

Jaarverslag 2001

Nederlandse Commissie voor Geodesie

NCG Nederlandse Commissie voor Geodesie

Delft, september 2002

Jaarverslag 2001 Nederlandse Commissie voor Geodesie
ISBN 90 6132 276 6

Vormgeving en productie: Bureau Nederlandse Commissie voor Geodesie
Druk: Optima Grafische Communicatie, Rotterdam
Omslag: Een samenstel van kaarten van de Topografische Dienst (links) en een
beeld van de EPS-A-scanner, Instituut voor Milieuvraagstukken, IVM (rechts)

Bureau van de Nederlandse Commissie voor Geodesie
Bezoekadres: Thijsseweg 11, 2629 JA Delft
Postadres: Postbus 5030, 2600 GA Delft
Tel.: 015-2782819
Fax: 015-2781775
E-mail: ncg@citg.tudelft.nl
Website: www.ncg.knaw.nl

Voorwoord

Voor u ligt het jaarverslag 2001 van de Nederlandse Commissie voor Geodesie (NCG). De NCG initieert en coördineert fundamenteel en strategisch geodetisch onderzoek in Nederland en geeft adviezen over algemene beleidslijnen voor de geodesie. Naast de Commissie telt de NCG vijf subcommissies, die elk werkzaam zijn op een deelterrein van het wetenschappelijke aandachtsveld van de Commissie. De Commissie en de subcommissies tellen samen ruim 60 leden. De NCG is een instituut van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW).

Het nauwkeurig plaatsbepalen met satellieten neemt in de geodetische praktijk nog steeds toe. Het is de taak van de NCG om nieuwe ontwikkelingen op dit gebied te stimuleren en de infrastructuur te verbeteren. In dit verslagjaar zijn de plannen voor een Europees satellietnavigatiesysteem 'Galileo' nauwgezet gevolgd en zijn voorstellen besproken voor het certificeren van geodetische netwerken op basis van het bestaande Amerikaanse Global Positioning System (GPS).

Voor het gebruik van geo-informatie in Nederland ontstaat in toenemende mate de behoefte aan een goed functionerende geo-informatie infrastructuur. De mogelijkheden en wenselijkheden op dit gebied zijn uitvoerig besproken.

De Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie heeft een bijdrage geleverd aan de kennistoename op het gebied van bodembeweging en het bevorderen van uniformering van normen en methodieken. Tijdens een themadag zijn geodetische meetmethoden geconfronteerd met het maatschappelijk kader van bodembeweging in Nederland, zoals ten gevolge van gaswinning.

In een speciaal voor het jaarverslag geschreven artikel beschrijft dr.ir. R.F. Hansen (TU Delft) de recente ontwikkelingen in deformatiemetingen met satelliet-radarinterferometrie en de permanent-scatterers-methode in relatie tot geodetische toevalsnetwerken.

In het jaarverslag zijn de activiteiten beschreven van de NCG en haar subcommissies in 2001. De in de NCG vertegenwoordigde geodetische diensten het Kadaster, de Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat, de Dienst der Hydrografie en de Topografische Dienst doen verslag van hun werkzaamheden op geodetisch gebied. Het jaarverslag is ook integraal gepubliceerd op de website van de NCG: www.ncg.knaw.nl.

prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen,
voorzitter NCG

Nederlandse Commissie voor Geodesie

De Nederlandse Commissie voor Geodesie (NCG) is een instituut 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 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. Het Bureau ondersteunt de werkzaamheden van de Commissie, het Dagelijks Bestuur en de subcommissies.

De Nederlandse Commissie voor Geodesie geeft Engelstalige publicaties uit in de reeks 'Publications on Geodesy' en Nederlandstalige in de 'Groene serie'.

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

Verdere informatie over de NCG is te vinden op de website van de NCG: ww.ncg.knaw.nl.

Inhoudsopgave

Nederlandse Commissie voor Geodesie 1

Ontwikkelingen 1
Resultaten en activiteiten 3

Subcommissies 7

Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie 7
Subcommissie Geo-Informatie Modellen 10
Subcommissie Geometrische Infrastructuur 11
Subcommissie Mariene Geodesie 14
Subcommissie Geodetisch Onderwijs 16

Geodetische diensten 19

Het Kadaster 19
Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat 25
Dienst der Hydrografie 34
Topografische Dienst 40

Geodetische toevalsnetwerken, dr.ir. R.F. Hanssen 45

Bijlagen 56

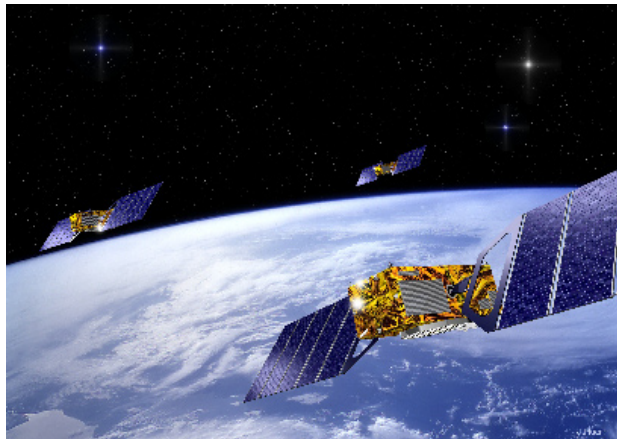
Samenstelling van de organen van de NCG 56
Internationale betrekkingen 61
Publicaties 64
Het Bureau 65
Afkortingen 66

Nederlandse Commissie voor Geodesie

Ontwikkelingen

Galileo

De Europese Commissie heeft het ambitieuze plan opgevat om binnen tien jaar een systeem voor satellietnavigatie te ontwikkelen en te operationaliseren dat vergelijkbaar is met het Amerikaanse GPS (Global Positioning System). Het systeem met de naam 'Galileo' verkeert momenteel in de ontwerp- en ontwikkelingsfase. Naar verwachting biedt een dergelijk systeem veelbelovende mogelijkheden voor het nauwkeurig plaatsbepalen ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek en van allerlei maatschappelijke toepassingen; zeker ook bij gebruik in combinatie met het GPS-systeem. De ontwikkelingen op dit gebied worden nauwgezet gevolgd en geodetisch onderzoek wordt gestimuleerd.

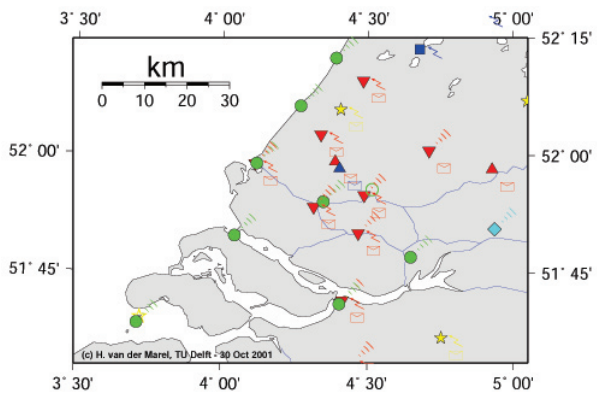


Impressie van satellieten van het Europese navigatiesysteem Galileo, J. Huart (ESA).

GPS-netwerken

De Subcommissie Geometrische Infrastructuur streeft naar een integrale aanpak van de geometrische infrastructuur in Nederland. Dit doet zij door het bevorderen van de koppeling van de verschillende referentiestelsels en te streven naar een zo goed mogelijke toegankelijkheid van deze stelsels. De Subcommissie onderkent referentiestelsels voor de ligging van punten in twee en drie dimensies en afzon-

derlijk voor hoogte en voor zwaartekracht. Het AGRS.NL (Actief GPS Referentie Systeem Nederland) is een belangrijke component van de Nederlandse geometrische infrastructuur. Het vormt de schakel tussen de landelijke referentiesystemen van de Rijksdriehoeksmeting (RD) en het Normaal Amsterdams Peil (NAP) en internationale referentiesystemen, zoals WGS84 (World Geodetic System 1984) en ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989). Op basis van het AGRS.NL worden in toenemende mate private GPS-netwerken opgezet, die bijvoorbeeld gebruikt worden voor de plaatsbepaling en de maatvoering van grote infrastructuurle werken. Hierdoor dreigt in Nederland een lappendeken van netwerken te ontstaan, waarvan de consequenties nog niet in kaart zijn gebracht. In de Subcommissie Geometrische Infrastructuur zijn de wenselijkheden en mogelijkheden besproken van het certificeren van dergelijke netwerken.



Overzicht van GPS-providers in Zuid-Holland, dr.ir. H. van der Marel (TU Delft).

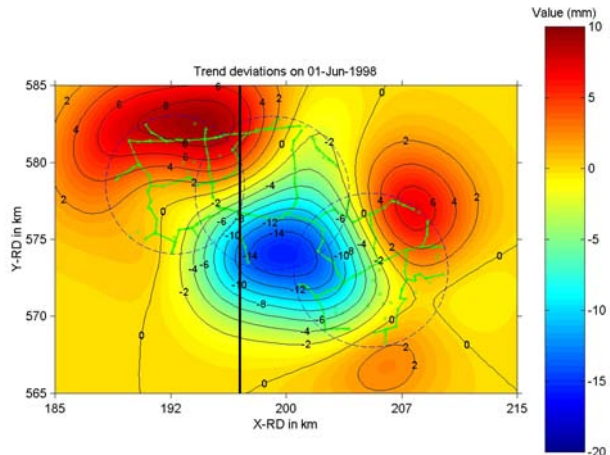
Geo-informatie infrastructuur

Voor een land als Nederland, waar de inrichting, het beheer en het gebruik van de ruimte speerpunten zijn van veel overheidsbeleid en handelen, is de realisatie van een goed functionerende geo-informatie infrastructuur van groot belang. Een geo-informatie infrastructuur is een stelsel van voorzieningen ter ondersteuning van het doel om (geo-)informatie, direct of indirect, aan te bieden aan (potentiële) afnemers of gebruikers. De ontwikkeling van de geo-informatie infrastructuur in Nederland gaat een nieuwe fase in. Kenmerkte zij zich de laatste jaren vooral door ontwerp, bouw en 'prototyping', het moment is aangebroken om door productie en beheer daadwerkelijk tot een brede implementatie in Nederland te komen. Op dit moment krijgt de realisatie van een geo-informatie infrastructuur in ons land te weinig aandacht. De initiatieven zijn te veel op deelaspecten gericht en worden onvoldoende krachtig doorgezet. Er is grote behoefte aan een nationale regisseur voor deze infrastructuur. De mogelijkheden en wenselijkheden op dit gebied worden besproken door de Subcommissie Geo-Informatie Modellen.

Resultaten en activiteiten

Bodemdaling

Eén van de taken van de geodesie is het zo nauwkeurig mogelijk meten en beschrijven van hoogteveranderingen als indicator van bodemdaling ten gevolge van menselijke en natuurlijke activiteiten. Hiervoor worden verschillende methoden gehanteerd voor meetopzet, data-analyse en modellering. De Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie heeft tijdens een themadag op 27 november 2001 aandacht besteed aan het maatschappelijke kader voor de geodetische monitoring ('hoe precies moet het?') en aan de gehanteerde normen en methodieken ('hoe moet het precies?'). Zij levert hiermee een bijdrage aan de kennisintegratie op het gebied van bodembeweging en het bevorderen van de uniformering van normen en methodieken.



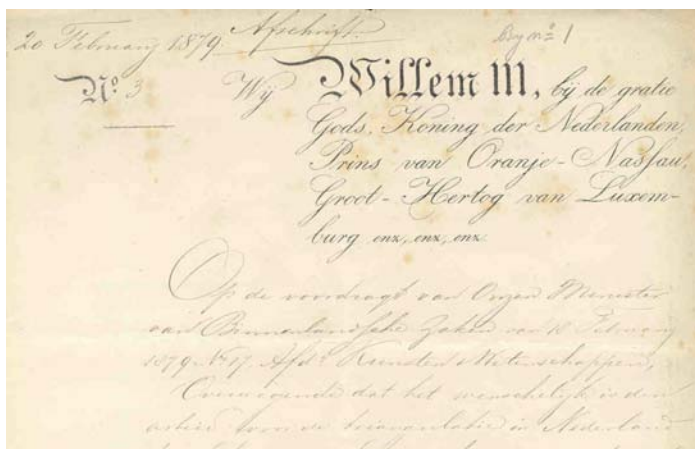
Een beeld van het meten van hoogteveranderingen, ir. R.C.H. Quadvlieg (NAM b.v.).

Geodetisch onderwijs

Op basis van overleg met vele partijen die betrokken zijn bij het geodetisch onderwijs en naar aanleiding van het rapport 'Het beroepsprofiel van de geodeet, nu en in de toekomst' (1999), heeft de Subcommissie Geodetisch Onderwijs haar werkplan bijgesteld. Het vigerende plan bevat aanbevelingen voor het geodetisch onderwijs, zoals voor de bachelor- en masteropleidingen en de samenwerking tussen geo-informatieopleidingen. De aanbevelingen zijn besproken met de opleidingsinstellingen en worden gebruikt bij het formuleren van nieuwe curricula.

NCG 125 jaar

De NCG bestaat in 2004 125 jaar. De NCG wil dit jubileum aangrijpen om de rol van de geodesie in de Nederlandse samenleving - in verleden, heden en toekomst - te accentueren en aandacht te vragen voor de plaats van de NCG in het geodetisch en algemeen wetenschappelijk bestel in Nederland. De NCG wil dit doen door een boek over de geodesie uit te geven, een symposium te houden, de Prof. J.M. Tienstra Onderzoeksprijs 2004 uit te reiken en een tentoonstelling te organiseren. Het boek over de geodesie is bestemd voor een breed publiek en beschrijft de toepassingen van de geodesie in een historisch kader met veel aandacht voor het heden en de toekomst van het vak. Het symposium markeert het jubileum. Het wordt een dag met een wetenschappelijk én een feestelijk karakter, met name bedoeld voor vakgenoten en vertegenwoordigers van aanverwante disciplines. Een professionele tentoonstelling over de maatschappelijke betekenis van geo-informatie en de rol van de geodesie daarbij zal het symposium 'illustreeren'. De tentoonstelling zal voor langere tijd de aandacht op het thema gericht houden en een zo groot mogelijk publiek gelegenheid bieden met de geodesie kennis te maken.



Afschrift van het Koninklijk Besluit over de oprichting van de vaste Commissie voor Graadmeting en Waterpassing, 20 februari 1879.

Onderzoek

De NCG initieert en coördineert fundamenteel en strategisch geodetisch onderzoek in Nederland. Hiervoor worden in samenwerking met partners promotieonderzoeken geformuleerd en gefinancierd. Tijdens het verslagjaar liepen er twee onderzoeken: 'Kwaliteit van geo-informatie en implicaties voor toepassingen' (Centrum voor Geo-Informatie, Wageningen Universiteit) en 'Geometrie-vrije GNSS Meerduidigheidsschatting' (Afdeling Geodesie, TU Delft).

Ir. P. Joosten heeft per 1 april 2001 het promotieonderzoek 'Geometrievrije GNSS meerduidigheidsschatting' overgenomen van ir. N. Jonkman.

Ir. Pepijn van Oort is per 1 september 2001 aangesteld als aio aan de Wageningen Universiteit om het werk van drs. Eva Koster aan het onderzoek 'Kwaliteit van geo-informatie en implicaties voor toepassingen' voort te zetten.

Lezing over het kadaster in Zuid-Afrika

Op uitnodiging van de NCG heeft prof. M. Barry (University of Cape Town) op 15 november 2001 in Delft een lezing gehouden met de titel 'Effective Cadastral Systems during periods of Uncertainty: The South African Experience'. De lezing behandelde de uitdagingen en de mogelijke oplossingen voor het kadastrale systeem in Zuid-Afrika in het licht van de sociale, politieke en economische veranderingen naar democratie in de jaren 1990. Eén van de uitdagingen is de teruggave van landrechten aan hen die deze verloren tijdens de periode van de 'apartheid'.

Hutkoffer van prof. Vening Meinesz

In een serie over historische plaatsen van de Nederlandse wetenschap is in de bijlage Wetenschap van de Volkskrant van 18 augustus 2001 een artikel gepubliceerd over een hutkoffer van prof.dr.ir. F.A. Vening Meinesz (1887-1966). De koffer bevindt zich in het archief van de NCG in Delft en bevat resultaten van zijn zwaartekrachtmetingen uitgevoerd in een onderzeeboot in de jaren dertig van de vorige eeuw. Prof. Vening Meinesz was van 1927 tot 1966 lid van de toenmalige vaste Commissie voor Graadmeting en Waterpassing en haar opvolger de Rijkscommissie voor Geodesie. Van 1937 tot 1947 was hij voorzitter van de Commissie.



Hutkoffer van prof. Vening Meinesz (1887-1966) met onderzoeksresultaten.

Dagelijks Bestuur

Het Dagelijks Bestuur van de NCG is per 1 augustus 2001 versterkt met de leden dr. H.M. Fijnaut (hoofdingenieur-directeur van de Meetkundige Dienst RWS) en prof.dr.ir. M.G. Vosselman (Afdeling Geodesie, TU Delft).

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 in de subcommissies gestalte krijgen. In het verslagjaar kende de NCG de subcommissies Bodembeweging en Zeespiegelvariatie, Geo-Informatie Modellen, Geometrische Infrastructuur, Mariene Geodesie en Geodetisch Onderwijs. De samenstelling van de subcommissies staat beschreven in bijlage 1.

Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie

De Subcommissie is in april en september 2001 in vergadering bijeengewest en heeft daarnaast op 27 november 2001 voor de NCG de themavergadering 'Monitoring van bodembeweging in Nederland' georganiseerd. Leidraad voor de activiteiten was het Onderzoeksprogramma 1997-2002 (zie: www.ncg.knaw.nl). Eind 2001 heeft de Subcommissie haar onderzoeksprogramma voor de komende jaren 2002-2007 vastgesteld.

Ondergrondse bewegingen

De Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat heeft een uitgebreide inventarisatie verricht naar de oorzaken van bewegingen van haar ondergrondse peilmerken (OM). Omdat deze peilmerken onafhankelijk zijn gefundeerd, moeten de oorzaken van hoogtevariaties in de bewegingen van de diepe ondergrond worden gezocht. Van verschillende processen, zoals compactie, isostasie, tektoniek en delfstofwinning is de mogelijke invloed gekwantificeerd. Het conceptrapport is in de Subcommissie besproken.

Zeespiegelvariatie

Mw. dr.ir. K.I. van Onselen heeft voor de Subcommissie een presentatie gehouden over de resultaten van haar promotieonderzoek naar de invloed van datakwaliteit op de analyse van zeespiegelvariatie. Zij heeft daartoe onder andere de historische gegevens van peilschalen rond het Noordzeebekken onderzocht.

Modellering van bodembeweging uit waterpasdata

In vervolg op de activiteiten in 2000 is door diverse instellingen onderzoek verricht naar de modellering van bodembeweging uit waterpasdata. Daarbij wordt de analyse steeds vaker direct gebaseerd op de waterpasmetingen, in plaats van de daaruit te berekenen hoogten. Invloed van (variatie in) de hoogterefereentie wordt dan vermeden. De Meetkundige Dienst hanteert deze methodiek inmiddels bij de kinematische modellering van NAP-peilmerken. Bij de Nederlandse Aardolie Maatschappij is de tijd-plaatsmodellering van gasdalingskommen hierop gebaseerd. Beide onderzoeken zijn door de leden ir. R.C.H. Quadvlieg en ir. F. Kenselaar gepresenteerd tijdens het 10e FIG Symposium on Deformation Measurements in maart 2001.

Peilmerkvariaties

Een belangrijke beperkende factor bij de vaststelling van bodemdaling door gas- en zoutwinning wordt gevormd door de variatie van peilmerkhoogten door gebrekkige fundering, grondwaterpeilverandering en natuurlijke bodembeweging. Dit probleem, ook wel peilmerkinstabiliteit of puntruus genoemd, is verschillende keren in de Subcommissie ter sprake geweest. In het onderzoek van commissielid dr.ir. F. Schokking (GeoConsult) is uit historische hoogtegegevens in Friesland met behulp van K-means-clustering de relatie gezocht tussen peilmerkvariaties en de samenstelling van de ondergrond. In het najaar is, in opdracht van de Meetkundige Dienst, door commissielid ir. A.P.E.M. Houtenbos onderzoek gedaan naar een stochastische kwantificering van peilmerkvariatie, uit historische waterpasgegevens over heel Nederland. Beide onderzoeken zijn in de Subcommissie gepresenteerd.

Themavergadering

De jaarlijkse themavergadering van de NCG werd op 27 november verzorgd door de Subcommissie en had als thema 'Monitoring van bodembeweging in Nederland'. In de subtitel 'Hoe precies moet het? – Hoe moet het precies?' komt de insteek van de themavergadering helder naar voren. Enerzijds werd gezocht naar een maatschappelijke onderbouwing van gewenste meetnauwkeurigheden. Bijvoorbeeld in de voordracht van dr. D.K.J. Tommel, voorzitter van de Technische Commissie Bodembeweging (TCBB). Anderzijds werden de verschillende methodieken naast elkaar gezet die in Nederland worden gehanteerd voor de geodetische monitoring van bodembeweging, zowel bij de gas- als de zoutwinning. Ook kwamen de rol van het NAP als hoogterefereentie en de controlerende functie van het Staatstoezicht op de Mijnen aan de orde. De voordrachten worden in de loop van 2002 gebundeld in een publicatie van de NCG.

Onderzoeksprogramma 2002-2007

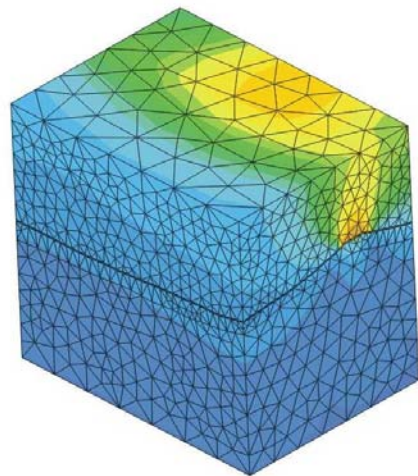
Tijdens de themavergadering op 27 november heeft de Subcommissie haar onderzoeksprogramma voor de komende jaren 2002-2007 besproken. De Subcommissie ziet voor zichzelf een driedelige taakstelling:

1. Richting geven aan fundamenteel en strategisch onderzoek.
2. Het bevorderen van het vastleggen en verspreiden van relevante kennis.
3. Het geven van adviezen en het ondersteunen van instanties met een voorlichtende taak op het gebied van bodembeweging.

De Subcommissie acht de kwaliteitsborging van technisch-wetenschappelijke aspecten van bodembeweging en zeespiegelvariatie de belangrijkste van haar taken, naast die van kennisconservator en voorlichting. Met name de volgende onderwerpen behoeven aandacht in de komende jaren:

- Inzicht in de achterliggende fysische processen van bodembeweging en zeespiegelvariatie.
- Normering van meet- en interpretatiemethoden van bodembeweging en zeespiegelvariatie.
- Profilering van de Subcommissie ten opzichte van instanties en nationale onderzoeksprogramma's.

Jaarlijks wordt het onderzoeksprogramma uitgewerkt in een concreet actieplan. De Subcommissie is nadrukkelijk multidisciplinair samengesteld.



Voorbeeld van een model voor het voorspellen van bodemdaling, themavergadering 'Monitoring van bodembeweging in Nederland', dr. J.N. Breunese (TNO-NITG).

Subcommissie Geo-Informatie Modellen

Activiteiten

In het verslagjaar heeft de Subcommissie Geo-Informatie Modellen driemaal vergaderd. De inhoudelijke activiteiten van de Subcommissie hebben zich geconcentreerd op het inhoud geven aan het onderzoeksplan 'Thema's voor onderzoek 2000-2003' en de syllabus GIS-Kartografie van ir. R. van der Schans.

Uitvoering van onderzoek

De Subcommissie fungeert sinds 1989 als platform voor het afstemmen, coördineren en initiëren van onderzoek op het gebied van de geo-informatie. Op basis van het onderzoeksplan 'Thema's voor onderzoek 2000-2003' is in 2001 het navolgende onderzoek verricht betreffende de verschillende thema's.

Thema 1: Modelleren van spatio-temporele werkelijkheid

- De Ravi heeft verschillende typen voorbeeldbestanden vervaardigd van hetzelfde geografische gebied met gegevens over het kernbestand, gebouwenregistratie, adressering, GBKN en ruimtelijke plannen.
- In het kader van ICES III is door onder meer Wageningen UR en TNO-NITG een project 'Ruimte voor Geo-informatie' voorgesteld dat zeer kansrijk wordt geacht.
- De Ravi heeft een verkenning uitgevoerd naar de Stroomlijning van Adresgegevens. Het project zal volgend jaar worden opgestart.
- Aan de Afdeling Geodesie, TU Delft is een aio-onderzoek gestart samen met het Kadaster over het ontwerp van een 3D-kadaster.

Thema 3: Mutaties van databases en database structuren en consistentie

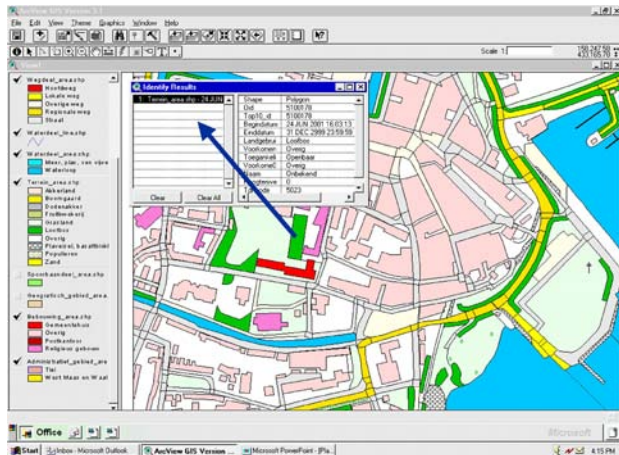
- Inrichting van een Top10vector voor de 21e eeuw door Alterra (gebruikersspecificatie), ITC (conceptuele model), Sectie GIST, Afdeling Geodesie, TU Delft (GML-implementatie).

Thema 4: Meerschelijke spatio-temporele data

- In samenwerking tussen het Kadaster en de Afdeling Geodesie, TU Delft wordt onderzoek verricht naar de mutatiepropagatie op bestaande databases.

Thema 5: Kwaliteit van spatio-temporele data en modellering van onzekerheid

- Na een periode van problemen met de personele invulling is aan de Wageningen Universiteit het onderzoek naar de kwaliteitsmaten en hoe kwaliteit in de praktijk wordt gebruikt van start gegaan.



Computerbeeld van de Top10vector (TDN).

Thema 6: Visualisatie en gebruik van geo-informatie

- Ontwikkeling van een op Java gebaseerde 3D-viewer voor geologische modellen door TNO-NITG.

Thema 7: Geo-informatie infrastructuur en interoperabiliteit

- TNO-NITG werkt aan het ontwikkelen van een webgeoriënteerde atlas en viewer voor 3D-databases met gegevens over de Nederlandse ondergrond.
- Het Kadaster onderzoekt de mogelijkheid om de kadastrale kaart en de GBKN via een landelijke database te ontsluiten.

Aan de syllabus GIS-Kartografie van ir. R. van der Schans wordt gestaag gewerkt, maar het werk neemt meer tijd in beslag dan verwacht. De planning is nu de syllabus medio 2002 gereed te hebben.

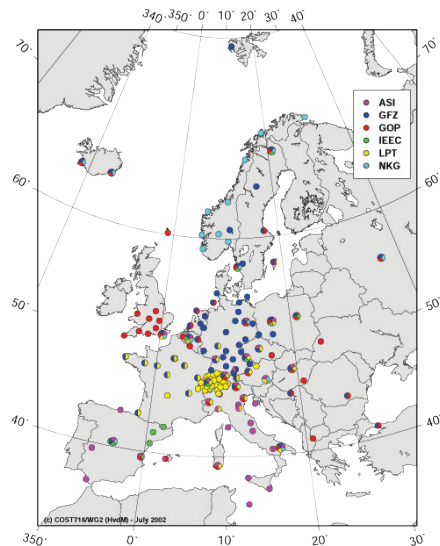
Subcommissie Geometrische Infrastructuur

Actief GPS Referentie Systeem

In 2001 heeft een belangrijke aanpassing van het beleid rondom het Actief GPS Referentie Systeem Nederland (AGRS.NL) plaatsgevonden. Het belangrijkste element daarin is dat de exploitanten van het AGRS.NL zich willen concentreren op de referentiefunctie van het AGRS.NL. Het AGRS.NL is voor het Kadaster en de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat een middel om de overige GPS-infrastructuur in Nederland te certificeren. Hierbij worden de coördinaten van de referentiestations binnen het AGRS.NL bepaald. De overige - meest wetenschappelijke - functies van het AGRS.NL, in 1996 ontwikkeld als een multi-purposesysteem

steem, worden door de TU Delft overgenomen. Commerciële toepassingen van het AGRS.NL zijn niet meer aan de orde. Het huidige aantal stations blijft gehandhaafd op vijf: Apeldoorn, Delft, Eijsden, Terschelling en Westerbork. De huidige producten van het AGRS.NL blijven in enigszins gewijzigde vorm gehandhaafd. De hard- en software van het AGRS.NL worden in 2002 vervangen met uitzondering van de ontvangers, die al in 2000 zijn vervangen.

De TU Delft behartigt de wetenschappelijke belangen van het AGRS.NL en blijft voorzien in uurlijkse datafiles met een minimale vertraging via haar ftp-site voor wetenschappelijke toepassingen. Naast de AGRS.NL-data van Apeldoorn, Delft, Eijsden, Terschelling en Westerbork stelt de TU Delft ook data ter beschikking van de IGS-ontvangers in Delft (GPS/GLONASS-ontvanger), Kootwijk, Westerbork en van de recentelijk geïnstalleerde stations bij de meetmast van het KNMI in Cabauw en de TU in Eindhoven. De TU Delft fungeert daarbij als 'local data centre' voor het EUREF Permanent Network (EPN). Daarnaast is de TU Delft betrokken als analysecentrum voor meteorologische toepassingen, in samenwerking met het KNMI, en als een van de trekkers voor de Europese COST-716 actie. Voorts worden er in Delft waarnemingen gedaan ter evaluatie van het EGNOS System Test Bed (ESTB) voor Eurocontrol.



*COST-716 near real-time network voor waterdampschatting,
dr.ir. H. van der Marel (TU Delft).*

Herdefinitie Rijksdriehoeksmeting en transformatieprocedures

In oktober 2000 heeft de officiële herziening van het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting (RD) plaatsgevonden. Het nieuwe Nederlandse referentiestelsel is als volgt te karakteriseren:

- a. identiek aan ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989);
- b. gebruik van geografische coördinaten in ETRS89 ten opzichte van de internationale standaardellipsoïde GRS80;
- c. vastgestelde relatie tussen RD-coördinaten en ETRS89 middels de transformatieprocedure RDNAPTRANS.

De procedure RDNAPTRANS is vrij beschikbaar voor softwareontwikkelaars. In 2001 hebben 25 ontwikkelaars de benodigde files verkregen. De procedure voorziet in de 7-parametertransformatie uit de HTW (Handboek Technische Werkzaamheden) van het Kadaster, de dubbelprojectie van Schreiber en een locatieafhankelijke correctie die er voor zorgt dat de RD-coördinaten voor de gebruiker niet merkbaar wijzigen. Daarmee is ook het RD-stelsel sinds oktober 2000 officieel gekoppeld aan het Europese referentiestelsel ETRS89. Er is gekozen voor een implementatie die er voor gebruikers in voorziet dat bestaande investeringen in RD en NAP zijn veilig gesteld. Anderzijds mogen gebruikers zich verheugen op een driedimensionaal stelsel, vrij van systematische effecten, dat in geheel Europa in gebruik is en compatibel is met WGS84. De ontwikkeling in Nederland sluit goed aan bij de plannen op Europees niveau aangezien ETRS89 de jure en de facto als Europees referentiesysteem is aan te merken. Een vergelijkbare aanpak met locatieafhankelijke correcties wordt inmiddels door verschillende Europese landen gebruikt of overwogen.

Nieuwe realisatie NAP-hoogten, waterpassing en geoid

In verband met de herziening van het NAP is in 1994 gestart met de 5e Nauwkeurigheidswaterpassing van Nederland, die bestaat uit drie campagnes:

1. In 1996 is begonnen met 7330 km primaire en hydrostatische waterpassing. De metingen waren eind 1999 voltooid. Na de berekening in 2000 zijn de metingen gecontroleerd aan de hand van bestaande en nieuw uitgevoerde secundaire waterpasmetingen. Dit heeft geresulteerd in de nodige verbeteringen. De definitieve hoogtes worden in 2002 verwacht.
2. In 1997 en 1998 zijn op meer dan 80 stations meerdaagse GPS-metingen uitgevoerd. De stations zijn, regelmatig verdeeld over Nederland, geplaatst dichtbij eerste-orde-NAP-meetmerken en door waterpassing verbonden met het waterpasnetwerk uit de 5e Nauwkeurigheidswaterpassing. Voor de uitvoering en verwerking van de GPS-metingen zijn de richtlijnen van de EUVN-campagne (European Vertical GPS Reference Network) gevolgd, waarbij gebruik is gemaakt van een aantal stations uit het EPN-netwerk (EUREF Permanent Network) om de hoogte te kunnen berekenen in ETRS89. De uiteindelijke berekeningen zijn in 1999 afgerond.
3. Het primaire zwaartekrachtnetwerk van 200 stations is opnieuw gemeten. Daarbij zijn op vijf stations absolute zwaartekrachtmetingen uitgevoerd. In 2001

is onderzoek uitgevoerd naar de lokale stabiliteit van de ondergrondse merken van het NAP. De resultaten laten zien dat slechts een beperkt aantal van de ondergrondse merken gemeenschappelijk als stabiel kunnen worden aangemerkt. Besloten is een van deze ondergrondse merken (Loenermark) aan te wijzen als uiteindelijke rekenbasis voor de 5e Nauwkeurigheidswaterpassing.

Alle recente overige waterpassingen zullen in 2002 op de recent verkregen resultaten uit de 5e Nauwkeurigheidswaterpassing worden aangesloten. Dit zal resulteren in een revisie van alle NAP-hoogten voor algemeen gebruik. Tegelijkertijd met de publicatie van nieuwe NAP-hoogten wordt een nieuwe geoïde gepresenteerd: NLGEO2002. Deze zal de huidige 'De Min-geoïde' gaan vervangen.

Nieuwe ontwikkelingen, internationale samenwerking, overige activiteiten

Naast de bovengenoemde werkzaamheden volgt de Subcommissie de ontwikkelingen van de modernisering van het GPS, het door de Europese Unie voorgestelde Galileo-systeem, wetenschappelijke ontwikkelingen en analyses en nieuwe manieren van (precieze) plaatsbepaling. Internationale activiteiten en samenwerking in het kader van EUREF (inclusief EPN, EVRS, EUVN), Eurogeographics, het samenwerkingsverband van de Europese National Mapping Agencies (NMA's), en IGS (International GPS Service) worden afgestemd en zo nodig voorbereid in de Subcommissie. Doel is de nationale geometrische infrastructuur steeds een goede relatie te laten houden met de relevante Europese en mondiale geometrische infrastructuur. De Nederlandse activiteiten zijn aan de hand van een nationaal rapport toegelicht op het EUREF-symposium in Dubrovnik, Kroatië. 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 in München, Dubrovnik en Bern.

De Subcommissie is in 2001 driemaal bijgeweest.

Subcommissie Mariene Geodesie

In 2001 is de Subcommissie Mariene Geodesie viermaal bijeengekomen. Het werkplan is in het begin van het jaar geactualiseerd en tevens op de website van de Subcommissie verschenen. Aan de hand van het vernieuwde werkplan zijn diverse acties uitgevoerd. Deze concentreerden zich rond de volgende taken:

1. Zorgen voor de realisatie van een adequaat referentiestelsel voor de Noordzee.
2. De definitie, beschikbaarheid en standaardisatie van plaatsgebonden en tijdsafhankelijke mariene informatie.
3. Op de hoogte blijven van inwin-, verwerkings- en presentatietechnieken.

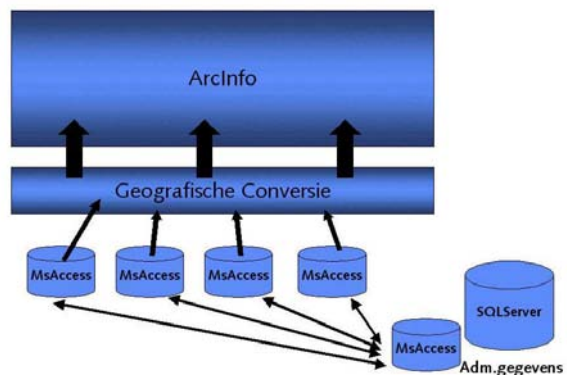
4. Jaarlijks inventariseren van de opleidingsfaciliteiten en de koppeling tussen opleidingen en beroepspraktijk.
5. Continue bijhouden van de lopende onderzoeken op nationaal niveau.
6. Jaarlijks overzicht van internationale onderzoeksprogramma's.

Referentiestelsel voor de Noordzee

Wat betreft het eerste onderwerp is de meeste aandacht uitgegaan naar de realisatie van een Noordzeegeoid. Aangezien er nog steeds geen kandidaat-onderzoeker, noch begeleider is gevonden voor een promotieonderzoek naar dit onderwerp, is besloten om het plan voorlopig 'in de ijskast' te zetten. De behoefte aan een Noordzeegeoid bestaat nog steeds, ook vanuit de Subcommissie Geometrische Infrastructuur. Om de subsidiemogelijkheid van de NCG te benutten, wordt er momenteel gewerkt aan voorstellen voor nieuwe promotieonderzoeken. Daarnaast is de Subcommissie voortdurend op de hoogte gehouden rond de status van de invoering van WGS84 (World Geodetic System 1984) en LAT (Lowest Astronomical Tide) voor de Zeekaarten en Hydrografische Publicaties.

Mariene informatie

Naar mariene informatie is een verkenning uitgevoerd waarvan een verslag is gemaakt. Het verslag is tevens voorgelegd aan de Subcommissie Geo-Informatie Modellen. De Directie Noordzee van Rijkswaterstaat verzorgde in dit kader een presentatie over hun huidige GIS-systeem (zie figuur), waarmee o.a. de zogenaamde Offshore-kaart wordt gemaakt, die verplicht is volgens de Mijnwet. In dit systeem zitten kabels, pijpleidingen, platforms en vergunningsgebieden van offshoremaatschappijen. De bedoeling is dat gegevens uit dit systeem beschikbaar komen op intra- en internet. Er wordt nog bekeken binnen de Subcommissie of er



Concept voor databases, ing. G. van der Lee (Directie Noordzee RWS).

behoefte is aan een inventarisatie van beschikbare (meta-)data op het gebied van de mariene geodesie.

Inwin-, verwerkings- en presentatietechnieken

De leden houden elkaar op de hoogte van de in gebruik zijnde en nieuwe technieken bij hun organisaties. Ir. H. Zwaan van Fugro presenteerde in dit kader de eerste resultaten van het commerciële Starfix-HP-systeem. Ir. R.E. van Ree presenteerde een onderzoek van de Hogeschool van Amsterdam naar fouten in multibeam.

Opleidingen en beroepspraktijk

Er is verslag gedaan van een workshopmiddag die The Hydrographic Society had georganiseerd over opleidingen in Nederland. Daarnaast is verslag gedaan van de beslissing om de hydrografische opleiding van de Hogeschool in Amsterdam vanwege te weinig belangstelling (en daarom onrendabel) op te heffen. De opleiding zal hoogstwaarschijnlijk in een iets andere vorm voortgezet worden bij de Hogeschool Utrecht. Ook over de geringe aantallen studenten bij de opleiding geodesie aan de TU Delft maakt de Subcommissie zich zorgen.

Onderzoek

De leden hebben elkaar op de hoogte gehouden over van belang zijnde ontwikkelingen, onderzoeken en studies die bij hun werkgevers plaatsvinden. Vanuit de Dienst der Hydrografie zijn presentaties verzorgd over het uitgevoerde onderzoek naar multi-beam door een stagiair van de Hogeschool van Utrecht en over technische ondersteuning die verleend is op het gebied van maritieme grensberekeningen.

Er is een overzicht gemaakt van internationale onderzoeksprogramma's met weblinks. Dit overzicht is op de webpagina gezet van de Subcommissie en zal zonodig jaarlijks worden aangepast.

Subcommissie Geodetisch Onderwijs

Het oorspronkelijke werkplan van de Subcommissie (d.d. 17-02-1998) was gebaseerd op het uitgangspunt dat de geodetische opleidingen adequaat dienden aan te sluiten bij de arbeidsmarkt, daarbij rekening houdend met de bestaande structuren, de ontwikkelingen op de arbeidsmarkt, alsmede de bevordering van de kwaliteit en efficiency van de opleidingen. Nadere inzichten werden verkregen uit een onderzoek inzake het beroepsprofiel van de geodeet (het rapport Bakkenist) en door de

uitkomsten van een themavergadering die de NCG hierover heeft georganiseerd (1-11-2000).

Op verzoek van de NCG heeft de Subcommissie vervolgens het oorspronkelijke werkplan herzien. De uitgangspunten van het Herziene Werkplan van de Subcommissie Onderwijs zijn:

- bevordering van het ontwikkelen van competenties in alle lagen van het geodetisch onderwijs;
- bevordering van de samenwerking tussen de onderwijsinstellingen en structuurverbetering;
- bevordering van de perceptie omtrent het vakgebied bij potentiële studenten.

In de uitwerking van deze uitgangspunten heeft de Subcommissie getracht richting te geven aan de activiteiten in het veld. Verantwoordelijken voor de onderwijsprogramma's bij de geodetische onderwijsinstellingen zullen ieder voor de eigen onderwijsinstelling moeten nagaan, zo stelde de Subcommissie, hoe de programma's kunnen worden ingericht zodanig dat, naast technische wetenschappelijke kennis en vaardigheden, ruimte kan worden gevonden voor het aanleren en ontwikkelen van niet-technische kennis en vaardigheden. Voor de definitie van deze niet-technische kennis en vaardigheden zou steun gevonden kunnen worden in het rapport Bakkenist.

Verantwoordelijken voor de desbetreffende instellingen en verantwoordelijken voor de onderwijsprogramma's zullen in gezamenlijkheid moeten nagaan hoe de door de regering gewenste invoering van het Bachelor/Mastermodel zodanig in het geodetisch onderwijs kan worden ingevoerd dat een sterke combinatie ontstaat van onderling goed afgestemd geodetisch mbo-, hbo- en wo-onderwijs, meende de Subcommissie. Daarbij is de Subcommissie er een sterke voorstander van - in navolging van de themavergadering - ook andere aanpalende instellingen daarbij te betrekken, alsmede het ITC dat reeds van oudsher Masteropleidingen aanbiedt. Het beroepsveld heeft een goed georkestreerd aanbod van geodetische Bachelor- en Masteropleidingen nodig, in samenhang met een goede aansluiting vanuit het mbo-onderwijs.

Een duidelijk gestructureerd aanbod van geodetische opleidingen, voorzien van een duidelijk herkenbare component van competentieontwikkeling, zal naar verwachting een zekere wervende kracht hebben op potentiële studenten. In een omgeving waarin andere technisch-wetenschappelijke opleidingen een dergelijke vorming nog geen substantiële plaats hebben gegeven in hun curriculum, kan het geodetisch onderwijs dit als een uniek verkoopargument benutten. Op de themavergadering werd door sommigen gesteld dat de aanduiding 'geodesie' nog als een struikelblok kan worden gezien. Dit sluit aan bij ervaringen in het buitenland (Australië, Canada). De Subcommissie meent dat - zonder overigens zelf negatieve

gevoelens te hebben bij de aanduiding 'geodesie' - onderzocht moet worden welke aanduiding voor het vakgebied beter aansluit bij de perceptie van jongeren.

Op verzoek van de Subcommissie heeft de Nederlandse Commissie voor Geodesie in het verslagjaar een beroep gedaan op diverse instellingen voor geodetisch onderwijs om in de geest van het herziene werkplan actie te ondernemen.

De Subcommissie heeft de indruk dat de aanbeveling aangaande het ontwikkelen van competenties bij meerdere instellingen in goede aarde is gevallen en in de vorm van bijvoorbeeld meer projectonderwijs en invoeging van managementvakken in de onderwijsprogramma's is of wordt verwerkt.

Betreffende de tweede aanbeveling, een verdergaande samenwerking, heeft de Subcommissie waargenomen dat er met name op universitair niveau samenwerkingsplannen zijn ontwikkeld op het Masterniveau. Samenwerking op Bachelorniveau en tussen Master- en Bacheloropleidingen is nog niet tot stand gekomen.

De derde aanbeveling, het bevorderen van meer wervende kracht op potentiële studenten, is door diverse opleidingsinstellingen aangepakt, zij het dat geconstateerd moet worden dat de coöperatieve benadering die eerder in verband van de Stichting Geodesia werd gevolgd, verlaten is. Daarmee kwam een einde aan een gezamenlijk optrekken van onderwijsinstellingen en beroepenveld.

De Subcommissie meent dat het rapport Bakkenist en de genoemde themavergadering een positieve uitwerking hebben gehad en dat een bijdrage is geleverd aan de ontwikkeling van adequate opleidingen. Om het aangedragen gedachtegoed verder te implementeren is tijd nodig. De Subcommissie meent er verstandig aan te doen voorshands haar activiteiten op een laag pitje te zetten.

Geodetische diensten

De geodetische diensten het Kadaster, de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat, de Dienst der Hydrografie en de Topografische Dienst zijn in de NCG vertegenwoordigd door ambtshalve leden. Van deze diensten zijn verslagen ontvangen over de in het verslagjaar uitgevoerde geodetische werkzaamheden.

Het Kadaster

Algemeen

Het Kadaster bestaat al 170 jaar als een vaste waarde in het publieke domein. Het zorgt voor het inwinnen, accepteren, muteren, beheren en verstrekken van informatie over de rechtstoestand van onroerende zaken, maar ook van schepen en luchtvaartuigen. Daarnaast speelt het Kadaster een essentiële rol in het landinrichtingsproces en houdt het een net van coördinaatpunten in stand, het zogenoemde referentienet van de Rijksdriehoeksmeting. Het Kadaster opereert binnen de beleidskaders die in formele wetten verankerd zijn. Dat zijn met name de Organisatiewet Kadaster, de Kadasterwet en de Landinrichtingswet.

Vastgoedinformatie en informatieverstrekking

Inschrijven van akten

In 2001 werden 534.000 hypotheek- en andere akten ingeschreven, 5,2% minder dan in 2000. Het aantal ingeschreven koop- en andere akten daalde met 3,6% tot 407.000 stuks. Het totale bedrag van de ingeschreven hypotheek- en andere akten was voor appartementen ruim € 5,5 miljard en voor eengezinswoningen bijna € 25 miljard. De gemiddelde hypotheeksom voor appartementen was € 146.119 en voor eengezinswoningen was deze € 211.677. De totale koopsom van in 2001 geregistreerde appartementen bedroeg bijna € 7 miljard, terwijl voor geregistreerde eengezinswoningen in totaal bijna € 30 miljard werd betaald. De gemiddelde koopsom was voor eengezinswoningen € 205.666 en voor appartementen € 138.390. Het aantal geregistreerde schepen - voornamelijk plezierjachten - is in de loop van de jaren aanzienlijk gestegen en blijft toenemen. In 2001 waren er 2077 nieuwe inschrijvingen.

Beschikbaarheid digitale kaart

Gewerkt is aan een verdere uitbreiding van het productassortiment en de verbetering van de ontsluiting en beschikbaarheid van de digitale kadastrale kaart. Op

eenvoudige wijze kunnen nu willekeurig begrensde delen uit de kadastrale kaart geselecteerd en in een aantal standaarduitwisselingsformaten geleverd worden. Daarnaast is ook de kaartinhoud leverbaar van een geselecteerde verzameling kadastrale percelen. Verder kunnen specifieke maatwerkproducten gemaakt worden met gebruik van standaardsystemen voor selectie en verwerking van geo-informatie.



Detailmeting door het Kadaster.

Kadaster-on-line

Professionele klanten maken al jaren gebruik van het Kadasternetwerk om de registraties te raadplegen. In 2001 is - als opvolger van dit netwerk - Kadaster-on-line geïntroduceerd. Met dit op internettechnologie gebaseerde systeem voor on line inzage, aanvraag en levering van informatieproducten, kunnen geabonneerde klanten gemakkelijker en efficiënter via de eigen pc toegang krijgen tot de gewenste informatie. De gebruikersinterface biedt een eenvoudige toegang tot de databank en overzichtelijke dialoogmogelijkheden.

Landinrichting

Algemeen

De maatschappij stelt steeds nieuwe eisen aan dezelfde grond. Die eisen vragen om een voortdurende heroverweging van de ordening en inrichting van het land. Een belangrijk onderdeel van de landinrichtingsprocedure is het ruilproces op basis van eigendoms- en gebruiksrechten. Al sinds het begin van de vorige eeuw speelt het Kadaster hierbij als onafhankelijke, deskundige en betrouwbare adviseur een belangrijke rol. De directie Landinrichting van het Kadaster is echter niet alleen bij landinrichtingsprojecten betrokken. In de veranderende verhoudingen tussen de partijen die in het landelijk gebied opereren, wordt ook expertise ingezet bij andere ruimtelijke inrichtingsprocessen. Zo wordt inhoud gegeven aan één van de belangrijkste doelstellingen van het Kadaster: het bevorderen van de rechtszekerheid.

Productie

In het hele land zijn landinrichtingsprojecten in voorbereiding en in uitvoering. Eén van de belangrijkste taken in het landinrichtingsproces is het maken van het plan van toedeling, omdat deze activiteit direct te maken heeft met het ruilproces dat bij landinrichting plaatsvindt. Voor 28.300 hectaren is het plan van toedeling in 2001 ter inzage gelegd en voor in totaal 47.000 hectaren werd de akte van toedeling door de notaris gepasseerd en ingeschreven in de openbare registers.

Wetgeving

De landinrichtingstaken worden uitgevoerd op basis van de Landinrichtingswet. De Reconstructiewet concentratiegebieden speelt een belangrijke rol bij de vervanging van de Landinrichtingswet door de nieuwe Wet inrichting landelijk gebied (WILG). Vooruitlopend op de nieuwe landinrichtingswetgeving wordt een aantal experimenten met een snelle en eenvoudiger vorm van landinrichting uitgevoerd. Medewerkers van het Kadaster zijn hier nauw bij betrokken.

Financiering

De verantwoordelijkheid voor het landinrichtingsbeleid en de daarbij behorende financiële middelen worden in belangrijke mate gedecentraliseerd van de rijksoverheid naar de provincies. Het budget voor landinrichtingswerkzaamheden - en dus ook voor de kadastrale activiteiten daarin - wordt kleiner. Met het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) en de Dienst Landelijk Gebied (DLG) zijn afspraken gemaakt over het tempo waarin deze verlaging van het kadastrale budget wordt gerealiseerd. De voortgang van projecten mag zo weinig mogelijk vertraging oplopen en de rechtszekerheid moet worden gewaarborgd. Bezien wordt of additionele financiering van kadastrale werkzaamheden door de provincies gerealiseerd kan worden. Dit zou kunnen betekenen dat er de komende jaren meer geld beschikbaar komt voor kadastrale ondersteuning in verschillende projecten.

Rijksdriehoeksmeting

Algemeen

De taak van het onderdeel Rijksdriehoeksmeting (RD) van het Kadaster is de instandhouding van de geometrische infrastructuur. Deels gebeurt dit nog steeds door het beheren van een landelijk dekkende verzameling punten die in coördinaten bekend zijn en die als referentiepunten bij landmeetkundige metingen worden gebruikt. Voor een ander deel gebeurt dit door er op toe te zien dat het gebruik van de geometrische infrastructuur op een zo verantwoord mogelijke en eenduidige wijze wordt toegepast. Was dit tot voor kort een zuiver Nederlandse aangelegenheid, tegenwoordig wordt mondiaal gemeten en heel concreet samengewerkt met de buurlanden België en Duitsland.

In de wereld om ons heen is een toenemend gebruik van GPS (satellietplaatsbepaling met het Global Positioning System) te constateren. Dit geldt ook voor landme-

ters: de diverse gebruikers sluiten aan op de geometrische infrastructuur door te meten met GPS. Marktpartijen spelen hier op in door diensten mogelijk te maken waarbij, met behulp van hun referentiestationen, GPS-metingen real time uitgevoerd kunnen worden. Het grote voordeel hierbij is dat de gebruiker met één GPS-ontvanger kan meten. In feite nemen deze aanbieders hierbij voor een deel de rol over van de Rijksdriehoeksmeting en de afdeling NAP (Normaal Amsterdams Peil) van de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat. Om gebruikers de zekerheid te geven dat zij nog steeds in het goede referentiestelsel werken, certificeren de Rijksdriehoeksmeting en de afdeling NAP GPS-dienstverleners op verzoek. Concreet worden de posities van de GPS-referentiestationen in RD/NAP en ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) bepaald en wordt inzicht gegeven in de opbouw van de stations. Op die manier is zowel bij de dienstverlener als bij de afnemer een bepaalde zekerheid gegeven. Op het Geodesia-congres is in oktober 2001 de certificatie geïntroduceerd en is het eerste certificaat uitgereikt.



Plaatsbepaling met GPS (Global Positioning System).

Ook binnen het Kadaster is een toenemend gebruik van GPS zichtbaar. De Rijksdriehoeksmeting heeft in toenemende mate een ondersteunende rol in de regio's bij GPS-metingen. Om verwerking in het LKI (Landmeetkundig en Kartografisch Informatiesysteem) mogelijk te maken is eind 2001 het pakket MOVE3 aangeschaft. Introductie hiervan is geschied onder regie van de afdeling Rijksdriehoeksmeting. Dat er ook in 2001 weer is voldaan aan het goed hanteren van een kwaliteitsmanagementsysteem bij de Rijksdriehoeksmeting is bevestigd in een audit ten behoeve van het ISO-9002-certificaat.

Informatieverstrekking

De publicatie van de Rijksdriehoeksmeting is op drie manieren te raadplegen: op internet, op papier of digitaal via cd-rom. De in 2000 doorgevoerde vernieuwing van de lay-out is over het algemeen een verbetering gebleken. Dit is één van de onderwerpen geweest die zijn onderzocht in een klantenonderzoek dat medio 2001 door de Rijksdriehoeksmeting is uitgevoerd.

De publicatie op internet is opgezet voor de totale geometrische infrastructuur van Nederland en wordt daarom samen met de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat geëxploiteerd. Abonnees van de Rijksdriehoeksmeting kunnen de website (www.rdnap.nl) direct gebruiken. Overige gebruikers wordt de mogelijkheid geboden de gegevens van RD-punten via e-mail te bestellen. De tarieven zijn in 2001 ongewijzigd gebleven. De vervanging van de analoge overzichtskaart door een (digitale) routeplanner, waarop de RD-punten zichtbaar zijn gemaakt, is volgens het klantenonderzoek niet onverdeeld enthousiast ontvangen.

Bijhouding

De werkzaamheden die voor de bijhoudingstaak zijn uitgevoerd, zijn conform de planning gerealiseerd. In 2001 is het waterpassen van alle kernnetpunten, de methode die vereist is voor tweedeorde peilmerken, afgerond. De afspraak met de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat is dat deze uitgebreide metingen eenmaal in de tien jaar herhaald worden. Tussentijds zal een lokale controle van deze kernnetpunten plaatsvinden met een frequentie van eenmaal per drie jaar. De zogenaamde GPS-kernnetpunten worden bij controle opnieuw in ligging bepaald door GPS-meting vanuit het AGRS.NL (Actief GPS Referentie Systeem Nederland). De meest recente coördinaten worden gepubliceerd.

Bij de lokale meting controleert de Rijksdriehoeksmeting periodiek, en op basis van geconstateerde of vermoede storingen, de juistheid van de gepubliceerde gegevens van de RD-punten. Dit geldt alleen voor richtpunten. Door middel van deze lokale meting (centrerend) bepaalt de Rijksdriehoeksmeting de onderlinge ligging van de tot het RD-punt behorende markeringen (zogenoemde stationspunten). Hierdoor kunnen lokale verstoringen worden opgespoord. Waar nodig vervangt of herstelt de Rijksdriehoeksmeting de markeringen en past de gepubliceerde coördinaten aan. Bij alle overige RD-punten vindt controle uitsluitend visueel plaats. Als een punt is verstoord of verdwenen, herstelt de Rijksdriehoeksmeting het punt niet meer, maar schrapt deze uit de publicatie. Eventuele verbeteringen in plaatselijke benaming of aanmetingsschets worden wel aangebracht.

Actief GPS Referentie Systeem

Het Actief GPS Referentie Systeem Nederland (AGRS.NL) is sinds 1 juli 1997 operationeel. Het wordt geëxploiteerd door het Kadaster en de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat samen. Vijf over Nederland verspreide referentiestationen registreren voortdurend de satelliet signalen. De rol van het station Kootwijk is begin 2001 overgenomen door het nieuwe station Apeldoorn. Een rekencentrum dat is ondergebracht bij het Kadaster in Apeldoorn verzamelt, controleert en distribueert de data. De datadistributie gebeurt via het internetadres www.agrs.nl. Met deze data kan een gebruiker met één GPS-ontvanger overal in Nederland zijn positie op enkele centimeters nauwkeurig bepalen. Het Kadaster en de Meetkundige Dienst zijn de grootste afnemers van AGRS-data, maar ook andere partijen kunnen - tegen betaling - de data verkrijgen. Als AGRS wordt toegepast bij landmeetkundige metingen met GPS vormt de betrouwbaarheid van AGRS-punten daarbij een belangrijke

rol. De Rijksdriehoeksmeting voert in opdracht van AGRS.NL ieder jaar lokale metingen uit om de juistheid van de ligging en de hoogte te controleren. In 2000 is een onderzoek uitgevoerd naar de haalbaarheid van het concept van het virtuele referentiestation. Gezien de ontwikkelingen in de markt hebben het Kadaster en de Meetkundige Dienst besloten om dit concept vooralsnog niet productierijp te maken. De ontwikkelde software wordt intern wel gebruikt om de kwaliteit van GPS-data te beoordelen.

Voortgang van andere werkzaamheden

Topografische Dienst Nederland

In het verslagjaar is - op verzoek van de staatssecretarissen van Defensie en VROM - intensief overleg gevoerd over herpositionering van de Topografische Dienst Nederland bij het Kadaster. Omdat het Kadaster een voor de hand liggende partner voor de Topografische Dienst is, heeft de ministerraad eind 2001 besloten de Topografische Dienst bij het Kadaster onder te brengen.

Internationale activiteiten

Het Kadaster speelt een actieve rol in het buitenland door de kennis en ervaring van Kadaster ter beschikking te stellen aan landen waar landregistratiesystemen minder goed zijn ontwikkeld. Deze rol wordt vervuld door Kadaster International.

De activiteiten van Kadaster International bestaan uit internationale samenwerking met overheidsorganisaties die verantwoordelijk zijn voor de opzet en bijhouding van dergelijke systemen en met het verwerven en uitvoeren van consultancyopdrachten op het gebied van institutional building, advisering, pilotprojecten en training. Deze consultancyopdrachten worden veelal gefinancierd door bilaterale bronnen zoals het Ministerie van Buitenlandse Zaken en door multilaterale bronnen zoals de Wereldbank en de Europese Unie. In 2001 was het merendeel van de projecten gefinancierd door bilaterale bronnen.

De belangrijkste aandachtsgebieden zijn Midden- en Oost-Europa, Latijns-Amerika en de landen waarmee Nederland een bilaterale ontwikkelingsrelatie onderhoudt. In 2001 heeft het Kadaster projecten uitgevoerd in Bolivia, Guatemala, Kroatië, Tsjechië, Bulgarije, Hongarije, Slowakije, Polen, Griekenland en Egypte. In deze projecten wordt zeer vaak samengewerkt met het bedrijfsleven, opleidingsinstituten en andere organisaties, zowel in Nederland als daarbuiten. Samenwerking met lokale partners en inzet van lokale medewerkers is essentieel om de continuïteit van de in het land geïntroduceerde kennis te waarborgen.

Het Kadaster was vele malen gastheer van buitenlandse delegaties uit diverse landen, waaronder Guatemala, Maleisië, Egypte, Libanon en Polen. Klanten, partners, financiers, personeel en andere belangstellenden worden regelmatig geïnformeerd over de internationale activiteiten door het Engelstalig blad Kadaster Abroad.

Buitenlandse contacten

Het Kadaster biedt huisvesting aan en verzorgt het Office International de Cadastre et du Régime Foncier (OICRF), een internationaal documentatiecentrum voor kadasters en landregistratie. Het Office is een permanent orgaan van de Fédération Internationale de Géomètres (FIG). Het Kadaster is vertegenwoordigd in FIG Commissie 7 (Cadastre and Landmanagement) en vervult het vice-voorzitterschap. Het hoofd Geodesie is uit hoofde van zijn functie lid van de IAG-subcommission for Europe (EUREF). Ook is het Kadaster vertegenwoordigd in het Bureau van de Working Party on Landadministration (WPLA), dat ressorteert onder de Economic Commission for Europe van de Verenigde Naties.

Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat

Algemeen

De Meetkundige Dienst (MD) is van oudsher de informatiespecialist op het gebied van geo-informatievoorziening voor het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W) en in het bijzonder voor Rijkswaterstaat (RWS). Tegenwoordig valt ook de jongere ICT-component (informatie- en communicatietechnologie) niet meer weg te denken, zowel als dienst op zichzelf en als onderdeel van geo-informatievoorziening. De huidige Meetkundige Dienst ondersteunt de kerntaken van V&W/RWS door ervoor te zorgen dat zij kunnen beschikken over goede, gecertificeerde en gestandaardiseerde geo-informatie en ICT-infrastructuur.

In het navolgende wordt ingegaan op een aantal aspecten van het werk van de Meetkundige Dienst, dat een nauwe relatie heeft met het werk van de Nederlandse Commissie voor Geodesie.

Geometrische infrastructuur

Instandhouding van het NAP-peilmerknet

De uitvoering van het Derde Tienjarenplan Instandhouding NAP ligt op schema. Voor het project Zeeland is in 2001 1387 km (zowel optisch als hydrostatisch) opgeleverd. Het optische deel is geheel uitbesteed en zal begin 2002 worden opgeleverd.

Het project Holland Midden Oost, waarvoor in 2001 nog 1258 km werd gemeten, is in 2001 afgerond, evenals het project Wadden Oost met in totaal 176 km optische en hydrostatische waterpassing. Het project Rivieren Oost is ontworpen en zal in 2002 worden gemeten.

Publicatie en peilmeetstations

In totaal zijn 22 bladen gepubliceerd van het project Holland Midden West. Met losse verstrekkingslijsten erbij zijn in 2001 1888 kaarten en 1173 lijsten gepubliceerd.

Het project Holland Midden Oost zal in 2002 gepubliceerd worden tezamen met de resultaten van de 5e Nauwkeurigheidswaterpassing. Hierbij zullen alle bladen en lijsten wijzigen.

In totaal zijn op verzoek van het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) 16 peilmeetstations geverifieerd.

Externe contacten

Met de collega's van de Rijksdriehoeksmeting van het Kadaster wordt nauw samengewerkt op het gebied van AGRS, de RDNAP-website en verder (inter)nationaal overleg. Bij het gezamenlijk optrekken voor het uitwisselen van kennis en informatie met de diensten in aangrenzende landen is in het najaar door de afdeling NAP voor het eerst een gezamenlijk drielandenoverleg georganiseerd. Met de Rijksdriehoeksmeting is tevens een discussie opgestart om te komen tot één tarief voor de producten van de geometrische infrastructuur.

Op het Geodesia-congres is in de stand van de Meetkundige Dienst aandacht besteed aan de geometrische infrastructuur met extra promotie van het NAP-product en het certificeren van GPS-referentiestations.

Procesverbetering, advisering en dienstverlening

Er is een inventarisatie gemaakt van de automatiseringsprocessen binnen de afdeling en er is een verbeterplan gemaakt.

In 2001 zijn de volgende aantallen kilometer waterpassing voor anderen verwerkt: voor concessiemetingen 631 km, de zogenaamde validatie, voor deformatiemetingen 355 km, veelal verbandhoudend met grote infrastructurele werken onder directie van Rijkswaterstaat.

Actief GPS Referentie Systeem

Het Actief GPS Referentie Systeem Nederland (AGRS.NL) is de basis van de GPS-infrastructuur van Nederland en maakt als zodanig deel uit van de geometrische infrastructuur van Nederland. Het AGRS.NL vormt de basis voor de realisatie van het Europese referentiestelsel ETRS89 in Nederland. Het is het fundament van en de basis voor de bijhouding en bewaking van het RD-stelsel en draagt bij aan het monitoren van de verankering van het NAP aan het Europese hoogtesysteem. Daarnaast ijkt en valideert het AGRS.NL overige GPS-infrastructuur en daarop gebaseerde dienstverlening en levert kwaliteitsnormen, voorschriften en richtlijnen ten behoeve van de aansluiting van GPS-metingen aan ETRS89 (RD, NAP).

In 2001 is het AGRS.NL voor het vierde jaar operationeel geweest. Naast routinewerkzaamheden voor beheer en onderhoud van het AGRS.NL is er in 2001 bijzondere aandacht geweest voor een verbetering van de kwaliteitsbeschrijving van de AGRS.NL-gegevens en het operationeel maken van het product 'Certificering GPS-referentiestations'. Verder zijn er voorbereidende werkzaamheden uitgevoerd voor een modernisering van de huidige hard- en software.

De 5e Nauwkeurigheidswaterpassing

Er is een principekeuze gemaakt voor een nieuwe rekenbasis op de Veluwe. Het Hoofdkantoor is verzocht in te stemmen met het corrigeren van de hoogte van de ondergrondse merken.

De rapportage en archivering van het zwaartekracht- en GPS-project is afgerond; dat van de optische en hydrostatische metingen is in concept gereed. De opschoning van historische data, nodig voor verdere bodembewegingsanalyse, is nagevoeg gereed.

Geoïde

In 2001 is mede op basis van de resultaten van de 5e Nauwkeurigheidswaterpassing en nieuwe zwaartekrachtmetingen de berekening van de nieuwe geoïde voor Nederland uitgevoerd. In 2002 volgt publicatie in een traject afgestemd op de publicatie van verbeterde NAP-hoogten.

Zwaartekrachtmetingen

De rapportage van het project zwaartekrachtmetingen in het kader van de 5e Nauwkeurigheidswaterpassing is in 2001 gemaakt. Verder zijn de dossiers volledig opgeschoond en geordend. Er is een moderne gravimeter, identiek aan het nieuwe instrument van de TU Delft, aangeschaft. Dit instrument geeft dezelfde precisie maar het gebruikersgemak is veel groter, waardoor er minder kans op fouten bestaat.

Internationale ontwikkelingen

Waar ETRS89 als geometrisch coördinaatsysteem de Europese standaard de facto is, is het NAP de basis van het Europese hoogtesysteem. In EUREF (IAG) verband is een nieuwe definitie van het Europese hoogtesysteem (EVRS) geformuleerd. Het huidige UELN95/98 is hiervan de eerste realisatie.

Er wordt gestudeerd op verdere uitbreiding door ook hoogteverandering mee te nemen (EVS2000). De Meetkundige Dienst neemt deel in de betreffende werkgroep van EUREF.

Bodembeweging

Na het afronden en verwerken van de metingen voor de 5e Nauwkeurigheidswaterpassing is een nieuwe dataset voorhanden gekomen waarmee een hernieuwd beeld verkregen kan worden van Pleistocene bodembeweging in Nederland.

Door de Afdeling Geodesie van de TU Delft is een tweede versie van de zogenoemde KiMoNo-software vervaardigd. Hiermee kunnen op Delftse wijze de bewegingen van NAP-peilmerken op basis van historische waterpassingen berekend en nu ook getoetst worden. Een voorlopige berekening is inmiddels gedaan. Tevens is de modellering van peilmerkhoogtevariaties (puntruï) in de dataset onderzocht. Daarnaast is een notitie geschreven (en aan de NCG gepresenteerd) over de oorzaken van de bewegingen van de (peil)merken van het NAP. Ook in dit kader is door de afdeling Geo-energie van TNO-NITG een tektonische zoneringskaart van Nederland opgesteld om te bepalen in welke mate aanvullend geologisch onderzoek een

zinnvolle bijdrage kan leveren voor het opstellen van een voorspellend model voor Pleistocene bodembeweging.

Geografische informatie en systemen

De Meetkundige Dienst ondersteunt Rijkswaterstaat op het gebied van geo-informatiesystemen, geo-ict en geo-informatievoorziening.

Op het gebied van applicatieontwikkeling vindt verdere professionalisering plaats. Verschillende applicaties worden in opdracht van de Meetkundige Dienst gedefinieerd, gebouwd, geïmplementeerd en onderhouden. Enkele voorbeelden zijn Kerngis (applicatie rondom het beheer van Rijkswegen), Generiek Vergunningen GIS (applicatie voor vergunningverlening en handhaving) en Grondaankoop GIS (bijvoorbeeld voor grote infrastructurele projecten). In 2001 hebben verschillende pilots op het gebied van internet GIS het licht gezien, zowel voor doelgroepen binnen als buiten Rijkswaterstaat. Daarnaast is er hard gewerkt aan verdere uitbouw van metagegevensopslag, beheer en distributie. Eind 2001 is decentrale benadering van regionale metadatabases middels GeoKey gerealiseerd. Daarnaast wordt hard nagedacht over toekomstige behoeften en realisatie van metadata in combinatie met de data zelf.

Binnen Rijkswaterstaat wordt een nieuwe organisatie gerealiseerd rondom de inzet van ICT. Centraal hierin staan zogenaamde IT-raden en opdrachtgevers voor clusters van systemen. Belangrijk onderwerp is standaardisatie. In 2001 is een GIS-standaardenproject opgestart dat in 2002 zal leiden tot vormen voor het vaststellen en bewaken van standaarden binnen Rijkswaterstaat.

Daarnaast is de Meetkundige Dienst medevormgever en voorbereider op het gebied van strategie en beleid rondom geo-informatie (voorziening) binnen Rijkswaterstaat. Daarbij gaat het om de informatiestromen ten behoeve van het beheer van de rijkswegen en rijkswateren. De Meetkundige Dienst werkt hard aan het beschikbaar stellen van geo-informatie, zowel binnen als buiten het departement. Binnen Verkeer en Waterstaat gebeurt dat door middel van het Geo-Loket. In samenwerking met de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat (AVV) is een aanzet gegeven voor de definitie van een Nautisch Basis Bestand Nederland voor de binnenwateren. In 2001 is het Nationaal Clearinghouse Geo-Informatie (NCGI) in handen van een marktpartij gekomen. Het NCGI is voor de Meetkundige Dienst een van de manieren om geïnteresseerden buiten Verkeer en Waterstaat (burger en private sector) toegang te geven tot (geo)bestanden van Verkeer en Waterstaat. In 2001 is ook het ICES-KIS-project 'Ruimte voor Geo-informatie' tot stand gekomen met intensieve participatie van de Meetkundige Dienst. Dit project geeft de agenda voor nationale activiteiten in de komende kabinetsperiode 2003-2006.

Remote sensing

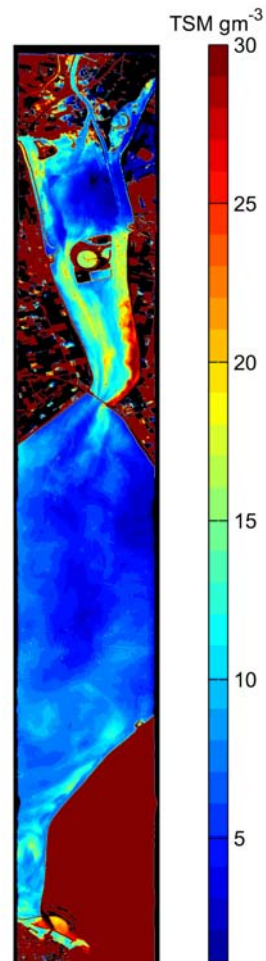
Algemeen

De Meetkundige Dienst is het kenniscentrum voor onderzoek en toepassing van remote sensing-technologie voor de informatiehuishouding binnen Verkeer en Waterstaat. Het gaat daarbij om het ondersteunen van de hele procesketen in de geo-informatie: van inwinning en archiveren van gegevens tot het opwaarderen van 'ruwe' gegevens tot informatieproducten en het (digitaal) beschikbaar stellen hiervan voor strategische en operationele vraagstukken op thema's van Verkeer en Waterstaat. Hieronder worden verschillende remote sensing-technieken voor verschillende toepassingen beschreven waar in 2001 aan is gewerkt.

Hyperspectrale vliegtuig-remote-sensing

In het kader van de hyperspectrale EPS-A-scanner is een aantal projecten uitgevoerd of gestart:

- Er is een methode ontwikkeld om op basis van hyperspectrale remote sensing-beelden de veranderingen in de vegetatie in (waterleiding)duinen als gevolg van menselijke activiteit en luchtvervuiling in beeld te brengen. Een EPS-A-vlucht en veldspectrometermetingen zijn gerealiseerd.
- In het kader van de operationalisering van de EPS-A-scanner is het EPS-A Loket opgezet.
- Er is onderzoek gedaan naar de zogenaamde matrixinversie die nodig is om de beelden goed te kunnen interpreteren. Er wordt daarbij een verband gelegd tussen de waargenomen hoeveelheid licht en de fysische grootheden die men wil weten voor de waterkwaliteit.
- Er is onderzoek gedaan naar de benodigde atmosferische correcties.
- Er is onderzoek gedaan naar de geometrische nauwkeurigheid van deze scanner.
- De mogelijkheid van de inzet van de CASI-scanner naast de EPS-A is bekeken.



Met behulp van de EPS-A-scanner kan snel gebiedsdekkende informatie met betrekking tot de kwaliteit van het water worden gemaakt (Instituut voor Milieuvraagstukken, IVM).

Radartechnieken voor dieptekaarten van de zeebodem

In het kader van het project OEBAS/RWSBAS II is een testvlucht met een L-band-radarsysteem uitgevoerd. Ook is gewerkt aan een verbeterd tweedimensionaal model voor de berekening van dieptekaarten op basis van radar remote sensing.

Radarinterferometrie voor dijkdeformatie en hoogte-informatie

Op het gebied van de radarinterferometrie remote sensing zijn twee projecten gestart, te weten Dijkdeformatie en InSAR-kaart van Nederland. Nadruk heeft in 2001 gelegen op het inwinnen van data. Het inwinnen van data voor dijkdeformatie was afhankelijk van de uitvoering van de 'Dijkdoorbraakproef' van de Dienst Wegen Waterbouwkunde (DWW) en kon daarom pas in het najaar worden uitgevoerd. Praktijktesten hebben uitgewezen dat de stand van de radarinterferometrietechniek niet zo ver is dat operationalisering in de vorm van productie van maaiveldalingskaarten aan de orde is. Dit laat onverlet dat maaivelddeformatie of andere deformatiemetingen (dijken, wegen) van direct belang zijn voor Rijkswaterstaat. In dit licht is in 2001 een rapport opgesteld dat de stand van zaken weergeeft en aanbevelingen doet voor de naaste toekomst.

Laseraltimetrie voor rivierbeheer

Het is mogelijk om het lengte- en dwarsverhang van de waterspiegel te meten met laseraltimetrie. Ook de opstuwing of versnelling door waterbouwkundige constructies is in grote lijnen zichtbaar. Het verhang in een kribvak is in sommige gevallen zichtbaar, maar dit vergt nog meer onderzoek. De kribben zijn met laseraltimetrie goed in te meten. Verder zijn metingen gedaan van golven veroorzaakt door de hogesnelheidsveerdienst. Gebleken is dat deze goed zichtbaar zijn in de laserdata.

Hogeresolutiesatellieten voor rijkswaterstaatstaken

Er is een rapport verschenen waarin verschillende toepassingsmogelijkheden van hogeresolutiesatellieten zoals IKONOS voor Rijkswaterstaat beschreven zijn. Daarbij is gekeken naar:

- vegetatiekartering in de Oostvaardersplassen en op het eiland Tiengemetten;
- opsporing van veranderingen;
- bijhouden van topografische bestanden als het Nationaal Wegenbestand (NWB);
- planstudies;
- 3D-visualisatie (IKONOS in combinatie met AHN);
- vergelijking met luchtfoto's zoals DKLN.

Landsat-data voor visualisaties

Landsat-data van 1975 tot 2000 zijn omgezet in een tijdreeks om daarmee veranderingen in het landschap door menselijk ingrijpen duidelijk te maken. Daarnaast is er een mozaïek van Nederland gemaakt van de meest recente Landsat-data.

Overige projecten

- Ontsluiting van remote sensing-data voor gebruikers via het internet (Dutch Coastal Net en WaQuarius). Dutch Coastal Net en WaQuarius zijn afgerond



Visualisatie van Valkenburg gemaakt met IKONOS en AHN.

met een voor iedereen toegankelijke internetsite: www.dutchcoastalnet.nl en www.waquarius.nl.

- De voorbereidingen zijn getroffen voor een 5e kader EU-project (OROMA). Dit voorstel is gehonoreerd en zal in de periode 2002-2005 worden uitgevoerd.
- Met het project Meet- en Informatiestrategie is beoogd om vanuit de specifieke expertise op het gebied van remote sensing als integraal onderdeel van de geoinformatieketen, de informatiebehoefte te identificeren en daarop te anticiperen.
- De afronding van het promotieonderzoek en de druk van het proefschrift 'Monitoring of salt marsh vegetation by sequential mapping' (J.A.M. Janssen).
- Er is een onderzoek uitgevoerd naar de in de praktijk haalbare hoogteprecisie van een (door Aerosensing) met radar-interferometrie ingewonnen digitaal hoogtemodel (DEM). Hiervoor werd in het Nederlandse rivierengebied een proefvlucht met radar-interferometrie uitgevoerd. De zo ingewonnen hoogte-informatie werd vergeleken met hoge punt dichtheid laseraltimetrie data (FLI-MAP) en terrestrische referentiedata. Als typische hoogteprecisie voor een met de InSAR-techniek ingewonnen DEM met een gridcelgrootte van 2,5 m x 2,5 m blijkt een standaardafwijking van meerdere decimeters te gelden.
- Voor het project Ruimte voor rivieren is onderzocht of bestaande remote sensing-technieken of combinaties daarvan gebruikt kunnen worden voor het monitoren van parameters die van belang zijn voor rivierbeheer.

Actueel Hoogtebestand Nederland

In 1997 is de Meetkundige Dienst gestart met de bouw van het 'Actueel Hoogtebestand Nederland' (AHN). Hierbij wordt met laseraltimetrie een hoogtebestand van Nederland gebouwd met een minimum punt dichtheid van 1 punt per 16 m². De totale kosten van dit bestand bedragen circa 13 miljoen euro. Financiering vindt

plaats door Rijkswaterstaat, waterschappen en provincies. Het AHN voorziet in de behoefte aan hoogte-informatie over het 'maaiveld', onder meer voor peilbesluiten, verdrogingsonderzoek, inundatiemodellering en de aanleg van infrastructurele werken. Nu het AHN voor een groot deel beschikbaar is, blijken ook andere toepassingen voorhanden: plaatsing van zendmasten door telecommunicatiebedrijven, archeologie etc. Ook derden kunnen de beschikking krijgen over deze informatie (zie ook www.minvenw.nl/ahn).

Naast die van projectleider is de rol van de Meetkundige Dienst in het project die van kwaliteitsbewaker. Het inwinnen en verwerken van de lasergegevens wordt uitbesteed aan de branche. De gegevens worden vervolgens door de Meetkundige Dienst gevalideerd en verwerkt tot het uiteindelijke product. Aansluitend hierop wordt door de Meetkundige Dienst veel onderzoek verricht naar de techniek laseraltimetrie. Naast participatie in fundamenteel onderzoek gericht op kwaliteitsverbetering van het AHN, vindt productontwikkeling plaats.

Een voorbeeld van een afgerond onderzoek naar kwaliteitsverbetering is de ontwikkeling van een strookcorrectiemethode, waarmee tijdens de verwerking van de lasergegevens een betere aansluiting tussen vliegstroken wordt gerealiseerd en de nauwkeurigheid van het AHN aanzienlijk wordt verhoogd. In 1999 is deze methodiek operationeel bevonden en ook bij de aannemers uitgezet. Een ander voorbeeld is de wijze van kwaliteitsbeschrijving van digitale hoogtemodellen zoals het AHN.

In 2001 hebben elf van de dertien provincies en circa 95% van de waterschappen geparticipeerd in het AHN. Daarnaast is het AHN of een deel daarvan aangeschaft door diverse andere partijen, zowel van overheidszijde (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, gemeentes) als van particuliere zijde (telecombedrijven).

In 2001 is ca. 40% van het AHN afgerond en afgeleverd aan de AHN-participanten. In de winter van 2001/2002 worden Zuid-Holland en het rivierengebied gevlogen, waarmee het laatste ontbrekende deel van het AHN is ingewonnen. Verder zal in 2002 het AHN definitief worden afgerond.

Plaatsbepaling

Radioplaatsbepalingsbeleid

De Meetkundige Dienst heeft haar rol in de departementale Coördinatiegroep Radio Navigatie (CRN) gecontinueerd. Naast het leveren van technisch inhoudelijke bijdragen, verzorgt de Meetkundige Dienst het secretariaat van de CRN. De rol van de CRN is vooral die van klankbord-, advies- en ondersteuningsgroep voor beleidsvoorbereiding op het brede gebied van de radionavigatie en plaatsbepaling. Belangrijke aandachtspunten van de CRN zijn onder andere de modernisering van het Amerikaanse GPS, de ontwikkeling van de Europese systemen EGNOS, Loran-C en Galileo, en de keuze van frequenties voor plaatsbepalings- en navigatie-

toepassingen. Sinds 2001 is veel informatie over radioplaatsbepaling en navigatie te vinden op www.radionavigatie.nl, een site die door het CRN-secretariaat wordt beheerd. Met de ontwikkeling van nieuwe nationale en Europese radionavigatieplannen is in 2001 een bescheiden start gemaakt.

Onderzoek satellietplaatsbepaling

In 2001 zijn twee door de Meetkundige Dienst gefinancierde onderzoeken aan de Afdeling Geodesie van de TU Delft voortgezet. Het onderzoek naar de betekenis van de 'geometrievrije lineaire combinatie' is in 1999 gestart. Ir. N.F. Jonkman heeft dit onderzoek medio 2001 overgedragen aan ir. P. Joosten. De oorspronkelijke onderzoeksdoelen en tijdsplanning zijn gehandhaafd. In 2001 is vooral gewerkt aan de praktische component: het implementeren van de theorie in software. Het onderzoek naar de invloed van de troposfeer op nauwkeurige hoogtebepaling met GPS loopt sinds 1998 en wordt naar verwachting in 2002 afgerond.

Kilometerheffing

De Meetkundige Dienst heeft in 2001 een rol gespeeld in de projectorganisatie die de invoering van de kilometerheffing in Nederland voorbereidt.

Geostatistiek

De Meetkundige Dienst heeft voor haar medewerkers in 2001 tweemaal een cursus geostatistiek georganiseerd. Hierdoor kan geostatistiek nog beter worden ingezet als één van de mogelijke hulpmiddelen bij het verwerken van ruimtelijke gegevens. Onder leiding van het Advies- en Kenniscentrum Waterbodems (AKWA) van Rijkswaterstaat wordt deelgenomen aan een projectgroep die tot doel heeft om een handreiking te schrijven voor het omgaan met onzekerheden in waterbodemonderzoek. Geostatistiek is één van de gereedschappen die hierbij gebruikt kan worden. Voor het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) is een onderzoek gedaan naar de nauwkeurigheid van het Argus-systeem. Dit videosysteem wordt gebruikt om op drie locaties de morfologische processen langs de kust te monitoren.

Hydrografie

Op het gebied van de hydrografie treedt de Meetkundige Dienst enerzijds op als adviseur voor diverse meetmethoden, anderzijds wordt onderzoek op dit gebied gecoördineerd en uitgevoerd.

Als voorbeeld noemen we het onderzoek naar de geluidssnelheidsprofielen in de Nieuwe Waterweg. Hierbij is meer inzicht verkregen in het verloop van de geluidssnelheid ten gevolge van indringing van zout water binnen een getijdeperiode. Dit is van groot belang bij het gebruik van multibeam echoloding.

Bodemclassificatie

De Meetkundige Dienst is medefinancier van een aio-onderzoek aan de TU Delft op het gebied van bodemclassificatie. Het doel is om met behulp van geavanceerde parameterschattingstechnieken meer kwantitatieve informatie over de bodem samenstelling uit 'subbottom-profiling' te krijgen.

Maeslantkering

De Maeslantkering in de Nieuwe Waterweg bij Hoek van Holland beschermt Rotterdam tegen hoogwater. Voor het beheer is het nodig om de positie van de drempelblokken waarop de keringsdeuren kunnen worden afgezonken nauwkeurig te monitoren. Door de Meetkundige Dienst is in 2001 onderzoek gedaan naar de technieken waarmee deze monitoring kan worden uitgevoerd. Hiertoe zijn bij de functioneringssluiting in september diverse metingen aan de kering en de drempelblokken gedaan. Er is besloten om de mogelijkheden van multibeam verder uit te werken. De vereiste nauwkeurigheid ligt hierbij op de grens van het haalbare.

ARAN

De ARAN (Automatic Road Analyzer) is een voertuig dat reeds sinds 1988 in gebruik is bij de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat. De ARAN wordt ingezet voor het meten en monitoren van wegschadebeelden. In samenwerking met de Meetkundige Dienst is de ARAN aangepast zodat men in staat is herprofielingsmetingen uit te voeren. Hierbij worden digitale terrein modellen (DTM's) gemeten ten behoeve van het ontwerpen van een nieuwe profilering van rijkswegen. Het DTM van de weg wordt opgebouwd uit de continue meting van de hoogte en oriëntatie van het voertuig en de afstand tot de weg. Hiervoor worden de metingen van gyroscoop en versnellingsmeters gecombineerd met de ultrasoonhoogtemeters van de ARAN meetbalk. De ARAN rijdt hierbij met een constante snelheid van circa 80 km/u. Groot voordeel van deze meetmethode is dat er verkeersveiliger gemeten kan worden en wegafzettingen overbodig zijn. Eind 2001 is de methode in productie genomen en wordt nu naast de traditionele technieken ingezet voor herprofielingsmetingen. Enige productieopdrachten zijn reeds uitgevoerd.

Dienst der Hydrografie

Algemeen

De Dienst der Hydrografie is onderdeel van de Koninklijke Marine. De belangrijkste taken van de Dienst der Hydrografie zijn het in kaart brengen van de zee, het uitgeven van zeekaarten en daarmee samenhangende nautische publicaties voor het Nederlands continentaal plat en de wateren rondom de Nederlandse Antillen en Aruba.

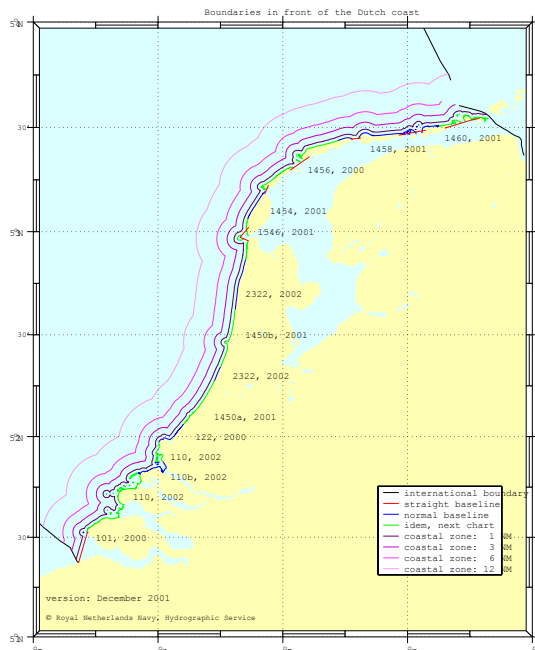
Productie hydrografische publicaties

De productie van elektronische zeekaarten, ENC's (Electronic Navigational Charts) van Nederlandse origine is in 2001 bij de Dienst der Hydrografie voortgezet. Het Nederlandse continentale plat is op dit moment geheel gedekt met elektronische

zeekaarten van het type ENC (vectorkaart) en RNC (rasterkaart). De verwachting is dat op korte termijn het aantal eenheden van de Koninklijke Marine met elektronische kaartsystemen en -data (ECDIS) zal toenemen en dat de papieren zeekaart hoofdzakelijk als back-upvoorziening gehandhaafd blijft.

Eind 2001 is de Dienst der Hydrografie aangevangen met het weergeven in de zeekaart van de zogenaamde maritieme grenzen (maritime limits) van 3, 6 en 12 zeemijlen. Bij het uitkomen van nieuwe grootschalige zeekaarten zullen deze grenzen steeds opnieuw berekend worden. Achtereenvolgens zullen de zeekaarten 1450, 110, 2322 en 3371 hiermee nieuw uitkomen. Deze maritieme grenzen verschijnen uiteindelijk in alle hernieuwde uitgaven van middelgrootschalige en grootschalige kaarten (schalen 1:50.000 t/m 1:150.000). In de catalogus (HP7), alsmede op de website van de Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl), zijn nadere bijzonderheden te vinden.

Voor het eerst zijn in 2001 de hydrografische kaarten uitgegeven in WGS84. Daarvoor werden ze altijd in ED50 uitgegeven. Momenteel is zo'n 60% van de zeekaarten uitgegeven in WGS84. Voor de overgang naar LAT (Lowest Astronomical Tide) zijn de eerste voorbereidingen gedaan, echter de eerste producten gebaseerd op LAT worden niet eerder verwacht dan 2004.



De diverse kustzones die op de zeekaarten worden aangegeven.

Schepen

De sloep van Hr.Ms. Tydeman heeft in de maand maart gefungeerd als radar-doel voor de Polaris/surfer-meetcampagne, waarbij vanaf de meetpost Noordwijk radarmetingen zijn uitgevoerd. Begin april is de High Speed High Resolution Side Scan Sonar aan boord geïnstalleerd. In de periode die daarna volgde heeft het schip lodingswerkzaamheden verricht in het noordelijk deel van het Nederlandse continentale plat. Gedurende het laatste kwartaal is Hr.Ms. Tydeman ingezet in het zuidelijk deel van het Nederlandse continentale plat. Tevens is een van de twee sloepen ingezet bij een 'general survey' op de Nieuwe Waterweg.

Hr.Ms. Buyskes is conform de Jaaropdracht Hydrografie 2001 het gehele jaar ingezet in de zuidelijke Noordzee. In het derde kwartaal is ook Hr.Ms. Buyskes voorzien van de High Speed High Resolution Side Scan Sonar teneinde ook voor dit schip het hydrografisch rendement te verhogen.

Naast het reguliere en reeds geplande werk, werd door beide schepen extra aandacht besteed aan gerapporteerde objecten op de zeebodem die een mogelijk gevaar voor de scheepvaart zouden kunnen zijn.

De proefneming met het zogenaamde tweebemanningenconcept, dat sinds 1 april 2000 op Hr.Ms. Buyskes wordt uitgevoerd, is in 2001 voortgezet. Het resultaat van de proefneming is dusdanig positief gebleken (verdubbeling van de productiviteit) dat met ingang van 1 juni Hr.Ms. Buyskes definitief met het tweebemanningenconcept opereert. De twee bemanningen werken in een schema van twee weken op en twee weken af.

De realisatie van de plannen voor twee vervangende schepen, vooralsnog aangeduid als HOV'n (Hydrografische Opnemingsvaartuigen) is in 2001 wederom een stuk dichterbij gekomen. In het begin van het jaar maakte de voorzitter van de commissie Naamgeving bekend dat Hare Majesteit heeft ingestemd met de voorgestelde namen Snellius en Luymes voor de nieuwe HOV'n. De verwachting is dat in februari 2002 het contract met de werf KSG (Damen) ondertekend zal worden.

Ondersteunende diensten

In 1999 is op voorstel van de NATO Geographic Conference de Ad Hoc Hydrographic Working Group (AHHWG) opgericht teneinde meer aandacht te kunnen verkrijgen voor de maritieme aspecten van de militaire geografie. De Dienst der Hydrografie is daarin vertegenwoordigd. Eén van de belangrijkste onderwerpen waarop afgelopen jaar voortgang is geboekt is het definiëren van Additional Military Layers (AML's). Door toevoeging van deze lagen aan het Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) wordt de ECDIS een WECDIS (Warfare ECDIS). Tijdens de laatste meeting van AHHWG zijn de productspecificaties voor een zestal AML's goedgekeurd en per 1 november 2001 voor een periode van twee jaar vastgelegd. Het betreft de AML's Military Foundations and Facilities, Routes, Areas

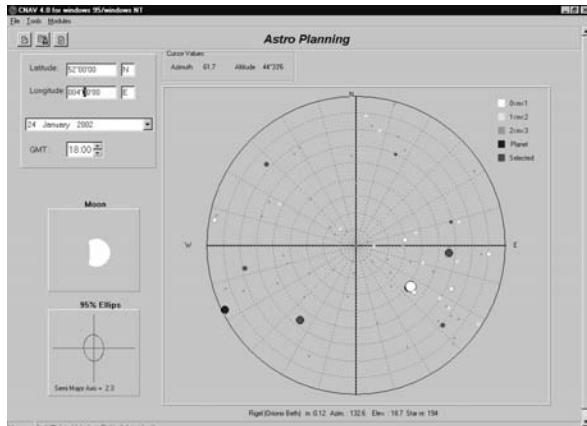
and Limits, Small Bottom Objects, Large Bottom Objects, Environment Seabed and Beach, en Contour Line Bathymetry. De volgende fase is het uitwerken van de geschikte symboliek.

De zogenaamde stafeis SHIP-2 nadert zijn voltooiing. Het project SHIP-2 omvat het ontwerp, de realisatie en de invoering (materiële en organisatorische aspecten) van een geïntegreerd productiesysteem voor de Dienst der Hydrografie voor de productie van papieren zeekaarten, elektronische zeekaarten (ENC) en diverse hydrografische publicaties, alsmede het ontwerp en de realisatie van een systeem voor het beheer van het aan Hydrografie toegewezen Geografische, Hydrografische en Oceanografische (GHO) domein van de Operationele Data Faciliteit. Met de stafeis Realisatiefase SHIP-2 wordt op een efficiënte en flexibele manier invulling gegeven aan de wettelijke plicht tot het leveren van elektronische zeekaarten (ENC) c.f. IHO formaat S57.3. Tevens wordt met deze stafeis de informatievoorziening geregeld voor de WECDIS- en AML-concepten die mede door toedoen van de Koninklijke Marine binnen de NATO ontwikkeld zijn. Naar verwachting zal de realisatie van het project in 2002 beginnen.

Het interne project Geostatistiek is opgestart. Het onderzoek is afgebakend tot de hoofdonderzoeksvraag: "Hoe kunnen de gearchiveerde bodemopnames inzicht in het gedrag van de zeebodem vergroten?". Met hulpmiddelen uit de geostatistiek zal mede uit de precisiebeschrijving van de bodemopnames en de theorie van de geodetische deformatieanalyse blijken hoe de bodem verandert. Testberekeningen zijn met goed resultaat uitgevoerd. Aan verslaglegging wordt gewerkt. Een en ander zal dienen als ondersteuning bij het optimaliseren van het opnamebeleidsplan en zal geïmplementeerd worden in het SHIP-2-systeem.

Ten behoeve van diverse geodetische berekeningen (o.a. datumtransformaties, projecties en oppervlakteberekeningen) is door de Dienst der Hydrografie het programma PCTrans ontwikkeld. Een nieuwe versie van dit multifunctionele pc-programma is op de website www.hydro.nl gezet in zowel een Nederlandstalige als een Engelstalige versie. In de laatste vier maanden van 2001 is het programma reeds ruim 600 keer gedownload.

Aan het einde van de zomer is besloten om ook het programma CNAV als 'freeware' op het internet te zetten. CNAV is een pc-programma voor de klassieke navigatie en geïnitieerd door het Koninklijk Instituut voor de Marine. De klassieke navigatie omvat de onderdelen koers- en verheidsrekening, getijleer, astronomische navigatie en de toepassing van deze onderdelen in de reisvoorbereiding en -uitvoering. Met behulp van CNAV is het mogelijk deze berekeningen exact en snel uit te voeren. Voorheen was CNAV te koop als HP40 en werd het intensief gebruikt binnen de Koninklijke Marine. Aangezien de Dienst der Hydrografie zorg draagt voor veilige navigatie en CNAV daarvoor een goede hulpmiddel is, is besloten om het programma op internet te zetten. Sinds begin september tot het eind van het jaar is het programma bijna 500 maal gedownload.



Computerbeeld van CNAV.

Een vertegenwoordiger van de Dienst der Hydrografie is op 1 november als getuige-deskundige opgeroepen door de economische politierechter in Rotterdam in de zaak tegen het visserschip GO38. Het ging hierbij om de ligging van de twaalfmijlszone ten noorden van de Waddeneilanden op het moment dat de GO38 bezig was met de uitoefening van de visserij. Het vissersvaartuig was alleen gerechtigd om buiten de twaalfmijlszone te vissen. De schipper is uitgegaan van de twaalfmijlszone zoals incorrect gepresenteerd op het plotsysteem van het vissersvaartuig, aangeleverd door de fabrikant daarvan. Op grond hiervan waande de schipper zich buiten de twaalfmijlszone, terwijl hij zich er binnen bevond. Hij had uit moeten gaan van de meest recente grootschalige kaart van dat gebied. Sinds de visserijkaarten per 1 januari 2001 vervallen zijn verklaard, zijn er geen kaarten meer waarop de twaalfmijlszone is gepresenteerd. Vanaf eind 2001 zullen de drie-, zes- en twaalfmijlszones in alle hernieuwde uitgaven van middelgrootschalige en grootschalige kaarten weergegeven gaan worden.

Op verzoek van Rijkswaterstaat directie Zeeland werd een lezing verzorgd over de overgang van ED50 naar WGS84 als kaartreferentiestelsel (geodetisch datum). In dit geval betrof het de noodzaak om er voor te zorgen dat de positie-informatie verkregen van de Schelde Radar keten overeenkomt met het stelsel dat voor de zeekaart wordt gebruikt. Daarnaast is ook aan diverse andere instanties en personen ad hoc voorlichting gegeven over WGS84 en is een informatiefolder gemaakt, die bij de Hydrografische kaarten is gestoken.

Een kandidaat GPS-ontvanger voor de schepen werd uitgebreid getest en een testrapport werd opgemaakt.

Driemaal zijn er in 2001 gastcolleges gegeven op de Mijnenbestrijdingsschool Eguermin te Oostende. In het laatste kwartaal zijn aan het Maritiem Instituut Willem Barentz op Terschelling en aan de Afdeling Geodesie van de TU Delft gastcolleges gegeven.

In het decembernummer van de The International Hydrographic Review is het artikel 'Maritime Boundaries in the North Sea: a Review' verschenen, dat mede door een medewerker van Hydrografie geschreven is.

Het nieuwe beleidsplan 'Hydrografie 2005' is in april afgerond, getekend en aangeboden aan de Marinestaf. In het stuk wordt de verankering van de Dienst op basis van internationale en nationale verdragen verduidelijkt en tevens de positie binnen de Koninklijke Marine. Daarnaast worden de taken belicht met de daaruit voortvloeiende doelstellingen voor de periode 2001-2005.

De Raad voor de Scheepvaart behandelde de zaak van het vergaan van het zwareladerschip Mighty Servant 2 in Indonesische wateren. Aangezien de wijze van het interpreteren van de beschikbare nautische publicaties mede ten grondslag lag aan deze ramp, werd de Chef der Hydrografie opgeroepen als getuige-deskundige. Na eerst schriftelijke vragen te hebben beantwoord werd hij in juni gehoord op de laatste zitting in deze zaak.

In het kader van de internationale samenwerking van hydrografische diensten ter bevordering van een veilige vaart op zee, heeft de Dienst der Hydrografie de door de jaren in stand gebleven banden met de Dienst voor de Scheepvaart in Paramaribo in april geformaliseerd middels het tekenen van een Memorandum van Overeenstemming met de Maritieme Autoriteit Suriname (MAS). Daarin is vastgelegd: de levering van gegevens, de productie van kaarten en andere hydrografische publicaties en hoe de verantwoordelijkheden zijn geregeld. Het aantal Surinaamse kaarten wordt teruggebracht van negen naar vier.

Met de International Hydrographic Organization (IHO) te Monaco werd later besproken op welke wijze in Suriname op hoog niveau de belangstelling voor het lidmaatschap van de IHO kan worden vergroot. Suriname was weliswaar lid van de IHO, maar is geroyeerd in verband met achterstallige betalingen.

De Dienst werkt samen met het Duitse Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) aan een 'Bilateral Arrangement' om de al jarenlange uitwisseling van bronmaterialen, kaarten, informatie, kennis, enz. te formaliseren. Ook met Frankrijk wordt gewerkt aan een soortgelijke overeenkomst. Binnen de hydrografische wereld is dit een 'trend' om vooral onduidelijkheid over eigendom van gegevens te vermijden.

Gedurende het afgelopen jaar heeft de Dienst der Hydrografie met een eigen stand aan diverse beurzen en evenementen deelgenomen. Op alle beurzen en evenementen werden alle producten van de Dienst der Hydrografie onder de aandacht gebracht.

Topografische Dienst

Inleiding

De Topografische Dienst (TDN) is een onderdeel van het Ministerie van Defensie en ressorteert onder de Koninklijke Landmacht. De Topografische Dienst heeft zich ontwikkeld van een productiebedrijf voor stafkaarten van het Nederlandse grondgebied ten behoeve van de Koninklijke Landmacht naar een instituut met een brede publieke taak voor de gehele Nederlandse samenleving in het algemeen en van de overheid in het bijzonder op het gebied van de topografische informatievoorziening. Dit komt als volgt tot uitdrukking in haar missie:

De Topografische Dienst onderhoudt en maakt toegankelijk dé topografische basisgegevens als onderdeel van de nationale geo-informatie infrastructuur tegen zo laag mogelijke kosten.

De Topografische Dienst heeft haar werkzaamheden voor de Landmacht zien uitbreiden met het beheren en beschikbaar stellen van geografische informatie van vreemd grondgebied.

Met het doordringen van de informatietechnologie en de daarmee samenhangende vraag naar digitale informatie vanuit alle geledingen van de maatschappij, komt de relatie tussen producent en klant in een ander daglicht te staan. De klanten weten goed te formuleren wat zij willen en de Topografische Dienst zal daar met haar producten en service op in moeten spelen.

Herpositionering

Sinds geruime tijd stond de positionering van de Topografische Dienst ter discussie. De Koninklijke Landmacht vond dat de productie van geografische informatie niet tot haar 'core business' behoorde. In opdracht van de staatssecretarissen van Defensie en VROM werd onderzocht welke mogelijkheden er waren om de Topografische Dienst onder te brengen bij het Kadaster.

In het daartoe opgestelde Businessplan Herpositionering TDN werd een positief advies gegeven voor een fusie tussen het Kadaster en de Topografische Dienst. In oktober 2001 werd het voorstel tot uitplaatsing van de Topografische Dienst bij het Kadaster aan de ministerraad aangeboden. Dit 'Herpositioneringsvoorstel' is in december 2001 door de ministerraad goedgekeurd en het bijbehorende wetsontwerp is aan de Raad van State voor advies aangeboden. De overgangdatum naar het Kadaster werd vastgesteld op 1 januari 2003.

Een belangrijk element bij deze herpositionering is de oprichting van de Dienst Geografie Koninklijke Landmacht (DGKL). Met de nieuw benoemde commandant zijn principeafspraken gemaakt over de wijze waarop de Topografische Dienst DGKL gaat ondersteunen o.a. door het daar instromende personeel in de vorm van stages en mogelijke cursussen de nodige kennis bij te brengen. In het kader van het

herpositioneringsproces zal onderzocht worden in hoeverre een ontvlechting van taken van de Topografische Dienst noodzakelijk is.

Reorganisatie

In het jaar 2000 heeft binnen de Topografische Dienst een interne reorganisatie plaatsgevonden. De structuur van de afdelingen is daarbij grondig herzien. In 2001 is de reorganisatie geëvalueerd.

Deze evaluatie is in het derde kwartaal afgerond. Er is een groot aantal actiepunten geformuleerd die o.a. betrekking hebben op het verder bevorderen van het klantbewustzijn, de verdere flexibilisering van het productieproces en de nadere afbakening van verantwoordelijkheden. De acties variëren van het verder uitwerken van beleid en plannen, via het verder in kaart brengen van alle processen binnen de Topografische Dienst en het aanpassen van een aantal functies tot het operationaliseren van een aantal faciliterende activiteiten als opleiding, training en dergelijke. De meeste daarvan zijn reeds in gang gezet.

Kwaliteitsoffensief

In mei 2002 is een start gemaakt om het kwaliteitsbewustzijn binnen de dienst extra te stimuleren door middel van het INK-model (Instituut Nederlandse Kwaliteit).

In een aantal bijeenkomsten kreeg het personeel hierover uitgebreide informatie. Tevens werd het startsein gegeven voor vernieuwing in de bewustwording van het totale kwaliteitsproces. De actiepunten voor 2001 waren: leiderschap en leiderschapstijlen, managementrapportages, procesbeschrijvingen, inventarisatie kritische functies en het opzetten van een klachtensysteem



Cartografische verkenning met een pencomputer.

Tweejarencyclus

De proeven van de veldcomputer hebben nog geen werkbaar prototype opgeleverd (te groot en te zwaar). De fabrikant lijkt evenwel nog voor de volgende buitendienstcyclus aan de bezwaren van Topografische Dienst tegemoet te kunnen komen. Tegelijkertijd met deze proefneming is een onderzoek gestart naar de mogelijkheid van digitale voorverkenning op basis van (stereo) hogeresolutiefoto's. De verwachting blijft bestaan dat daarmee voldoende capaciteit kan worden vrijgemaakt om met ingang van 2003 tot een tussentijdse update van het basisbestand (tweejarencyclus) te komen.

Objectgerichtheid

Het vooronderzoek naar een objectgerichte versie van TOP10vector dat tevens dienst kan doen als Geografisch Kernbestand heeft een drietal rapporten opgeleverd. Het gaat om studies in samenwerking met de TU Delft, Alterra en het ITC over de conceptdatastructuur, het gebruik van Open GIS en de wijze waarop bestanden in de nieuwe structuur door GIS-leveranciers kunnen worden ondersteund. In de eerste helft van 2002 zal een prototype voor gebruikers beschikbaar zijn ter evaluatie. De naam van dit nieuwe product is TOP10NL.

Kernbestand

Een poging tegelijk met het herspositioneringsvoorstel van de Topografische Dienst ook het tot stand komen van een Geografisch Kernbestand in de ministerraad te laten goedkeuren is gestaakt. Er bestaan nog te veel onduidelijkheden over de zeggenschap en financiering van zo'n kernbestand die eerst moeten worden opgelost. Deze actie ligt bij het Directoraat-Generaal Ruimtelijke Ordening van het Ministerie van VROM.

Internationale ontwikkelingen

In september heeft in Dublin de eerste General Assembly van EuroGeographics, het samenwerkingsverband van Europese officiële nationale karteringsinstellingen, plaats gevonden. EuroGeographics, dat beschouwd wordt als een samenvoeging van CERCO (Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle, waarvan de Topografische Dienst reeds lid was) en MGRIN (Multipurpose European Ground Related Information Network), telt intussen 29 lidstaten waaronder Nederland. Het doel is een gespreksplatform, een belangenbehartiging en de coördinatie van Europese projecten te bieden.

Het afwijkende Nederlandse beleid van kostendekking uit inkomsten geeft weinig mogelijkheden aan dergelijke projecten deel te nemen. Er bestaat behoefte aan

Europese wegenbestanden, een Europese topografische kaart schaal 1:250.000 en een wereldkaart schaal 1:1.000.000. Technisch is het geen probleem, maar op dit moment ontbreken de mogelijkheden om hiervoor capaciteit vrij te maken en een mogelijke inkomstenderving op te vangen. Voorts wordt meta-informatie uitgewisseld en levert de Topografische Dienst gegevens voor een Europese gemeentegrenzenkaart. Aangezien de meeste van deze behoeften geen militaire oorsprong of belang hebben stelt Nederland zich terughoudend op. De verwachting is echter dat verzoeken tot deelname aan pan-Europese projecten meer en meer via de Europese Commissie aan de lidstaten zullen worden gericht. In dat geval is het aan de politiek te bepalen of en onder welke voorwaarden de Topografische Dienst gaat deelnemen.

Softcopy

In september 2001 is een zogenaamd softcopy-systeem geïnstalleerd. Dit systeem omvat vier softwaremodules en twee dubbelmonitorwerkstations inclusief twee Raid-systemen. Softcopy is een techniek van aërotrian-gulatie die volledig digitaal is. Met het systeem worden uit gescande luchtfoto's orthofoto's vervaardigd. Het softcopy-systeem is aangeschaft om de aërotrian-gulatie bij de Topografische Dienst sneller te laten verlopen. Dit staat in verband met het invoeren van de tweejaencyclus en de wens om te gaan werken met pencomputers. Softcopy levert in de eerste plaats tijdwinst op. Daarnaast bestaat de mogelijkheid van het driedimensionaal bekijken van foto's op een beeldscherm. De bruikbaarheid voor verkenningdoeleinden wordt nader onderzocht.



Plaatsbepaling met behulp van satellieten

Ook de Topografische Dienst is overgegaan tot het meten met het Global Positioning System (GPS). Was de klassieke methode (meting met behulp van theodoliet en afstandsmeter) bij de Topografische Dienst tot nu toe nog steeds de meest economische en snelle methode, met het steeds groener worden van Nederland (minder vrij zicht), en het feit dat veel grondslagpunten door het Kadaster niet meer worden onderhouden, en dus verdwijnen, is ook voor de Topografische Dienst het tijdstip gekomen de overstap naar GPS te maken.

Implementatie van intranet

Intranet is een ideale methode om informatie beschikbaar te stellen, te verwerken en te beheren. En, in een bedrijf waar veel wordt gecommuniceerd, is het erg belangrijk om de informatie op het juiste moment ter beschikking te hebben. Bovendien moet informatie ook actueel worden gehouden. Binnen de Topografische Dienst maakt intranet in 2001 deel uit van het communicatieplan en wordt gezien als een communicatiemiddel met vele voordelen.

Uitbesteden van drukwerk

Om bedrijfseconomische redenen was reeds eerder besloten om de drukkerij van de Topografische Dienst te gaan sluiten. In het jaar 2001 werden de laatste topografische kaarten in eigen huis gedrukt. De aanbestedingsprocedure voor drukwerk van kaarten is in het vierde kwartaal afgerond.

Geodetische toevalsnetwerken:

ontwikkelingen in deformatiemetingen met satelliet-radarinterferometrie en de permanent-scatterers-methode

Dr.ir. R.F. Hanssen
TU Delft, Afdeling Geodesie

1. Introductie

Deformatiemetingen worden sinds geruime tijd ingezet voor het monitoren van verschillende soorten deformatieprocessen, zoals bodemdaling, gletsjerbeweging en tektonische en vulkanische deformatie. Alhoewel er een scala aan meettechnieken met een vast instrumentarium bestaat, zoals permanente hellings-, spannings- of lengteverschilmeters, beschouwen we hier voornamelijk de niet-continue metingen, uitgevoerd in beperkte campagnes en in een netwerkopzet, zoals waterpassing, elektronische afstandmeting en triangulatie.

Besproken zal worden hoe deze technieken zich verhouden tot moderne ruimtegeodetische technieken zoals GPS (Global Positioning System) en radarinterferometrie (InSAR). Hierbij wordt vooral ingegaan op de achtergronden van netwerkontwerp en de consequenties hiervan voor de uiteindelijke resultaten en kwaliteitsbeschrijving. In paragraaf 2 worden standaardgeodetische netwerken besproken. Uit recente ontwikkelingen in InSAR is gebleken dat meetwaarden van een beperkte set stabiele reflectoren, bekend als 'permanent scatterers', die inhomogeen verdeeld zijn op onvoorspelbare locaties, bruikbaar zijn om hoognauwkeurige deformatieparameters te schatten [4, 5]. Aangezien de positie van deze punten onvoorspelbaar is, vormen alle punten een netwerk dat gekenschetst kan worden als *toevalsnetwerk*. In paragraaf 3 worden de achtergronden van InSAR kort besproken, waarbij vooral wordt ingegaan op de parameters die de inzetbaarheid van de techniek voor een specifiek geval beïnvloeden. Dit wordt gevolgd door een discussie over permanent scatterers in paragraaf 4. In paragraaf 5 worden enkele belangrijke punten samengevat.

2. Geodetisch netwerkontwerp

Het concept van de gecontroleerde optimalisatie is kenmerkend voor het ontwerp en de analyse van geodetische netwerken. Een nauwgezet ontwerp van het netwerk maakt vereffenings- en toetsingsprocedures mogelijk, die leiden tot aanvaardbare precisie en betrouwbaarheid van de geschatte parameters, tegen aanvaardbare kosten [8, 2, 3, 1]. Een belangrijke, maar vaak onderbelichte voorwaarde voor een

succesvol netwerkontwerp is de beschikbaarheid van a-priori-informatie of aannamen over de fysica van het deformatieproces. Deze informatie wordt voornamelijk gebruikt om te komen tot een optimale parametrisatie van het probleem voor wat betreft robuustheid, gevoeligheid en een minimaal maar toereikend aantal onafhankelijke parameters. Wanneer een verscheidenheid aan meettechnieken beschikbaar is, kan de vooraf bepaalde set van parameters worden gerelateerd aan de precisie en de eigenschappen van deze techniek om via een optimaal ontworpen netwerk de inwendige betrouwbaarheid en de precisie en betrouwbaarheid van de parameters te bepalen.

In de praktijk houdt het ontwerpen van een netwerk in dat de fysische meetpunten optimaal gepositioneerd moeten worden in relatie tot het te verwachten deformatiepatroon. Hierbij moet worden gedacht aan de ruimtelijke omvang van het deformatiepatroon, maar ook aan de te verwachten ruimtelijke variabiliteit in verband met de bemonsteringsdichtheid en de relatieve positie van de punten binnen het netwerk. Deze beslissingen zijn direct bepalend voor de ontwerpmatrix van het vereffeningsprobleem. Een suboptimaal netwerkontwerp leidt tot rangdefecten en schattingsproblemen, die een juiste interpretatie van de metingen in de weg staan. In de tweede plaats moet een beslissing worden genomen over de herhalingsfrequentie van de meetcampagnes. Een herhalingsfrequentie die te laag is, temporele onderbemonstering, kan leiden tot het ontstaan van een kunstmatig signaal, een effect bekend als 'aliasing'. Een te hoge temporele bemonstering leidt tot een ongewenste toename in de meetkosten, zonder dat dit noodzakelijkerwijs leidt tot betere schatting. In deze overwegingen zit een paradox: om een netwerk en een meetstrategie te ontwerpen om deformatieoptimaal te monitoren, moet deze deformatie al bij voorbaat bekend zijn!

De belangrijkste praktische consequenties van de aanpak van het netwerkontwerp zijn: (i) de noodzaak tot het installeren van permanente kunstmatige meetpunten, (ii) de beperking in de ruimtelijke dichtheid van deze meetpunten als gevolg van praktische en financiële overwegingen, (iii) een meetcampagne die qua uitvoering te lang kan duren in vergelijking met de deformatiesnelheid, in het bijzonder voor arbeidsintensieve methoden zoals waterpassing, en (iv) de noodzaak voor een nulmeting die kan worden gebruikt als referentie voor de deformatieanalyse. Het is evident dat deformaties die plaatsvonden voor de nulmeting niet kunnen worden bepaald. Hierdoor blijven deformaties die niet werden verwacht buiten beschouwing, net als deformaties die vanuit economisch, veiligheids of wetenschappelijk oogpunt minder belangrijk worden geacht. Lokale afwijkingen binnen een deformatiepatroon blijven vaak onopgemerkt. Wanneer een meetpunt binnen zo'n gebied met een afwijkend patroon ligt, zal de schatting van het ruimere patroon een systematische afwijking geven of, in het beste geval, worden verworpen in de toetsing.

De afhankelijkheid van permanente meetpunten, de 'benchmarks', leidt dus tot een belangrijke beperking in de optimalisatie en het onderhoud van geodetische netwerken. De fysieke aard van meetpunten, bijvoorbeeld de bouten voor water-

passingen of de pijlers voor GPS-ontvangers en theodolieten, beperken het aantal mogelijke locaties. Voor waterpasmetingen zijn stabiele (onderheide) gebouwen of infrastructurele werken nodig, terwijl GPS-satellieten onder een lage elevatie dienen te worden gemeten voor nauwkeurige meetresultaten. Daarnaast verdwijnt jaarlijks vaak ook een aanzienlijk deel van de meetbouten ten gevolge van veranderende infrastructuur. Vaak zorgen deze praktische beperkingen in combinatie met financiële overwegingen voor een behoorlijke limitatie in de analyse van deformatiemetingen.

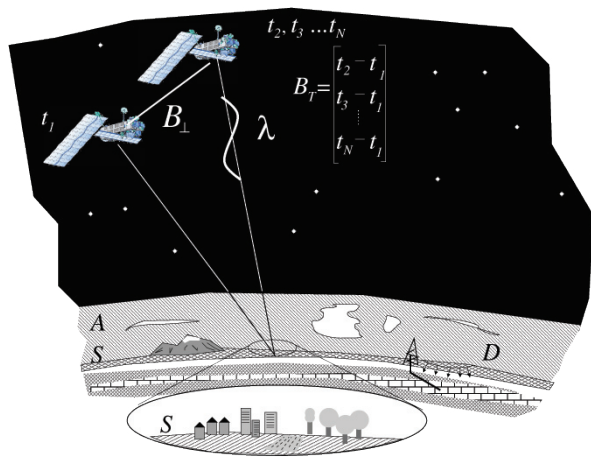
Door gebruik te maken van een speciale verwerkingsmethodiek van satellietradargegevens, kunnen onder bepaalde omstandigheden een aantal van de bovengeschetste problemen worden voorkomen door gebruik te maken van een set van door toeval gevonden en non-interveniërende kunstmatige meetpunten. Deze aanpak, 'permanent scatterers' genaamd, is vergelijkbaar met een Monte Carlo-methode, waarbij waarden willekeurig worden getrokken uit een bepaalde kansdichtheidsfunctie. Voordat we deze toepassing verder zullen bespreken volgt hier eerst een korte samenvatting van de conventionele toepassing van satelliet-radarinterferometrie voor deformatiemetingen.

3. InSAR conventionele aanpak

De introductie van de beeldvormende radar kan worden gezien als een van de meest spectaculaire ontwikkelingen in de remote sensing sinds de jaren 1960. Hierdoor werd een breed scala van toepassingsgebieden in de geowetenschappen en de astronomie geopend en werd een alternatief gevonden voor de traditionele optische methoden, die belichting door de zon en wolkenvrije omstandigheden nodig hadden. Beeldvormende radar werd mogelijk gemaakt door het concept van de synthetische apertuur: het kunstmatig vergroten van de afmetingen van de radarantenne om hiermee hoge resoluties te behalen. De afstanden, afgeleid uit tijdmetingen, worden gemeten vanuit het referentiesysteem van de satelliet en kunnen worden gebruikt om de gemeten reflectiewaarden in een grid of beeld te representeren. Aangezien de radar geen hoekmetingen kan uitvoeren kan dit beeld niet direct worden gebruikt om bijvoorbeeld topografie te meten. Wanneer echter twee radaropnamen worden gebruikt en het principe van multiplicatieve interferometrie wordt toegepast op de complexe waarden van het radarsignaal, kunnen zowel afstanden als hoeken nauwkeurig worden afgeleid waardoor hoogtemetingen mogelijk worden. Vanuit een satelliet kan deze techniek, bekend als Interferometrische Synthetische Apertuur Radar (InSAR), worden gebruikt om metingen te verrichten in willekeurige gebieden op aarde met een typische herhalingsfrequentie van een beeld per maand. De basismetgrootte in de combinaties van beelden zijn faseverschillen. De interferometrische beelden worden interferogrammen genoemd.

Temporele veranderingen in de afstand satelliet - aarde, zoals bijvoorbeeld veroorzaakt door deformaties zoals bodemdaling, tektoniek, vulkaan- of gletsjerbeweging,

kunnen ook worden gemeten met nauwkeurigheden vanaf het subcentimeterniveau. Twee belangrijke groepen parameters, de ontwerp- en de omgevingsparameters, zijn van invloed op de potentiële toepassingen en de beperkingen van de techniek. Voor een diepgaander overzicht in de techniek kan worden verwezen naar bijvoorbeeld [9, 7] en de daarin genoemde referenties. Figuur 1 is een schets van de interferometrische geometrie met haar relatie tot de belangrijkste parameters. De belangrijkste ontwerpparameters zijn de radargolflengte λ (3 - 24 cm), de loodrechte basislijn B_{\perp} (de effectieve afstand tussen de twee satellieten), de temporele basislijn B_T (het tijdsinterval tussen de radaropnamen) en het totale aantal radaropnamen N . De omgevingsparameters zijn de aardse atmosfeer A , het aardoppervlak S en de eigenschappen van de deformatie D .



Figuur 1. De belangrijkste parameters die van invloed zijn op de inzetbaarheid van satelliet-radarinterferometrie voor deformatiemetingen: de loodrechte basislijn B_{\perp} , de temporele basislijn B_T , de radargolflengte λ , de tijdstippen van opname t_i , de atmosfeer A , het aardoppervlak S en de deformatie-eigenschappen D .

De radargolflengte λ is belangrijk omdat de component van de deformatievector in de richting van de satelliet wordt gemeten als fractie van de (halve) golflengte. Afhankelijk van het signaal-ruisniveau van de radar wordt de nauwkeurigheid van de fasemeting direct vertaald naar de nauwkeurigheid van de gemeten deformatie. Een standaardafwijking van 15 graden in de fasemeting leidt dus bij een golflengte van 56 mm tot een standaardafwijking van 1,2 mm in de deformatiemeting. Een radar met een korte golflengte en een hoge signaal-ruisverhouding lijkt dus optimaal. Hierbij moet echter rekening worden gehouden dat korte golflengten (bijvoorbeeld 3 cm) ook verstrooid worden door kleine objecten op aarde, bijvoorbeeld door bladeren aan bomen. De willekeurige veranderingen van objecten van deze dimensies in de tijd verstoren de analyse van het fasesignaal. Om deze reden wordt vaak een wat langere golflengte zoals 5,6 en 24 cm geprefereerd. Een golflengte van 24 cm wordt voornamelijk verstrooid door grotere objecten, waar-

door deze door het bladerdak van bomen heen dringt en dicht bij de grond wordt verstrooid. Statistisch gezien is de variatie in de tijd van deze grotere objecten kleiner, waardoor de verstoring van het fasesignaal beperkt is. Golflengten groter dan 24 cm zijn minder geschikt vanwege hun gevoeligheid voor radiogolfinterferentie en ionosferische verstoringen.

De lengte van de loodrechte basislijn B_{\perp} bepaalt de interferometrische geometrie (zie figuur 1). Hierdoor wordt de gevoeligheid voor topografische hoogteverschillen geïntroduceerd. Afhankelijk van de radargolflengte en de terreinhelling varieert de absolute lengte tussen 0 m, waarbij de configuratie ongevoelig is voor topografische hoogte, en 1 - 2 km, waarbij er een zeer sterke invloed van de topografie op de fasewaarden is. Idealiter worden deformatiemetingen uitgevoerd met een basislijn van nul meter, waardoor alle invloed van topografie uit het signaal verwijderd is. Helaas vertonen satellietbanen een drift ten opzichte van hun nominale banen, waardoor de basislijn in het algemeen ongelijk aan nul zal zijn. Externe topografische informatie (DEM's) of DEM's afgeleid uit InSAR-metingen zonder deformatiesignaal worden in deze gevallen gebruikt om de topografische invloed uit de deformatiemetingen te elimineren. Een additioneel ongewenst effect van de basislijn is, dat faseruis wordt geïntroduceerd proportioneel aan de basislijnlengte.

Een derde ontwerpparameter is de temporele basislijn B_T ; een veelvoud van de herhalingsstijd ΔT (zie tabel 1) van de satellietbaan en afhankelijk van de acquisitieplanning. De acquisitieplanning wordt gestuurd door het energieverbruik van de radar en het gebruik van mogelijke conflicterende andere instrumenten aan boord van de satelliet. De temporele basislijn dient lang genoeg te zijn om de verwachte deformatie te kunnen detecteren, maar niet te lang aangezien de ruis in de beelden meestal proportioneel toeneemt met het tijdsinterval. De redenen hiervoor worden hieronder verder beschreven.

Missie	start - eind	T (dagen)	λ (cm)
ERS-1	1991 - 2000	35(3)	5,6
ERS-2	1995 -	35	5,6
ERS-1/ERS-2	1995 - 1996	1	5,6
JERS	1992 - 1998	44	23,6
Radarsat	1995 -	24	5,6
Envisat	2002 -	35	5,6

Tabel 1. Overzicht van de satelliet-InSAR-missies die gebruikt kunnen worden voor deformatiemetingen, met duur van de missie, de herhalingsfrequentie en de golflengte.

Tenslotte is het totale aantal beschikbare radaropnamen N van belang, aangezien de beschikbaarheid van veel beelden alternatieve wijzen mogelijk maakt om individuele pixels met een hoge kwaliteit te kunnen herkennen temidden van de ruis,

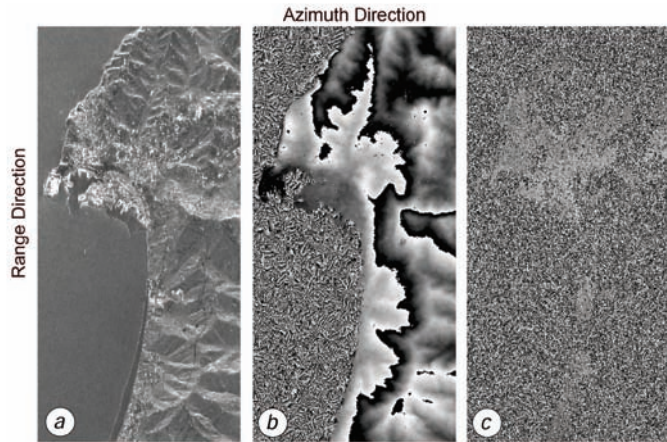
zoals beschreven in de volgende paragraaf. Bovendien wordt met veel beelden de ratio tussen het deformatiesignaal en het atmosfeersignaal gunstiger.

De tweede groep van parameters bestaat uit de omgevingsinvloeden ten tijde van de radaropname: atmosfeer, deformatie-eigenschappen en het landoppervlak. Alhoewel radargolven niet worden tegengehouden door wolken, worden ze wel inhomogeen vertraagd, wat resulteert in spatieel gecorreleerde fouten in de afstandmetingen. De mate van verstoring is afhankelijk van de klimaatomstandigheden en de lokale weersituatie ten tijde van de opname. Weersverschijnselen zoals regen, convectieve bewolking en fronten resulteren vaak in significante fouten, oplopend tot enkele centimeters [7]. Aangezien een potentieel deformatiesignaal relatief wordt gemeten tussen punten in het beeld zal een grotere afstand tussen de punten leiden tot een grotere atmosferische fout A in de deformatiemeting

De verwachte eigenschappen van het deformatiesignaal D dienen te worden meegenomen wanneer de inzetbaarheid van InSAR wordt overwogen. Fouten in de satellietbanen resulteren in langgolfige trends in de interferogrammen, terwijl het atmosfeersignaal leidt tot een 'gladde' fasevariatie over verschillende schalen. Het deformatiesignaal met vergelijkbare eigenschappen, zowel ruimtelijk als qua magnitude, is moeilijk te onderscheiden van de verstoringen. Bij interferometrische analyses die slechts gebruik maken van twee beelden, worden hierdoor bijvoorbeeld aardgetijden en langzame en ruimtelijk uitgestrekte bodemdaling zeer moeilijk te meten. De kinematische eigenschappen van de deformatie spelen een belangrijke rol: een plotselinge deformatie veroorzaakt door een aardbeving is vele malen makkelijker af te leiden dan tektonisch kruipgedrag, alhoewel de methodologie voor het analyseren van dit laatste fenomeen al is ontwikkeld. Tenslotte dienen de ruimtelijke deformatiegradiënten tussen naburige pixels in het beeld kleiner te zijn dan de radargolflengte.

Verreweg de belangrijkste omgevingsparameter is het verstrooiende oppervlak S van de aarde. Het afleiden van deformatie uit interferometrische metingen is slechts mogelijk wanneer er sprake is van coherente verstrooiing. Dit betekent dat voor elk interferogram de fase-informatie alleen afhankelijk mag zijn van de geometrie. Met andere woorden, in de tijd variërende verstrooiingseigenschappen binnen een resolutiecel dienen te worden vermeden. Deze beperking maakt bijvoorbeeld water onbruikbaar voor interferometrie, aangezien de vorm van het wateroppervlak al binnen een seconde te sterk verandert. Voor temporele basislijnen van meerdere weken worden door hetzelfde principe ook veel landbouwgebieden en gebieden met een sterke vegetatie uitgesloten. Ook gebieden waar veel menselijke activiteit waarneembaar is, bijvoorbeeld bij het bouwen of slopen van gebouwen of infrastructuur, zijn in het algemeen onbruikbaar. De mate waarin deze interferometrische correlatie aanwezig is, wordt uitgedrukt in de coherentie.

Een hoogcoherent-interferogram resulteert in een glad fasepatroon: er is in dat geval een sterke ruimtelijke correlatie tussen de modulo- 2π -fasewaarden (zie figuur 2b). Gebieden met een lage coherentie resulteren in een ruzig fasebeeld (zie figuur 2c).



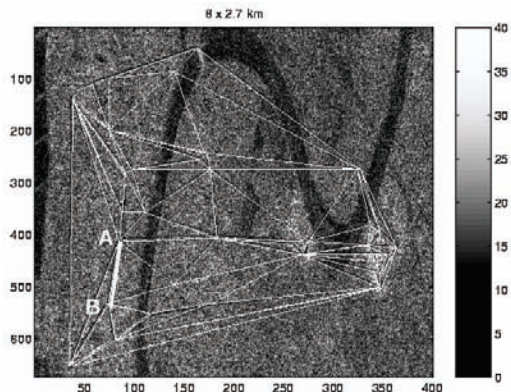
Figuur 2. Interferometrische radarbeelden van Ancona, Italië, uit Hanssen en Ferretti (2002). (a) ERS SAR-magnitudebeeld. (b) Hoogcoherent-interferogram afgeleid uit een ERS-'tandembaar': twee acquisities met een tussentijd van 24 uur. De fasecycli komen direct overeen met de lokale topografie. (c) Laagcoherent-interferogram van hetzelfde gebied. De loodrechte basislijn is kort (< 10 m), maar de temporele basislijn is langer dan 1 jaar. Interferometrische metingen zijn niet mogelijk wanneer de lokale verstrooiing van het terrein te veel verandert in de tijd.

Aangezien de coherentie een belangrijke kwaliteitsmaat voor het interferogram is, variërend over het beeld, dient deze per pixel te worden geschat. In een ideale situatie zijn herhaalde metingen onder identieke omstandigheden nodig om de coherentie per pixel te schatten. Dit is echter in de conventionele interferometrische aanpak niet mogelijk aangezien slechts twee beelden worden gebruikt waaruit een interferogram wordt berekend. Hierdoor is er geen overtaligheid in de interferometrische metingen per pixel en kan de coherentie niet worden geschat. Als benadering wordt in plaats hiervan de coherentie uit een groep waarnemingen rondom een pixel bepaald, onder de aanname van ergodiciteit. Deze aanname is in veel gevallen bruikbaar, voornamelijk wanneer de eigenschappen van het terrein homogeen zijn en korte temporele basislijnen worden gebruikt. Desalniettemin is de aanname zeker niet juist bij interferogrammen met lokaal sterk variërende verstrooiingseigenschappen. Hierdoor zijn veel interferogrammen met lange temporele basislijnen vaak aanzienlijk gedecorreleerd, voornamelijk in gebieden met vegetatie. Gebouwen, blootliggende rots of infrastructurele werken behouden vaak hun verstrooiingseigenschappen over lange tijdsintervallen en onder variabele opnamegeometrieën. Herkenning van dit soort punten, vaak een enkele pixel temidden van ruis, is zeer moeilijk wanneer slechts een beperkt aantal beelden beschikbaar is. Wanneer meerdere beelden beschikbaar zijn, kan een oplossing voor dit herkenningsprobleem worden gevonden door een stapeling van beelden te maken. Deze aanpak wordt gehanteerd bij de permanent-scatterers-methode en wordt besproken in de volgende paragraaf.

4. InSAR-permanent-scatterers-methode

De permanent-scatterers-methode (PS) is ontwikkeld om geïsoleerde coherente pixels te herkennen en om het probleem van atmosferfouten op te lossen. De prijs die hiervoor betaald wordt, is dat een groot aantal beelden (meer dan 30), pixel voor pixel, moet worden verwerkt [5]. Puntdoelen die niet worden beïnvloed door temporele decorrelatie worden herkend door middel van een statistische analyse van hun amplitude in de gehele set radarbeelden. De statistische verdeling van de amplitudewaarden per pixel in de gehele gecoregistreerde set SAR-beelden wordt gebruikt om potentiële permanent scatterers te identificeren. Deze selectie vindt plaats onder de aanname dat pixels met PS-eigenschappen een minimale verandering in amplitude hebben, waardoor hun variantie laag is. Pixels die sterk variëren in amplitude zijn hoogstwaarschijnlijk ook niet stabiel in fase. De invloed van topografie, deformatie en atmosfeer kan met behulp van een iteratieve kleinstekwadratenvereffening worden geschat door zorgvuldig gebruik te maken van het verschil in hun ruimtelijke en temporele gedrag. Zo is het atmosferisch signaal ruimtelijk sterk gecorreleerd, terwijl het in de tijd nagenoeg ongecorrleerd is. Topografie is constant in de tijd en schaal met de loodrechte basislijn. Deformatie tenslotte is vaak sterk gecorreleerd in de tijd, op breukpunten na, en afhankelijk van het type deformatie ook in meer of mindere mate in ruimtelijke zin.

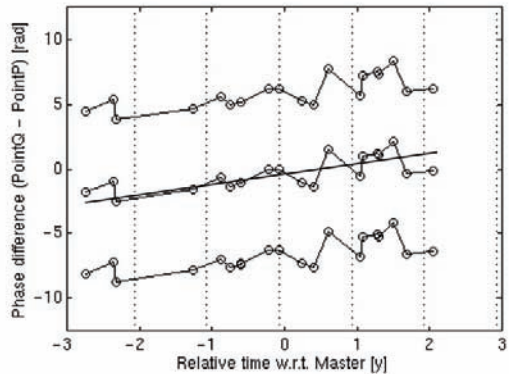
De combinatie van alle geïdentificeerde permanent scatterers is vergelijkbaar met een standaard geodetisch netwerk (zie figuur 3), alhoewel de posities van deze punten door het toeval worden bepaald en onvoorspelbaar en niet te optimaliseren zijn. Desalniettemin, alhoewel voor stedelijke gebieden slechts tussen de 0,5 en 2,5 procent van het totale aantal punten kan worden gebruikt, correspondeert dit met tussen de 50 en 400 punten per vierkante kilometer. Dit is veel meer dan de



Figuur 3. Eerste selectie pixels (permanent scatterers) met een signaal-ruisverhouding hoger dan 50, georganiseerd in een netwerk van basislijnen. Ondergrond vormt het gemiddelde amplitudebeeld 20 interferogrammen van Hangu, China. Bij een groter aantal beelden wordt de detectiedrempel van stabiele reflectoren lager, waardoor een hogere punt dichtheid kan worden bereikt.

gemiddelde punt dichtheid bij typische waterpassings- of GPS-metingen, waardoor optimaliseren minder belangrijk is dan in een standaard geodetisch netwerk ontwerp. De nauwkeurigheid van de permanent-scatterer-deformatiemetingen is in bepaalde gevallen beter dan 0,1 mm per jaar. De hoge herhalingsfrequentie van nieuwe satellietbeelden leidt tot een tijdige identificatie van een veranderend deformatiepatroon. Dit is bijvoorbeeld belangrijk bij het monitoren van de stabiliteit van individuele gebouwen.

Alhoewel de verzameling van geïdentificeerde permanent scatterers kan worden gezien als een geodetisch toevalsnetwerk, zijn er ook belangrijke verschillen. Zo ontbreekt de sluitfout zoals bekend uit waterpasnetwerken. Dit wordt veroorzaakt doordat waterpassingen hoogteverschilmetingen zijn die in een waterpaskring gesommeerd worden. Hierdoor stapelen meetfouten zich op en dient er vereffend te worden, wat meteen een controle op de metingen vormt. De permanent-scatterers-netwerken zijn in feite kinematische deformatiemetingen, waarbij per punt een deformatiegedrag in de tijd wordt geschat. Ruimtelijk gezien zijn de metingen vergelijkbaar met hoogte- in plaats van hoogteverschilmetingen. De hoogteverschillen zijn afgeleide grootheden van de hoogten en daarom ook niet te vereffenen of te toetsen in kringmetingen.



Figuur 4. Deformatie van zijde AB in figuur 3 met een lengte van 530 m. De fasewaarnemingen zijn gerepresenteerd in drie ambiguïteitsmogelijkheden. De geschatte lineaire deformatie bedraagt 3 mm per jaar.

Hier volgt een kort overzicht van de voor- en nadelen van de permanent-scatterers-methode. Voordelen zijn onder andere: (i) de grote punt dichtheid in stedelijke gebieden, (ii) de instantane waarnemingsgreep, (iii) de hoge potentiële nauwkeurigheid van geschatte deformaties, (iv) het grote archief van data, vanaf 1991, (v) de hoge herhalingsfrequentie, die leidt tot gevoeligheid voor bijvoorbeeld seizoensinvloeden, selectieve wateronttrekking, etc, (vi) de potentiële monitorfunctie: ook wanneer er niks deformeert of verzakt kan dat aangetoond worden (dit is belangrijk bijvoorbeeld in relatie met juridische aspecten), en (vii) de relatief lage kosten per

radaropname. De nadelen zijn onder andere: (i) de onzekerheid van de serievoorzetting in verband met de beperkte levensduur van de satelliet, (ii) de beperking in de omvang van het gebied, (iii) succes is niet bij voorbaat verzekerd en dient van geval tot geval te worden bekeken, (iv) de beperking tot gebieden met een behoorlijke dichtheid van infrastructuur of lage vegetatiegraad, (v) de afhankelijkheid van een minimum aantal beelden (dit wordt niet overal ter wereld gehaald), en (iv) de rekentechnische aspecten.

Onderzoeksonderwerpen die kunnen worden geïdentificeerd zijn onder meer (a) het kwantitatief beschrijven van de precisie en betrouwbaarheid van de resultaten, (b) het oplossen van de faseambigüiteiten en het kwantitatief beschrijven van de kwaliteit van de oplossing, bijvoorbeeld met integer kleinstekwadratenmethoden, (c) het opzetten van een toetsingsmethodiek om fouten of afwijkingen in het model (en dus het deformatiegedrag) automatisch te detecteren, (d) het uitbreiden van de techniek voor grotere gebieden, waardoor onder andere atmosfeerschatting moeilijker wordt, (e) het uitbreiden van de toepassingen naar gebieden met een lagere dichtheid van stabiele reflectoren en het analyseren van dit type geïsoleerde reflectoren, (f) de aanscherping van het model voor verdwijnende en bijkomende reflectoren, (g) het doorzetten van de ERS-1- en ERS-2-tijdserie met ENVISAT-data, in principe mogelijk voor een selecte set punten, (h) het optimaliseren van rekenmethoden voor grote datahoeveelheden, en (i) het integreren van de radarmetingen met alternatieve en complementaire technieken.

5. Discussie

De definitie van geodetische netwerken zou kunnen worden uitgebreid met *toevalsnetwerken*, netwerken van meetpunten die op onvoorspelbare locaties worden gekozen. Alhoewel dit concept nieuw is in de geodesie, is het statistisch vergelijkbaar met de bekende Monte Carlo-methoden. De inzetbaarheid van deformatie-monitoring met behulp van satelliet-radarinterferometrie en de permanent-scatterers-methode kan redelijk snel worden nagegaan door een beperkt aantal parameters te evalueren. De ontwerpparameters zoals de loodrechte en temporele basislijnen, de radargolflengte en het totale aantal beelden (belangrijk voor de permanent-scatterers-methode) kunnen eenvoudig worden verkregen uit de overzichtsbestanden van data zoals deze door de diverse ruimtevaartorganisaties beschikbaar worden gesteld. De omgevingseigenschappen, zoals atmosfeer, oppervlakedecorrelatie en de verwachte deformatie-eigenschappen zijn moeilijker te voorspellen en worden dan ook stochastisch gemodelleerd. Voorstellen voor InSAR-satellietmissies toegesneden voor deformatiemetingen worden momenteel geëvalueerd door de grote ruimtevaartorganisaties.

Referenties

1. J.E. Alberda. Planning and optimization of networks: some general considerations. *Bolletino di Geodesia e Scienze Affini*, 2: 209-240, 1974.
2. W. Baarda. Statistical concepts in geodesy. Volume 4 of Publications on Geodesy. Netherlands Geodetic Commission, Delft, 1967.
3. W. Baarda. A testing procedure for use in geodetic networks. Volume 5 of Publications on Geodesy. Netherlands Geodetic Commission, Delft, 2 edition, 1968.
4. A. Ferretti, C. Prati and F. Rocca. Nonlinear subsidence rate estimation using permanent scatterers in differential SAR interferometry. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 38(5): 2202-2212, September 2000.
5. A. Ferretti, C. Prati and F. Rocca. Permanent scatterers in SAR interferometry. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 39(1): 8-20, January 2001.
6. R. Hanssen and A. Ferretti. Deformation monitoring by satellite radar interferometry: Design parameters and environmental factors affecting feasibility. *GIM International*, 16(9): 27-31, September 2002.
7. R.F. Hanssen. *Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2001.
8. F.R. Helmert. Studien über rationelle Vermessungen im Gebiete der höheren Geodäsie. *Zeitschrift für Mathematik und Physik*, 13(73), 1868.
9. P. Rosen, S. Hensley, I.R. Joughin, F.K. Li, S. Madsen, E. Rodriguez and R. Goldstein. Synthetic aperture radar interferometry. *Proceedings of the IEEE*, 88(3): 333-382, March 2000.

Bijlage 1. Samenstelling van de organen van de NCG

Onderstaande gegevens zijn bijgewerkt tot 1 juli 2002.

De Commissie

Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen (voorzitter), Afdeling Geodesie, TU Delft
Prof.dr.ir. M. Molenaar (secretaris), rector van het ITC
Prof.dr.ir. L. Aardoom, emeritus hoogleraar
Prof.dr.ir. F.B.J. Barends, Fac. Civiele Techn. en Geoweten., TU Delft; GeoDelft
Mr. J.W.J. Besemer, voorzitter Raad van Bestuur Kadaster
Prof.dr.ir. A.K. Bregt, Centre for Geo-information, Wageningen UR
Dr. H.M. Fijnaut, hoofdingenieur-directeur Meetkundige Dienst RWS
Prof.ir. R. Groot, ITC
Ir. G. Jacobs, voorzitter Subcommissie Geodetisch Onderwijs
Prof.dr.-Ing. R. Klees, Afdeling Geodesie, TU Delft
Kapt. t.z. L. Kool, Chef der Hydrografie
Ir. C.W. Nelis, VNG
Prof.dr. H.F.L. Ottens, Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, UU
Dr.ir. H. Quee, Railinfrabeheer
Prof.dr. R.T. Schilizzi, Joint Institute for VLBI in Europe
F. Smit RA, interim-directeur Topografische Dienst
Prof.dr.ir. M.G. Vosselman, Afdeling Geodesie, TU Delft
Prof.ir. K.F. Wakker, voorzitter Afdeling Geodesie, TU Delft
Prof.dr. M.J.R. Wortel, Instituut voor Aardwetenschappen, UU

Prof.dr. R.F. Rummel (corresponderend lid), TU München
Prof.dr.ir. W. Baarda (erelid), emeritus hoogleraar

Mutaties

Prof.dr.ir. M. Molenaar is per 1-1-2001 benoemd tot rector van het ITC.
Prof.dr.ir. M.J.M. Bogaerts heeft in verband met zijn emeritaat per 1-2-2002 zijn lidmaatschap namens de Afdeling Geodesie, TU Delft beëindigd.
Prof.ir. K.F. Wakker is per 11-4-2002 lid geworden namens de Afdeling Geodesie, TU Delft.

Dagelijks Bestuur

Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen (voorzitter)

Prof.dr.ir. M. Molenaar (secretaris)

Prof.dr.ir. L. Aardoom

Mr. J.W.J. Besemer

Dr. H.M. Fijnaut

Prof.dr.ir. M.G. Vosselman

Mutaties

Dr. H.M. Fijnaut is per 1-8-2001 lid geworden.

Prof.dr.ir. M.G. Vosselman is per 12-9-2001 lid geworden.

Prof.dr.ir. M.J.M. Bogaerts heeft in verband met zijn emeritaat per 1-2-2002 zijn lidmaatschap beëindigd.

Bureau

F.H. Schröder, adjunct-secretaris

Mw. H.W.M. Verhoog-Krouwel, secretariaatsmedewerkster

Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie

Prof.dr.ir. F.B.J. Barends (voorzitter), Faculteit CiTG, TU Delft; GeoDelft

Ir. F. Kenselaar (secretaris), Afdeling Geodesie, TU Delft

Ir. A.J.T. de Bruijne, Meetkundige Dienst RWS

Ir. R.H. Camphuysen, Total Fina Elf

J.H. ten Damme, Meetkundige Dienst RWS

Dr. B. Dost, Afdeling Seismologie, KNMI

Dr.ir. A.J.H.M. Duquesnoy, Staatstoezicht op de Mijnen

Ir. A.P.E.M. Houtenbos

Dr. H. Kooi, Instituut voor Aardwetenschappen, VU

Drs. G.A.M. Kruse, GeoDelft

Drs. G. de Lange, TNO-NITG

Ir. W.A. Paar, Minerals Akzo Nobel Salt b.v.

Ir. R.C.H. Quadvlieg, Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Dr.ir. F. Schokking MSc DIC, GeoConsult

F.H. Schröder (uitvoerend secretaris), NCG

Secretaris

Ir. F. Kenselaar is per 4-4-2001 secretaris geworden.

Nieuwe leden

Ir. R.H. Camphuysen, Total Fina Elf, per 4-4-2001.

Dr.ir. A.J.H.M. Duquesnoy, Staatstoezicht op de Mijnen, per 4-4-2001.
Ir. W.A. Paar, Minerals Akzo Nobel Salt b.v., per 14-2-2002.
J.H. ten Damme, Meetkundige Dienst RWS, per 3-6-2002.

Ex-leden

J.M. van Herk, Staatstoezicht op de Mijnen, 1-1-1998 - 4-4-2001.
Ir. J.J.E. Pöttgens, Staatstoezicht op de Mijnen, 20-10-1978 - 4-4-2001.
Dr. J. Wiersma, 22-1-1987 - 4-4-2001.
Ir. P.F. Heinen, Rijksinstituut voor Kust en Zee, 01-09-1998 - 14-2-2002.
Ing. W.A. van Beusekom, Meetkundige Dienst RWS, 1-1-2001 - 1-3-2002.

Subcommissie Geo-Informatie Modellen

Prof.dr.ir. A.K. Bregt (voorzitter), Centre for Geo-information, Wageningen UR
Prof.ir. H.J.G.L. Aalders (secretaris), Afdeling Geodesie, TU Delft; KU Leuven
Ir. R. Dood, Meetkundige Dienst RWS
Ir. L. Heres, Adviesdienst Verkeer en Vervoer RWS
Ir. P.A.L.M. Janssen, Ravi
Ir. E. Kolk, Topografische Dienst
Prof.dr. M.J. Kraak, ITC
Dr. M.J. van Kreveld, Faculteit Wiskunde en Informatica, UU
Ir. P.J.M. Meijers, TNO-NITG
Prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom, Afdeling Geodesie, TU Delft
Prof.dr. F.J. Ormeling, Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, UU
Ing. M.P.J. van de Ven, Dienst Milieu en Water, Provincie Gelderland
Ir. R.C.J. Witmer, Kadaster
F.H. Schröder (uitvoerend secretaris), NCG

Nieuwe leden

Prof.dr. M.J. Kraak, ITC, per 18-1-2001.
Ir. P.J.M. Meijers, TNO-NITG, per 18-1-2001.
Ir. R.C.J. Witmer, Kadaster, per 16-1-2002.
Ir. P.A.L.M. Janssen, Ravi, per 1-6-2002.

Ex-leden

Drs. I. Ritsema, TNO-NITG, 1-1-1998 - 18-1-2001.
Dr.ir. M.P. Moolenaar, Kadaster, 27-6-1989 - 9-6-2001.
Ir. C.H.J. Lemmen, Kadaster, 9-6-2001 - 16-1-2002
J.H. van Oogen, Ravi, 24-2-2000 - 20-6-2002.

Subcommissie Geometrische Infrastructuur

Dr. H.M. Fijnaut (voorzitter), Meetkundige Dienst RWS
Dr.ir. H. van der Marel (secretaris), Afdeling Geodesie, TU Delft
Ir. J. van Buren, Kadaster
Ir. E. Kolk, Topografische Dienst
Ir. R.E. Molendijk, Meetkundige Dienst RWS
Dr.ir. M.A. Salzmann, Kadaster
Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen, Afdeling Geodesie, TU Delft
Ir. G.W. van Willigen, Meetkundige Dienst RWS
F.H. Schröder (uitvoerend secretaris), NCG

Subcommissie Mariene Geodesie

Kapt. t.z. L. Kool (voorzitter), Dienst der Hydrografie
Mw. ir. I.A. Elema (secretaris), Dienst der Hydrografie
Ing. D.J. Bakker, Directie Noordzee RWS
Dr.ir. C.D. de Jong, Afdeling Geodesie, TU Delft
Prof.dr.-Ing. R. Klees, Afdeling Geodesie, TU Delft
Drs. A. Lubbes, Fugro NV
Dr.ir. E.J. de Min, Meetkundige Dienst RWS
Ir. R.E. van Ree, Inst. voor Industriële en Maritieme Technieken, HvA
Ing. C.A. Scheele, KIM
Ir. H. Zwaan, Fugro Intersite BV
F.H. Schröder (uitvoerend secretaris), NCG

Nieuwe lid

Ing. C.A. Scheele, KIM, per 6-2-2002.

Ex-leden

Ir. M.E.E. Haagmans, Meetkundige Dienst RWS, 1-10-1999 - 1-9-2001
Kapt t.z. ir. H. Sabelis, KIM, 17-12-1998 - 6-2-2002

Subcommissie Geodetisch Onderwijs

Ir. G. Jacobs (voorzitter)
Prof.ir. R. Groot, ITC
Prof.ir. P. van der Molen, Kadaster, Stichting Geodesia, ITC
Prof.dr.ir. M.G. Vosselman, Afdeling Geodesie, TU Delft

Begeleidingscommissie Boek 125 jaar NCG

Prof.dr.ir. L. Aardoom (voorzitter)

Prof.dr.ir. M.J.M. Bogaerts

Ir. J. Denekamp

Prof.dr.ir. H.W. Lintsen

Dr.ir. H. Quee

F.H. Schröder (secretaris)

De Begeleidingscommissie is ingesteld op 9-7-2001.

Bijlage 2. Internationale betrekkingen

De Nederlandse Commissie voor Geodesie heeft mede tot taak het onderhouden van wetenschappelijke contacten met internationale organisaties op geodetisch gebied. De voornaamste lidmaatschappen van internationale wetenschappelijke organisaties op het gebied van de geodesie van leden van de Commissie en van de subcommissies tijdens het verslagjaar zijn hieronder beschreven.

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).
- Prof.dr-Ing. R. Klees is lid van Section IV General Theory and Methodology, is lid van de Special Commission on Mathematical and Physical Foundations of Geodesy, nationaal afgevaardigde voor de International Gravity Commission en de International Geoid Commission en is Fellow van de IAG.
- Dr.ir. H. van der Marel is lid van de Subcommission for Europe (EUREF) en van de Technical Working Group van de Subcommission for Europe (EUREF).
- Ir. R.E. Molendijk is lid van de werkgroep European Vertical System 2000 (EVS2000) van de Subcommission for Europe (EUREF).
- Prof.dr. R.F. Rummel is lid van het IAG Review Committee.
- Dr.ir. M.A. Salzmann is lid van de Subcommission for Europe (EUREF).
- Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen is Fellow van de IAG, National Correspondent, lid van het Executive Committee, National Representative van EUREF, lid van de Special Commission on Mathematical and Physical Foundations of Geodesy en is Editor-in-Chief van de Journal of Geodesy.
- Ir. G.W. van Willigen is lid van de Subcommission for Europe (EUREF).

International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)

- Prof.dr. M.J. Kraak is co-chairman van de Working Group II/6 Spatial Analysis and Visualization Systems.
- Prof.dr.ir. M.G. Vosselman is voorzitter van de Working Group III/3 3-D Reconstruction from Airborne Laser Scanner and In SAR Data.

Organisation

Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales (OEEPE)

- Prof.dr.ir. M. Molenaar is Prime National Delegate van Nederland en voorzitter van het Science Committee.

Diversen

- Ing. D.J. Bakker is lid van het Joint FIG-IHO Technical Assistance and Cooperation Coordinating Committee en lid van de Council van The Hydrographic Society.
- Prof.dr.ir. F.B.J. Barends is lid van de International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE), neemt deel in enkele Technical Committees en is lid van the American Society of Civil Engineers (ASCE).
- Prof.dr.ir. A.K. Bregt is voorzitter van de working group Impact Analysis voor het Environmental European Spatial Data Infrastructure Initiative (E-ESDI).
- Dr.ir. A.J.H.M. Duquesnoy is lid van de International Society of Rock Mechanics (ISRM).
- Mw. ir. I.A. Elema is lid van Subcommission 3 van de Tidal Working Group van de North Sea Hydrographic Commission.
- Prof.ir. R. Groot is lid van de Ad-hoc Group of Experts for Geographic Information in Africa van de United Nations Economic Commission for Africa.
- 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).
- Ir. F. Kenselaar is National Delegate in FIG Commission 2 on Professional Education.
- Ir. E. Kolk is lid van de NATO Geodesy and Geophysics Working Group en lid van Working Group IX Revision of Topographical Databases van EuroGeographics.
- Kapt. t.z. L. Kool vertegenwoordigt Nederland in de International Hydrographic Organization (IHO), in het Regional Electronic Nautical Chart Co-ordination Centre (RENC), de Caribbean and Gulf of Mexico Hydrographic Commission en in de North Sea Hydrographic Commission (NSHC).
- Prof.dr. M.J. Kraak is co-chairman van de Commission on Visualization and Virtual Environments van de International Cartographic Association (ICA) en voorzitter van de EURESCO Conference on Geovisualisation 2002/2004.
- Dr. M.J. van Kreveld is secretaris van het Steering Committee of Computational Geometry.
- Ir. C.H.J. Lemmen is secretaris van het Office International du Cadastre et du Régime Foncier (OICRF).

- Ir. P.J.M. Meijers is lid van de Executive Board van de Information Policy Sector van EuroGeoSurveys (EGS) en lid van het Steering Committee van het Geoscience Information Consortium (GIC).
- Prof.ir. P. van der Molen is directeur van het International Office for Cadastre and Land Records (OICRF FIG), vice-voorzitter van de FIG Commission 7 Land Management and Cadastre en lid van het Bureau van de UN/ECE Working Party on Land Administration (WPLA).
- 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), vice-voorzitter van de Commission for Geo-Information Science van de International Geographical Union en lid van het uitvoerend comité van de Geographical Information Systems International Group (GISIG).
- Dr.ir. H. Quee is National Delegate in FIG Commission 6.
- Ir. R.E. van Ree is bestuurslid namens de Benelux in the Council van The Hydrographic Society en voorzitter van het Educational Fund Award Committee van The Hydrographic Society.
- Prof.dr. R.T. Schilizzi is lid van de International Astronomical Union en voorzitter van de Global VLBI Working Group.
- F. Smit is lid van EuroGeographics.
- Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen is lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) en corresponderend lid van de Deutsche Geodätische Kommission van de Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Bijlage 3. Publicaties

Uitgegeven publicaties

Jaarverslag 2000 Nederlandse Commissie voor Geodesie, 68 pagina's, ISBN 90 6132 274 X.

De hoofdredactie van het internationale wetenschappelijke tijdschrift Journal of Geodesy is bij de NCG gevestigd. In 2001 zijn gepubliceerd: Journal of Geodesy, Volume 74 Number 9 - 12 (205 pagina's) en Volume 75 Number 1 - 12 (685 pagina's), Springer Verlag, ISSN 0949 7714, ISSN 1432-1394 (elektronische editie).

De NCG heeft in 2001 geen publicaties uitgegeven in de reeksen 'Publications on Geodesy' en de 'Groene reeks'.

Ontvangen publicaties

De NCG ontvangt van universiteiten en andere instellingen in binnen- en buitenland op basis van ruilvereenkomsten publicaties op geodetisch gebied. De publicaties worden geregistreerd door het Bureau van de NCG. Het betreft afzonderlijke titels, periodieken en artikelen. De afzonderlijke titels en periodieken worden geplaatst in de bibliotheek van de Afdeling Geodesie van de TU Delft. In het verslagjaar zijn 62 afzonderlijke titels ontvangen. Van 13 periodieken zijn nummers ontvangen.

Website en artikelen

De website van de NCG is in het verslagjaar ruim 54.000 keer opgevraagd; gemiddeld 148 keer per dag. Vergeleken met 2000 is dat een stijging met ruim 75%. Ca. 15% van aanvragen kwam van buiten Nederland. De site wordt wekelijks voorzien van nieuwe informatie over de NCG; zoals over publicaties, onderzoek, activiteiten en nieuwe leden. In het verslagjaar zijn dertien nieuwe onderdelen aan de site toegevoegd en zijn veertien onderdelen gewijzigd en of aangevuld. De Engelse versie van de website is verder uitgebreid.

In het tijdschrift voor geodesie en geo-informatie Geodesia is een NCG Bericht verschenen.

Bijlage 4. Bureau NCG

Het Bureau van de NCG is gevestigd in het gebouw van de Afdeling Geodesie van de TU Delft in Delft. Het Bureau maakt gebruik van de plannen en maatregelen op het gebied van bedrijfshulpverlening, risico-inventarisatie en van de Arbo-faciliteiten van de Afdeling Geodesie.

Het Bureau telt 2 personeelsleden (1,5 fte). Er is in het verslagjaar één cursus gevolgd ter verbetering en vernieuwing van het werk. Het ziekteverzuim was in het verslagjaar 5%, 4% lager dan in 2000.

Het Bureau voerde, naast het secretariaat van de Commissie en het Dagelijks Bestuur, de secretariaten van de Subcommissies Bodembeweging en Zeespiegelvariatie, Geo-Informatie Modellen, Geometrische Infrastructuur en Mariene Geodesie. Het voeren van het secretariaat van de Begeleidingscommissie Boek 125 jaar NCG en het secretariael ondersteunen van het Projectbureau van de Stichting De Hollandse Cirkel zijn toegevoegd aan de werkzaamheden.

Het beschrijven van het historisch archief van de NCG op een database is afgerond, inclusief een selectie van het aanwezige beeldmateriaal. Een begin is gemaakt met het beschrijven van de correspondentie van de Commissie vanaf 1879 op een database. Voor het tijdschrift voor geodesie en geo-informatie Geodesia is een aflevering van het NCG Bericht geschreven. De internetsite van de NCG (www.ncg.knaw.nl) is wekelijks bijgehouden.

Het Bureau voert het secretariaat van de Editor-in-chief van het internationale wetenschappelijke tijdschrift Journal of Geodesy. Voor review zijn 96 nieuwe artikelen ontvangen. In totaal zijn er 153 verschillende artikelen behandeld. In het verslagjaar verschenen 16 nummers van de Journal met in totaal 77 artikelen.

Bijlage 5. Afkortingen

AGRS.NL	Actief GPS Referentie Systeem Nederland
AHHWG	Ad Hoc Hydrographic Working Group
AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
aio	assistent in opleiding
AKWA	Advies- en Kenniscentrum Waterbodems van Rijkswaterstaat
AML	Additional Military Layer
ARAN	Automatic Road Analyzer
ASCE	American Society of Civil Engineers
AVV	Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
CEN	Comité Européen de Normalisation
CERCO	Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle
CTG	(Faculteit) Civiele Techniek en Geowetenschappen van de TU Delft
COST	European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research
CRN	Coördinatiegroep Radio Navigatie
DGKL	Dienst Geografie Koninklijke Landmacht
DLG	Dienst Landelijk Gebied
DTM	Digitaal Terrein Model
DWW	Dienst Weg- en Waterbouwkunde
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System
ED50	European Datum 1950
E-ESDI	Environmental European Spatial Data Infrastructure Initiative
EGIS	European GIS Foundation
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
EGS	EuroGeoSurveys
ENC	Electronic Navigational Chart
EPN	EUREF Permanent Network
EPS	Eumetsat Polar System
ERTICO	European Road Transport Telematics Implementation Co-ordination
ESA	European Space Agency
ESTB	EGNOS System Test Bed
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989
ETWG	EUREF Technical Working Group
EUREF	European Reference Frame
EUVN	European Vertical GPS Reference Network

EVRS	European Vertical Reference System
EVS	European Vertical System
FIG	Fédération Internationale des Géomètres
ftp	file transfer protocol
GBKN	Grootschalige Basiskaart Nederland
GHO	Geografische, Hydrografische en Oceanografische domein van de Operationele Data Faciliteit
GIC	Geoscience Information Consortium
GIS	Geografische Informatiesystemen
GISIG	de Geographical Information Systems International Group
GISt	(Sectie) GIS-technologie van de Afdeling Geodesie, TU Delft
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GML	Geographic Mark-up Language
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GRS80	Geodetic Reference System 1980
HOV	Hydrografische Opnemingsvaartuigen
HTW	Handboek Technische Werkzaamheden
HvA	Hogeschool van Amsterdam
IAG	International Association of Geodesy
ICA	International Cartographic Association
ICES	Interdepartementale Commissie voor Economische Structuurversterking
ICT	informatie- en communicatietechnologie
IGS	International GPS Service
IHO	International Hydrographic Organization
INK	Instituut Nederlandse Kwaliteit
InSAR	Inertial Synthetic Aperture Radar
ISPRS	International Society for Photogrammetry and Remote Sensing
ISRM	International Society of Rock Mechanics
ISSMGE	International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering
IT	Informatietechnologie
ITC	International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences
KIM	Koninklijk Instituut voor de Marine
KIS	werkgroep Kennisinfrastructuur van ICES
KNAW	Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
LAT	Lowest Astronomical Tide
LKI	Landmeetkundig en Kartografisch Informatiesysteem
LNv	(Ministerie van) Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
MAS	Maritieme Autoriteit Suriname
MD	Meetkundige Dienst
MEGRIN	Multipurpose European Ground Related Information Network
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
NLGE02002	Nederlandse geoïde 2002
NMA	National Mapping Agency
NSHC	North Sea Hydrographic Commission
NWB	Nationaal Wegenbestand
OEEPE	Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales
OICRF	Office International du Cadastre et du Régime Foncier
OM	ondergronds peilmerk
PS	permanent-scatterer
Ravi	Overlegorgaan voor vastgoedinformatie
RD	Rijksdriehoeksmeting
RENC	Regional Electronic Nautical Chart Co-ordination Centre
RIKZ	Rijksinstituut voor Kust en Zee
RWS	Rijkswaterstaat
SAR	Synthetic Aperture Radar
TCBB	Technische Commissie Bodembeweging
TDN	Topografische Dienst Nederland
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TNO-NITG	Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO
TOP10vector	Topografische vectorbestand 1:10.000
TU	Technische Universiteit
UELN	United European Levelling Network
UR	(Wageningen) Universiteit en Research Centrum
UU	Universiteit Utrecht
V&W	(Ministerie van) Verkeer en Waterstaat
VLBI	Very Long Baseline Interferometry
VNG	Vereniging van Nederlandse Gemeenten
VROM	(Ministerie van) Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VU	Vrije Universiteit
WECDIS	Warfare Electronic Chart Display and Information System
WGS84	World Geodetic System 1984
WILG	Wet inrichting landelijk gebied
WPLA	Working Party on Landadministration