

Jaarverslag 2005

Nederlandse Commissie voor Geodesie

NCG Nederlandse Commissie voor Geodesie

Delft, september 2006

Jaarverslag 2005 Nederlandse Commissie voor Geodesie

ISBN-10: 90 6132 300 2

ISBN-13: 978 90 6132 300 6

Vormgeving en productie: Bureau Nederlandse Commissie voor Geodesie

Druk: Optima Grafische Communicatie, Rotterdam

Omslag: Uit de presentatie Computational geometry: Its objectives and relation to GIS,
dr. M.J. van Kreveld (Universiteit Utrecht), 14-11-2005

Bureau van de Nederlandse Commissie voor Geodesie

Bezoekadres: Kluyverweg 1, 2629 HS Delft

Postadres: Postbus 5058, 2600 GB Delft

Tel.: 015 278 28 19

Fax: 015 278 17 75

E-mail: info@ncg.knaw.nl

Website: www.ncg.knaw.nl

Voorwoord

Voor u ligt het jaarverslag 2005 van de Nederlandse Commissie voor Geodesie (NCG). De NCG initieert en coördineert fundamenteel en strategisch onderzoek op het gebied van de geodesie en de geo-informatie in Nederland en geeft adviezen over algemene beleidslijnen in deze wetenschapsvelden. Naast de Commissie telt de NCG vier subcommissies, die elk werkzaam zijn op een deelterrein van het wetenschappelijke aandachtsveld van de Commissie. De NCG is een onderdeel van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW).

Begin 2005 ontvingen wij het bericht van het overlijden van prof.dr.ir. W. Baarda, erelid, oud-voorzitter en oud-secretaris van de Commissie. Prof. Baarda heeft veel voor de Commissie betekend en wij zijn hem dankbaar voor het werk dat hij voor de Nederlandse geodesie heeft gedaan.

Het artikel in dit jaarverslag is gewijd aan het wetenschappelijke werk van prof. Baarda. Het is geschreven door zijn oud-collega en oud-secretaris van de Commissie prof.ir. J.E. Alberda. Prof. Alberda geeft een schets van het wetenschappelijk denken en ontwikkelen van prof. Baarda vanaf de oorlogsjaren 1940. Het tekent prof. Baarda dat hij hiermee tot eind 2004 actief is geweest, ook in de NCG.

De Subcommissie Geo-Informatie Modellen heeft een nieuw perspectief geschetst voor haar werkgebied in de nota Onderzoeksthema's en heeft een studiedag georganiseerd over geo-informatie en computationele geometrie. De Taakgroep Ruimtelijke Basisgegevens 2010 heeft een advies uitgebracht met aanbevelingen voor gewenste taken van de NCG op het gebied van ruimtelijke basisgegevens. Na een initiatief van de Subcommissie Mariene Geodesie kon in samenwerking met partners het promotieonderzoek 'Verbeterde mogelijkheden om baggerwerkzaamheden te voorspellen met hoogprecieze kartering in drukke scheepvaartroutes' van start gaan.

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

Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen,
Voorzitter NCG

Nederlandse Commissie voor Geodesie

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

De taken van de Nederlandse Commissie voor Geodesie zijn:

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

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

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

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

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

Inhoudsopgave

Nederlandse Commissie voor Geodesie 1

In memoriam prof.dr.ir. Willem Baarda (1917 – 2005) 1

Subcommissie en taakgroep 2

Onderzoek 3

Studiedag en lezing 6

Publicaties 7

Subcommissies en taakgroep 13

Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie 13

Subcommissie Geo-Informatie Modellen 15

Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen 19

Subcommissie Mariene Geodesie 22

Taakgroep Ruimtelijke Basisgegevens 2010 24

Geodetische diensten 25

Kadaster 25

Adviesdienst Geo-informatie en ICT 33

Dienst der Hydrografie 40

Professor Willem Baarda 1917 – 2005

Een beknopt overzicht van zijn wetenschappelijke werk 47

Prof.ir. J.E. Alberda

Bijlagen 65

1. Samenstelling van de organen van de NCG 65

2. Internationale betrekkingen 69

3. Onderzoek 72

4. Publicaties 75

5. Bureau van de NCG 76

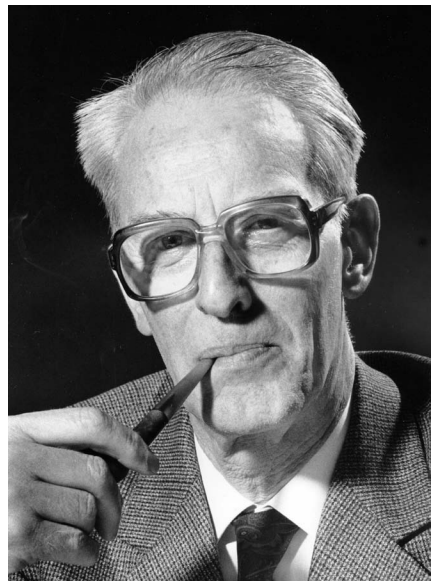
6. Afkortingen 77

Nederlandse Commissie voor Geodesie

In memoriam prof.dr.ir. Willem Baarda (1917 – 2005)

Op 2 januari 2005 overleed het erelid van de Nederlandse Commissie voor Geodesie prof.dr.ir. Willem Baarda. Prof. Baarda werd geboren op 20 juli 1917 in Leeuwarden. Hij was van 1952 tot 1996 lid van de Commissie, waarvan van 1957 tot 1980 secretaris en van 1980 tot 1987 voorzitter. In 1996 is hij benoemd tot erelid van de Commissie. Prof. Baarda was civiel-landmeter en geodetisch ingenieur, emeritushoogleraar aan de TU Delft en onder andere lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, eredoctor van de Universität Stuttgart en drager van de Levallois Medaille van de International Association of Geodesy.

Prof. Baarda heeft met zijn wetenschappelijke bijdragen een onuitwisbaar stempel gedrukt op de hedendaagse geodesie. Hij is, direct of indirect, leermeester geweest van velen en zijn gedachtegoed wordt tegenwoordig met de uitdrukking 'Delftse School' geduid. Ook heeft hij met zijn werk het geodetische vocabulaire verrijkt. Begrippen als 'datasnooping', 'w-toets', 'S-systemen', 'criterium matrices' en 'grenswaarden' zijn gemeengoed geworden. Zijn hieraan gerelateerde rekenmethoden zijn niet meer weg te denken uit de huidige softwaresystemen; of deze nu worden gebruikt voor kadastrale, geodynamische, of voor aardobservatiedoeleinden.



*Prof.dr.ir. Willem Baarda (1917 – 2005),
foto A. Smits (TU Delft, 1983).*

Een In memoriam is verschenen in *Levensberichten en herdenkingen* (pag. 10 - 14, KNAW, 2006). Op verzoek van de NCG heeft zijn collega prof.ir. J.E. Alberda voor dit jaarverslag het artikel *Professor Willem Baarda 1917 – 2005. Een beknopt overzicht van zijn wetenschappelijke werk* geschreven (zie pag. 47).

Subcommissie en taakgroep

Subcommissie Geo-Informatie Modellen

De Subcommissie Geo-Informatie Modellen heeft de nota 'Thema's voor onderzoek 2005 – 2010' opgesteld. De Subcommissie wenst hiermee een perspectief te schetsen van haar werkgebied met als doel bepaalde ontwikkelingen in de geo-informatie meer gericht te kunnen sturen. Hiertoe zijn tien thema's geformuleerd die een kader vormen voor discussie en waarbinnen onderzoeksvragen en onderzoeksprojecten geplaatst en getoetst kunnen worden. De thema's zijn: modelleren van de spatio-temporele werkelijkheid, spatio-temporele algoritmen, mutaties van databases en databaseconsistentie, meerschallige spatio-temporele data, kwaliteit van spatio-temporele data en de modellering van onzekerheid, visualisatie van geo-informatie, gebruik van geo-informatie, geo-informatie infrastructuur en interoperabiliteit, mobiele objecten, semantiek en recht en organisatie.

Taakgroep Ruimtelijke Basisgegevens 2010

De Taakgroep Ruimtelijke Basisgegevens 2010 heeft advies uitgebracht in haar rapport *Ruimtelijke basisgegevens 2010*. Aanleiding hiervoor is de snelle en veelzijdige ontwikkeling van de geo-informatievoorziening. In april 2005 heeft de Taakgroep haar advies uitgebracht aan het Dagelijks Bestuur van de NCG en in mei is het rapport besproken in de Nederlandse Commissie voor Geodesie. De Taakgroep beschrijft in haar rapport achtereenvolgens de huidige stand van zaken wat betreft de nationale ruimtelijke bestanden, de stand der techniek en de gebruikersgroepen. Daarna wordt een schets gegeven van de gewenste basisdata en typen van beschikbare gegevens, de gebruikstypen, gebruiksomgeving en de middelen. De toekomstige gebruiksgroepen en toepassingen worden beschreven en de rollen die vervuld moeten worden: producent, aanbieders, dataverrijkers, regievoering voor de voorziening van ruimtelijke basisgegevens. Tenslotte worden aanbevelingen gedaan voor de gewenste (onderzoek)structuur van de NCG om bij deze ontwikkelingen haar rol te kunnen blijven vervullen. Het rapport wordt naar aanleiding van de besprekingen op enkele punten bijgesteld.

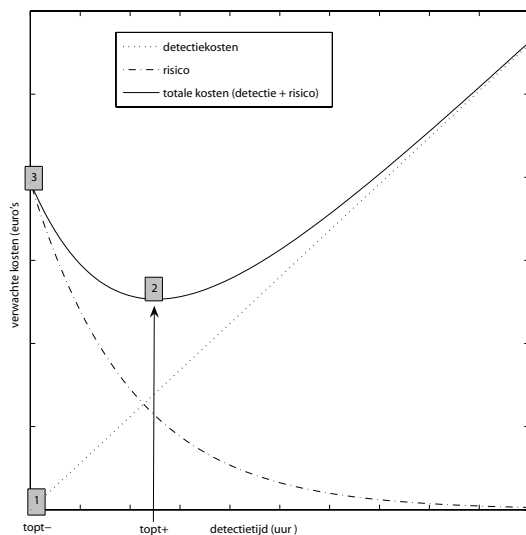
Onderzoek

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

Kwaliteit van geo-informatie en graafschade

Het promotieonderzoek *Kwaliteit van geo-informatie* door ir. P.A.J. van Oort (Wageningen Universiteit) richt zich op de doorwerking van kwaliteitskenmerken van geo-informatie in toepassingen. In het verslagjaar is het onderzoek afgerond en is daarna gepubliceerd in *Spatial data quality: from description to application* (zie ook pag. 11).

Tijdens graafwerkzaamheden kunnen de gravers – grondroerders is de wettelijke term – ondergrondse kabels en leidingen raken. Om de kans op schade te verkleinen besteden gravers tijd aan detectie, immers de kans op beschadiging is minimaal wanneer men weet waar een kabel ligt. Detectie kost (arbeids)tijd, dus geld. Gravers starten met de meest efficiënte detectiemethodes, namelijk het bestuderen van de tekeningen die zij via het KLIC (Kabels- en Leidingen Informatie Centrum) ontvingen. Een minder efficiënte maar evenzeer noodzakelijke detectiemethode is het graven van proefsleuven. Gravers maken een 'trade-off' tussen detectiekosten



Trade-off tussen detectiekosten en risico. Uitleg over optima 1, 2 en 3 in bovenstaande tekst.

en risico, waarbij risico is gedefinieerd als de kosten in geval van een schade maal het verwachte aantal schades. De figuur toont de verwachte kosten afgezet tegen de detectietijd. Als er geen kabels aanwezig zijn is de optimale detectietijd nul, met de verwachte kosten nul (topt-, punt 1 in de figuur). Als er wel kabels aanwezig zijn is de optimale detectietijd topt+ (punt 2 in de figuur).

De figuur kan ook gebruikt worden om de kosten van onvolledigheid te berekenen. Onvolledigheid is hier gedefinieerd als dat er volgens de tekeningen geen kabels aanwezig zijn, terwijl er in werkelijkheid wel één of meerdere kabels aanwezig zijn. De graver denkt dan dat de optimale detectietijd topt- is, maar doordat dit onjuist is, loopt hij een suboptimaal risico (punt 3 in de figuur). Het werkelijke optimum is punt 2 in de figuur en de extra kosten ten gevolge van onvolledigheid zijn het verschil in verwachte kosten tussen punt 3 en punt 2.

Plaatsbepaling met het Europese systeem Galileo

Het promotieonderzoek Plaatsbepaling met het Europese systeem Galileo door A. Quan Le (DEOS, TU Delft) heeft zich in 2005 – analoog aan het voorgaande jaar – gericht op de foutenbronnen bij plaatsbepaling met GNSS (Global Navigation Satellite System). Het concept van 'Precise Point Positioning' (plaatsbepaling met één enkele GNSS-ontvanger) is verder uitgewerkt en geïmplementeerd. Het doel is om slechts met een enkelfrequentie ontvanger een zo hoog mogelijke positienauwkeurigheid te behalen, door gebruik te maken van zogenaamde 'globale' producten voor de diverse foutenbronnen (zoals precieze satellietbanen en klokken, en zogenaamde ionosfeerkaarten). Deze producten zijn publiekelijk beschikbaar via het internet.

De geïmplementeerde procedure voor gegevensverwerking is geverifieerd met kinematische metingen. Bijzonder vermeldenswaard zijn de metingen met het laboratoriumvliegtuig van de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU Delft (samen met het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium). In de zomer van 2005 zijn enkele vluchten uitgevoerd met professionele GPS-apparatuur (Global Positioning System) aan boord. Met de metingen kon een nauwkeurig zogenaamd 'ground-truth' traject berekend worden (door middel van tweefrequentie fasemetingen ten opzichte van een grondstation), en daarmee konden de prestaties van het beoogde 'Precise Point Positioning' objectief vastgesteld worden. Over een twee uur durende vlucht beliepen de '95% fouten' slechts 0,3 m voor de horizontale coördinaten en 0,5 m voor de verticale coördinaat.

Bovenstaand onderzoek is inmiddels afgesloten; hierover zullen nog enkele internationale publicaties verschijnen.

In 2005 is een begin gemaakt met het maken van een systematische beschrijving van alle mogelijke Galileo-waarnemingstypen (op basis van documentatie over de geplande frequenties en signalen). De modellering van de Galileo-waarnemingsty-

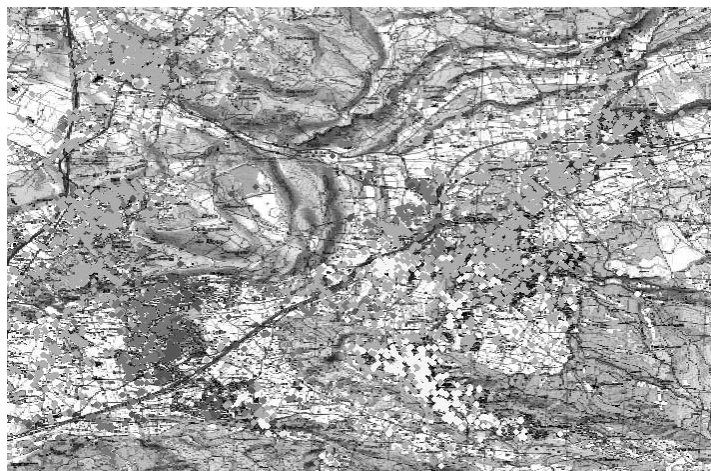
pen is de opmaat naar de implementatie en het uitvoeren van verkenningsberekeningen en simulaties.

*Monitoring van bodembeweging met InSAR
Recursieve deformatie monitoring toegepast op netwerken van meetpunten
in radar interferometrie*

Het promotieonderzoek Monitoring van bodembeweging met InSAR (Inertial Synthetic Aperture Radar) wordt uitgevoerd door P. Marinkovic (DEOS, TU Delft).

Persistent Scatterer Interferometry (PSI) schat topografie en deformatie op een integrale manier uit een serie interferometrische combinaties. Omdat de schattingen van deze parameters gecorreleerd zijn en foutenbronnen zoals het atmosferisch signaal de vereffening aanzienlijk kunnen beïnvloeden, is een nauwkeurige schatting afhankelijk van de beschikbaarheid van een lange tijdserie data. Een te klein aantal beelden geeft problemen bij het schatten van de meerduidigheden, het detecteren van potentiële scatterers, het reduceren van atmosferisch signaal en het scheiden van topografie en deformatie.

Een bijkomend probleem voor alle bestaande processing algoritmes voor meerdere beelden is dat alle beschikbare acquisities worden gebruikt om de parameters te schatten, ook wel processing in batch genoemd. Als gevolg hiervan moet de volledige PSI-processing opnieuw worden uitgevoerd wanneer een nieuwe acquisitie wordt toegevoegd in de schattingsprocedure. Deze aanpak leidt tot een cumulatieve uitbreiding van verwerkingstijd, een beperking van de toepasbaarheid tot gebieden waar een voldoende aantal beelden beschikbaar is en een reducering van



Resultaten met PSI in Gardanne, Frankrijk. De gebieden met relatieve hoge deformatieschattingen corresponderen met mijnactiviteiten.

de potenties van de methode voor semi-real-time deformatie-monitoring. Tevens kan het meerdere jaren duren voordat een analyse kan worden gestart als een nieuwe sensor is gelanceerd.

De doelstelling van dit onderzoek is om een nieuwe operationele methodologie te ontwikkelen en valideren voor recursieve PSI, die het mogelijk maakt om parameters sequentieel te schatten. Deze methodologie voegt systematisch telkens één of een set nieuwe acquisities toe aan de bestaande tijdserie, voorziet in updates van de oplossing van de voorgaande run, en onderzoekt of het gedrag van (vooraf) geselecteerde punten past bij de voorspelling.

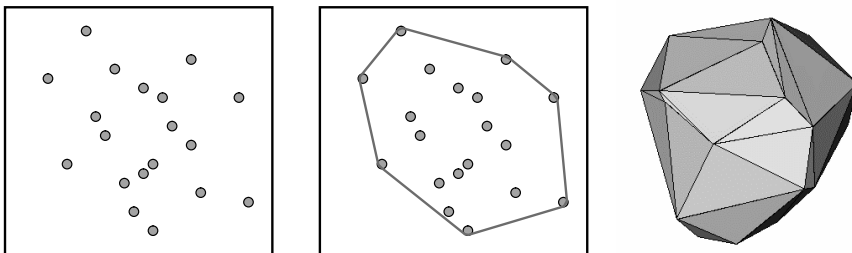
Studiedag en lezing

De NCG en haar subcommissies organiseren regelmatig studiedagen en lezingen waar kennis en inzichten op het gebied van de geodesie en de geo-informatie worden getoond en besproken en waar onderzoeksvragen worden geformuleerd. De voordrachten worden vaak gepubliceerd in één van de series van de NCG.

Studiedag Geo-informatie en computationele geometrie

De Subcommissie Geo-Informatie Modellen van de NCG heeft in samenwerking met Geo-informatie Nederland (GIN) op 14 november 2005 de studiedag Geo-information and computational geometry georganiseerd. De studiedag is gehouden in de Blauwe Zaal van het Wentgebouw ('De Ponskaart') van de Universiteit Utrecht.

In de voordrachten zijn verschillende aspecten van structuren voor ruimtelijke gegevens en geometrische algoritmen belicht, die normaal gesproken aan het zicht van de gemiddelde gebruiker van GIS (Geografische Informatiesystemen) onttrokken blijven. In zes voordrachten is aandacht besteed aan het werkveld van de



Voorbeeld van de klassieke computationele geometrie: een convex omhulsel van n punten in het vlak; bereken de kleinste convex set die de punten bevat, (M.J. van Kreveld, UU).

computationele geometrie met de nadruk op de relevantie voor GIS, de efficiëntie van geometrische algoritmen, Quadedges en Euleroperatoren toegepast in een driehoeksbelegging voor het modelleren van gebouwen uit meetgegevens verkregen door laseraltimetrie, anamorfosen (kaarten waarop de grootte van de landen niet wordt gerelateerd aan de geografische schaal en hun werkelijke oppervlakten maar aan een absolute waarde), het modelleren van een driedimensionale wereld met behulp van tetraëders en het gebruik van PCRaster bij het onderzoek naar de ontwikkeling van riviersystemen door erosie en depositie.

Lezing Nederland in beweging. Aardobservatie, NAP, bodemdaling

Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen, hoogleraar Mathematische geodesie en puntsbepaling aan de TU Delft en voorzitter van de NCG heeft op 28 november 2005 in het Akademiegebouw van de KNAW de lezing 'Nederland in beweging. Aardobservatie, NAP, bodemdaling' gegeven.

Prof. Teunissen heeft in zijn lezing gewezen op het belang van het precies en betrouwbaar monitoren van de Nederlandse bodembeweging en de beschikbaarheid van accurate kennis op dit gebied. Hij vraagt zich af of Nederland hiervoor goed op de toekomst is voorbereid. Naar zijn oordeel is dit niet gewaarborgd. Hoewel het monitoren van de nationale bodembeweging een publieke taak zou moeten zijn, is de verantwoordelijkheid hiervoor niet belegd. Er is geen overheidsorgaan dat hiervoor verantwoordelijkheid draagt of dat belast is met de waarheidsvinding ervan. Consequenties hiervan zijn onder anderen dat er van een nationale aanpak geen sprake is, dat er geen gekwalificeerde monitoringstrategie bestaat, en dat de benodigde en een op moderne leest geschoeide meetkundige infrastructuur ontbreekt.

Publicaties

De NCG geeft publicaties uit met resultaten van onderzoek, studiedagen en symposia op het gebied van de geodesie en de geo-informatie in de serie Publications on Geodesy ('gele serie', Engels) en in de Groene serie (Nederlands en Engels). Een overzicht van de in 2005 door de NCG uitgegeven publicaties is opgenomen in Bijlage 4 Publicaties.

De geodetische referentiestelsels van Nederland

Voor een goede bepaling van ligging en hoogte wordt gebruik gemaakt van eenduidige en homogene geodetische referentiestelsels. In Nederland zijn dit de stelsels van de Rijksdriehoeksmeting (RD) voor de ligging en het Normaal Amsterdams Peil (NAP) voor de hoogte. Als gevolg van de opkomst van satellietplaatsbepaling

hebben er ingrijpende veranderingen plaatsgevonden aan deze geodetische referentiestelsels. Een landmeter kan met gebruikmaking van GPS (Global Positioning System) met hetzelfde instrument op hetzelfde moment zowel ligging als hoogte meten. Hiertoe wordt van één driedimensionaal geodetisch referentiestelsel gebruik gemaakt, te weten het European Terrestrial Reference System (ETRS89).

Voor het praktisch gebruik van GPS als meettechniek is de definitie van het RD-stelsel gekoppeld aan ETRS89. Het gebruik van GPS bracht echter vervormingen van het RD-stelsel aan het licht, die gemodelleerd worden in de transformatie RDNAPTRANSTM2004. Verder is de geöïde cruciaal geworden door de inzet van GPS bij hoogtebepaling ten opzichte van NAP. Door verticale bodembeweging wordt de ruggengraat van het NAP verstoord en is grootschalige bijstelling van de hoogtes van ondergrondse merken – en daarom ook van peilmerken – nodig gebleken. Sinds 2005 gelden dan ook nieuwe NAP-hoogtes en al sinds 2000 geldt een nieuwe definitie van het RD-stelsel, opnieuw aangepast in 2004.

De Subcommissies Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen en Bodembeweging en Zeespiegelvariatie van de NCG hebben zich de laatste jaren uitvoerig bezig gehouden met de herzieningen van het RD en het NAP. De tweetalige publicatie *De geodetische referentiestelsels van Nederland. Definitie en vastlegging van ETRS89, RD en NAP en hun onderlinge relaties. Geodetic reference frames in the Netherlands. Definition and specification of ETRS89, RD and NAP, and their mutual relationship* door ir. A.J.T. de Bruijne et al. is de weerslag van dit werk.



GPS-kernet, (Kadaster).

Geo-informatie Standaarden in actie

In de publicatie *Geo-information Standards in Action. NCG/GIN Farewell Seminar Henri J.G.L. Aalders, Delft, 17 November 2004* door prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom (editor) staan de voordrachten van het seminar *Standaarden in actie*, gezamenlijk georganiseerd door de sectie Geo-ICT van GIN (Geo-Informatie Nederland) en de Subcommissie Geo-Informatie Modellen van de NCG. Het seminar is gehouden op Wereld GIS-dag (Geografische Informatiesystemen) 17 november 2004 en is georganiseerd ter gelegenheid van het afscheid van prof.ir. H. Aalders, secretaris van de Subcommissie Geo-Informatie Modellen. Prof. Aalders heeft jarenlang een grote invloed gehad op de ontwikkeling van de standaarden in de geo-informatie, zowel in Nederland als in Europa.

Tijdens het seminar is er niet alleen over standaarden gesproken, maar er waren ook echt 'live-standaarden' in actie te zien. Er is onder meer de derde GML-estafette (Geography Markup Language) gehouden en er zijn aan de hand van een of meer scenario's OGC Web services (Open GIS Consortium) in actie getoond in een heterogene, interoperabele transactie-testomgeving.

De GNSS geheeltallige meerduidigheden: schatting en validatie

Het principe van plaatsbepaling met behulp van het Global Positioning System (GPS) is gebaseerd op het bepalen van de afstand van tenminste vier GPS-satellieten tot een ontvanger. Daarvoor kunnen de zogenaamde codemetingen gebruikt worden, zodat de positie van de ontvanger tot op enkele meters bepaald kan worden. Om tot op de centimeter nauwkeurig te kunnen navigeren, is het echter noodzakelijk om de zeer precieze fasewaarnemingen te gebruiken, want de fase van de draaggolf van het GPS-signaal kan tot op enkele millimeters nauwkeurig gemeten worden. Helaas kan een ontvanger alleen de fase van de draaggolf meten – dat is de fractie van een golflengte op het moment van ontvangst. De golflengte is ongeveer 20 centimeter, en het is dus niet bekend hoeveel gehele golven er voorafgegaan zijn aan die ene op het moment van ontvangst. Vandaar dat de fasewaarnemingen meerduidig worden genoemd. En dat levert het probleem van 'geheeltallige meerduidigheidsbepaling' op.

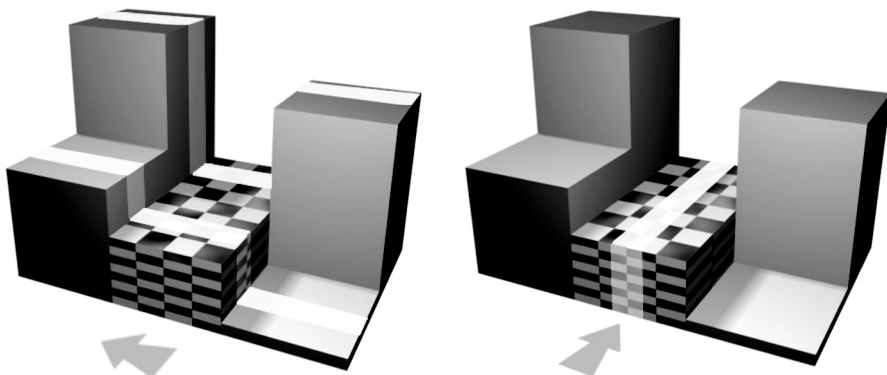
Het doel van het onderzoek, uitgevoerd door mw. dr.ir. A.A. Verhagen, was om een procedure van meerduidigheidsbepaling op te zetten, waarbij zowel de schattings- als de validatieprocedure een correcte theoretische fundering heeft. Dit was tot nu toe niet het geval. Verschillende aanpakken zijn bekeken en het is gebleken dat er een optimale methode kan worden opgesteld, gebaseerd op het nieuwe principe van 'Integer Aperture' schatting. Maar er zijn ook alternatieven bekeken, gebaseerd op hetzelfde principe, die rekentechnisch aantrekkelijker zijn en waarvan aangetoond is dat de oplossing bijna optimaal is. Verder is aangetoond dat het

principe van Integer Aperture schatting een theoretische fundering oplevert voor de traditionele validatieprocedures die tot nu toe gebruikt worden.

Het resultaat van dit onderzoek is dat er nu een complete theorie beschikbaar is welke de oplossing levert voor het probleem van geheeltallige meerduidigheidsbepaling. Dit maakt het voor het eerst mogelijk om uitspraken te doen over de statistische betrouwbaarheid van de geschatte meerduidigheden. Een belangrijke stap voorwaarts, omdat naast precisie voor veel toepassingen ook de betrouwbaarheid een zeer belangrijke maatstaf is om te beslissen of men het navigatiesysteem wel of niet veilig kan gebruiken. Het onderzoek van dr. Verhagen is gepubliceerd in *The GNSS integer ambiguities: estimation and validation*.

Segmentatie en classificatie van Airborne Laser Scanner gegevens

Voor het vastleggen van de geometrie van een landschap – een deel van de aarde en alles wat zich daarop bevindt – is de populariteit van Airborne Laser Scanning (ALS) de laatste jaren sterk toegenomen. Met ALS wordt een landschap in stroken afgetast, waarbij korte pulsen laserlicht worden uitgezonden vanaf een vliegend platform. Het gereflecteerde signaal wordt opgevangen en de richting en de looptijd van de puls worden gemeten. Hieruit wordt de afstand naar en de positie van een punt in het landschap afgeleid. Daarmee resulteert ALS in een driedimensionale puntenwolk van hoge dichtheid en precisie die in een relatief korte tijd verkregen wordt. Automatische detectie en interpretatie van individuele objecten in het landschap – nodig vanwege de arbeidsintensieve handmatige verwerking van de grote hoeveelheden gegevens – vormt een grote uitdaging. Een voorbeeld van een dergelijke uitdaging is de classificatie van met ALS geproduceerde puntenwolken. Deze classificatie bestaat uit twee stappen: eerst worden de objecten gedetecteerd die zich op de aarde bevinden, dan worden deze objecten onderverdeeld in gebouwen en vegetatie. Het automatisch onderscheiden van gebouwen, vegetatie en de



Voorbeeld van het bepalen van de vorm van een oppervlaktesegment, (G. Sithole).

aarde waar zich deze objecten op bevinden is het onderwerp van het onderzoek dat in dit proefschrift beschreven wordt.

Dr. G. Sithole heeft in zijn proefschrift *Segmentation and Classification of Airborne Laser Scanner Data* verschillende nieuwe algoritmen ontwikkeld. De nieuwe algoritmen zijn getest op echte data en laten verbeteringen zien ten opzichte van bestaande algoritmen, met name in complexe stedelijke gebieden. Het is te verwachten dat met de toevoeging van externe gegevens (zoals thematische kaarten, bestaande digitale hoogtemodellen of infraroodbeelden) en het gebruik van ALS-gegevens waarbij de golfvorm van de gereflecteerde straling wordt geregistreerd, de nauwkeurigheid van de classificatie van ALS-puntenwolken verder zal verbeteren.

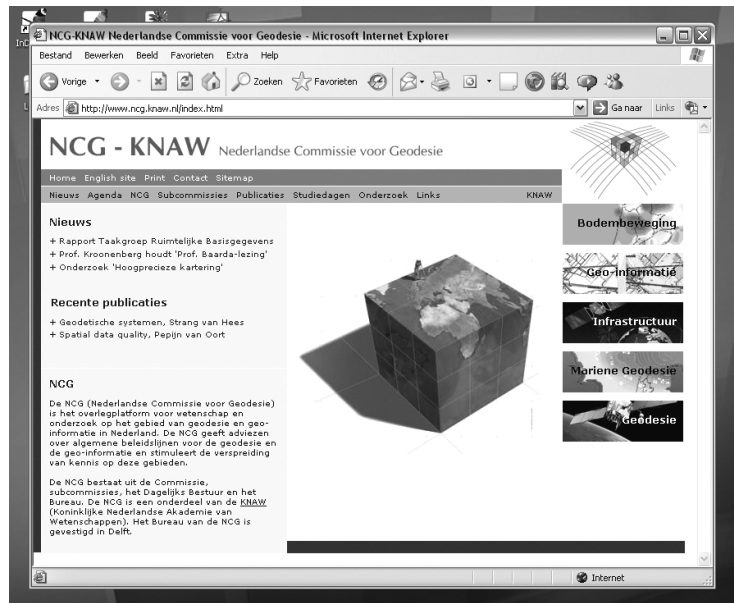
Kwaliteit van geo-informatie: van beschrijving naar toepassingen

Sinds de jaren 1960 is de hoeveelheid beschikbare geo-informatie sterk toegenomen. Met Geografische Informatiesystemen (GIS) kan geo-informatie gebruikt worden in een veelheid aan toepassingen. Dit is ook het geval in toepassingen waarvoor de kwaliteit van de informatie eigenlijk onvoldoende is. Om tegemoet te komen aan de zorgen over de kwaliteit van geo-informatie is het nodig om de kwaliteit van geo-informatie te beschrijven door middel van duidelijke en gestandaardiseerde definities en is het nodig om de geschiktheid van de geo-informatie te beoordelen voordat de geo-informatie wordt gebruikt in toepassingen. De publicatie *Spatial data quality: from description to application* is het resultaat van het promotieonderzoek *Kwaliteit van geo-informatie* door dr.ir. P.A.J. van Oort, dat als doelen had de beschrijving van de kwaliteit van geo-informatie en het verkrijgen van inzicht in de implicaties van kwaliteit van geo-informatie.

De publicatie behandelt verschillende vormen van onzekerheid, verklaart de toegenomen interesse in de kwaliteit van geo-informatie en schetst de leemtes in de huidige kennis. Er wordt een overzicht gegeven van diverse definities van het begrip kwaliteit van geo-informatie. Vervolgens is de ruimtelijke variatie in de classificatienauwkeurigheid van het Landelijk Grondgebruiksbestand van Nederland (LGN) onderzocht. Hoofdstuk vier laat zien hoe, gebruik makend van foutenmatrices, meer nauwkeurige schattingen van veranderingen in landgebruik kunnen worden gemaakt. Er is een studie gedaan naar positionele nauwkeurigheid en oppervlakteschattingen en een studie naar het verband tussen de volledigheid van geo-informatie en de risico's van graafschade bij graafwerkzaamheden nabij ondergrondse kabels en leidingen. Verder is de vraag bestudeerd waarom zo zelden foutenvoortplanting en risicoanalyse (RA) worden gebruikt om, voorafgaand aan het gebruik van geo-informatie, de geschiktheid van de informatie te onderzoeken. In de conclusies geeft Van Oort antwoorden op de onderzoeksvragen en doet hij aanbevelingen voor gebruikers, producenten en onderzoekers van geo-informatie.

Nieuwe website NCG

Vanaf 10 augustus 2005 is de nieuwe website van de NCG on line gegaan. De website (www.ncg.knaw.nl) heeft menu's met links naar pagina's met alle activiteiten en onderdelen van de NCG. De openingspagina is voorzien van een aantrekkelijk beeld en de achterliggende pagina's bezitten een helder stramien, waar ruimte is voor tekst, plaatjes en submenu's. De website is ontworpen door F.H. Schröder (NCG) en technisch gerealiseerd voor 2blnsite Delft.



Openingspagina van de nieuwe website van de NCG.

Subcommissies en taakgroep

De Nederlandse Commissie voor Geodesie heeft subcommissies ingesteld om een bepaald deel van haar wetenschappelijk aandachtsveld te behartigen. Een subcommissie heeft een structureel karakter en kan onderzoeksprojecten initiëren en begeleiden. Het is de bedoeling dat de interdisciplinaire relaties gegroepeerd naar de aandachtsvelden van de geodesie en de geo-informatie in de subcommissies gestalte krijgen. In het verslagjaar kende de NCG de subcommissies Bodembeweging en Zeespiegelvariatie, Geo-Informatie Modellen, Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen (voorheen Geometrische Infrastructuur) en Mariene Geodesie. De NCG kan een taakgroep instellen om binnen een gestelde termijn een specifieke taak uit te voeren. In het verslagjaar was de Taakgroep Ruimtelijke Basisgegevens 2010 werkzaam. De samenstelling van de subcommissies en de taakgroep staan vermeld in Bijlage 1 van dit jaarverslag.

Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie

De Subcommissie is in februari, juni en november van het verslagjaar bijeen geweest. Leidraad voor haar activiteiten is het eind 2001 vastgestelde Onderzoeksprogramma 2002 – 2007 (zie www.ncg.knaw.nl). De volgende onderwerpen staan centraal op de onderzoeksagenda van de Subcommissie:

- inzicht in de fysische achtergrond van bodembeweging en zeespiegelvariatie;
- normeren van meetgegevens en interpretatiemethodieken van bodembeweging en zeespiegelvariatie;
- profilering van de Subcommissie; haar kennis en kunde bekend stellen.

Presentaties

Tijdens het verslagjaar zijn presentaties verzorgd door:

- ir A.P.E.M. Houtenbos over bodemdaling in Noord-West Friesland;
- mw. dr. J. Dirkwager (Universiteit Karlsruhe) over tektoniek in Nederland.

Overige onderwerpen die aan de orde zijn gekomen

Bodemdaling langs de kust van Noord-Holland

Uit een geodetische en geologische studie door GeoConsult in kustgebieden blijkt de mogelijkheid van een forse bodemdaling. Hierover heeft dr.ir. F. Schokking eind 2004 gepubliceerd in Land en Water en het Technisch Weekblad. Naar aanleiding van deze publicaties zijn een aantal activiteiten uitgevoerd die in de Subcommissie zijn besproken.

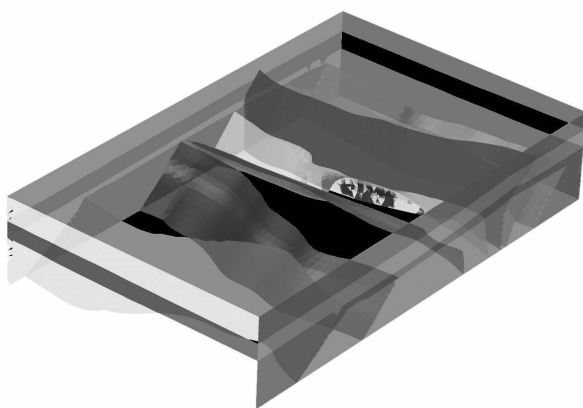
Er is overleg geweest tussen de Adviesdienst Geo-informatie en ICT van Rijkswaterstaat en het Rijksinstituut voor Kust en Zee van Rijkswaterstaat over de implicaties van het werk van GeoConsult voor het kustbeleid van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Rijkswaterstaat heeft een 'quick scan' laten uitvoeren naar de oorzaken en de meetbaarheid van de bodembeweging in het gebied van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering. De resultaten van deze quick scan zijn in een workshop – gehouden op 7 juli – besproken. Bij deze workshop was het merendeel van de leden van de Subcommissie aanwezig.

Bodemdaling Noord-West Friesland

In zijn presentatie heeft ir A.P.E.M. Houtenbos aangegeven dat bodembeweging in relatieve zin geodetisch goed meetbaar is. In absolute zin moet zij berusten op geomechanische modelaannames. Uit de gevoerde discussies blijkt dat binnen de Subcommissie verschil van inzicht bestaat over het meten van bodembeweging en welke eisen hieraan gesteld zouden moeten worden.

Inverse modellering

Inverse modellering is een traject dat binnen TNO Bouw en Ondergrond loopt. Er blijkt een toenemende interesse in en bewustzijn over bodembeweging te bestaan. Het gaat hier om scenario's voor maaiveldvaling op lange termijn, bedreigingen in bebouwde gebieden en om kustbescherming.



Driedimensionale resultaten met de eindige elementen modellering, (dr. J. Dirkzwager).

SISOLS 2005

In Shanghai (China) is het Seventh International Symposium on Land Subsidence (SISOLS 2005) gehouden. Dit wereldsymposium over bodemdaling wordt ongeveer om de vier jaar gehouden. Er was veel aandacht voor GPS (Global Positioning System) en InSAR (Inertial Synthetic Aperture Radar) en voor bodemdaling gerelateerd aan drinkwateronttrekking, echter weinig voor bodemdaling door mijnbouw. Uitzonderlijk was de aandacht voor scheurvorming aan de oppervlakte die gepaard gaat met extreme bodemdaling in veelal droge gebieden.

Zeespiegelstijging

Op de wetenschappelijke bijeenkomst Nieuwe inzichten in risico op snelle zeespiegelstijging gehouden in Bilthoven (oktober 2005) is gesproken over een zeespiegelstijging van 1 tot 1,5 meter per eeuw. Volgens mw. dr. C. Katsman (KNMI) is een zeespiegelstijging van 0,5 tot 1 meter per eeuw het meest waarschijnlijk. Het verslag van de bijeenkomst en de presentaties zijn te vinden op www.klimaatportaal.nl.

ESEAS

Via European Sea Level Service (ESEAS; www.eseas.org) komt een zeespiegelmodel met onder andere getijmetingen beschikbaar. De Nederlandse bijdrage aan ESEAS bestaat uit het beschikbaar stellen van gegevens en kennis. Bovendien zijn er plannen voor het uitrusten van peilmeetstations met GPS.

Database van waterpasmetingen

Ir. A.P.E.M. Houtenbos pleit voor het plaatsen van kleinere waterpasmetingen in de database van Rijkswaterstaat. Hij wijst op het maatschappelijke belang van historische data die niet bij het Staatstoezicht op de Mijnen of Rijkswaterstaat worden bewaard. De Subcommissie erkent het belang van dit soort data.

Normering van methoden van bodemdaling

Om verder te komen in deze terugkerende discussie heeft ir. A.P.E.M. Houtenbos een normeringvoorstel geschreven. Dit voorstel kreeg brede steun.

Subcommissie Geo-Informatie Modellen

Ontwikkelingen in het werkveld

De ontwikkelingen in het werkveld van de Subcommissie waren veelvuldig en ingrijpend. Dat gold bijvoorbeeld voor de richtlijn INSPIRE van de Europese Commissie. INSPIRE staat voor Infrastructure for Spatial Information in Europe en is het initiatief voor een Europese Spatial Data Infrastructure (ESDI) voor de uitwisseling van gegevens tussen de publieke sectoren met een ruimtelijke component. Hoewel afronding van de in 2005 geïnitieerde harmoniseringoperaties nog geruime tijd zal nemen, wordt in diverse implementatie- en onderzoeksprogramma's al gestreefd

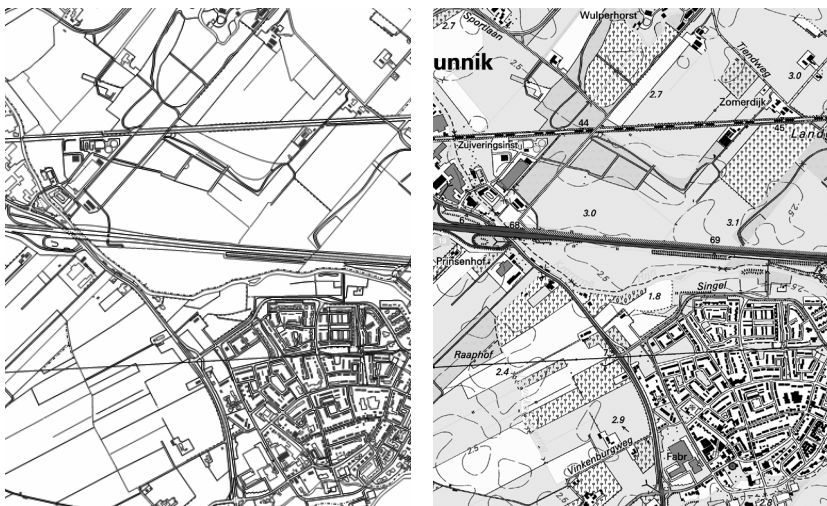
naar de invulling van principes en regels van INSPIRE. Dat geldt ook voor het programma Cross-border Geodata Infrastructure (X-GDI), dat in het verslagjaar met de aanbesteding van het programmamanagement van start ging, en voor Ruimte voor Geo-Informatie (RGI), dat in 2004 gestart is maar waarvoor uitvoerende projecten in 2005 zijn begonnen. Tevens vindt in Europese context, onder andere in het in 2005 voor voorstellen opengestelde programma eContentPlus van de Europese Commissie, implementatie plaats van de concepten die ook door INSPIRE gepropageerd worden.

Tegelijkertijd manifesteert het bedrijfsleven zich duidelijker in het Bedrijvenplatform Geo-Informatie en zijn bij de overheid ontwikkelingen aan de gang, zoals de besluitvorming rond de Basisregistraties, die hun invloed op het werkveld van de Subcommissie zullen beïnvloeden. De discussie over de toekomstige gecombineerde rol van RAVI/NCGI (Netwerk voor Geo-informatie; Nationaal Clearinghouse Geo-Informatie) in de Nationale Geo-Informatie Infrastructuur en de instelling van het GI-beraad doen vermoeden dat nog meer ontwikkelingen zullen volgen.

De leden van de Subcommissie zijn in verschillende capaciteiten in meer of mindere mate bij al deze ontwikkelingen betrokken

Samenstelling van de Subcommissie

In het verslagjaar werd de Subcommissie uitgebreid met een vertegenwoordiger uit het bedrijfsleven om de relatie van het werk van de Subcommissie met de praktijk van de toepassing van geo-informatie en geo-informatietechnologie te versterken.



Voorbeelden van Top10Vector (links) en de Topografische kaart (rechts), (TD Kadaster).

Met de betreffende vertegenwoordiging is ook een personele band gelegd met het Bedrijvenplatform Geo-Informatie.

Activiteiten

In het verslagjaar hebben de inhoudelijke activiteiten zich geconcentreerd op:

- de afronding en de verspreiding van de meerjarenplanning Thema's voor onderzoek 2005 – 2010;
- de organisatie van en de deelname aan de studiedag Geo-information and computational geometry;
- een drietal vergaderingen van de Subcommissie;
- en het volgen van het RGI, X-GDI en INSPIRE.

Uitvoering onderzoek

Het onderzoek binnen de thema's van het onderzoeksplan 2000 – 2003 was grotendeels een voortzetting van het onderzoek in 2004. In december 2005 is door de NCG de dissertatie *Spatial data quality: from description to application* van dr.ir. P.A.J. van Oort uitgegeven.

Formulering vervolgonderzoek

Uit de genoemde ontwikkelingen komen ook zaken voort die tot aanvulling leiden van de onderzoekagenda die door de Subcommissie is samengesteld in de vorm van Thema's voor onderzoek voor de jaren 2005 – 2010, zoals de extra nadruk op de betekenis van semantiek, mobiele objecten en aspecten van recht en organisatie met het oog op toegankelijkheid van geo-informatie.

Het afgeronde onderzoeksplan heeft de volgende thema's:

- Thema 1a. Modelleren van de spatio-temporele werkelijkheid;
- Thema 1b. Spatio-temporele algoritmen;
- Thema 2. Mutaties van databases en databaseconsistentie;
- Thema 3. Meerschallige spatio-temporele data;
- Thema 4. Kwaliteit van spatio-temporele data en de modellering van onzekerheid;
- Thema 5. Visualisatie van geo-informatie;
- Thema 6. Gebruik van geo-informatie;
- Thema 7. Geo-informatie infrastructuur en interoperabiliteit;
- Thema 8. Mobiele objecten;
- Thema 9. Semantiek;
- Thema 10. Recht en organisatie.

Er wordt een Engelse vertaling overwogen, maar een definitieve beslissing daarover is nog niet genomen.

Studiedag Geo-information and computational geometry

De Subcommissie heeft in samenwerking met Geo-Informatie Nederland (GIN) op maandag 14 november 2005 de studiedag Geo-information and computational geometry georganiseerd. Het hoofddoel was diverse aspecten in verband met ruimtelijke datastructuren en algoritmen te laten zien die normaliter niet direct zichtbaar zijn voor de eindgebruikers van Geografische Informatiesystemen (GIS). Het seminar was bedoeld voor een meer op technologie georiënteerd publiek, waarbij de presentatoren was gevraagd een goede balans te vinden tussen details en begrijpelijkheid.

Een drietal vergaderingen van de Subcommissie

De vergaderingen van de Subcommissie zijn tevens gebruikt om kennis te maken met het onderzoek op het gebied van geo-informatie dat bij de deelnemers van de Subcommissie gaande is. Bij de gastheerorganisaties van de vergaderingen kwamen diverse onderwerpen aan de orde:

- bij het ITC lag het zwaartepunt op het onderzoek naar 'geo-information processing';
- bij de Topografische Dienst Kadaster stond de ontwikkeling van de TOP10NL (Topografisch vectorbestand 1:10.000) centraal en de relatie met de huidige producten van de Dienst;
- bij de afdeling Geo-Informatie van de provincie Gelderland is de kanaliserende functie toegelicht die geo-informatie heeft binnen de totale gegevensstromen van de provincie.

Ruimte voor Geo-Informatie

Het belangrijkste programma van ICES/KIS-3 (Besluit subsidies investeringen kennisinfrastructuur) binnen het aandachtsgebied van de Subcommissie is Ruimte voor Geo-Informatie (RGI). Een nieuwe ronde voor onderzoeksvoorstellen is gehouden in december 2005. De organisaties van alle leden van de Subcommissie zijn inmiddels bij projecten van RGI betrokken.

Europese ontwikkelingen

De activiteiten in het kader van INSPIRE namen een aanvang. Vanuit Nederland zijn drie experts, allen lid van de Subcommissie, afgevaardigd: ing. M. Reuvers (RAVI) als voorzitter van het Metadata drafting team, prof.dr.ir. P.J.M. van Oostrom (TU Delft) als lid van het drafting team Data specifications en dr. M.J.M. Grothe (RWS AGI) als lid van het drafting team Network services.

Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen (voorheen Geometrische Infrastructuur)

Activiteiten van de Subcommissie

In 2005 is de notitie Functie Subcommissie Geometrische Infrastructuur opgesteld. In deze notitie worden de plaats en de functie van de Subcommissie aangegeven in de context van de organisatorische situatie in Nederland. Tevens stelt de Subcommissie hierin voor haar naam te wijzigen in Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen. Dit omdat het om een specifiek geodetisch kennisgebied gaat en bovendien de naam geodetisch beter past bij een werkgebied dat inhoudelijk deels uit geometrische en deels uit fysische modellen en systemen bestaat.

Van het Dagelijks Bestuur van de NCG ontving de Subcommissie op 21 juni een reactie op deze notitie. Het Dagelijks Bestuur kan zich goed vinden in de door de Subcommissie opgestelde notitie en is akkoord met de voorgestelde taakomschrijving en de nieuwe naam van de Subcommissie.

Het Dagelijks Bestuur verzocht de Subcommissie in haar reactie ook om een studie te doen naar de argumentatie voor het leggen van de verantwoordelijkheid van de geometrische infrastructuur bij één instantie, waarbij de nadruk ligt op de wetenschappelijke en technische aspecten. De Subcommissie is over deze materie niet tot een eensluidend oordeel kunnen komen en heeft vervolgens een studie naar de situatie hier en in de omliggende landen geïnitieerd.

De Subcommissie is in 2005 driemaal bijeengewees voor respectievelijk de 49e, 50e en 51e vergadering op 18 januari, 18 mei en 5 september. De Subcommissie heeft het Werkplan 2005 – 2007 opgesteld. In maart 2005 is de tweetalige (Nederlands en Engels) publicatie *De geodetische referentiestelsels van Nederland. Definitie en vastlegging van ETRS89, RD en NAP en hun onderlinge relaties. Geodetic reference frames of the Netherlands. Definition and specification of ETRS89, RD and NAP and their mutual relationships* in de Groene reeks van de NCG gepubliceerd. De website van de Subcommissie op www.ncg.knaw.nl is, samen met de overige onderdelen, geheel herzien.

Infrastructuur

ETRS89-infrastructuur en AGRS.NL

Het Actief GPS Referentie Systeem Nederland (AGRS.NL) is de basis van de geometrische infrastructuur van Nederland. Een systeem voor de automatische processing van de data van AGRS.NL bij de Adviesdienst Geo-informatie en ICT (AGI) van Rijkswaterstaat berekent op basis van de Bernese Software de dagelijkse posities voor de AGRS.NL- en de omliggende EUREF- en IGS-stations (European Reference Frame; International GPS Service). AGI en het Kadaster gebruiken het AGRS.NL



De referentiestationen van NETPOS (Netherlands Positioning System) en de dekking van het systeem.

voor het bepalen van punten van lagere orde verdichtingen zoals GPS-kernetpunten en referentiestationen van Real Time Kinematic (RTK) netwerken, waaronder het Kadastrale netwerk NETPOS (Netherlands Positioning System). In 2005 was de gemiddelde beschikbaarheid 99 % (exclusief IJmuiden), in 2004 was die 97,5%.

Sinds eind 2004 is het AGRS.NL-station IJmuiden, op het peilmeetstation aldaar, actief. In 2005 is, door problemen met de verbinding, slechts gedurende 55% van de tijd data verzameld. In 2005 zijn van het station IJmuiden nauwkeurige coördinaten bepaald en de datakwaliteit en de beschikbaarheid werden gemonitord. De geplande installatie van een ADSL-dataverbinding is nog niet voltooid.

Door de opkomst van RTK-netwerken, die de gebruiker in staat stellen om direct een positie met centimeternauwkeurigheid in het terrein te bepalen, zijn er sinds 2004 geen betalende abonnees meer voor de data van het AGRS.NL. Ook in 2005 werden de data van het AGRS.NL, via de TU Delft, gebruikt voor wetenschappelijke doeleinden.

RD-infrastructuur en NETPOS

Op 17 oktober 2005 is het Kadastrale netwerk voor Real Time Kinematic (RTK) satellietplaatsbepaling onder de naam NETPOS (Netherlands Positioning System) in gebruik gesteld. Vanwege het toenemende belang van satellietmetingen voor het kadastrale proces en om onafhankelijk te zijn van particuliere aanbieders op dit terrein heeft het Kadaster voor dit eigen netwerk gekozen. NETPOS bestaat uit 31 ontvangers, allen binnen Nederland. NETPOS verwerkt naast GPS (Global Positioning System) ook de signalen van de Russische tegenhanger, het GLONASS-systeem (Global Navigation Satellite System).

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, hierin vertegenwoordigt door AGI, heeft een gebruikslicentie voor NETPOS. Het KNMI gebruikt, als onderdeel van V&W, de NETPOS-data voor waterdampschattingen van de atmosfeer.

NAP-infrastructuur

In 2005 is de 3e Planperiode voor het onderhoud van het NAP (Normaal Amsterdams Peil) volgens de planning voortgezet. In deze 3e Planperiode van 1997 t/m 2006 wordt 30.000 km secundaire waterpassing uitgevoerd.

In 2005 zijn de data van de 5de Nauwkeurigheidswaterpassing naar het Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) in Leipzig gezonden. Om het Europese hoogtenet EUVN-DA (European Vertical Reference Network Densification Array) te kunnen verbinden met het Europese waterpasnet UELN 2005 (United European Levelling Network) is een update van de data van de 15 GPS-stations die deel uitmaken van EUVN-DA naar het BKG gezonden.

Zwaartekrachtinfrastructuur

In 2005 verscheen een rapport over de analyse van de absolute zwaartekrachtmetingen in Nederland. In 2004 werden vijf stations gemeten door Olivier Francies van het European Center for Geodynamics and Seismology in samenwerking met DEOS-PSG (Department of Earth Observation and Space Systems, Physical and Space Geodesy, TU Delft): Epen, Kootwijk-KOSG, Kootwijk-Watertoren (nieuw), Westerbork-WAGO en Zundert. De metingen op het station Kootwijk-KOSG werden voor de laatste keer gedaan; vanaf 2005 is dit station gesloten. In plaats daarvan is een nieuw meetpunt ingericht in de Watertoren dichtbij Kootwijk-KOSG. DEOS-PSG is begonnen met onderzoek naar de realisatie van een nauwkeurig verticaal datum door middel van absolute zwaartekrachtmetingen. Hiervoor is op het station Westerbork-WAGO een netwerk van sensoren geïnstalleerd, dat informatie levert over verschillende geofysische processen, waaronder atmosfeer, grondwater, regenval en bodemvochtigheid. Continue zwaartekrachtmetingen worden met meerdere relatieve gravimeters uitgevoerd en vervolgens geanalyseerd.

Internationale samenwerking

De Nederlandse activiteiten zijn aan de hand van een nationaal rapport toegelicht op het EUREF2005 Symposium in Wenen. Tevens is een presentatie gehouden onder de titel NETHERlands POSitioning Service (NETPOS) A Real Time Kinematic Network for the Netherlands. Nederland werd op het symposium vertegenwoordigd door ir. J. Van Buren, ir. A.J.M. Kösters, ir. J. Lesparre en dr.ir. H. van der Marel. Riga (Letland) is kandidaat voor het EUREF-symposium in 2006. 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 bijeengeweest.

Subcommissie Mariene Geodesie

De Subcommissie is in het verslagjaar tweemaal bijeengewees: in april en in september. Kapt. t.z. F.P.J. de Haan (Dienst der Hydrografie) is per september kapt. t.z. R. van Rooijen opgevolgd als voorzitter van de Subcommissie. Overige wijzigingen in de samenstelling van de Subcommissie zijn te vinden in Bijlage 1 van dit jaarverslag. Sinds de zomer heeft de Subcommissie een nieuwe website.

Onderzoek

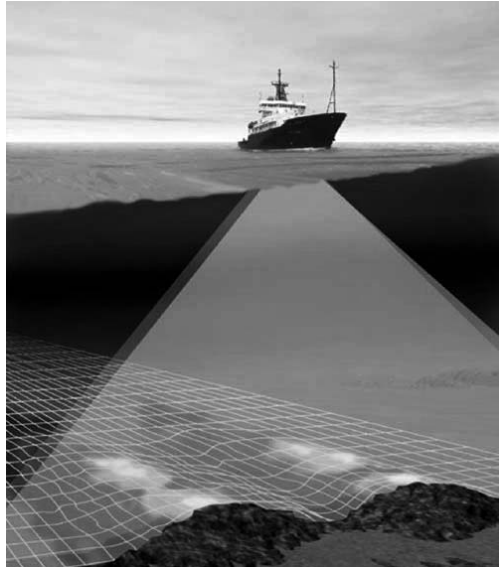
De afstudeeropdracht om verschillende bestaande getijreductie-methodes met elkaar te vergelijken en te onderzoeken is uitgevoerd door studenten van de Hogeschool Utrecht onder begeleiding van Fugro Nederland, Rijkswaterstaat AGI en de Dienst der Hydrografie. In september zijn de resultaten tijdens de vergadering van de Subcommissie gepresenteerd. De conclusie is dat de precisie van Starfix HP voldoet aan de internationale door de International Hydrographic Organization (IHO) vastgelegde eisen voor getijreductie, maar dat de ruis op het signaal in het algemeen niet wit was.

Door een afstudeerder van de TU Delft is onderzoek gedaan naar het binnen de Subcommissie gedefinieerde onderzoek Multibeam geluidssnelheidsprofielen. Bij multibeam-metingen is het noodzakelijk om goed kennis te hebben van de geluidssnelheid als functie van de diepte. Onvoldoende kennis kan onder andere resulteren in dieptefouten. Aangevoerd is dat er verbetering optreedt als er voor iedere 'swathe' een geluidssnelheidsprofiel bepaald wordt.

De sectie van prof.dr. R. Klees (TU Delft) heeft het onderzoeksvoorstel Simultaneous improvement of the mean sea level and marine geoid using a combination of hydrodynamic models, hydrographic data, marine gravity data and satellite altimetry data ingediend. Naast de Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiestelsels zal ook de Subcommissie Mariene Geodesie een positief advies aan het Dagelijks Bestuur van de NCG uitbrengen voor een financiële ondersteuning van het onderzoek door de NCG. Prof. Klees heeft het eerdere onderzoeksvoorstel Noordzee-geoïde, met onder andere bestuurlijke aspecten, wegens gebrek aan een kandidaat laten vallen en hij verwacht meer van dit nieuwe voorstel. Hierin ligt de nadruk op het technische, komen een aantal nieuwe ontwikkelingen samen, wordt een relatie gelegd met de geoïde op het land en worden een aantal ideeën van wijlen prof.dr.ir. W. Baarda getoetst.

Het onderzoeksvoorstel Improved capabilities to predict dredging operations by high precision riverbed mapping in heavy shipping traffic regions is geïnitieerd door de TU Delft. Het eerste deel van het onderzoek gaat verder door op het onderzoek Multibeam geluidssnelheidsprofielen. De financiering door het Speerpunt Water en Rijkswaterstaat AGI is vrijwel zeker rond. De voorzitter van de Subcommissie heeft

Illustratie van het meten van geluidssnelheidsprofielen met de 'Multibeam Echosounder'.



namens de Subcommissie het Dagelijks Bestuur van de NCG gevraagd het onderzoek financieel te ondersteunen

Onderwijs

Ontwikkelingen opleiding Hydrografie Terschelling

De instroom van studenten voor de opleiding Hydrografie trekt wat aan. Het Maritiem Instituut Willem Barentsz (MIWB) biedt een vier weken durende conversiecursus aan voor bagger- en survey-bedrijven, die zich vanwege de kleine aanwas van hydrografisch geschoold personeel genoodzaakt zagen mensen met een niet-hydrografische achtergrond in te zetten. De cursus kan desgewenst bij een minimum van zes deelnemers 's zomers en/of 's winters gehouden worden.

Ontwikkelingen Koninklijk Instituut voor de Marine (KIM)

In de vergadering van april is een presentatie gehouden over de stand van zaken van de geïntegreerde bachelors-opleidingen van het Koninklijk Instituut voor de Marine (KIM) en de Koninklijke Militaire Academie (KMA) in de Hogere Defensie Opleidingen (HDO). Momenteel zijn er vijf HDO's. De bachelor Technische Wetenschappen is gevormd door te kijken naar de randvoorwaarden en de doorstroommogelijkheden naar bestaande master-opleidingen.

Ontwikkelingen TU Delft

De nieuwe master Geomatics is gestart, evenals de minor Earth and Planetary Observation (12 studenten) en de master Aardobservatie (20 studenten).

Uitwisseling van informatie

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

Rijkswaterstaat AGI hield een presentatie over het nieuwe DGPS-netwerk NETPOS (Differential Global Positioning System; Netherlands Positioning System). NETPOS is een samenwerking tussen Rijkswaterstaat en het Kadaster en is bedoeld voor de eigen werkzaamheden. Er komen circa 30 GPS-stations op kantoren van Rijkswaterstaat en het Kadaster te staan en in december is het systeem operationeel geworden met een mobiele datalink (gsm). Het LRK-netwerk van Rijkswaterstaat zal op termijn vervangen worden door NETPOS.

Ervaringen over in gebruik zijnde systemen en apparatuur zijn binnen de Subcommissie gedeeld.

Taakgroep Ruimtelijke Basisgegevens 2010

In april 2005 heeft de Taakgroep advies uitgebracht aan het Dagelijks Bestuur van de NCG in haar rapport *Ruimtelijke basisgegevens 2010* en in mei is het rapport besproken in de Nederlandse Commissie voor Geodesie. De Taakgroep beschrijft in haar rapport achtereenvolgens de huidige stand van zaken wat betreft de nationale ruimtelijke bestanden, de stand der techniek en de gebruikersgroepen. Daarna wordt een schets gegeven van de gewenste basisdata en typen van beschikbare gegevens, de gebruikstypen, gebruiksomgeving en de middelen. De toekomstige gebruiksgroepen en toepassingen worden beschreven en de rollen die vervuld moeten worden: producent, aanbieders, dataverrijkers, regievoering voor de voorziening van ruimtelijke basisgegevens. Tenslotte worden aanbevelingen gedaan voor de gewenste (onderzoek)structuur van de NCG om bij deze ontwikkelingen haar rol te kunnen blijven vervullen. Het rapport wordt naar aanleiding van de besprekingen op enkele punten bijgesteld.

De Taakgroep is na voltooiing van haar taak op 24 mei opgeheven.

Geodetische diensten

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

Kadaster

Bericht van de Raad van Bestuur

In september introduceerden we in bijzijn van de minister van VROM en de voorzitter van de Koninklijke Notariële Beroepsorganisatie het elektronisch aanleveren van akten. De grootste wens van onze grootste klantgroep werd werkelijkheid. Daarnaast hebben we gewerkt aan de zaken die volgens onze klanten juist achterbleven bij hun wensen. Dit uitte zich onder meer in een onderzoek onder klanten over de klachtenafhandeling, het verruimen van on line openingstijden, het verbeteren van de snelheid van Kadaster-on-line én het voorbereiden van een tariefverlaging.

In samenwerking met de TU Delft introduceerden we de Woningwaarde-index. Hiermee gaven we verdere invulling aan onze rol als onafhankelijk ijkpunt van vastgoedinformatie. In 2005 werd bovendien duidelijk dat deze rol uitgebreid wordt met het verstrekken van informatie over de ligging van ondergrondse kabels en leidingen.

Helaas hebben we niet al onze plannen voor 2005 weten te realiseren. Zo liepen de projecten TOP10NL, on line scheepsregistratie en Kadastrale Persoonsregistratie vertraging op. Hoewel we blij zijn dat dit geen grote nadelige gevolgen voor onze klanten heeft gehad, richten wij ons op de afronding van deze projecten in 2006.

We zetten belangrijke stappen voor onze organisatieontwikkeling. Met onze medewerkers, toezichthouders, gebruikersraad en ondernemingsraad hebben we open gesprekken gevoerd over noodzaken en kansen. Samen hebben we de bouwstenen voor de komende jaren klaar gezet.

In november mochten we in Manchester de eerste prijs in ontvangst nemen tijdens de uitreiking van de eEurope Awards voor eGovernment 2005. De jury stelde dat Kadaster-on-line de toegankelijkheid en beschikbaarheid van kadasterinformatie

aanzienlijk vergroot voor vele klantgroepen. In de ogen van de jury heeft het Kadaster hiermee een innovatieve bijdrage geleverd aan de elektronische overheid en dient zijn kennis als 'best practice' tot voorbeeld binnen de Europese Unie.

We hebben dit ervaren als stimulans om vast te houden aan onze koers. Producten maken waar je zeker van kunt zijn. Wij zijn onze klanten en medewerkers dan ook dankbaar voor de resultaten van 2005 en nemen hun inzichten mee in 2006.

Raad van Bestuur, 11 april 2006

Dorine Burmanje, Godfried Barnasconi, Arco Groothedde.

Uitwerking beleidsdoelstellingen 2005

Openbare Registers en kadastrale registratie

In 2005 is het aantal inschrijvingen in de openbare registers van het Kadaster aanzienlijk toegenomen. De toename betrof hoofdzakelijk hypotheeklen; het ging daarbij veelal om oversluitingen door eigenaren die nog wilden profiteren van de lage rentestand. Zowel het aantal geregistreerde schepen, als luchtvaartuigen nam verder toe.

	Aantallen			
	2002	2003	2004	2005
Inschrijvingen akten	423.000	419.000	444.700	478.200
Inschrijvingen hypotheekstukken	663.000	718.000	702.900	770.900
Inschrijvingen schepen	1.925	1.744	1.847	1.790
Geregistreerde schepen	38.000	39.000	41.500	42.704
Inschrijvingen luchtvaartuigen	40	29	49	28
Geregistreerde luchtvaartuigen	303	329	359	371
Geleverde informatieproducten	13,5 mln.	15,5 mln.	15,8 mln.	21,3 mln.
Nieuwe akteposten (aanbod)	81.000	77.000	82.000	87.000
Uitgevoerde akteposten	98.000	88.000	76.000	88.000

Invoering van de elektronische aanlevering van akten

Per 1 september 2005 werd de mogelijkheid ingevoerd om akten elektronisch te kunnen aanleveren. Eind 2005 waren 581 notarissen (1463 totaal in Nederland) en 260 deurwaarders (746 totaal in Nederland) als elektronische aanbidders geregistreerd. In 2005 werden totaal 30.476 stukken elektronisch aangeleverd. Het aanleveren van stukken op papier bleef uiteraard mogelijk. Het elektronisch aanleveren van akten is de meest prominente invulling van de wens uit het Klanttevredenheidsonderzoek 2004 voor meer productinnovaties.

Verbetering proces perceelsvorming

In oktober 2005 is NETPOS (Netherlands Positioning Service) in productie genomen, het eigen GPS-netwerk (Global Positioning System) van het Kadaster. Hierdoor is het Kadaster voor het uitvoeren van GPS-metingen niet langer afhankelijk van derden en wordt de dekkingsdichtheid voor het correctiesignaal groter. Het bestaande systeem om landmeetkundige metingen in kaart te verwerken is op NETPOS aangepast. Hierdoor kunnen in 2006 GPS-metingen efficiënter in de digitale kadastrale kaart worden verwerkt.

Werkgroepen hebben in 2005 het nut van de Grootschalige Basiskaart Nederland (GBKN) benoemd en gekwantificeerd voor onder meer het perceelvormingsproces. De uitkomsten worden in 2006 meegenomen in de nieuwe verdeling van de kostensleutel.

Ondergrondse netwerken voorzien van een afzonderlijke kadastrale aanduiding

De uitspraak van de Hoge Raad heeft in 2005 geleid tot een wijziging van het Kadasterbesluit, waardoor het mogelijk wordt om netwerken met een afzonderlijke kadastrale aanduiding te registreren. Het besluit treedt naar verwachting begin 2006 in werking.

Uitbreiden aantal aansluitingen Kadaster-on-line

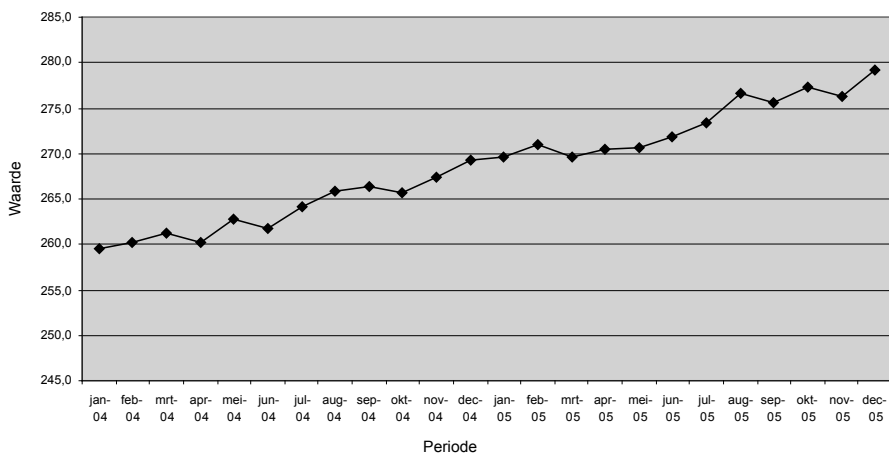
	2002	2003	2004	2005
Aantal gebruikers	29.086	36.616	43.921	51.336

Evenals in het vorige verslagjaar is de toename van het aantal gebruikers te danken aan een grotere bekendheid binnen vooral de makelaardij. Ook de ontsluiting naar instellingen in de financiële dienstverlening is toegenomen. Dit is te danken aan doelgroepgerichte mailings en accountbezoeken in 2005.

Productontwikkeling

In mei 2005 is de Woningwaarde-index Kadaster geïntroduceerd. Een onafhankelijk en betrouwbaar indexcijfer waarmee hypotheekverstrekkers maandelijks de waardeontwikkeling van de totale woningmarkt kunnen volgen. De index is te zien op de website van het Kadaster.

De producten Woningtransacties en Referentiepanden van Kadaster-internet tonen sinds 2005 ook het bouwjaar en de inhoud van woningen. Het vergelijken en taxeren van woningen wordt hierdoor nog eenvoudiger en nauwkeuriger. Eind 2005 is de website van het Kadaster als proef uitgebreid met een Selfservicemogelijkheid. Klanten kunnen onder meer zelf vragen stellen of trefwoorden intypen over



De Woningwaarde-index van het Kadaster

gewenste informatie. De relevante antwoorden worden vervolgens opgehaald uit een kennisdatabase. Als klanten daarna nog aanvullende vragen hebben, kunnen ze klantenservice direct een mail sturen vanaf de website. De resultaten van de proef zijn aanleiding om dit concept permanent en uitgebreider in www.kadaster.nl in te bouwen.

Overige ontwikkelingen

In 2005 is een tariefsverlaging voorbereid voor rechtszekerheidsproducten in 2006. De belangrijkste wijziging zal zijn dat het via internet bekijken en ontvangen van producten goedkoper is dan het analoog ontvangen van producten via post, balie of fax. Dit is het gevolg van de lagere kostprijs van het digitaal leveren van producten. Hiermee wordt invulling gegeven aan een belangrijke wens uit het Klanttevredenheidsonderzoek 2004.

Het Kadaster heeft in 2005 actief bijgedragen aan het programma Stroomlijnning Basisgegevens en het tot stand komen van basisregistraties. Dit programma initieert dat de Basisregistratie Kadaster en de Basisregistratie Topografie door het Kadaster beheerd zullen worden. In samenwerking met het Ministerie van VROM zijn in 2005 de authentieke gegevenselementen benoemd en is de wetgeving voorbereid. Het wetsvoorstel wordt begin 2006 in de Tweede Kamer behandeld. Begin 2006 komt de landelijke database gereed die het Kadaster hiervoor inzet.

Met de gebruikers is een begin gemaakt met het overleg over de manieren van levering van met name de bulkgegevens. Ook is gestart met het opzetten van een demonstratie-pilot. Hierin werkt het Kadaster samen met gemeenten, Basisadministratie Persoonsgegevens en Reisdocumenten (BPR), Dataland en het landelijk

samenwerkingsverband Grootschalige Basiskaart Nederland (GBKN). In overleg met klanten en BPR is de invoeringsstrategie voor het stelsel van basisgegevens bepaald. Daarnaast is de koppeling van de kadastrale registratie aan de nieuwe basisregistratie-ondernemingen en -instellingen voorbereid.

Bij trajecten van beleids- en productontwikkeling zijn in 2005 veelvuldig klanten betrokken. Zo is er nauwe afstemming geweest met de Koninklijke Notariële Beroepsorganisatie over de invoering van het elektronisch aanleveren van akten (ELAN), en met de Vereniging van Nederlandse Gemeenten over de nieuwe massale informatieverstrekking. Hiermee is ook invulling gegeven aan een belangrijke verbeterwens uit het Klanttevredenheidsonderzoek 2004 om duidelijker mee te denken met de klant.

In 2005 is ook de grondroerdersregeling ontworpen waarbij het Kadaster de rol van Kabels - en Leidingen Informatie Centrum (KLIC) krijgt. De eerste activiteiten zijn gepland, zoals betrokkenheid bij het ontwerp van KLIC-onl-ine en het opstellen van een informatiemodel voor kabels en leidingen.

Ook werd in 2005 een wetsvoorstel aanhangig (art. 5:20 BW) waarin niet alleen telecomnetwerken, maar alle netwerken als onroerende zaken worden aangemerkt. In 2006 wordt duidelijk of een verbreding van de kadastrale registratie zal plaatsvinden.

Landinrichting

	Aantal ha in		
	2003	2004	2005
Herverkaveling in uitvoering	490.000	460.000	454.000
Plan van toedeling ter inzage	4.700	33.500	18.000
Aktepassering	41.000	7.000	34.000

Er zijn in 2005 zeven projecten afgerond (24.000 ha). De activiteiten van Kadaster Landinrichting worden hoofdzakelijk gefinancierd vanuit het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). In 2005 is € 13,4 miljoen aan werkzaamheden gerealiseerd; in 2004 was dit nog € 10,9 miljoen. Hoofdrede van deze stijging is de hogere prioriteit die de Dienst Landelijk Gebied (DLG) stelt aan het versneld afronden van alle herverkavelingprojecten. Dit is bereikt door onder meer de extra inhuur van tijdelijke contractanten en ingenieursbureaus. Dit beleid wordt voortgezet en uitgebreid in 2006. Ook in 2005 werden de werkzaamheden bekostigd op basis van met de Dienst Landelijk Gebied overeengekomen offertes en afgesloten contracten.

Topografie (Topografische Dienst en Grootchalige Basiskaart Nederland)

	2004	2005
TOPvector	€ 5.966.000	€ 5.968.000
TOPraster	€ 367.000	€ 127.000
Gebruiks-, scan- en publicatierechten	€ 666.000	€ 230.000
Historische collectie	€ 68.000	€ 86.000
Kaarten	€ 335.000	€ 308.000
Luchtfoto	€ 152.000	€ 234.000
Bijdragen VROM (en Defensie 2004)	€ 954.000	€ 590.000
Productie Defensie	€ 4.440.000	€ 4.232.000
<i>Totale netto-omzet</i>	<i>€ 12.948.000</i>	<i>€ 11.775.000</i>

De verkoopdoelstellingen voor de reguliere productie in 2005 zijn gerealiseerd: de met klanten gemaakte afspraken zijn nagekomen, het productieconvenant is naar tevredenheid van het Ministerie van Defensie uitgevoerd en de reguliere productie is conform planning afgerond. Ook de reguliere productie van TOP10Vector is binnen de planning gerealiseerd. De verkoopdoelstellingen voor nieuwe afzet niet: de omzet van 2005 is bijna € 600.000 bij de planning achtergebleven. De oorzaak voor de tegenvallende omzet ligt grotendeels bij de vertraging in de marktintroductie van het gecombineerde kadastrale en topografische kaartje. Wel heeft het Ministerie van Defensie in 2005 de productieopdracht gegeven voor het Multinational Geospatial Coproduction Programme (MGCP).

Op het gebied van het uitbouwen van de bestaande publieke taak is in 2005 ondanks de nodige inspanningen geen grote voortgang geboekt. Zowel het genereren van nieuwe afzet door het ontwikkelen van nieuwe producten, als het binnengaan van nieuwe taken is niet voldoende van de grond gekomen. Hieraan liggen zowel externe als interne oorzaken ten grondslag. Zo heeft de besluitvorming bij het Ministerie van Verkeer & Waterstaat rond de bijhouding van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN), het Nationaal Wegenbestand (NWB) en het Normaal Amsterdams Peil (NAP) vertraging opgelopen; ook zijn de ambities uit het strategisch productbeleid vanwege wettelijke restricties beperkt uitvoerbaar gebleken en hebben niet kunnen leiden tot versterking van de marktpositie van TDKadaster.

Omzet Grootchalige Basiskaart Nederland (GBKN) in 2005

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

Met ingang van 1 januari 2005 is de afdeling Grootschalige Basiskaart Nederland (GBKN) ondergebracht bij de TDKadaster. Eind 2005 zijn alle werkzaamheden overgenomen door de afdeling en worden deze centraal uitgevoerd en/of gecoördineerd vanuit Apeldoorn. Door deze centralisatie zijn de werkzaamheden op een uniform en kwalitatief hoog niveau uitgevoerd, verbeterd en gerealiseerd tegen de afgesproken kosten (10% lager dan in 2004). Dit tot tevredenheid van de GBKN-stichtingen. Doordat de omzet op gelijk peil bleef, is het resultaat voor 2005 beter dan gepland.

In 2005 is ook de uitbesteding uitgevoerd voor de bijhouding in 2006 voor zes GBKN-stichtingen. Dit heeft wederom circa 25% lagere kosten opgeleverd. De discussies daarover met de zelfmutterende gemeenten (ZMG) en de vertaling daarvan in kosten voor de ZMG's heeft ook tot lagere kosten bij de stichtingen geleid. Op 1 januari 2005 zijn alle ICT-taken en verantwoordelijkheden van de Topografische Dienst overgegaan naar de ICT-afdeling van het Kadaster. Ook is de Topografische Dienst ingebed in het Kadaster-personeelsmanagement en de bijbehorende systematiek en systemen.

Professionalisering dienstverlening GBKN

De dienstverlening van het Kadaster richt zich op coördinerende werkzaamheden als directievoering, bestandsbeheer en distributie. De dienstverlening aan de tien regionale GBKN-stichtingen en het Landelijk Samenwerkingsverband (LSV) wordt uitgevoerd op basis van marktconformiteit en kostendekkendheid in opdracht van de diverse eigenaren van de GBKN. Het Kadaster realiseert een steeds verdergaande uniformiteit en efficiëntie waardoor de kosten voor de GBKN-dienstverlening aan de GBKN-stichtingen gemiddeld met 10% gedaald zijn.

Vanaf september is het Topografisch Namenregister van Nederland digitaal beschikbaar via de website van het Kadaster. Bezoekers kunnen zoeken naar alle namen die in de series Topografische Kaarten schaal 1:50.000 voorkomen.

Geometrische infrastructuur (bijhouding Rijksdriehoeksnetwerk)

	2003	2004	2005
Opbrengsten abonnement	€ 108.031	€ 92.608	€ 72.748
Opbrengsten losse verkoop	€ 18.816	€ 15.487	€ 13.016
Opbrengsten uit NETPOS	n.v.t.	n.v.t.	€ 23.868
Aantal verkochte kernnetpunten	324	373	235
Aantal verkochte opstelpunten en richtpunten	52	49	40
<i>Totaal aantal verkochte punten</i>	376	422	275

Het afnemend aantal van verkochte punten is verklaarbaar als gevolg van een toenemend gebruik van Realtime Kinematics (RTK) Global Positioning System (GPS) netwerken in Nederland. Partijen berekenen hun positie steeds minder vaak analoog via de fysieke RD-punten in het landschap, maar doen dat steeds meer aan de hand van digitale GPS-coördinaten. Het RD-coördinatenstelsel zelf blijft echter onverminderd het referentiestelsel voor lokale metingen in Nederland.

Voor het onderhouden van het Rijksdriehoeksnetwerk worden dagelijks allerlei controlemetingen in het terrein uitgevoerd. De laatste jaren gebeurt dit met GPS. De verschillende coördinaten worden gepubliceerd en tegen betaling beschikbaar gesteld aan klanten, op papier, per cd-rom of via internet (www.rdnap.nl).

Samen met de Adviesdienst Geo-informatie en ICT (AGI) van Rijkswaterstaat beheert het Kadaster een systeem van permanente GPS-stations in Nederland, het Actief GPS Referentiesysteem (AGRS). Het AGRS is het referentiesysteem voor de bijhouding van de geometrische infrastructuur (RD-punten) en de certificering van de GPS-referentiestationen. Het systeem wordt gebruikt door wetenschappelijke instellingen op nationaal en Europees niveau, door Rijkswaterstaat en door het Kadaster. Er zijn plannen gereed voor vervanging van een aantal AGRS-stations; ook wordt de synergie bestudeerd met NETPOS, het eigen GPS-netwerk van het Kadaster

Adviesdienst Geo-informatie en ICT

Algemeen

De Adviesdienst Geo-informatie en ICT (AGI) is één van de specialistische diensten van Rijkswaterstaat, de uitvoeringsorganisatie van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Binnen Rijkswaterstaat zijn ingrijpende veranderingsprocessen gaande waar de AGI onderdeel van uitmaakt. Belangrijke uitgangspunten zijn dat de specialistische diensten de 'back-office' van Rijkswaterstaat zijn en dat daarnaast ondersteunende processen 'corporate' worden belegd en steeds meer taken aan de markt worden overgelaten. Met minder mensen meer kwaliteit behalen is dan ook, onder andere ingegeven door overheidsbrede ontwikkelingen, het adagium. De AGI zorgt dat Rijkswaterstaat, als geo-informatie-intensieve organisatie en afnemer van ICT-producten en -diensten, efficiënt, klantgericht en vraaggestuurd wordt bediend. Dit geldt ook voor derden.

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

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

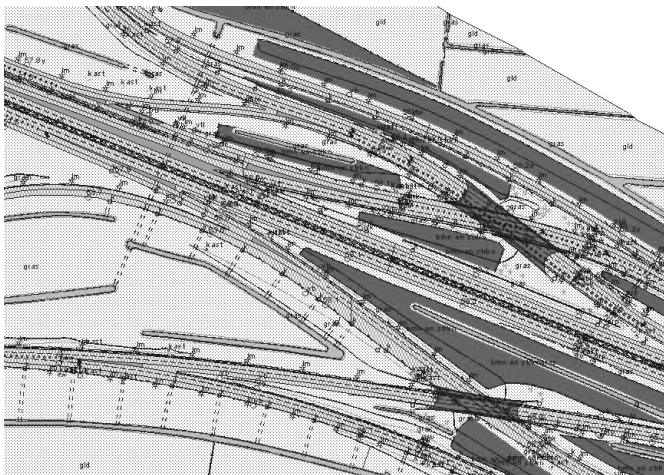
Bijna alle gegevens binnen Rijkswaterstaat hebben een geografische component en daarmee een relatie met een specifieke plek op de aarde. De AGI verzorgt en optimaliseert de informatievoorziening binnen de primaire processen van Rijkswaterstaat: inwinnen, beheer en ontsluiten van (geografische) gegevens.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

Geo-informatievoorziening voor Netwerkmanagement Droog

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

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

- DTB-droog: een standaard basis geo-informatiebestand binnen Rijkswaterstaat. Het is de basis voor Kerngis, dat een toeleverend systeem voor het Netwerk Informatie Systeem (NIS) is. In 2005 is een convenant gesloten waarmee de uitwisseling van het Digitaal Topografisch Bestand (DTB) en de Grootchalige Basiskaart Nederland (GBKN) tot 2007 is vastgelegd.
- Deformatiemetingen. Deformatiemetingen leveren informatie over de plaats en de vorm van objecten door de tijd heen en zijn een instrument om de toestand van een object in de tijd te kunnen voorspellen. De meting begint met de vastlegging van de uitgangssituatie (nulmeting), waarna periodieke herhalingsmetingen volgen.
- Inmeten en/of beheren van een primair meetkundig grondslagennetwerk; uitzetten en/of inmeten van grenspunten en detailpunten.
- AGI beschikt over een groot arsenaal aan luchtfoto's en orthofotomozaïeken. Deze kunnen gebruikt worden als achtergrond in GIS- en CAD-applicaties (Geografische Informatiesystemen; Computer Aided Design), gecombineerd worden met andere geo-bestanden, zoals DTB, AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland), GBKN of kadastrale kaarten, etc.



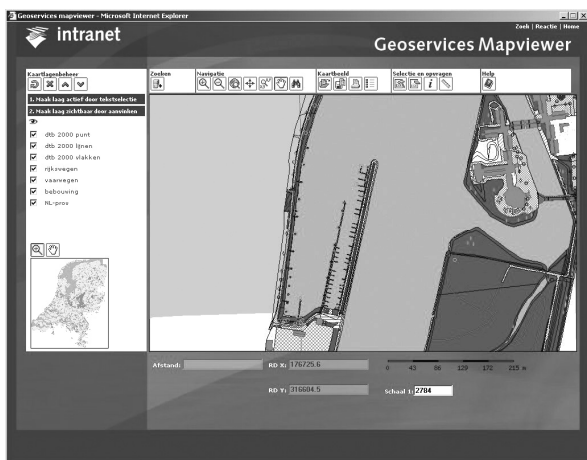
Detail van DTB-droog voor knooppunt Oude Rijn.

Geo-informatievoorziening voor Netwerkmanagement Nat

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

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

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



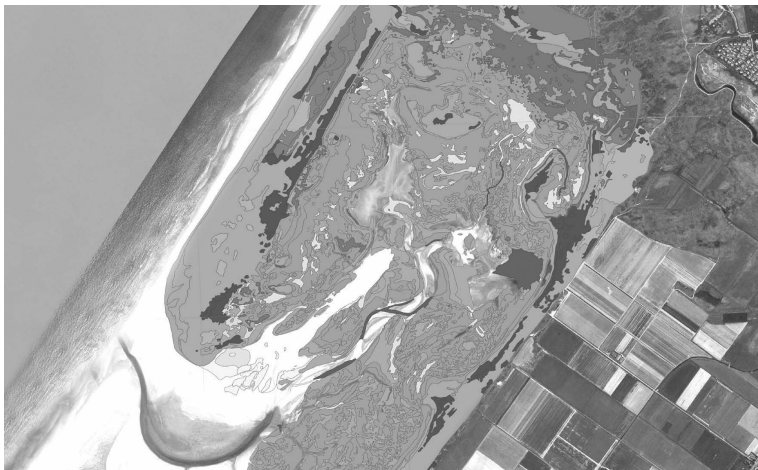
DTB-nat is nu net als vele andere gegevenssets beschikbaar via de geoservices infrastructuur.

Geo-informatievoorziening voor Integraal waterbeheer

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

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

- MWTL-informatievoorziening (Monitoring van de Waterstaatskundige Toestand des Lands). Dit bestaat uit de ontsluiting van de basisinformatie met Geoservices en de ondersteuning bij het gebruik van deze informatie.
- Waterkwaliteitskaarten. Deze kaarten zijn gebaseerd op satellietwaarnemingen en geven informatie over de concentraties van zwevend stof en chlorofyl in de Noordzee en het IJsselmeer.
- Ecotopenkaart: inwinning van de vegetatiestructuur middels luchtfoto-interpretatie en validatie door controle in het veld.
- Geomorfologische kaarten intergetijdengebied. Het in beeld brengen van de ruimtelijke spreiding van geomorfologische eenheden in het intergetijdengebied.



Vegetatiezoneringskaart van de Slufter op Texel.

Generieke geo-informatie

Met generieke geo-informatie wordt die informatie aangeduid waar zowel de droge als de natte sector gebruik van maakt. Zo is er een generieke geo-informatiedienst waarmee gegevens over de topografie, maar ook luchtfoto's en de ligging van kabels en leidingen langs water- en hoofdwegen om te zetten zijn naar Rijkswater-

staat-brede systemen als Kerngis. Hieronder valt ook de advisering over de toepassing van geo-informatie en het beleid op dit gebied.

Voorbeelden van generieke geo-informatie, applicaties en advies en ondersteuning zijn:

- Adviezen over de toepassing van geo-informatie en het bijbehorende instrumentarium (geo-applicaties, geoservices en geotools) vanuit het oogpunt van werkprocessen, marktbenadering, organisatie en technologie.
- Het op peil houden van kennis van, en binnen Verkeer en Waterstaat adviseren over: aardobservatie, plaatsbepaling, geo-informatiesystemen en geo-marktbenutting.
- Generiek Vergunningen GIS. Dit houdt in het kunnen invoeren, beheren, raadplegen en presenteren van beschikkingen. Informatie over de beschikkingen kan worden onderverdeeld in administratieve informatie en geografische informatie.
- Kabels en leidingen. Het gaat hierbij om het omzetten van analoge en digitale kabel- en leidinggegevens naar Kerngis én inpassing daarvan in de werkprocessen van Rijkswaterstaat.

Geometrische Infrastructuur

De Geometrische Infrastructuur (GI) behoort samen met het AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland) tot de Nationale Basisinformatie die door de AGI in stand wordt gehouden. De GI is het geheel aan voorzieningen dat de gebruiker in staat stelt om overal in Nederland op elk willekeurig moment tegen acceptabele kosten en met gebruikmaking van gangbare methoden en technieken een stabiele, voldoende nauwkeurige geometrische referentie te gebruiken voor zijn of haar werkzaamheden.

De GI omvat de inwinning, de verwerking, het beheer en de publicatie van informatie betreffende die onderdelen van de GI van Nederland, die AGI tot haar competenties rekent. In het bijzonder is dit de hoogtecomponent. Specifiek omvat de GI gegevens met betrekking tot het referentiesysteem Normaal Amsterdams Peil (NAP), gegevens met betrekking tot het referentiesysteem ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), gegevens voor het vastleggen van de relaties tussen deze referentiesystemen en gegevens voor het goede gebruik van deze referentiesystemen. Het begrip 'gegevens' mag hier ruim worden opgevat en omvat onder meer coördinaten, definities, standaarden, normen, voorschriften, software producten, etc.

De GI wordt het duidelijkst zichtbaar gemaakt middels de publicatie van peilmerken van het NAP. Deze publicatie bevat gegevens over circa 30.000 peilmerken. Peilmerken zijn publiek toegankelijke meetmerken in de vorm van bronzen bouten, die zich in de open lucht aan stabiele objecten bevinden, zoals gefundeerde gebou-

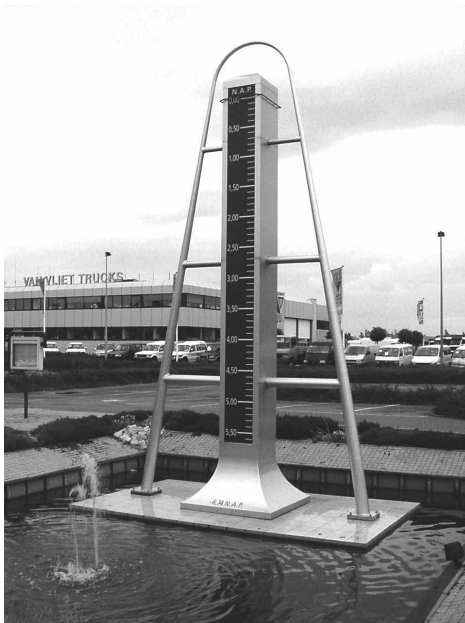
wen, bruggen, kerken en dergelijke. Deze meetmerken vormen de uitgangspunten voor de hoogtebepaling aan andere objecten. Van deze meetmerken worden de hoogten gepubliceerd in de NAP-publicatie, in de vorm van peilmerklijsten en overzichtskaarten. De hoogten van peilmerken worden bijgehouden door periodieke hermeting. Na bewerking van de meetgegevens worden de uiteindelijke peilmerkhoogten opgeslagen in een database, die de basis is van de NAP-publicatie.

Ondersteunend en aanvullend aan de NAP-publicatie zijn de publicatie van ETRS89-coördinaten (door het AGRS.NL; Actief GPS Referentie Systeem Nederland) en de publicatie van de geoïde van Nederland. Ten behoeve van de bepaling en de bijhouding van de geoïde en ten behoeve van onderzoek naar bodemdaling in Nederland wordt een primair zwaartekrachtsnet bijgehouden. Verder worden middelen ingezet ter bevordering van het goede gebruik van de GI door middel van meetvoorschriften, publicaties en software.

Het doel van de GI is om aan de Nederlandse maatschappij een voldoende nauwkeurig, actueel, homogeen en toegankelijk referentiesysteem te bieden voor hoogte-informatie in Nederland. Methoden van plaatsbepaling, gegevensverwerking en -beheer behoren niet tot de GI, maar zijn instrumenten voor de bijhouding van de GI, of voor het zich positioneren ten opzichte van het referentiesysteem. Veranderingen in de methoden van plaatsbepaling, gegevensverwerking en -beheer kunnen aanleiding zijn tot veranderingen in de specificaties van het product.

Opgemerkt wordt dat nog geen 10% van de gebruikers deel uit maken van Rijkswaterstaat, maar dat meer dan 80% van de abonnees behoren tot overheden of nutsinstellingen. In deze zin neemt het product Geometrische Infrastructuur een

bijzondere plaats in bij de AGI. Bij het beheer van de GI wordt samen- gewerkt met een aantal binnen- landse en buitenlandse organisaties. In het bijzonder wordt genoemd de samenwerking met het Kadaster onder de naam RDNAP.



Het laagste punt van Nederland volgens het NAP.

Actueel Hoogtebestand Nederland

Het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) is een gezamenlijk initiatief van Rijkswaterstaat, provincies en waterschappen voor de bouw van een nieuw, landsdekkend, digitaal hoogtebestand. Het AHN heeft een minimum punt dichtheid van 1 punt per 16 m². Bosgebieden vormen een uitzondering hierop en hebben een punt dichtheid van minimaal 1 punt per 36 m². De 3D-coördinaten van de punten zijn volgens het RD/NAP-stelstel. De punten wijken gemiddeld 5 cm af van de werkelijkheid met een standaardafwijking van 15 cm. Deze afwijkingen worden vastgesteld aan de hand van referentiegebieden die verspreid liggen over het opnamegebied.

Voor de inwinning van gegevens voor het AHN werkt men met laseraltimetrie, een remote sensing-techniek voor de hoogtebepaling van het landschap. Vanuit een vliegtuig of helikopter wordt met een laserscanner de afstand tot het aardoppervlak gemeten. Tegelijkertijd wordt met satelliet- en traagheidsnavigatie bepaald wat de 3D-positie van het vliegtuig is. Met deze gegevens kan worden vastgesteld wat de gemeten hoogte van het terrein is ten opzichte van het NAP.

Hoogte-informatie is onmisbaar voor een goed waterbeheer. Niet alleen bij wateroverlast, maar ook om de gevolgen van verdroging van het land (door grondwaterdaling) goed aan te kunnen pakken. Enkele andere toepassingen waar de hoogte-informatie wordt gebruikt zijn:

- bij de bepaling van geluidshinder bij de bouw van (snel)wegen;
- bij geomorfologisch en archeologisch onderzoek;
- bij de berekening van grondverzet bij natuurontwikkeling;
- bij voorstudies van tracés, waterlopen en stedelijke inrichting (3D-visualisaties en 'vlieganimaties');
- in hydrologische modellen, bij inundatieberekeningen of projecten op het gebied van verdrogingbestrijding.



AHN-waarden boven (lichtgrijs) en onder (donkergrijs) zeeniveau in Nederland.

Dienst der Hydrografie

Algemeen

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

Dienst der Hydrografie in de nieuwe defensieorganisatie

In het jaar 2005 is een enorme reorganisatie binnen het Ministerie van Defensie en daarmee ook de Koninklijke Marine (KM) doorgevoerd. De marinestaf werd opgeheven en daardoor werd de Dienst der Hydrografie, voorheen een BOE (Bijzondere Organisatie Eenheid) van de marinestaf, elders in de organisatie van de Koninklijke Marine gepositioneerd. Per 1 juli is de dienst één van de zes directies van het nieuwe operationele commando, Commando Zeestrijdkrachten (CZSK) geworden. De andere vijf directies zijn gehuisvest in Den Helder, maar de Dienst der Hydrografie blijft in Den Haag, zij het dat de dienst in 2006 zal gaan verhuizen naar gebouw 32 van de Frederikkazerne. In 2005 is veel energie gestoken in de voorbereiding van deze verhuizing en de daaraan voorafgaande verbouwing.

Reorganisatie Dienst der Hydrografie

In 2005 is de afbakeningsfase afgerond van de Reorganisatie Dienst der Hydrografie, waarvan de CZSK de opdrachtgever is. Aanleidingen voor de reorganisatie zijn onder andere het inbedden van de Dienst in de organisatie van de CZSK, het aanpassen van de interne bedrijfsvoering van de Dienst aan de realisatie van het project SHIP2 (Systeem voor Hydrografische Informatie processen, fase 2), de implementatie van een kwaliteitsmanagementsysteem en de certificering cf. ISO 9001:2000, het inbedden en formaliseren van het GHO-domeinbeheer (Geografie, Hydrografie, Oceanografie) en het aanpassen van de bedrijfsvoering als gevolg van de verhuizing. Adequaate communicatie- en verandermanagement en actieve medezeggenschap nemen een prominente plaats in bij de uitvoering van het verandertraject.

Internationale betrekkingen

De ontwikkelingen binnen de International Maritime Organization (IMO) raken inmiddels ook de Dienst der Hydrografie. IMO heeft een Voluntary Audit programma ontwikkeld, waarin de lidstaten vrijwillig verantwoording kunnen afleggen voor de mate waarin voldaan wordt aan de regels van de internationale scheepvaart. Voor wat betreft het hydrografische deel van de audit heeft de International Hydrographic Organization (IHO) een verdiepende hydrografische bijlage ontwikkeld en aangeboden aan IMO voor implementatie in deze vrijwillige IMO-audit.

De ratificatie van het gewijzigde IHO-verdrag ligt voor bij de lidstaten. Na ratificatie door een voldoende aantal lidstaten kan de nieuwe interne organisatie van de IHO in werking treden. Vernieuwing van de organisatie van de IHO is noodzakelijk gebleken om de hedendaagse hydrografische ontwikkelingen adequaat en met voldoende tempo af te kunnen wikkelen.

Overdracht functie Chef der Hydrografie

Op 29 september is de functie van Chef der Hydrografie (CHYD) overgedragen van kapitein ter zee R. van Rooijen aan kapitein ter zee F.P.J. de Haan.



Kapitein ter zee F.P.J. de Haan.

Plannen, operaties en METOC

Hydrografische opnemingsvaartuigen

In het verslagjaar waren voor het eerst de twee nieuwe hydrografische opnemingsvaartuigen (HOV'n) operationeel inzetbaar en beschikbaar voor de realisatie van hydrografische opnemingen. Dit geschiedde op basis van het beleidsplan en de jaaropdracht van de Dienst der Hydrografie. Daarnaast is één van de HOV'n een periode beschikbaar geweest voor kustwachttaken. Op 9 maart bracht Z.K.H. Prins Willem-Alexander een werkbezoek aan de Hr.Ms. Luymes.

Diverse kinderziekten moesten worden overwonnen en ook de verwerking van de grote hoeveelheden verzamelde data tot voor de kartering geschikte producten, behoefde enige bijsturing en additionele training. Een stijgende lijn was gelukkig duidelijk waarneembaar. Desondanks is de geplande realisatie niet gehaald. Teneinde de productie te optimaliseren varen de twee hydrografische opnemingsvaartuigen met drie bemanningen op roulatiebasis. Dit is voor de Koninklijke Marine een uniek concept.

Zoektocht naar explosieven op de Smalbank

In het begin van 2005 ontplofte een explosief in de netten van een Nederlands vissersschip. Naar aanleiding van dit incident was er sprake van een verhoogd aantal meldingen van het vinden van explosieven op zee door vissers.

Ook in België was er sprake van een verhoogde aandacht voor dit onderwerp. Zo zouden er op de Smalbank, voor de kust bij Nieuwpoort, door vissers in het verleden opgeviste en aldaar gedumpte zeemijnen liggen. Het was echter vanwege de geringe diepte niet mogelijk om met een mijnenjager te zoeken naar deze explosieven. Op verzoek van de Belgische Marine is het gebied afgezocht met een Side Scan Sonar (SSS) gekoppeld aan het Mobiel Hydrografisch Pakket (MHP) op een Rigid Hull Inflatable Boat (RHIB). Uiteindelijk is er gezocht van 15 mei tot 10 juni. De zoektocht leverde geen zeemijnen op. Toch valt niet met zekerheid uit te sluiten dat er explosieven liggen aangezien de beschikbare sonar niet voor dit doel



Z.K.H. Prins Willem-Alexander op werkbezoek op de Hr.Ms. Luymes.

ontworpen is. Aan aandacht van de media voor deze opdracht was er geen gebrek. Diverse Belgische kranten (o.a. het Laatste Nieuws), maar ook Belgische tv-zenders (VTM, RTL) hebben een item gewijd aan de opdracht.

Zoektocht naar Hr.Ms. O-13

De voormalige onderzeeboot Hr.Ms. O-13 is één van de twee nog niet gevonden onderzeeboten die tijdens de Tweede Wereldoorlog zijn vergaan. De O-13 wordt vermist sinds 12 juni 1940 en ligt vermoedelijk in een positie ongeveer 150 zeemijlen ten zuidwesten van Noorwegen. Deze positie ligt in een, nu bekend, voormalig Duits mijnenveld. Een mijnexplosie maar ook een eventuele aanvaring met een Poolse onderzeeboot (de Orzel), eveneens in dit gebied vermist, zou de oorzaak van het 'zinken' van de O-13 in dit gebied kunnen zijn.

Op verzoek van de werkgroep Onderzeeboten is een zoekactie ondernomen. Zowel de Hr.Ms. Snellius als de Hr.Ms. Luymes hebben in het vermoedelijke gebied gezocht. Dit leverde echter geen positief resultaat op.

Vorbereiding Hydrografische opdracht Nederlandse Antillen en Aruba

Voor het jaar 2006 staat een hydrografische meetcampagne in de Nederlandse Antillen en Aruba gepland. In 2005 zijn de voorbereidingen in volle gang voortgezet. Zo zal een groot deel van het in kaart te brengen gebied met de gemoderniseerde opnemingsloepen van de HOV'n verricht moeten worden. Aangezien het HOV en de twee sloepen gelijktijdig en onafhankelijk van elkaar zullen opereren is een tijdelijke uitbreiding van het beschikbare personeel noodzakelijk gebleken. Globaal zal het HOV op de Saba-bank werkzaam zijn, één sloep op de Bovenwindse Eilanden en de andere op de Benedenwindse Eilanden. In de voorbereidingsfase is ook gebruik gemaakt van bewerkte satellietbeelden.

NODC

De Dienst der Hydrografie is lid van de Nationale Oceanografische Data Commissie (NODC). In dit kader wordt deelgenomen aan de eerste fase van een door de regering gesubsidieerd project (Bsik: Besluit subsidies investeringen kennisinfrastructuur), dat als doel heeft de ontsluiting van mariene en oceanografische data te structuren cf. bepaalde standaarden, om zodoende de toegang tot de data te vergemakkelijken voor de nationale mariene en oceanografische instituten. Dit kunnen zowel partners als eventuele externe gebruikers zijn.

Productie

Publicaties

In 2005 is naast de publicatie van de vertrouwde bestaande producten een aantal reeds eerder in gang gezette vernieuwingen doorgevoerd. Zo is de productportefeuille aangepast om een logischer kaartindeling te bereiken voor het traject vanuit het Engels Kanaal naar de Duitse Bocht. De vier nieuwe kaarten die daartoe zijn ontworpen (1630 t/m 1633) zijn in de loop van het jaar gepubliceerd.

Verder is in het voorjaar de service via het internet uitgebreid met BaZ-correction, een internetapplicatie waarbij de gebruiker op eenvoudige wijze via een database de benodigde correcties voor de publicaties kan opvragen.

In samenwerking met de Maritieme Autoriteit Suriname is in juni een nieuwe kaart uitgegeven van de Suriname rivier.

Digitale zeekaarten: Electronic Navigational Chart

Naast het onderhoud van de bestaande Electronic Navigational Charts (ENC's) zijn nieuwe ENC's uitgegeven van Harlingen en aanloop. Verder worden op wekelijkse basis ENC-bestanden aan belanghebbende ketenpartners (waaronder verschillende directies van Rijkswaterstaat, Operationele School, Kustwacht, Havenbedrijf Rotterdam en Loodswezen) uitgeleverd.

Digitale zeemansgids

Nadat het technische ontwerp voor de digitale zeemansgids (HP 1D) in 2004 was afgerond heeft 2005 in het teken gestaan van acceptatietesten en het vullen van het zo genaamde Content Management Systeem (CMS). Als proefopstelling is het gebied van de Westerschelde en de omringende havens gebruikt. De resultaten zijn goed, maar het vullen van het CMS voor de resterende gebieden zal naar verwachting zeker het hele jaar 2006 in beslag nemen, waardoor de geplande publicatiedatum in 2006 niet zal worden gehaald.

In het kader van verkenningen voor dit product zijn gedurende de zomermaanden alle Nederlandse zeehavens en belangrijke vaarwegen uitgebreid gefotografeerd vanuit de lucht.

Geodesie en getijden

Maritieme grens Suriname – Guyana

Technische ondersteuning is verleend aan het team van Suriname dat werkt aan een rechtszaak omtrent de vast te stellen maritieme grens tussen Suriname en Guyana. De technische ondersteuning bestond uit het maken van kaartjes en het uitvoeren van berekeningen. Deze ondersteuning continueert in 2006.

Assistentie Sea Acceptance Test

Er is in het begin van het jaar meegewerkt aan een onderdeel van de Sea Acceptance Test (SAT) van het Project Aanpassing Mijnenbestrijdingscapaciteit (PAM) van de mijnenjagers. Het betrof de autopilot. Hiertoe zijn extra GPS-ontvangers geïnstalleerd en data gelogd. Ook is er assistentie verleend bij SAT-testen van nieuwe Militaire GPS-ontvangers aan boord van Hr.Ms. Tromp.

Lowest Astronomical Tide

In het kader van internationale afspraken zullen ook de Nederlandse zeekaarten overgaan van het reductievlak Gemiddeld Laag Laag Water Spring (GLLWS) naar Lowest Astronomical Tide (LAT). Het reductievlak is het vlak waaraan de dieptecijfers in de kaart zijn gerelateerd. Hiertoe zijn LAT-gegevens van het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) van Rijkswaterstaat ontvangen. Deze vormen de basis voor de nieuwe reductiekaart, zodat in 2007 de eerste Zeekaarten ten opzichte van dit nieuwe referentievlak uitgegeven kunnen worden.

Maritieme grens met Duitsland

Het Ministerie van Buitenlandse Zaken is diverse malen geassisteerd bij het beoordelen en vaststellen van basislijnen en maritieme zones en grenzen. Onder andere is deelgenomen aan de delegatie voor het vaststellen van de maritieme grens tussen de 3 en de 12 zeemijl in de Eemsmonding bij Duitsland. Deze ondersteuning zal continueren. Ook bij het instellen van de aansluitende zone van het Koninkrijk is assistentie verleend en bij de voortgang van de maritieme grens met Frankrijk in het Caribische gebied.

Getijvoorspelling met de computer

Het product NLTides (HP33D) was in 2005 voor het eerst op de markt, nadat in 2004 een proefversie gratis was gedistribueerd. NLTides is een digitaal getijdevoorspellingsprogramma voor zowel het verticale getij als voor de horizontale stromingen ten gevolge van het getij. Er werden ruim 500 exemplaren van NLTides verkocht in 2005.

Zoals jaarlijks gebruikelijk is, zijn er wederom getijvoorspellingen geleverd aan Suriname

Werkgroep S44

Er is deelgenomen aan de werkgroep S44 van de International Hydrographic Organization (IHO) om een nieuwe S44-publicatie te maken. De S44 is een inter-

nationale publicatie waarin richtlijnen staan waar hydrografische opnames aan moeten voldoen. De huidige versie is enigszins verouderd door de introductie van nieuwe meetmethoden.

Conversieprogramma PCTrans

Een nieuwe versie (4.0) van het multi-functionele geodetische programma PCTrans is in voorbereiding. De gebruikersinterface wordt hierin verbeterd. Tevens is er een begin gemaakt met een stand alone programma dat historische dieptegegevens in de tijd en ruimte analyseert met als doel een meer optimale inzet van de HOV'n (project zeebodemmonitoring).

Vorbereiding Hydro 2006, Antwerpen

De Hydrographic Society Benelux (HSB) organiseert de 15e Hydrografische conferentie (HYDRO 2006) van 6 tot en met 9 november 2006 in Antwerpen. Tijdens de conferentie worden diverse presentaties gegeven en er zal een tentoonstelling zijn met diverse exposanten. Dit alles betreffende hydrografie in de ruimste zin van het woord. Als lid van de HSB heeft de Dienst der Hydrografie zitting genomen in het Scientific Committee van de organisatie van de conferentie. In 2005 is een aanvang gemaakt met de voorbereidingen.

Professor Willem Baarda 1917 – 2005

Een beknopt overzicht van zijn wetenschappelijke werk

J.E. Alberda

Toen Baarda 65 jaar werd in 1982 boden zijn medewerkers hem een door hen geredigeerde feestbundel aan, getiteld *Daar heb ik veertig jaar over nagedacht* Deze titel is het door H.C. van der Hoek opgetekende antwoord van Baarda aan een student die zei te twijfelen aan de juistheid van een uitspraak van de professor. De bundel bestaat uit twee delen en bevat een curriculum vitae, een lijst van bestuurlijke functies die Baarda aan de TH Delft heeft vervuld en een lijst van 56 publicaties die tussen 1947 en 1981 zijn verschenen.

De eigenlijke tekst van de bundel bevat artikelen van medewerkers, binnen- en buitenlandse collega's en oud-studenten en begint met een uitstekend artikel van H.C. van der Hoek, getiteld 'Baarda's werk'. De auteur, die in 1953 bij de onderafdeling der Geodesie in dienst was gekomen, geeft een beknopte levenbeschrijving die ongetwijfeld gebaseerd is op gesprekken met Baarda. Het artikel kan uiteraard niet inhoudelijk ingaan op het wetenschappelijke werk, maar geeft een levendige indruk van de werksfeer en de toewijding en energie waarmee Baarda elk werk aanpakte.

Het curriculum vitae vermeldt onder andere de vele bestuurlijke en organisatorische functies die Baarda heeft vervuld. Hij heeft zeer veel tijd en energie besteed aan deze taken en ook in diverse publicaties zijn visie gegeven op de functie van de geodeet in de maatschappij. Maar hoewel er daarbij altijd een verband was met wetenschap en onderwijs moeten wij ons hier beperken tot zijn eigen onderzoek en onderwijs in engere zin.

Als landmeter van het Kadaster werd Baarda in maart 1942 geplaatst bij het bureau Zwolle van de Dienst voor Buitengewoon Landmeetkundig Werk (BLW). Zijn taak bestond uit het verbeteren van de gebrekkige meetkundige grondslagen in het omringende gebied en het realiseren van de hoofdgrondslag voor de Noordoostpolder die in het voorjaar van 1942 droogviel. Voor dit gebied van 480 km² was een driehoeksnet voorzien. De metingen hiervoor, in het geheel met riet begroeide gebied, hadden te kampen met extreme effecten van laterale refractie. Baarda maakte uiteraard gebruik van de in 1938 gepubliceerde *Handleiding voor de Technische Werkzaamheden van het Kadaster* (HTW), geschreven door Tienstra. Hij kon zijn bevindingen en moeilijkheden bespreken met zijn leermeester. Dit

contact werd onmogelijk, in het bijzonder door de spoorwegstaking die inging op de dag dat het geallieerde offensief gericht op Arnhem startte (17 september 1944).

In zijn wetenschappelijk vrijwel geïsoleerde positie bestudeerde Baarda de problemen van controle op meetfouten, de schaalverschillen tussen afstandmetingen en afstanden volgend uit gegeven puntcoördinaten. Een belangrijk deel van de problematiek vormden de regels van de HTW voor de aannamen betreffende de nauwkeurigheid van de coördinaten van RD-punten en voor de criteria te stellen voor nieuw te bepalen punten.

Baarda beschouwde deze periode als richtinggevend voor zijn latere onderzoek. In de woorden van Van der Hoek: "Zijn hele verdere wetenschappelijk werken is een uitwerking geweest van ideeën uit deze tijd. Een uitvoeren van een program van actie zoals hij zelf wel eens zei".

Op 1 augustus 1946 werd Baarda overgeplaatst naar de Bijhoudingsdienst van de Rijksdriehoeksmeting te Delft, die door Tienstra werd geleid. In het academisch jaar 1946 – 1947 was Tienstra rector magnificus van de TH Delft. Hij vroeg Baarda zijn colleges aan de civiel-landmetercursus over te nemen, wat deze deed naast zijn werk bij de RD. In januari 1947 werd Baarda benoemd tot lector met terugwerkende kracht tot 1 november 1946.

Zijn openbare les, getiteld 'Betekenis en waarde van coördinaten in de landmeetkunde' ging over de schrankingstheorie. De gedrukte tekst is goed te lezen maar doet een sterk beroep op het visuele voorstellingsvermogen. Visuele hulpmiddelen zoals dia's werden toen nog niet gebruikt bij zulke intree- of afscheidsredes, die werden gehouden in de eeuwenoude kapel aan de Oude Delft die als Aula dienst deed. Het is geloofwaardig dat Tienstra volgens een oud-collega van het Kadaster zei: "Heb jij er wat van gesnapt? Ik niet".

Tienstra had in een gestencild dictaat over waarnemingsrekening al inleidende hoofdstukken over de mathematische statistiek geschreven waarin het modelbegrip werd ingevoerd. Hij uitte ook scherpe kritiek op de basis van de klassieke foutentheorie waarin onder andere het begrip 'ware waarde' een rol speelde. Baarda volgde in 1947 – 1950 een Kadercursus mathematische statistiek bij het Mathematisch Centrum van de Universiteit van Amsterdam. De cursus stond onder leiding van prof. D. van Dantzig, van afkomst fysicus. Deze leerde dat het gebruik van wiskunde voor de oplossing van vraagstukken uit de ervaringswereld bestaat uit het opstellen van een wiskundig model waarin de wezenlijke elementen van het beschouwde probleem worden vertaald in wiskundige grootheden. Dan wordt het model 'ingeschakeld', dat wil zeggen met wiskundige operaties wordt afgeleid wat ten aanzien van het probleem volgt, zonder tussentijdse aanpassing van het model. Tenslotte stapt men als het ware uit het model, de 'uitschakeling', en vergelijkt de conclusies met hetgeen empirisch vastgesteld kan worden; dit neemt de vorm aan van het toetsen van hypothesen. Baarda heeft deze gedachtegang altijd vastgehouden.

den. Als een onderzoek vastliep gaf hij de raad: "Je moet helemaal teruggaan naar het begin. Voor wiskundige moeilijkheden roep je de hulp van een wiskundige in". De cursus in Amsterdam behandelde uiteraard de moderne mathematische statistiek die voornamelijk door Britse en Amerikaanse wetenschappers werd ontwikkeld. Voorbeelden hiervan zijn het werk van Fisher en de theorie van statistische toetsen van Neyman en Pearson.

In 1948 werd de studie voor geodetisch ingenieur ingesteld. Civiel-landmeters konden deze titel behalen door het schrijven van een scriptie. Baarda, al enkele jaren lector, verkreeg de titel op 20 oktober 1950 met de scriptie *Verkenning van een Snelliuspunt*.

Tienstra overleed in 1951 op 56-jarige leeftijd. Hij had de wens geuit dat Baarda hem zou opvolgen, wat ook gebeurde: per 1 oktober 1952 werd hij benoemd tot hoogleraar in het landmeten, het waterpassen en de geodesie bij de afdeling der Weg- en Waterbouwkunde, de traditionele titel. Zijn inaugurele rede vond plaats op 14 mei 1952 en was getiteld 'Werk en werkwijze van de geodetisch ingenieur'.

Aan de TH bestonden plannen voor de vestiging van een leerstoel voor de mathematische statistiek. Baarda zal daar zeker niet tegen zijn geweest; wellicht heeft hij in de benoemingscommissie gezeten. Benoemd werd prof. Hemelrijk, voordien werkzaam bij het Mathematisch Centrum in Amsterdam. Baarda kende hem dus, bovendien was Baarda bestuurslid van de kort tevoren opgerichte Vereniging voor Statistiek.

Als intermezzo vermeld ik dat ik in 1949 begon aan de studie voor geodetisch ingenieur, en in juni 1954 afstudeerde. Bij mijn afstuderen bood Baarda mij een baan als wetenschappelijk ambtenaar aan, maar ik had al toegezegd te komen werken bij een klein particulier bureau in Noorwegen waar ik al twee keer als praktikant was geweest. In correspondentie heb ik Baarda geschreven dat ik zeer geïnteresseerd bleef in de aangeboden betrekking. Uiteindelijk trad ik op 1 september 1955 in dienst bij de 'sub-afdeling der Geodesie'.

Als eerste bezigheid herinner ik mij het corrigeren van drukproeven van het boek *Theory of the adjustment of normally distributed observations* (1956) van Tienstra. Het titelblad vermeldt: "Edited by his friends". Het boek is in hoofdzaak de vertaling van het eerder genoemde dictaat van Tienstra, met latere toevoegingen, onder andere diens fulminatie tegen de 'ware waarde'. De vertaling is gemaakt door experts van het ITC.

In dezelfde periode moesten drukproeven van de HTW 1956 worden gecorrigeerd. Baarda had in 1951 Tienstra opgevolgd als voorzitter van de commissie die de nieuwe versie van de HTW moest samenstellen. De andere leden waren D. de Groot en F. Harkink, beiden ervaren experts van het Kadaster. Op grond van Baarda's ervaringen bij de BLW werd voor de coördinaten van RD-punten in een

gebied een cirkelvormige standaardellips aangenomen, waarvan de straal afhankelijk was van hun gemiddelde onderlinge afstand, zonder correlatie van punt tot punt. Voor nieuw te bepalen punten werd als eis gesteld dat hun vooraf berekende standaardellips moest liggen binnen een cirkel met een straal die afhing van de afstand tot het meest nabije andere onafhankelijke punt van de grondslag. Net zoals bij de HTW 1938 waren voor de toepassingen nomogrammen gemaakt die veel rekenwerk bespaarden. Matrices werden ingevoerd evenals rekenschema's voor hun inversie. In de voorgaande jaren waren de regels van de handleiding al praktisch gebruikt door studenten in hun zomerkampen.

Wat de landmeetkundige meettechniek betreft bleef eigenlijk alles bij het oude: RD-punten, Snelliuspunten, veelhoeken en meetlijnen. Elektronische afstandmeting was nog een veelbelovende verwachting.

Waren de ontwerpregels van de HTW 1956 al vernieuwend, een nog veel ingrijpender vernieuwing was de invoering van moderne statistische methoden. De kadastrale experts van de commissie waren er oorspronkelijk op tegen maar Baarda wist hen over te halen. Niet het hele arsenaal van de mathematische statistiek werd aangesproken. De behandeling werd beperkt tot bekende zaken van de normale verdeling en verder de veelzijdig bruikbare F-toetsen, waarvoor tabellen en nomogrammen werden gemaakt. Het was waarschijnlijk een wereldprimeur voor een ambtelijke handleiding van deze aard. In de volgende jaren zag men steeds meer de mathematische statistiek doordringen in de internationale geodetische vakliteratuur.

Voor zijn werk aan de HTW 1956 werd Baarda Koninklijk onderscheiden door zijn benoeming tot Officier in de Orde van Oranje Nassau. De andere commissieleden kregen een gratificatie van f 1000,-.

Tijdens het werken aan de HTW had Baarda al plannen voor de oprichting van een reken centrum. De elektronische computer was in opkomst. Hij had goede contacten met zijn collega van de afdeling der Wiskunde, Timman, en deelde diens mening dat de grote reken capaciteit van de computers pas tot zijn recht zou komen als aan de berekeningen een grondig doordachte theoretische opzet ten grondslag lag. Timman richtte in 1956 het Instituut voor toegepaste wiskunde op, later genaamd het Reken centrum van de TH. Wat Baarda voor ogen stond was een groep die zowel theoretisch onderzoek deed als expertise betreffende moderne rekenmethoden ontwikkelde. Jonge ingenieurs, ook uit het buitenland, zouden bij de groep gedetacheerd kunnen worden om kennis te maken met dit werk. Hij kreeg steun van de toenmalige president-curator dr. Van der Leeuw. Mij is niet bekend wanneer precies het Laboratorium voor Geodetische Rekentechniek (LGR) officieel is opgericht (Van der Hoek noemt 1958) maar de facto bestond het LGR al eerder. Wel was ik aanwezig bij een bezoek dat Baarda bracht aan de (waarnemend) secretaris van de Hogeschool, waarbij de naam werd vastgesteld. Het personeel bestond uit ir. B.G.K. Krijger, ir. F. Meerdink en mij.

Toen in 1956 ruimte in het geodesiegebouw vrijkwam doordat de Meetkundige Dienst (MD) van de Rijkswaterstaat en het ITC naar hun nieuwe gebouwen verhuisden, kreeg het LGR een voormalige tekenzaal van de MD op de tweede verdieping als werkruimte. Vooraf was een geschikte kamerindeling gemaakt.

Wij fungeerden ten dele als instructeurs in het onderwijs om aan tweedejaars studenten de colleges in de waarnemingsrekening uit te leggen; ikzelf ging ook als instructeur mee naar de zomerkampen. Daarbij kwam ook het begeleiden van afstudeerders, waaronder civiel-landmeters die de ingenieurstitel wilden behalen. Terzijde vermeld ik dat ik veel secretariael- en vertaalwerk deed voor Baarda in zijn functie van secretaris-generaal van de FIG (1955-1959). Meestal overlegden we op zaterdagochtenden. Het FIG-congres in 1958 vergde veel voorbereiding.

Een van de doelstellingen van het LGR was het deelnemen aan internationale projecten. Het eerste project was de verfeffening van het Europese waterpasnet, dat in voorbereiding was sinds circa 1955. Het net bestond uit geselecteerde waterpastrajecten in heel West-Europa, van Spanje en Italië tot en met Finland; het was een IAG-project. De voortreffelijke centrale organisatie, gevestigd bij het Deense geodetische instituut, verzamelde gegevens: gemeten hoogteverschillen omgezet in geopotiaalverschillen, gewichtsformules, overzichtskaarten enz.. Het rekenwerk werd gedaan bij het IGN in Parijs, de TH München en het LGR, ieder met een eigen aanpak. Als nulpeil werd het NAP gekozen, als oudste nationaal peil van Europa. Het was een fraaie gelegenheid om Delftse ideeën toe te passen: verfeffening in fasen volgens Tienstra en statistische toetsingen volgens Baarda.

In januari 1959 was er in Delft een bijeenkomst van de rekenentra waarbij de uitkomsten werden vergeleken. Onze hoogten verschilden hoogstens 0,1 mm van die uit München, het IGN had op één punt 1 mm verschil. Wij waren de enigen die een elektronische rekenautomaat hadden gebruikt, namelijk de ZEBRA, van TNO, ontworpen en gebouwd op het Laboratorium van de PTT in Rijswijk. De hele covariantiematrix van de hoogten was berekend.

Met dit project stond het LGR internationaal op kaart; een overzicht werd gepubliceerd in Bulletin Géodésique in 1960 en het eindrapport verscheen in 1963 in de Publications on Geodesy van de Rijkscommissie voor Geodesie (New Series, Vol. 1, No 2). Voor de Nederlandse vakwereld werd het LGR gepresenteerd op de Hogeschooldag in 1960, met een inleiding door Baarda en berichten over onderzoek van Krijger, Meerdink en mij. Het Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde van 1960 bevat de teksten (Jrg. 76, No. 2).

Toen de TH een eigen centrale computer kreeg werd de staf van het LGR uitgebreid met een assistent-programmeur en twee typistes die ponsbanden voor de invoer vervaardigden en rapporten typten. In 1964 werd de wetenschappelijke staf versterkt door de komst van ir. J. de Kruif, die hoofdzakelijk als programmeur werkte. Het LGR gaf een eigen serie gestencilde rapporten uit over deelonderzoeken, maar ook als handleidingen voor het gebruik van de gemaakte programma's. Er werd

onder andere deelgenomen aan de vereffening van de Europese triangulatie en aan de theoretische voorbereiding van een groot veelhoeksnet dat zou dienen als geodetische grondslag voor Saoedi-Arabië. De KLM en Grontmij zouden een deel daarvan meten; het ITC fungeerde als intermediair. Voor de afstandmeting werden tellurometers gebruikt.

Over de toepassing van de tellurometer en de elektro-optische geodimeter werd door verschillende buitenlandse auteurs gerapporteerd op het congres van de FIG te Delft in 1958. Voor de dagelijkse praktijk van de landmeetkunde was belangrijker dat er kleine en handige elektro-optische afstandmeters op de markt kwamen (circa 1968).

Samen met de mogelijkheden die de computer bood, maakten deze dat de opzet van de HTW1956 voor omvangrijke grondslagen, bijvoorbeeld ten behoeve van ruilverkavelingen, in enkele jaren geheel verouderd was. Dat vond zijn oorsprong bij zomerkampen in Zuid-Limburg. Vanouds leerden de derdejaars studenten het ontwerpen van grondslagen volgens de HTW1956 al jaren voor de handleiding verscheen. Een van de praktische beginselen van Baarda was dat de hoofdveelhoeken in de 'voorkeursrichting' van het terrein moesten lopen. Een landmeter van het Kadaster zei ons eens dat de grondslagen die Baarda in de jaren 1940 bij Zwolle had gelegd zo helder en systematisch ontworpen waren in vergelijking met wat eerder in gebruik was.

Maar het landschap rond Wijlre of Gronsveld is niet hetzelfde als dat rond Zwolle: met de beste wil van de wereld was er in het heuvelland geen voorkeursrichting aan te geven. Door de nieuwe afstandmeters was het mogelijk en zinvol een netwerk van gesloten veelhoeken te ontwerpen en dat met richtingen en, waar doenlijk afstanden, te verbinden met RD-punten in of rondom het gebied. Baarda, die altijd meeging naar de zomerkampen, had de theorie voor de opzet van de veelhoeksberekeningen met complexe getallen al klaar! Naderhand werd zo'n kringnet door het Kadaster gemeten en in Delft vereffend, uiteraard in fasen: eerst het net op zichzelf, daarna de aansluiting aan de RD-punten. Eens deed zich een geval voor dat de statistische toetsing van de eerste fase tot aanvaarding leidde, terwijl de tweede fase in totale verwerping resulteerde. Het bleek dat geleverde afstanden niet waren gecorrigeerd voor de stereografische kaartprojectie; de correctie kan oplopen tot circa 1 cm per 100 m. Een kringnet kon een diameter van zo'n 10 km hebben. Tot de komst en brede toepassing van plaatsbepaling met satellieten is een groot deel van Nederland voorzien van meetkundige grondslagen in de vorm van kringnetten.

Het is niet mogelijk om in chronologische volgorde de diverse onderwerpen van Baarda's onderzoek te beschrijven. De eenvoudige reden is dat verschillende onderwerpen jarenlang zijn aandacht hebben gekregen, vaak in onderlinge samenhang. Dit blijkt ook duidelijk uit het eerste hoofdstuk van *S-Transformations and criterion matrices* (1973, tweede herziene uitgave 1981). De titel is 'An outline

of the ideas and their origin'; het hoofdstuk bevat de zin: "Looking back over the twenty-five years needed to establish the theory, one is surprised at the long and winding path that had to be followed (...)".

Het is duidelijk dat Baarda een 'plan van actie' volgde dat wortelde in zijn ervaringen als landmeter in de jaren 1942 – 1946. Zijn vooralsnog intuïtieve ideeën gingen onder meer in de richting van het belang van lengteverhoudingen in plaats van absolute lengten en naar het op lokaal niveau karakteriseren van de nauwkeurigheid van bijvoorbeeld de coördinaten van RD-punten. Hieruit kwam de theorie van de schrankingstransformaties voort. Het woord schranking is gekozen naar analogie van een geschrante deur en staat voor de vervorming van bijvoorbeeld een vereffend driehoeksnet door de toevallige afwijkingen in de waarnemingen.

Schrinkingstransformatie

Men verkrijgt een zogenaamd schrankingsstelsel door één zijde $A_1 A_2$ als 'foutloze' rekenbasis aan te nemen, dat wil zeggen de coördinaten van de eindpunten A_1 en A_2 hebben de variantie nul. Voor het hele netwerk kan de covariantiematrix van alle coördinaatgrootheden worden berekend en daaruit volgen standaardellipsen voor alle punten evenals relatieve standaardellipsen voor coördinaatverschillen. Een fraai voorbeeld geeft de kaart van het primaire net van de RD die werd gepubliceerd in het rapport *Geodetic work in the Netherlands 1967-1970*, ingediend op het congres van de IAG in Moskou, 1971. De rekenbasis is de zijde Amersfoort – Apeldoorn. De standaardellipsen worden groter naarmate de punten verder van de rekenbasis af liggen, met versnelde groei aan de randen van het net.

In zijn openbare les van 1947 gebruikte Baarda in principe het beeld van een 'duizend maal' herhaald gedachte meting en berekening van het net, met steeds dezelfde rekenbasis $A_1 A_2$. Op de kaart zouden deze voor elk punt een 'puntenwolk' opleveren. Wil men nu de situatie in een gebied in Groningen bekijken dan kiest men daar twee basispunten, zeg B_1 en B_2 . Elk van de duizend gedachte netten wordt nu door een gelijkvormigheidstransformatie aangesloten op de werkelijk gemeten coördinaten van B_1 en B_2 . De puntenwolken die hoorden bij de rekenbasis $A_1 A_2$ veranderen in puntenwolken behorend bij de rekenbasis $B_1 B_2$; de punten A_1 en A_2 krijgen ook een puntenwolk.

In feite wordt de hele covariantiematrix van de coördinaten getransformeerd door de overgang van de basis $A_1 A_2$ naar de basis $B_1 B_2$: dit is een schrankingstransformatie (in het Engels vertaald met 'similarity covariance transformation' ofwel 'S-transformation'). De coördinaten veranderen hierbij niet. Omdat een 'puntenwolk' niets anders is dan een heuristische aanduiding van een tweedimensionele normale verdeling, kunnen de 'duizend gelijkvormigheidsaansluitingen' die leidden tot de invoering van de basis $B_1 B_2$ gezien worden als een aansluiting met stochastische parameters. Toen ik dat aan Baarda vertelde vond hij het een goed idee; hij is er

ongetwijfeld 's avonds mee aan de slag gegaan want hij zei de volgende dag: "Je schrijft het zó op!"

Het idee van de schrankingstransformatie kan ook uitgevoerd worden door een schrankingsstelsel overbepaald gelijkvormig aan te sluiten op meer dan twee punten, zelfs op alle punten van het net. Omstreeks 1955 heeft Baarda dat toegepast. Ik herinner me dat Krijger, die de berekeningen had uitgevoerd, ellipsen zat te knippen uit vellen gekleurd dun karton om een fraaie kaart van de resultaten te maken. Bij deze aanpak zijn er geen coördinaten met nulvariantie; de ellipsen variëren weinig in grootte en benaderen de cirkelvorm beter dan bij de aansluiting op twee punten. De coördinaten zullen hierbij wel veranderen.

Het kernpunt bij schrankingstransformaties is dat de waarschijnlijkheidsverdeling van hoeken en lengteverhoudingen niet wordt veranderd. Het fraaie gelijkmatige beeld dat de kaart van Krijger vertoonde betekent dus niet dat de nauwkeurigheid van het net wordt verbeterd door de geschetste aanpak. Maar dit onderzoek was gericht op een ander doel: het vinden van een criteriummatrix.

Criteriummatrices

Al tijdens het werk aan de HTW 1956 zocht Baarda naar een betere weergave van de eisen te stellen aan de precisie van nieuw te bepalen coördinaten in de vorm van een kunstmatige covariantiematrix, als wiskundige vertaling van de ondergrens van de voor het doel vereiste precisie. Onderzoek naar de structuur van de covariantiematrices van coördinaten in werkelijk gemeten netwerken zou een antwoord moeten geven op de vraag hoe zo'n criteriummatrix moest worden geconstrueerd. In de cursus 1956 – 1957 bezochten Van der Hoek en ik het college 'Theorie der matrices' van prof. Meulenbeld. Mijn met de hand geschreven dictaat heb ik nog, maar gelukkig ook het keurig uitgewerkte en getypte dictaat dat Van der Hoek ervan maakte; het is in de publicaties van het LGR opgenomen als rapport R 20. Het was een uitstekend college en het bevatte een hoofdstuk structuur van de matrix, misschien op verzoek van Baarda. Maar om dat hoofdstuk te karakteriseren: het ging veelal over willekeurige vierkante matrices, over de vergelijking van Cayley–Hamilton, elementaire delers, de normaalvorm van Smith en die van Jordan enz.. Wiskundig gezien erg interessant en helder behandeld maar er viel geen touw aan vast te knopen dat naar een criteriummatrix leidde.

Nu had Krijger uit het primaire RD-net een aantal deelnetten gekozen en door schrankingstransformaties elk deelnet tot een schrankingsstelsel gemaakt. De bijbehorende covariantiematrices met, zeg $n \times n$ elementen waren beschikbaar.

Het idee kwam toen op, niet de hele matrix te bekijken maar telkens één rij, dus $\overline{x_i, x_j}$ en $\overline{x_i, y_j}$ met bijvoorbeeld $i = 1$ en $j = 1, \dots, n$ bij een matrix betreffende n punten behalve de basispunten. Schrijf je die covarianties op een kaart bij elk punt P_j dan kun je 'hoogtelijnen' van gelijke covariantie tekenen. Daaruit bleek een merkwaardige bijna-regelmaat. Als P_i en P_j aan dezelfde kant van de rekenbasis

lagen waren $\overline{x_i, x_j}$ en $\overline{y_i, y_j}$ positief, anders negatief. $\overline{x_i, y_j}$ was positief rechts van de lijn van P_i naar ongeveer het midden van de rekenbasis; links daarvan negatief. Voor $\overline{y_i, x_j}$ gold het tegengestelde. De stijging of daling verliep redelijk regelmatig en het verschijnsel deed zich voor zowel bij een triangulatie als bij een groot veelhoeksnet. Er zat duidelijk 'structuur' in maar Baarda zag niets in deze aanpak.

Als ontwikkeling van Baarda's ideeën in de HTW 1956 kon echter een 'modelmatrix' ontworpen worden met gelijke cirkelvormige standaardellipsen voor alle punten en cirkelvormige relatieve standaardellipsen met een straal afhankelijk van de afstand tussen de betrokken punten. De verkregen modelmatrix kreeg vorm met $\overline{x_i, x_j} = \overline{y_i, y_j} = d^2$ en $\overline{x_i, x_j} = d^2 - c^2 l_{ij}$, met een constante c^2 en de afstand l_{ij} . Voor consistentie bleek $\overline{x_i, y_j} = \overline{y_i, x_j} = 0$ voor alle i en j te moeten zijn. Na invoering van een rekenbasis en een schrankingstransformatie ontstond een matrix waarin d^2 helemaal niet meer voorkwam. De lijnen van gelijke covariantie hadden een vloeiend verloop en vertoonden dezelfde structurele eigenschappen die empirisch waren gevonden in de netwerken van Krijger. Het getypte rapport van dit onderzoek, getiteld *Een vervangingsmatrix*, was klaar in november 1963.

Baarda was omstreeks 1962 ook intensief aan het werk gegaan met de constructie van een criteriummatrix, uitgaande van een schrankingsstelsel met een rekenbasis $P_r P_s$ en een willekeurig netwerkpunt P_i , dat uiteraard een cirkelvormige standaardellips moest hebben. Uit die eis volgde dat bij de bepaling van de straal van de cirkel een symmetrische functie van de elementen van de driehoek $P_r P_s P_i$ een rol speelde, maar welke functie dat was bleef onbekend. Uit mijn formules was zonder veel moeite zo'n functie af te leiden, die wegens de betrekkingen in een driehoek in verschillende vormen kan worden geschreven. Voor de introductie van relatieve standaardellipsen moest naast P_i een tweede netwerkpunt P_j worden ingevoerd. Over deze en andere kwesties hebben Baarda en ik tussen 1963 en 1969 een uitvoerige notawisseling en gesprekken gevoerd.

Toen ik in 1970 lector werd stelde Baarda voor dat ik het werk aan de criteriummatrix aan hem zou overlaten, wat ik met genoegen deed. Hij heeft daarna nog erg veel werk gedaan aan onder andere het bewijs van de positief-definitieitheid en aan de toepassing van de criteriummatrix en veel voorbeelden laten doorrekenen. Toen hij uiteindelijk de Nederlandse tekst van *Schrinkingstransformaties en criteriummatrices* had geschreven noemde hij in een opmerking mijn benadering met de modelmatrix 'mystiek'. Toen heb ik in de marge geschreven: "Ik stel voor dit weg te laten"; ik heb de passage niet vertaald. Overigens heeft hij ook in de definitieve Engelse versie mijn medewerking duidelijk en met waardering genoemd. Die versie werd in 1973 uitgegeven in 'Publications on Geodesy' van de Rijkscommissie voor Geodesie (Vol. 5 No. 1), en gepresenteerd op het Symposium over geodetische berekeningen in Oxford (1973). De publicatie is zeer bekend geworden en werd zo veel gevraagd dat in 1981 een nieuwe (herziene) uitgave nodig was. Op hetzelfde symposium heb ik een rapport gepresenteerd getiteld *Planning and optimization of networks* waarin onder andere de hoofdzaken van mijn 'vervan-

gingsmatrix' zijn vermeld. De redactie van het Italiaanse tijdschrift 'Bollettino di Geodesia e Scienze Affini' verzocht het te mogen publiceren, wat is gebeurd (Jrg. 33, No. 2, 1974). Baarda heeft in Delft extra overdrukken laten maken voor de studenten. In het eerste hoofdstuk van *S-Transformations and criterion matrices* in de uitgave van 1981 staat evenals in de uitgave van 1973 dat in 1969 onze discussies "led... to the insight that the two theories must be identical in essence". Helaas is ook blijven staan: "A separate publication by Alberda is to be expected".

Complexe getallen en quaternionen

Omstreeks 1962 begon Baarda aan de opzet van de puntsbepaling in het platte vlak met complexe getallen. In het eerder genoemde hoofdstuk van *S-Transformations and criterion matrices* noemt hij het gebruik van complexe getallen en lengteverhoudingen door Tienstra in een publicatie uit 1933 over driehoeksnetten met cirkelvormige standaardellipsen. De drijfveer van Baarda's opzet was zijn allang bestaande behoefte om van absolute lengten en schaalverschillen af te komen en met dimensieloze vormelementen, in casu hoeken en lengteverhoudingen, te werken. Omdat alle bewerkingen met complexe getallen gedefinieerd kunnen worden zoals die met reële getallen, kan de theorie van de puntsbepaling ermee opgebouwd worden (zoals overigens de hele functietheorie). De afbeelding van een complex getal in een tweedimensioneel x, y -assenstelsel is bekend. In verband met het Nederlandse landmeetkundige gebruik om het argument (de kaarthoek) te rekenen vanaf de positieve y -as was het nodig deze as als reële as te nemen en de x -as als imaginaire as, zodat een punt P_i werd aangeduid met de complexe coördinaat $Z_i = y_i + ix_i$. Coördinaatverschillen worden aangeduid als $Z_{ij} = Z_j - Z_i$, $Z_{ik} = Z_k - Z_i$; afstanden als I_{ij} en argumenten als φ_{ij} .

Volgens de formule van Euler is algemeen: $e^{i\varphi} = \cos\varphi + i\sin\varphi$ dus $I_{ij}e^{i\varphi_{ij}} = e_{ij}(\cos\varphi_{ij} + i\sin\varphi_{ij})$ met de natuurlijke logaritme \ln :

$$\ln I_{ij} + i\varphi_{ij} = \ln(y_{ij} + ix_{ij}) \quad (1)$$

evenzo geldt: $\ln I_{ik} + i\varphi_{ik} = \ln(y_{ik} + ix_{ik}) \quad (2)$

Trek (1) van (2) af: $(\ln I_{ik} - \ln I_{ij}) + i(\varphi_{ik} - \varphi_{ij}) = \ln Z_{ik} - \ln Z_{ij}$

Noemt men de hoek $P_i P_j P_k : \alpha_{jik}$ en de lengteverhouding $\frac{I_{ik}}{I_{ij}} : v_{jik}$, dan is dus

$$\ln v_{jik} + i\alpha_{jik} = \ln \frac{Z_{ik}}{Z_{ij}}$$

Links staan grootheden die kunnen worden gemeten, rechts een functie van coördinaten. Baarda noemde beide leden pi-grootheid, en gebruikte daarvoor de notatie Π_{jik} . v_{jik} wordt uitgedrukt in eenheden van de natuurlijke logaritme (nepers); in radialen; beide zijn uiteraard dimensieloos.

Tussen 1964 en 1969 heeft Baarda een collegedictaat in vier delen geschreven waarin hij alle voorkomende puntsbepalingsmethoden met complexe getallen behandelde. Van belang is dat Tienstra's symbolische vermenigvuldiging ter bepaling van varianties en covarianties gewoon kan worden toegepast op complexe getallen.

Zo is $\overline{z,z} = \overline{(y + ix)(y + ix)} = \overline{y,y + 2ix,y - x,x}$. Voor cirkelvormige standaardellipsen vindt men $\overline{z,z} = 0$.

In de genoemde periode werden door medewerkers systematisch rekenprogramma's ontwikkeld, die bij de komst van de eerder beschreven kringnetten konden worden toegepast.

Omstreeks 1962 was er internationaal een streven om de klassieke geodetische berekeningen op de ellipsoïde te vervangen door de meting van ruimtelijke netwerken en dus driedimensionele berekeningen. Binnen circa 10 jaar is deze aanpak gesneuveld door de onmogelijkheid verticale hoeken nauwkeurig te meten en de opkomst van de satellietgeodesie. Baarda was al bij het begin van zijn systematische ontwikkeling van de puntsbepaling in het platte vlak bezig met een generalisatie daarvan tot de driedimensionele ruimte. De algebra die hij daarvoor zocht moest in ieder geval deling van getallen toelaten wegens de gewenste dimensieloosheid. Hij kon daarom geen driedimensionele vectorruimte gebruiken omdat voor vectoren geen deling is gedefinieerd. Wat hij wel kon gebruiken waren de hypercomplexe getallen met de naam quaternionen en met de vorm:

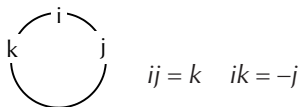
$$q = a_1 + a_2i + a_3j + a_4k$$

waarin a_1, \dots, a_4 reële getallen zijn, en i, j en k eenheidsvectoren met de eigenschappen

$$i^2 = j^2 = k^2 = -1 \quad \text{en} \quad ij = k = -ji; \quad jk = i = -kj; \quad ki = j = -ik.$$

De uitvinder van de quaternionen is de Engels-Ierse wiskundige en astronoom W.R. Hamilton (1805 – 1865). In de literatuur is zijn uitspraak te vinden dat de eigenschappen van i, j en k hem op een bepaalde dag invielen toen hij over een brug in Edinburgh liep.

Vermenigvuldiging van twee quaternionen geschiedt door de termen successievelijk met elkaar te vermenigvuldigen onder inachtneming van de eigenschappen van i, j en k waarbij men beslist een tabel of schema nodig heeft, bijvoorbeeld als hieronder: is de volgorde rechtsom



dan is het teken positief, linksom negatief. Belangrijk is dat vermenigvuldiging niet commutatief is zoals aan de regels voor i, j en k te zien is.

De gecompliceerdheid was reden voor onder andere de Amerikaanse wiskundige, fysicus en chemicus J.W. Gibbs (1839-1903) om de vectoranalyse te funderen. Het product van twee quaternionen bestaat uit een aantal termen. De termen afkomstig

van de vectordelen vormen samen het scalaire product en het vectorproduct uit de vectorrekening.

In 1956 en 1957 heb ik twee afstudeerders begeleid die onderzoek deden betreffende quaternionen. Baarda heeft later in studies over ruimtelijke geodesie, ook in verband met fysische geodesie, veel gebruik gemaakt van quaternionen.

Toetsing in geodetische netwerken

In het eerste hoofdstuk van zijn publicatie *A testing procedure for use in geodetic networks* (NCG publicaties Vol. 2 No. 5, 1968) vermeldt Baarda dat, na criteriummatrices, het tweede aandachtspunt voor Special Study Group 1.14 van de IAG was: "The use of statistical tests in connection with the adjustment of networks". In 1965 nam Baarda het voorzitterschap van SSG 1.14 over van de Zweedse prof. L. Asplund.

In verband met de vereffening van geodetische netwerken is de toetsen hypothese H_0 dat de verwachtingen van de (normaal verdeelde) waarnemingsgrootheden voldoen aan de voorwaardevergelijkingen van het vereffeningprobleem. Overigens hoeft het vereffeningprobleem niet in voorwaardevergelijkingen geformuleerd te zijn. De alternatieve hypothese is dat er modelfouten zijn (systematische afwijkingen of grove fouten in waarnemingen). Baarda baseerde zijn opzet op de verdeling van Fisher-Snedecor met als toetsgrootheid:

$$F_{b,\infty} = \frac{\hat{\sigma}^2}{\sigma^2}$$

waarin $\hat{\sigma}^2$ de schatter van de variantiefactor is die uit de vereffening volgt, b het aantal overtallige waarnemingen en σ^2 de bekend onderstelde variantiefactor. Indien σ^2 niet bekend is kan de grootheid:

$$F_{b,k} = \frac{\hat{\sigma}^2}{\hat{\sigma}_k^2}$$

worden gebruikt, waarbij de noemer een onafhankelijk verkregen schatter uit k vrijheidsgraden is.

Uitgegaan wordt van een vereffening met correctievergelijkingen, het zogenaamde tweede standaardvraagstuk, met n onbekenden Y en m waarnemingen x zodat $m - n = b$. De correctievergelijkingen zijn dan, met correcties \underline{v} :

$$A\underline{Y} = \underline{x} + \underline{v}$$

De kleinste-kwadraten oplossing is, met de gewichtsmatrix P :

$$\underline{Y} = (A^T P A)^{-1} A^T P \underline{x}$$

De correcties vindt men uit $\underline{v} = A\underline{Y} - \underline{x}$

De schatter voor de variantiefactor σ^2 is:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\underline{v}^T P \underline{v}}{b}$$

Onder H_0 heeft $\frac{\hat{\sigma}^2}{\sigma^2}$ de verdeling van Fisher-Snedecor $F_{b,\infty}$ met de verwachting 1.

Is nu de waarnemingsvector behept met de vector van modelfouten ∇x dan krijgt men verstoorde uitkomsten voor \underline{y} , zeg $\underline{y}' = \underline{y} + \nabla y$ en voor de correcties, $\underline{v}' = \underline{v} + \nabla v$. Gebruik makend van het feit dat $E\{\underline{v}\} = \mathbf{0}$ is het niet moeilijk af te leiden dat men eveneens een verstoorde schatter van de variantiefactor krijgt, zeg \underline{s}^2 met

$$E\left\{\frac{\underline{s}^2}{\sigma^2}\right\} = E\left\{\frac{\hat{\sigma}^2}{\sigma^2}\right\} + \frac{\nabla v^T P \nabla v}{b \sigma^2}$$

of met
$$E\left\{\frac{\underline{s}^2}{\sigma^2}\right\} = 1 + \frac{\lambda}{b}$$

De grootheid $\frac{\underline{s}^2}{\sigma^2}$ heeft de niet-centrale F-verdeling:

$$\frac{\underline{s}^2}{\sigma^2} \sim F'_{-b,\infty,\lambda}$$

Met behulp van een tabel of nomogram van deze verdeling kan men bepalen hoe groot λ moet zijn om, in een toets met onbetrouwbaarheid α , met een hoge waarschijnlijkheid β_0 (bijvoorbeeld $\beta_0 = 80\%$) de kritische waarde $F_{1-\alpha,b,\infty}$ te overschrijden. Noemt men deze waarde λ_0 dan is dus:

$$P\left\{F'_{-b,\infty,\lambda_0} > F_{1-\alpha,b,\infty}\right\} = \beta_0$$

Zonder nadere aannamen kan men door $\lambda = \lambda_0$ te stellen geen grenswaarde voor een individuele ∇_i berekenen. Indien de verstoringen een bekend of hypothetisch patroon volgen, kan men berekenen hoe sterk het verschijnsel moet werken opdat het in de toets tot verwerping leidt met kans β_0 . Omgekeerd: als men kan schatten hoe groot het verstorend effect op de waarnemingen is, kan men nagaan of het net sterk genoeg is om het met grote waarschijnlijkheid te kunnen constateren.

De toetsmethode kan verder worden ontwikkeld voor het geval dat één waarneming \underline{x}_i behept is met een fout ∇x_i . Dit wordt een conventionele alternatieve hypothese genoemd. In het geval dat de gewichtsmatrix een diagonaalmatrix is, blijkt dat de normaal verdeelde grootheid:

$$\underline{w}_i = \frac{\text{def } -\underline{v}_i}{\sigma_{v_i}}$$

als toetsgrootheid fungeert: de kleinste-kwadraten-correctie gedeeld door zijn eigen standaardafwijking. Deze eenvoudige interpretatie werd door ir. De Kruijff opgemerkt aan de hand van numerieke uitkomsten van berekeningen met de algemene formules van Baarda, waaruit de relatie zonder veel moeite is af te leiden. Voor iemand uit de Delftse school is de verdeling van correctiegrootheden sinds Tienstra geen nieuws, maar voor sommigen in de internationale geodetische gemeenschap

was het een nieuwtje. Jaren geleden had een buitenlandse collega de grootte van correcties vergeleken met de respectieve standaardafwijkingen van de waarnemingsgrootheden. Toen ik hem in de discussie wees op de onjuistheid noemde hij het "eine Annäherung", wat het niet is. De eendimensionele w -toets wordt gebruikt om de waarnemingen stuk voor stuk te toetsen, het zogenaamde 'data snooping'.

Uit het voorgaande moge duidelijk zijn dat Baarda voor alle toetsen die in een netwerk worden toegepast een vast onderscheidingsvermogen β_0 (bijvoorbeeld 80%) verlangde voor alle alternatieve hypothesen met dezelfde $\lambda = \lambda_0$ (om zo het begrip 'betrouwbaarheid' van een net te kwantificeren). De onbetrouwbaarheid α is tot nu toe niet besproken; het is duidelijk dat dezelfde α niet kan worden toegepast als β_0 wordt vastgesteld voor alle toetsen van verschillende dimensies. Een kleine onbetrouwbaarheid α_0 wordt gekozen voor een eendimensionele toets, bijvoorbeeld $\alpha_0 = 0,001$. De waarde van λ_0 volgt uit de relatie:

$$\lambda_0 = \lambda(\alpha_0, \beta_0, 1, \infty)$$

Eist men hetzelfde onderscheidingsvermogen voor een toets met b vrijheidsgraden, dan is:

$$\beta_0 = \beta(\alpha, \lambda_0, b, \infty)$$

Uit deze vergelijking kan α worden opgelost, waarna de kritieke waarde $F_{1-\alpha, b, \infty}$ kan worden bepaald die wordt gebruikt in toetsen met b vrijheidsgraden.

De achtergrond van Baarda's opzet om α variabel te kiezen is dat een vaste α van bijvoorbeeld 5% die voor een individuele waarneming tot verwerping leidt, in principe tot verwerping van de hele vector der waarnemingen zou moeten leiden (hoewel men niet de conclusie zou trekken dat het hele net moet worden over gemeten!). Dit betekent dat het kritieke gebied voor de hele waarnemingsvector veel groter zou zijn dan 5%.

Met de geschetste methode kan men voor elke waarnemingsgrootheid x_i een unieke grenswaarde $\nabla_{0,i}$ berekenen die met kans β_0 leidt tot verwerping in een eendimensionele toets met onbetrouwbaarheid α_0 , maar ook in een b -dimensionele toets met bijbehorende α . In de praktijk vindt men voor $\nabla_{0,i}$ waarden van 6 à 8 maal de standaardafwijking. De maat is conventioneel, men kan alleen verlangen dat hij ongeveer dezelfde grootte heeft voor het gehele net. Bij 'uitschieters' is de betrokken waarneming te slecht gecontroleerd, zodat lokaal het net verbeterd moet worden.

Omdat α toeneemt met b en een onrealistisch hoge waarde aanneemt als $b > 20$ worden toetsen met variabele α beperkt tot netwerken met ten hoogste 20 overtalige waarnemingen. Grotere netwerken worden gesplitst in overlappende deelnetten.

De besproken publicatie bevat veel meer dan hier kan worden geschetst, onder andere nomogrammen ter bepaling van α en uitgewerkte voorbeelden. Zoals

gewoonlijk had Baarda een uitvoerige studie van de internationale literatuur gemaakt. Hij geeft ook enkele citaten uit een boek van de bekende Amerikaanse statisticus R.L. Ackoff onder andere over meerdimensionele toetsen volgens een methode die hij de A-methode noemde. Vergenoegd lachend zei Baarda: "Dan noemen we onze manier de B-methode!".

Intermezzo

In 1971 was Baarda 25 jaar in dienst van de TH Delft. Hij wilde alleen een bescheiden interne receptie ter viering van dit jubileum. Mevrouw Baarda was kort tevoren getroffen door een beroerte en verbleef in een ziekenhuis. In 1970 was de Wet Universitaire Bestuurs hervorming (WUB) ingevoerd, op grond waarvan ik eerder in 1971 tot decaan van de onderafdeling Geodesie was gekozen. In die functie heb ik hem in een korte toespraak oprecht bedankt voor zijn grote bijdragen aan de opbouw van de geodetische opleiding en aan het bestuur en beheer, naast zijn toewijding aan onderwijs en onderzoek. De volgende dag werd aan de jubilaris de zilveren erespeld van de TH uitgereikt. Ik ging met hem mee naar de voorzitter van het College van Curatoren ir. Schepers, een oud-directeur van Shell. Deze vroeg op een gegeven moment hoe het bij Geodesie ging onder de WUB. Baarda antwoordde: "'t Is een puinhoop. Alberda is nou decaan." Hij kon zich wel eens ontactisch uitdrukken. Schepers die hem wel kende, herhaalde: "Het is een puinhoop, dubbele punt, Alberda is nou decaan." Wij moesten er om lachen, ik wist wel dat het niet boosaardig bedoeld was.

Mevrouw Baarda keerde naar verloop van tijd naar huis terug met een gedeeltelijke verlamming. Haar toestand en de nodige verzorging legden een grote druk op Baarda, ook omdat huishoudelijke hulp soms moeilijk te krijgen was. Geleidelijk kreeg ook hij lichamelijke klachten. Hij bleef echter zijn functies volledig vervullen. Tot zijn emeritaat in 1982 verschenen van zijn hand nog circa 15 publicaties en daarna nog vele. Speciaal zijn theoretische wetenschappelijke werk zette hij levenslang voort: het hield hem overeind in moeilijke omstandigheden.

Geometrische en gravimetrische geodesie

In 1954 presenteerde Baarda op een IAG-congres in Florence een rapport getiteld *On the computation and adjustment of large systems of geodetic triangulation*. Het ging voor zover ik het kan beoordelen onder andere over vervormingen die het gevolg zijn van de projectie van punten op de geoïde respectievelijk de referentie-ellipsoïde. Volgens een getuige was Vening Meinesz bijzonder boos over de kritiek die impliciet op zijn opvattingen was gericht, waarbij gravimetrisch bepaalde schietloodafwijkingen een rol spelen. Maar dit was voordat ik bij de TH werkte.

Later was collega Meerdink, naast algemener werk, jarenlang bezig met onderzoek van vervorming door kleine verwaarlozingen bij de berekeningen van grote triangulaties.

Baarda schreef in 1963 een rapport *Modeleffecten in de geodesie*, hoofdzakelijk over de fysische geodesie, ter discussie in de Rijkscommissie voor Geodesie. "Die discussie heb ik afgedwongen" zei hij, en nodigde mij uit er bij te zijn. Hij begon zijn betoog met een exposé over de aanpak waarbij in de aanloop van de afleiding van de formule van Stokes het verschil in potentiaal tussen de geöïde en de ellipsoïde in een reeks bolfuncties wordt ontwikkeld. Daarbij worden de nulde orde- en de eerste ordeterm nul gesteld door aan te nemen dat de twee lichamen gelijke massa's en samenvallende zwaartepunten hebben. Hij bekritiseerde die aanpak en stelde dat dit tot ongewenste effecten zou leiden. Op een gegeven moment onderbrak Vening Meinesz – overigens een zeer hoffelijk man – hem met: "Nee, nee jonker" en vervolgde met de uitleg hoe het werkelijk zat. Voorzitter Roelofs vroeg: "Waar maken we ons dan druk over?" Vening Meinesz: "We hoeven ons ook helemaal niet druk te maken." De discussie werd geen succes voor Baarda. Deze aanraking met de fysische geodesie kwam naar mijn mening vooral voort uit zijn opvatting over het inschakelen van mathematische modellen en betekende geen wending van zijn aandacht naar de gravimetrische geodesie, zoals uit zijn vele publicaties in de volgende jaren blijkt. Pas in 1979 verscheen *A connection between geometric and gravimetric geodesy. A first sketch*. Het was een hommage aan de grote Italiaanse geodeet Antonio Marussi. Zoals de titel aangeeft is het geen afgeronde studie maar eerder een soort terreinverkenning. Het onderwerp heeft hem verder levenslang bezig gehouden (zoals overigens de hele geodesie).

Ik heb nog verschillende publicaties van hem over het onderwerp vertaald maar dat betrof grotendeels kleine stukken tekst in een zee van formules. Een inhoudelijk overzicht moet ik aan een deskundige overlaten: mijn eigen studie van de fysische geodesie eindigde met mijn laatste examen, dat ik in 1954 bij Vening Meinesz aflegde.

Vereffeningstheorie

De naam van dit vak werd door Baarda ingevoerd omstreeks 1967 nadat het jarenlang als 'waarnemingsrekening' werd aangeduid, ook door Baarda. De oudere benaming is afkomstig van Tienstra, waarschijnlijk als vertaling van de titel *The calculus of observations* van een (uiteraard nu verouderd) boek van Whittaker en Robinson uit 1932 over numerieke analyse. Het boek bevat ongeveer 100 bladzijden over normale verdelingen en de methode der kleinste kwadraten. Hoewel klassiek getint (met ware waarden!) zijn die bladzijden nog interessante lectuur. Tienstra karakteriseerde de in de praktijk voorkomende vereffeningproblemen door een indeling in vijf standaardvraagstukken, waarvan hij de oplossing gaf,

onder meer gebruik makend van zijn beroemde resultaten betreffende correlerende waarnemingen en vereffening in fasen.

In mijn studententijd baseerde Baarda zich hoofdzakelijk op de 'Cursus waarnemingsrekening' voor het onderwijs. In 1955 volgde ik zijn college waarnemingsrekening v.c. (voortgezette cursus), ik denk een keuzevak. Ik weet niet hoe het begincollege voor tweedejaars werd gegeven, maar in de v.c. werden correlerende waarnemingsgrootheden ingevoerd evenals de Ricci-notatie. Naast 'gewone' waarnemingsgrootheden p^j die rechtstreeks in een vereffening voorkomen voerde hij p^f -grootheden in van drie typen: Type I: p^f -grootheden die correleren met de p^j maar niet algebraïsch afhankelijk daarvan zijn; Type II: functies van vereffende p^j zijn; Type III: samenstellende grootheden, waarvan de p^j functies zijn. Baarda moet daar ook met de tweedejaars studenten over gesproken hebben want toen ik hen instructie gaf zeiden ze dat ze niets van die p^f -grootheden snaptten. Ik gaf wat voorbeelden aan de hand van een waterpasnet. De reactie was: "O, is dat alles?" Op een stafbespreking stelde ik Baarda voor om bij de theoretische behandeling wat voorbeelden te geven. Het antwoord was een dooddoener: "voorbeelden zijn niet wezenlijk". Mijn repliek: "voor het begrip van groene studenten zijn ze wel wezenlijk". Bij een latere stafbespreking vertelde hij dat hij voorbeelden had gegeven.

Overigens gaf het derdejaars college een complete behandeling, waarbij ook naar de standaardvraagstukken van Tienstra werd verwezen. Na enkele maanden volgde een even grondige behandeling van onderwerpen uit de mathematische statistiek met onder andere afleidingen van de chi-kwadraat- en F-verdelingen plus de schattingstheorie.

Tienstra had in zijn cursus, die later in boekvorm verscheen, de Ricci-notatie uit de tensoranalyse ingevoerd, na eerst in de inleiding uitvoerig uitgeschreven stelsels vergelijkingen te hebben gebruikt. Hij was vertrouwd met tensoranalyse omdat hij in de jaren dertig colleges aan de Universiteit van Amsterdam had gevolgd. Als voorbeeld kan dienen de matrix van de coëfficiënten van de normaalvergelijkingen bij een vereffening met voorwaardevergelijkingen, die werd geschreven als:

$$G^{p\sigma} = g^{jk} u_i^p u_k^\sigma$$

met sommatie over gelijke boven- en onderindices. Je raakte er gauw aan gewend. Baarda heeft deze notatie lang gehandhaafd, maar omdat in de praktijk steeds meer met matrices werd gewerkt schakelde hij omstreeks 1970 op een eigenzinnige wijze over op de matrixnotatie door om elk symbool haken te zetten en de verkregen matrices in de juiste volgorde te zetten met als resultaat:

$$(G^{p\sigma}) = (u_i^p)(g^{jk})(u_k^\sigma)^*$$

In gewone matrixnotatie kan die formule worden geschreven als bijvoorbeeld:

$$N = UQU^T$$

Het is een raadsel waarom Baarda die keus niet heeft gemaakt. Afgezien van een rustiger typografisch beeld, vijf tekens tegenover 21 is een aardige bezuiniging.

In 1949 had de Deense geodeet Henri Jensen in Bulletin Géodésique de vereffeningstheorie al in de matrixnotatie behandeld. Na Baarda's emeritaat zijn de docenten in de vereffeningstheorie overgeschakeld op de 'gewone' matrixnotatie, uiteraard zonder afbreuk te doen aan Baarda's rijke resultaten.

Emeritaat

Op 5 november 1982 ontving Baarda het eredoctoraat van de Universiteit van Stuttgart. Het was een prachtige bekroning van een nationaal en internationaal vooraanstaand wetenschapper. De erepromotor Grafarend loofde in zijn 'laudatio' Baarda's baanbrekend werk, ook als contrast met sommige hoogleraren die als organisator vaak meer bezig zijn met fondsen te verwerven dan met eigen onderzoek.

Kort daarop, op 26 november 1982, ging Baarda officieel met emeritaat. Voor een groot publiek sprak hij zijn magistrale afscheidsrede uit. Mevrouw Baarda was gelukkig aanwezig en werd door de volgende sprekers ook hartelijk toegesproken. Namens de Nederlandse geodetische gemeenschap sprak ir. A. Waalewijn grote waardering en dank uit. Namens de Afdeling der Geodesie sprak ikzelf. Na een geestige toespraak van H.C. van der Hoek boden twee medewerkers en promovendi de tweedelige Feestbundel ter gelegenheid van Baarda's 65e verjaardag aan. De laudatio van Grafarend en Baarda's dankwoord zijn gepubliceerd in Geodesia, 25e jaargang no. 1 van januari 1983. Een verslag van het officiële afscheid staat in dezelfde jaargang van Geodesia no. 2 van februari 1983.

Met zijn officiële afscheid kwam er geenszins een einde aan Baarda's activiteiten. Nog vier geodeten promoveerden bij hem. Eind 1982 trad hij af als voorzitter van de Nederlandse Commissie voor Geodesie, na van 1957 tot 1980 secretaris te zijn geweest. Hij bleef actief lid tot 31 december 1996 en werd benoemd tot erelid (even actief). Hij bleef zich tot het einde toe interesseren voor de hele geodesie en werkte door aan onderzoek, speciaal aan de verbinding van geometrische en gravimetrische geodesie.

Om met de woorden van de huidige voorzitter van de NCG te spreken: "Baarda blijft in onze herinnering als een unieke persoonlijkheid en een van de grootste geodeten van onze tijd".

Bijlage 1. Samenstelling van de organen van de NCG

Onderstaande gegevens zijn bijgewerkt tot 1-8-2006.

De Commissie

Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen (voorzitter; TU Delft)
Prof.dr.ir. M. Molenaar (secretaris; rector van het ITC)
Prof.mr. J.W.J. Besemer (Kadaster; TU Delft)
Prof.dr.ir. A.K. Bregt (Wageningen UR)
Dr.ir. F.J.J. Brouwer (hoofddirecteur KNMI)
Mw. drs. Th.A.J. Burmanje (voorzitter Raad van Bestuur Kadaster)
Kapt. t.z. F.P.J. de Haan (Chef der Hydrografie)
Prof.dr. R. Klees (TU Delft)
Ir. C.W. Nelis (VNG)
Prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom (TU Delft)
Prof.dr. H.F.L. Ottens (Milieu- en Natuurplanbureau)
Drs. N. Parlevliet (HID Rijkswaterstaat AGI)
Dr.ir. H. Quee (voorzitter Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentie-systemen)
Prof.dr. R.T. Schilizzi (ASTRON/SKA)
Prof.dr.ir. M.G. Vosselman (ITC)
Prof.dr. M.J.R. Wortel (UU)
Prof.dr. R.F. Rummel (corresponderend lid; TU München)

Mutaties

Prof.dr.ir. W. Baarda (erelid; emeritus hoogleraar) is op 2-1-2005 overleden.
Dr.ir. F.J.J. Brouwer (hoofddirecteur KNMI) is per 24-5-2005 lid geworden namens het KNMI.
Prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom (TU Delft) is per 24-5-2005 persoonlijk lid geworden.
Kapt. t.z. F.P.J. de Haan (Chef der Hydrografie) is per 29-9-2005 kapt. t.z. R. van Rooijen opgevolgd als lid namens de Dienst der Hydrografie.

Dagelijks Bestuur

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

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

Prof.mr. J.W.J. Besemer

Dr.ir. F.J.J. Brouwer

Mw. drs. Th.A.J. Burmanje

Prof.dr. R. Klees

Prof.dr.ir. M.G. Vosselman

Mutaties

Dr.ir. F.J.J. Brouwer is per 24-5-2005 lid geworden.

Mw. drs. Th.A.J. Burmanje is per 24-5-2005 lid geworden.

Prof.dr. R. Klees is per 24-5-2005 lid geworden.

Bureau

F.H. Schröder (adjunct-secretaris)

H.W.M. Verhoog-Krouwel (secretariaatsmedewerkster)

Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie

Prof.dr. R. Klees (voorzitter; TU Delft)

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

Dr. B. Dost (KNMI)

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

Ir. A.P.E.M. Houtenbos

Mw. dr. C. Katsman (KNMI)

Dr. H. Kooi (VU)

Drs. G.A.M. Kruse (GeoDelft)

Drs. G. de Lange (TNO Bouw en Ondergrond)

Dr. W.T.B. van der Lee (Rijksinstituut voor Kust en Zee)

Ir. W.A. Paar (Minerals Akzo Nobel Salt b.v.)

Dr.ir. F. Schokking MSc DIC (GeoConsult)

Ing. L. Zeylmaaker (Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V)

Prof.dr.ir. F.B.J. Barends (TU Delft, GeoDelft; corresponderend lid)

J.H. ten Damme (corresponderend lid)

F.H. Schröder (ambtelijk secretaris; NCG)

Nieuwe lid

Ing. L. Zeylmaaker (Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V) per 6-7-2006.

Ex-leden

Ir. R.H. Camphuysen (Total): 4-4-2001 – 6-7-2006.

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

Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen

Dr.ir. H. Quee (voorzitter)

Ir. J. van Buren (secretaris; Kadaster)

Dr.ir. P. Ditmar (TU Delft)

Ir. A.J.M. Kösters (Rijkswaterstaat AGI)

Ir. J. van der Linde (Kadaster)

Dr.ir. H. van der Marel (TU Delft)

Ir. R.E. Molendijk (Rijkswaterstaat AGI)

Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen (TU Delft)

F.H. Schröder (ambtelijk secretaris; NCG)

De naam van de Subcommissie is per 15-6-2005 gewijzigd van Subcommissie Geometrische Infrastructuur in Subcommissie Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen.

Ex-lid

Ir. E. Kolk (Topografische Dienst Kadaster): 19-6-2000 – 23-1-2006.

Subcommissie Geo-Informatie Modellen

Prof.dr.ir. A.K. Bregt (voorzitter; Wageningen UR)

Ir. J. Kooijman (secretaris; TNO Bouw en Ondergrond)

Drs. N.J. Bakker (Topografische Dienst Kadaster)

Ir. G. Boekelo (Grontmij Geo Informatie)

Dr. M.J.M. Grothe (Rijkswaterstaat AGI)

Ir. L. Heres (Rijkswaterstaat AVV)

Prof.dr. M.J. Kraak (ITC)

Dr. M.J. van Kreveland (UU)

Prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom (TU Delft)

Prof.dr. F.J. Ormeling (UU)

Ing. M. Reuvers (Ravi, Netwerk voor geo-informatie)

Ir. R.C.J. Witmer (Kadaster)

F.H. Schröder (ambtelijk secretaris; NCG)

Nieuwe leden

Ir. P.P. Cluitmans (Provincie Gelderland) per 26-1-2005.

Ing. M. Reuvers (Ravi, Netwerk voor geo-informatie) per 25-1-2005.

Ir. G. Boekelo (Grontmij Geo Informatie) per 15-6-2005

Drs. N.J. Bakker (Topografische Dienst Kadaster) per 21-6-2006.

Ex-leden

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

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

Subcommissie Mariene Geodesie

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

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

Ir. H. Hussem (Rijkswaterstaat Directie Noordzee)

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

Prof.dr. R. Klees (TU Delft)

Drs. A. Lubbes (Fugro NV)

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

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

Ing. C.A. Scheele (KIM)

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

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

F.H. Schröder (ambtelijk secretaris; NCG)

Voorzitter

Kapt. t.z. F.P.J. de Haan is per 29-9-2005 kapt. t.z. R. van Rooijen opgevolgd als voorzitter van de Subcommissie.

Nieuw lid

Mw. dr.ir. K.I. van Onselen (Rijkswaterstaat AGI) per 8-6-2005.

Ex-leden

C. Boogaard (Rijkswaterstaat AGI): 15-2-2003 – 8-6-2005.

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

Taakgroep Ruimtelijke Basisgegevens 2010

Prof.dr.ir. M. Molenaar (voorzitter; ITC)

Prof.dr.ir. M.G. Vosselman (vice-voorzitter; ITC)

Ir. E. Kolk (Topografische Dienst Kadaster)

Prof.dr. M.J. Kraak (ITC)

Ir. R.J.G.A. Kroon (Geodelta B.V.)

Mr.ir. P.M. Laarakker (Kadaster)

Prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom (TU Delft)

F.H. Schröder (ambtelijk secretaris; NCG)

De Taakgroep is na voltooiing van haar taak op 24-5-2005 opgeheven.

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 en de geo-informatie 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. R. Klees is lid van de Inter-Commission Study Group 2.5 Aliasing in Gravity Field Modelling, lid van de Inter-Commission ICP1.2 Vertical Reference Frames, is Fellow van de IAG en is Editor van de Journal of Geodesy.
- Ir. A.J.M. Kösters is lid van de Subcommission for Europe (EUREF).
- Dr.ir. H. van der Marel is lid van de Subcommission for Europe (EUREF), lid van de Technical Working Group van de Subcommission for Europe en lid van de Real Time Working Group van de van de International GNSS Service (IGS).
- Ir. R.E. Molendijk is lid van de Subcommission for Europe (EUREF).
- Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen is Fellow van de IAG, National Correspondent, National Representative van EUREF en is lid van de Special Commission on Mathematical and Physical Foundations of Geodesy.

Diverse internationaal

- Prof.dr.ir. A.K. Bregt is lid van het bestuur van de European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and the Environment (EFITA).
- Dr.ir. F.J.J. Brouwer is permanent vertegenwoordiger van Nederland in de World Meteorological Organisation (WMO), lid van de Council van de European Meteorological Satellite Organisation (EUMETSAT), van het European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), van het High Resolution Limited Area Model (HIRLAM) en lid van de Council en vice-voorzitter van het European Meteorological Network (EUMETNET).

- Dr. B. Dost is directeur van het Orfeus Data Centre, lid van het Executive Committee Federation of Digital broad-band Seismograph Networks (FDSN), voorzitter van de FDSN Working Group II on Data Formats and Data Centers, lid van het Executive Committee van het European Mediterranean Seismological Center (EMSC), lid van het Executive Committee van de European Seismological Commission (ESC) en voorzitter/lid van de ESC Subcommission B, Working Group Data Centers and Data Exchange.
- Mw. ir. I.A. Elema is lid van de Workgroup 4.3 van Commission 4 Coastal Zone Management, Marine Cadastre and Ocean Governance van de Fédération Internationale des Géomètres (FIG).
- Kapt. t.z. F.P.J. de Haan vertegenwoordigt Nederland in de International Hydrographic Organization (IHO), in het International Centre for Electronic Navigational Charts (IC-ENC), in het Meso America and Caribbean Sea Hydrographic Committee (MACHC) en in de North Sea Hydrographic Commission (NSHC).
- Ir. L. Heres is lid van het Committee on Location Referencing van de European Road Transport Telematics Implementation Co-ordination (ERTICO) en lid van de TC 278 WG 7 Road Databases van het Comité Européen de Normalisation (CEN).
- Ir. E. Kolk is lid van de NATO Geodesy and Geophysics Working Group en lid van het R&D Forum van EuroGeographics.
- Prof.dr. M.J. Kraak is voorzitter van de Commission on Visualization and Virtual Environments van de International Cartographic Association (ICA).
- Mr.ir. P.M. Laarakker is National Delegate voor Commissie 3 van de Fédération Internationale des Géomètres (FIG), lid van de Management Board en lid van de Cadastre Expert Group van EuroGeographics.
- Drs. G. de Lange is lid van het Joint Technical Committee 2 Representation of Geo-Engineering Data in Electronic Form van de International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE), de International Association for Engineering Geology and the environment (IAEG) en de International Society for Rock Mechanics (ISRM).
- Prof.dr.ir. M. Molenaar is corresponderend lid van de Deutsche Geodätische Kommission (DGK), lid van de International Scientific Advisory Council (ISAC) van de International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), trustee van de ISPRS Foundation, Honorary Professor aan de Wuhan University, waarnemer van de Governing Board van het Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific (CSSTEAP), lid van het First Academic Committee of Key Laboratory of Geo-Information Science of State Bureau of Surveying and Mapping (SBSM), lid van de Scientific Advisory Board van het Finnish Geodetic Institute, lid van het Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation (DGPF) en lid van de American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
- Prof.dr.ir. P.J.M. van Oosterom is lid van het EU INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) Core drafting team Data Specification and Harmonization, Europees editor en lid van de Editorial Board van Computers, Environment and Urban Systems (CEUS), is nationaal vertegenwoordiger van de

- Urban Data Management Society (UDMS), is invited expert van het UN Human Settlements Programme (UN-HABITAT) EGM Innovative Land Tools for Sustainable Urban Development, was algemeen voorzitter van de The First International Symposium on Geo-information for Disaster Management (Delft, 21-23 maart), is lid van het management comité van COST (European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research) Action G9 Modelling real property transactions, was lid van het programma comité van verschillende congressen en symposia (o.a. ACM-GIS, GI-Science, DMGIS'05, SeBGIS'05, STM'05, UDMS, SSTD05), is reviewer van de tijdschriften Computers & Geosciences, GeoInformatica, IJGIS en JAG en is external reviewer van het Canadian research GEOIDE network en voor de United States – Israel Binational Science Foundation (BSF).
- 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).
 - Ir. W.A. Paar is vertegenwoordiger van Akzo Nobel Base Chemicals in het Solution Mining Research Institute (SMRI) en gastlid van de Arbeitskreis Kavernen (AKK in het Kreis - Untergrund Speicherung (K-UGS)).
 - Dr.ir. H. Quee is National Delegate in Commission 6 van de Fédération Internationale des Géomètres (FIG).
 - Ir. R.E. van Ree is bestuurslid en penningmeester van de Hydrographic Society Benelux (HSB) en directeur en bestuurslid van de International Federation of Hydrographic Societies.
 - Prof.dr. R.F. Rummel is lid van de ESA-GOCE Mission Advisory Group.
 - Prof.dr. R.T. Schilizzi is lid van de International Astronomical Union (IAU), voorzitter van de Commissie J (Radiosterrenkunde) van de International Union of Radio Science – Union Radio-Scientifique Internationale (URSI) en lid van de RadioNet Board.
 - Prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen is corresponderend lid van de Deutsche Geodätische Kommission van de Bayerischen Akademie der Wissenschaften.
 - Prof.dr.ir. M.G. Vosselman is nationaal vertegenwoordiger in de General Assemblée van de International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), Editor-in-Chief van de ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing en voorzitter van de Working Group III/3 Processing of Point Clouds from Laser Scanners and other Sensors van de ISPRS.

Bijlage 3. Onderzoek

De Nederlandse Commissie voor Geodesie initieert en coördineert fundamenteel en strategisch onderzoek op het gebied van de geodesie en de geo-informatie in Nederland. De NCG voert in samenwerking met partners onderzoek uit dat zij van belang acht voor de ontwikkeling van de geodesie en de geo-informatie. De lopende onderzoeksprojecten staan hieronder vermeld. Het overzicht is bijgewerkt tot 1-8-2006.

Kwaliteit van geo-informatie en implicaties voor toepassingen

Het promotieonderzoek richt zich op het inventariseren en het beschrijven van de kwaliteit van geo-informatie, waarna een theoretisch raamwerk moet worden opgebouwd, waarmee de implicaties van deze kwaliteitsparameters voor toepassingen kunnen worden beschreven. Een belangrijk resultaat van het onderzoek moet zijn dat de kwaliteit van geo-informatie hanteerbaar wordt gemaakt voor gebruikers. Het onderzoek wordt uitgevoerd door ir. P.A.J. van Oort. Hij is per 1 september 2001 aangesteld als aio aan het Centrum Geo-Informatie, Wageningen Universiteit. Promotoren zijn prof.dr.ir. A.K. Bregt (WUR) en prof.dr.ir. A. Stein (WUR, ITC) en copromotor is dr.ir. S. de Bruin (WU). Het onderzoek wordt gefinancierd door de NCG, Alterra, Rijkswaterstaat AGI, TNO Bouw en Ondergrond, de Topografische Dienst Kadaster en de Ravi. Het onderzoek is een initiatief van de Subcommissie Geo-Informatie Modellen van de NCG. Het onderzoek is eind 2005 afgesloten. Dr.ir. P.A.J. van Oort is op 13-1-2006 gepromoveerd en zijn dissertatie *Spatial data quality: from description to application* is bij de NCG uitgegeven (zie ook pagina 3 en 11).

Plaatsbepaling met het Europese systeem Galileo

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

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

Monitoring van bodembeweging met InSAR

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

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

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

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

Het onderzoek is gestart in december 2005 en wordt uitgevoerd door de promovendus ir. J.J.P. van den Aamele, aangesteld aan de faculteit Luchtvaart- en Ruimte-

vaarttechniek van de TU Delft (DEOS). Zijn begeleiders zijn mw. dr.ir. M. Snellen (dagelijkse begeleiding) en prof.dr. D.G. Simons (promotor), beide verbonden aan de TU Delft (DEOS). Het onderzoek wordt ondersteund door de Subcommissie Mariene Geodesie van de NCG en financieel mogelijk gemaakt door de NCG, de TU Delft (Speerpunt Water) en de Adviesdienst Geo-informatie en ICT en de Directie Noordzee van Rijkswaterstaat.

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

Bijlage 3. Publicaties

De NCG geeft publicaties uit met resultaten van onderzoek, studiedagen en symposia op het gebied van de geodesie en de geo-informatie in de serie *Publications on Geodesy* ('gele serie', Engels) en in de Groene serie (Nederlands en Engels). Hieronder staan de in 2005 uitgegeven publicaties.

In de reeks *Publications on Geodesy*:

- *The GNSS integer ambiguities: estimation and validation*, Sandra Verhagen, nr. 58, 194 pagina's, ISBN 90 6132 290 1.
- *Segmentation and Classification of Airborne Laser Scanner Data*, George Sithole, nr. 59, 204 pagina's, ISBN 90 6132 292 8.
- *Spatial data quality: from description to application*, Pepijn van Oort, nr. 60, 140 pagina's, ISBN 90 6132 295 2.

In de Groene reeks:

- *Geo-information Standards in Action. NCG/GIN Farewell Seminar Henri J.G.L. Aalders, Delft, 17 November 2004*, Peter J.M. van Oosterom (Editor), nr. 42, 98 pagina's, ISBN 90 6132 289 8.
- *De geodetische referentiestelsels van Nederland. Definitie en vastlegging van ETRS89, RD en NAP en hun onderlinge relaties. Geodetic reference frames in the Netherlands. Definition and specification of ETRS89, RD and NAP, and their mutual relationship*, Arnoud de Bruijne et al., nr. 43, 132 pagina's, ISBN 90 6132 291 X.

Jaarverslag 2004 Nederlandse Commissie voor Geodesie, 76 pagina's, ISBN 90 6132 293 6.

Website: www.ncg.knaw.nl

Bijlage 5. Bureau van de NCG

Het Bureau van de NCG is gevestigd in het gebouw van de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU Delft in Delft. Het Bureau telt twee personeelsleden (1,5 fte). Het Bureau maakt gebruik van de plannen en de maatregelen op het gebied van bedrijfshulpverlening, risico-inventarisatie en van de Arbo-faciliteiten van de faculteit. Het ziekteverzuim was in het verslagjaar 4% (4% in 2004).

Het Bureau voert de secretariaten van de Commissie, het Dagelijks Bestuur, de subcommissies Bodembeweging en Zeespiegelvariatie, Geodetische Infrastructuur en Referentiesystemen, Geo-Informatie Modellen en Mariene Geodesie en van de Taakgroep Ruimtelijke Basisgegevens 2010. Het Bureau verleent secretariële ondersteuning aan het Bureau van de Stichting De Hollandse Cirkel.

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

Het Bureau heeft in het verslagjaar extra tijd besteed aan het ontwerp en de inhoud van de nieuwe website van de NCG en aan de organisatie en het digitaliseren van het archief van de NCG.

Bijlage 6. Afkortingen

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AGI	Adviesdienst Geo-informatie en ICT van Rijkswaterstaat
AGRS.NL	Actief GPS Referentie Systeem Nederland
AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
AKK	Arbeitskreis Kavernen
ALS	Airborne Laser Scanning
ALW	Aard- en Levenswetenschappen
ASTRON	Stichting Astronomisch Onderzoek Nederland
AVV	Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BLW	Dienst voor Buitengewoon Landmeetkundig Werk
BOE	Bijzondere Organisatie Eenheid
BPR	Basisadministratie Persoonsgegevens en Reisdocumenten
Bsik	Besluit subsidies investeringen kennisinfrastructuur
CAD	Computer Aided Design
CEN	Comité Européen de Normalisation
CEUS	Computers, Environment and Urban Systems
CHYD	Chef der Hydrografie
CMS	Content Management Systeem
COST	European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research
CSSTEAP	Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific
CZSK	Commando Zeestrijdkrachten
DEOS	Department of Earth Observation and Space Systems
DGK	Deutsche Geodätische Kommission
DGPF	Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation
DGPS	Differential GPS
DLG	Dienst Landelijk Gebied
DTB	Digitaal Topografisch Bestand
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
EFITA	European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and the Environment
EGIS	European Geographical Information Systems Foundation
EMSC	European Mediterranean Seismological Center
ENC	Electronic Navigational Chart
ENVISAT	Environment Satellite

ERS	European Remote-sensing Satellites
ERTICO	European Road Transport Telematics Implementation Co-ordination
ESA	European Space Agency
ESC	European Seismological Commission
ESDI	European Spatial Data Infrastructure
ESEAS	European Sea Level Service
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989
ETWG	EUREF Technical Working Group
EU	Europese Unie
EUMETNET	European Meteorological Network
EUMETSAT	European Meteorological Satellite Organisation
EUREF	European Reference Frame
EUVN-DA	European Vertical Network Densification Array
FDSN	Federation of Digital broad-band Seismograph Networks
FIG	Fédération Internationale des Géomètres
GBKN	Grootchalige Basiskaart Nederland
GHO	Geografie, Hydrografie en Oceanografie
GI	Geometrische Infrastructuur
GIN	Geo-Informatie Nederland
GIS	Geografische Informatiesystemen
GISIG	Geographical Information Systems International Group
GLLWS	Gemiddeld Laag Laag Water Spring
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GML	Geography Markup Language
GNSS	Global Navigation Satellite System
GOCE	Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer
GPS	Global Positioning System
HDO	Hogere Defensie Opleidingsinstituten
HID	Hoofdingenieur-Directeur
HIRLAM	High Resolution Limited Area Model
HOV	Hydrografische opnemingsvaartuig
HSB	Hydrographic Society Benelux
HTW	Handleiding voor de Technische Werkzaamheden van het Kadaster
IAEG	International Association for Engineering Geology and the environment
IAG	International Association of Geodesy
IAU	International Astronomical Union
ICA	International Cartographic Association
IC-ENC	International Centre for Electronic Navigational Charts
ICES/KIS-3	Besluit subsidies investeringen kennisinfrastructuur
ICT	informatie- en communicatietechnologie
IGN	Institut Geographique National
IGS	International GPS Service

IHO	International Hydrographic Organization
IMO	International Maritime Organization
InSAR	Inertial Synthetic Aperture Radar
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
ISAC	International Scientific Advisory Council
ISRM	International Society for Rock Mechanics
ISSMGE	International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering
ITC	International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation
KIM	Koninklijk Instituut voor de Marine
KLIC	Kabels- en Leidingen Informatie Centrum
KM	Koninklijke Marine
KMA	Koninklijke Militaire Academie
KNAW	Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
K-UGS	Kreis - Untergrund Speicherung
LAT	Lowest Astronomical Tide
LGN	Landelijk Grondgebruiksbestand van Nederland
LGR	Laboratorium voor Geodetische Rekentechniek
LNv	(Ministerie van) Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit
LSV	Landelijk Samenwerkingsverband
MACHC	Meso America and Caribbean Sea Hydrographic Committee
MBES	multibeam echosounder-systeem
MD	Meetkundige Dienst
MGCP	Multinational Geospatial Coproduction Programme
MHP	Mobiel Hydrografisch Pakket
MIWB	Maritiem Instituut Willem Barentsz
MWTL	Monitoring van de Waterstaatskundige Toestand des Lands
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NCG	Nederlandse Commissie voor Geodesie
NCGI	Nationaal Clearinghouse Geo-Informatie
NETPOS	Netherlands Positioning System
NIS	Netwerk Informatie Systeem
NODC	Nationale Oceanografische Data Commissie
NSHC	North Sea Hydrographic Commission
NWB	Nationaal Wegenbestand
NWO	Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
OGC	Open GIS Consortium
PAM	Project Aanpassing Mijnenbestrijdingscapaciteit
PSG	Physical and Space Geodesy
PSI	Persistent Scatterer Interferometry
RA	risicoanalyse
Ravi	Netwerk voor Geo-informatie
RD	Rijksdriehoeksmeting

RGI	Ruimte voor Geo-Informatie
RHIB	Rigid Hull Inflatable Boat
RIKZ	Rijksinstituut voor Kust en Zee
RTK	Real Time Kinematic
RWS	Rijkswaterstaat
SAT	Sea Acceptance Test
SBSM	State Bureau of Surveying and Mapping
SHIP	Systeem voor Hydrografische Informatieprocessen
SISOLS 2005	Seventh International Symposium on Land Subsidence 2005
SKA	Square Kilometre Array
SMRI	Solution Mining Research Institute
TD	Topografische Dienst
TH	Technische Hogeschool
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TOP10NL	Topografisch vectorbestand 1:10.000; opvolger van TOP10vector
TU	Technische Universiteit
UDMS	Urban Data Management Society
UENL	United European Levelling Network
UR	(Wageningen) Universiteit en Research Centrum
URSI	Union Radio-Scientifique Internationale - International Union of Radio Science
V&W	(Ministerie van) Verkeer en Waterstaat
VNG	Vereniging van Nederlandse Gemeenten
VROM	(Ministerie van) Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
WMO	World Meteorological Organisation
X-GDI	Cross-border Geodata Infrastructure
ZMG	zelfmutterende gemeenten