mw. dr.ir. M. Snellen (dagelijkse begeleiding) en prof.dr. D.G. Simons (promotor), beide verbonden aan de TU Delft (DEOS). Het onderzoek wordt ondersteund door de Subcommissie Mariene Geodesie van de NCG en financieel mogelijk gemaakt door de NCG, de TU Delft (Speerpunt Water) en de Adviesdienst Geo-informatie en ICT en de Directie Noordzee van Rijkswaterstaat.

Succesvolle uitvoering van het onderzoek zal de mogelijkheden om nauwkeurig de ligging van de bodems van zee en rivier te bepalen sterk vergroten, met name in zeer dynamische omgevingen zoals de Maasgeul. Dit is van belang voor Nederlandse overheidsdiensten actief op het gebied van de mariene geodesie, zoals Rijkswaterstaat en de Dienst der Hydrografie.

## 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 serie **Publications on Geodesy** ('Gele serie', Engels) en in de **Groene serie** (Nederlands en Engels). Hieronder staan de in 2006 uitgegeven publicaties.

In de reeks **Publications on Geodesy**:

- *Precise relative positioning of formation flying spacecraft using GPS*, Remco Kroes, nr. 61, 184 pagina's, ISBN 978 90 6132 296 2.
- *Automatic reconstruction of industrial installations using point clouds and images*, Tahir Rabbani Shah, nr. 62, 194 pagina's, ISBN 978 90 6132 297 9.
- *Semantic interoperability of distributed geo-services*, Rob Lemmens, nr. 63, 308 pagina's, ISBN 978 90 6132 298 6.

In de Groene reeks:

- *Globale en lokale geodetische systemen*, Govert Strang van Hees, nr. 30, 4e herziene druk, 84 pagina's, ISBN: 978 90 6132 294 8.
- *Geo-information and computational geometry*, Peter J.M. van Oosterom, Marc. J. van Kreveld (Editors), nr. 44, 62 pagina's, ISBN 978 90 6132 299 3.

*Jaarverslag 2005 Nederlandse Commissie voor Geodesie*, 86 pagina's, ISBN 978 90 6132 300 6.

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

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

## Bijlage 5. Bureau van de NCG

Het Bureau van de NCG is 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 wordt 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% (4% in 2005).

Het Bureau voert de secretariaten van de Commissie, het Dagelijks Bestuur, de subcommissies Bodembeweging en Zeespiegelvariatie, Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen, Geo-Informatie Modellen en Mariene Geodesie. 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 de publicaties van de NCG.

## Bijlage 6. Afkortingen

3D	driedimensionaal
AGI	Adviesdienst Geo-informatie en ICT van Rijkswaterstaat
AGRS.NL	Actief GPS Referentie Systeem Nederland
AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
AKK	Arbeitskreis Kavernen
ALOS	Advanced Land Observing Satellite
ALW	Aard- en Levenswetenschappen
AML	Additional Military Layer
ASTRON	Stichting Astronomisch Onderzoek Nederland
AVV	Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
CAD	Computer Aided Design
CEN	Comité Européen de Normalisation
CEUS	Computers, Environment and Urban Systems
CMS	Content Management Systeem
CSSTEAP	Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific
CZSK	Commando Zeestrijdkrachten
DEOS	Department of Earth Observation and Space Systems
DGK	Deutsche Geodätische Kommission
DGPS	Differential GPS
DTB	Digitaal Topografisch Bestand
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
EGIS	European Geographical Information Systems Foundation
EGN	EuroGeoNames
EMSC	European Mediterranean Seismological Center
ENC	Electronic Navigational Chart
ENVISAT	Environment Satellite
ERS	European Remote-sensing Satellites
ERTICO	European Road Transport Telematics Implementation Co-ordination
ESA	European Space Agency
ESC	European Seismological Commission
ESTEC	European Space Research and Technology Centre
ETRS	European Terrestrial Reference System
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
EUVN-DA	European Vertical Network Densification Array
FDSN	International Federation of Digital Seismograph Networks
FIG	Fédération Internationale des Géomètres
GBKN	Grootschalige Basiskaart Nederland
GEO	Group on Earth Observations
GI	geo-informatie
GII	Geo-informatie-infrastructuur
GIMA	Geographical Information Management and Applications
GIN	Geo-Informatie Nederland
GIS	Geografische Informatiesystemen
GLLWS	Gemiddeld Laag Laag Water Spring
GLONASS	Global Navigation Satellite System
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	Geodetisch Referentie Systeem
HID	Hoofdingenieur-Directeur
HIRLAM	High Resolution Limited Area Model
HOV	Hydrografisch opnemingsvaartuig
HSB	Hydrographic Society Benelux
IAEG	International Association for Engineering Geology and the environment
IAU	International Astronomical Union
ICA	International Cartographic Association
IC-ENC	International Centre for Electronic Navigational Charts
ICT	informatie- en communicatietechnologie
IGS	International GPS Service
IHO	International Hydrographic Organization
InSAR	Inertial Synthetic Aperture Radar
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
IPO	Interprovinciaal Overleg
ISAC	International Scientific Advisory Council
ISO	International Organization for Standardization
ISPRS	International Society for Photogrammetry and Remote Sensing
ISRM	International Society for Rock Mechanics
ISSMGE	International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering
ITC	International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation

KBR	K/Ka-Band Ranging System
KIM	Koninklijk Instituut voor de Marine
KLIC	Kabels- en Leidingen Informatie Centrum
KNAW	Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
K-UGS	Kreis - Untergrund Speicherung
LAT	Lowest Astronomical Tide
LSV	Landelijk Samenwerkingsverband
MACHC	Meso America and Caribbean Sea Hydrographic Committee
MBES	multibeam echosounder
MWTL	Monitoring van de Waterstaatskundige Toestand des Lands
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij b.v.
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NATO	North Atlantic Treaty Organisation
NCG	Nederlandse Commissie voor Geodesie
NCGI	Nationaal Clearinghouse Geo-Informatie
NEN	Nederlands Normalisatie-instituut
NETPOS	Netherlands Positioning Service
NGII	Nederlandse Geo-Informatie Infrastructuur
NHI	Nederlands Hydrografisch Instituut
NLGeo2004	Nederlandse Geoïde 2004
NSHC	North Sea Hydrographic Commission
NWO	Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
OEEPE	Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales
OGC	Open Geospatial Consortium
pda	personal digital assistant
PPP	Precise Point Positioning
RAK	Raad voor Aarde en Klimaat
Ravi	Netwerk voor Geo-informatie
RD	Rijksdriehoeksmeting
RDNAP	Samenwerkingsverband van Rijkswaterstaat en het Kadaster
REP	Recognized Environmental Picture
RGI	Ruimte voor Geo-Informatie
RTK	Real Time Kinematic
SAP	Systems, Applications and Products in Data Processing
SBAS	Satellite Based Augmentation Systems
SBSM	State Bureau of Surveying and Mapping
SDSL	Symmetrical Digital Subscriber Line
SHIP	Systeem voor Hydrografische Informatieprocessen
SKA	Square Kilometre Array
SLR	Satellite Laser Ranging
SMRI	Solution Mining Research Institute
TOP10NL	Topografisch vectorbestand 1:10.000; opvolger van TOP10vector
TOP10vector	Topografisch vectorbestand 1:10.000

TU	Technische Universiteit
UDMS	Urban Data Management Society
UELN	United European Levelling Network
UR	Universiteit en Research Centrum (Wageningen)
URSI	Union Radio-Scientifique Internationale - International Union of Radio Science
UU	Universiteit Utrecht
UvW	Unie van Waterschappen
VADM	Vice-admiraal
VNG	Vereniging van Nederlandse Gemeenten
VROM	(Ministerie van) Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
WGS84	World Geodetic System 1984
WMO	World Meteorological Organisation