

Rijksdriehoeksmeting

De uitvoering van de Rijksdriehoeksmeting (1885 - 1929)

Tot de zeventiende eeuw werden kaarten gemaakt met behulp van reisverslagen en uit ervaring bekende reistijden. Als raamwerk voor dergelijke kaarten dienden de geografische lengte en breedte van steden die uit astronomische metingen bepaald waren. Dat leidde tot veel fouten, totdat de driehoeksmeting geïntroduceerd werd.

De voorgeschiedenis van de Rijksdriehoeksmeting (1617 - 1886)

Snellius voert de eerste driehoeksmeting uit

De eerste driehoeksmeting werd uitgevoerd door Willebrord Snel van Royen uit Leiden. Hij bepaalde de afstand tussen Bergen op Zoom en Alkmaar met behulp van een netwerk van aaneengesloten driehoeken tussen torens in veertien steden. Op al deze punten voerde hij richtingsmetingen naar enkele van de andere torens uit. Onder andere in een weiland bij Leiden werd door hem een basis (afstand) gemeten waarmee hij, via een aantal hulpdriehoeken, de grootte van het driehoeksnet bepaalde. Met astronomische metingen schatte hij vervolgens de grootte van de aarde. Zijn publicatie in het Latijn onder de naam Snellius uit 1617 werd algemeen bekend. De Duitser Wilhelm Schickhart gebruikte zeven jaar later als eerste een dergelijke driehoeksmeting voor de kartering van een staat (Württemberg).

Nederland loopt achter

In Nederland duurde het tot na de Franse bezetting voordat ook hier een driehoeksmeting voor landelijke kartering gebruikt werd. Luitenant-generaal baron C.R.T. Krayenhoff voerde tussen 1802 en 1811 hiervoor de metingen uit. Ook latere kaarten, zoals de Topografische en Militaire Kaart van Nederland, werden op basis van deze driehoeksmeting vervaardigd. Een uitzondering hierop waren de kadastrale kaarten, hiervoor werd per gemeente een eigen grondslag gemeten.

Na een verzoek van Pruisen om deel te nemen aan een Europese driehoeksmeting, werd in 1865 door de regering besloten een nieuwe driehoeksmeting uit te laten voeren door prof.dr. F.J. Stamkart omdat het net van Krayenhoff niet aan de gestelde nauwkeurigheidseisen voldeed. Na het overlijden van Stamkart in 1882 bleek echter dat de resultaten van zijn bijna voltooide metingen juist slechter waren. Namens de in 1879 opgerichte Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing stelde prof.dr. Ch.M. Schols daarom een plan op voor een nieuwe driehoeksmeting. De minister weigerde echter zijn toestemming te geven voor het besteden van geld aan een nieuwe driehoeksmeting. De commissieleden drongen vervolgens zo lang aan dat de minister in 1886 uiteindelijk toestemming gaf.



*ir. J. Lesparre,
adviseur product-
en procesinnova-
tie, Kadaster.
jochem.lesparre
@kadaster.nl.*

Nauwkeurige metingen voor het 1^e-ordenet

Na drie jaar voorbereiding werden de metingen uitgevoerd van 1888 tot 1904. Hierbij ging men grondig te werk om een zo hoog mogelijke nauwkeurigheid te behalen. Voordat er werd gemeten, werd er een verkenning van het terrein uitgevoerd en werden de aangeschafte Wanschaff-theodolieten gecontroleerd (één van deze theodolieten staat nu in de hal van het hoofdkantoor van het Kadaster). De waarnemingen werden vervolgens uitgevoerd volgens een vastgesteld meetprogramma. Hierbij werd er op heliotropen gericht die zo hoog mogelijk in de toren en even hoog als het meetinstrument geplaatst werden. Een heliotroop is een instrument met een spiegelteje om zonlicht naar het meetstation te weerkaatsen. Een geoefende heliotropist stelde deze regelmatig bij. Opstelling in het midden van de toren was meestal niet mogelijk. De excentrische metingen werden via lokale driehoeksmeting gekoppeld aan de torenspits. Als er geen torens beschikbaar waren, bouwde men van hout een tijdelijke meettoren. De noodzakelijke astronomische metingen werden op dertien punten van het driehoeksnet uitgevoerd. Tenslotte werd alles zorgvuldig gedocumenteerd. De werkzaamheden stonden onder leiding van Schols. Na zijn overlijden nam prof.ir. K.J. Heuvelink deze taak over.

'Voorlopige' resultaten

De kleinstekwadratenvereffening werd vanwege de omvang in drie blokken uitgevoerd. Voor de berekening van geografische coördinaten is de ellipsoïde van Bessel gebruikt, voor de rechthoekige coördinaten de stereografische dubbelprojectie met als projectiecentrum en nulpunt de Onze-Lieve-Vrouwetoren in Amersfoort (fig. 1). Bij deze projectie worden punten op de ellipsoïde eerst geprojecteerd op een bol en vervolgens op een plat vlak. Dit levert een projectie met zeer geringe vervorming op.

De 'voorlopige' coördinaten werden in 1909 gepubliceerd. De gepubliceerde

175
jaar Kadaster

coördinaten werden nog niet definitief genoemd omdat de grootte van het net afgeleid was uit de door de Duitsers reeds eerder gemeten basis bij Bonn. In 1913 werd bij Stroe een eigen basis gemeten. Het verschil met de berekende basislengte was minder dan een millimeter per kilometer, daarom werd er geen correctie in de coördinaten aangebracht.

Voltooiing

De secundaire metingen voor de verdichting van het 1^e-ordenet werden uitgevoerd van 1898 tot 1928. De Eerste Wereldoorlog vertraagde het meten van de meer dan drieduizend secundaire punten doordat meetarbeiders in verband met de mobilisatie opgeroepen werden. Een jaar na de voltooiing van de metingen werden de coördinaten gepubliceerd. Hierdoor kon ook het Kadaster het netwerk gaan gebruiken. De Rijksdriehoeksmeting had na 45 jaar toen 1,7 miljoen gulden en één mensenleven gekost. De heliotropist Z. Tap was namelijk in het eerste jaar van de 1^e-ordemetingen door een misstap dodelijk ten val gekomen.

De geschiedenis van de Rijksdriehoeksmeting (vanaf 1930)

Bijhouding en herziening

Direct na de voltooiing bleek dat 290 punten verdwenen of verstoord waren. In 1930 werd daarom een deel van de taak en medewerkers van de Rijkscommissie overgeplaatst naar de nieuw ingestelde Bijhoudingsdienst der Rijksdriehoeksmeting (RD) bij het Kadaster. Dit stelde de bijhouding veilig, maar veroorzaakte tevens een organisatorische splitsing tussen het meten van de positie (RD) en de hoogte (NAP).

Tijdens de Tweede Wereldoorlog werden bijna vijfhonderd torens van het net beschadigd of zelfs geheel vernield. Bij analyse van de kwaliteit van het net in de jaren vijftig bleek het 1^e-ordenet nog van uitstekende kwaliteit. Bij aansluiting van het 1^e-ordenet aan Duitsland en België werd dit dan ook niet opnieuw vereffend. In 1965 werd over de Afsluitdijk een basis gemeten met invardraden die geijkt waren op de ijkbasis Loenermark. Ook de resultaten hiervan gaven geen aanleiding voor het bijstellen van het 1^e-ordenet. In de steden bleken echter veel onafhankelijk van elkaar bepaalde RD-punten te

Fig. 1. Kaart van het 1^e-ordenet, foto van de O.L.V.-toren in Amersfoort en de eerste publicatie van de coördinaten.



liggen. Daarom werd er besloten tot een totale herziening en uitdunning van het puntenveld van het 2^e- en 3^e-ordenet. De herziening duurde tot 1978. Als onderdeel hiervan werd in navolging van de Topografische Dienst het nulpunt van het coördinaatstelsel 155 km naar het westen en 463 km naar het zuiden verschoven.

Nieuwe meettechnieken

In de loop der jaren veranderde er veel in de manier van meten. Zo ging men radio- en infraroodafstandsmeters gebruiken en werd een aluminium steiger gebruikt als tijdelijke meetoren. De heliotroop werd vervangen door een schijnwerper of een telescopische signaalmast. Daarnaast vergemakkelijkten mobilifoons de communicatie en computers de vereffening.

De belangrijkste verandering was de introductie van GPS als meetmethode in 1987. Door relatieve plaatsbepaling met twee GPS-ontvangers konden voor het eerst over grote afstanden nauwkeurige coördinaatverschillen worden bepaald. Hierdoor werd men geconfronteerd met de systematische fouten in het RD-net. Deze regionaal gecorrigeerde fouten, die aan de rand van Nederland maximaal 25 cm ten opzichte van Amersfoort bedroegen, vielen binnen de specificaties van het net maar gaven problemen bij GPS-metingen. GPS-gebruikers verlangden herziening van het RD-stelsel, terwijl beheerders en gebruikers van geografische bestanden geen conversie van hun bestanden wilden.

De huidige stand van zaken van de Rijksdriehoeksmeting (in 2007)

Aansluiting op Europa

Het coördinaatstelsel van de Rijksdriehoeksmeting is sinds 2000 per definitie een afgeleide van het officiële Europese coördinaatstelsel ETRS89, dat op zijn beurt weer gekoppeld is aan mondiale coördinaatstelsels. De definitie van RD is onderdeel van de transformatie RDNAPTRANS™2004. Hierin zijn de historische fouten in het RD-net gemodelleerd. Daardoor zijn RD-coördinaten eenduidig om te rekenen naar het onvervormde ETRS89 en zijn de gepubliceerde RD-coördinaten ongewijzigd gebleven.

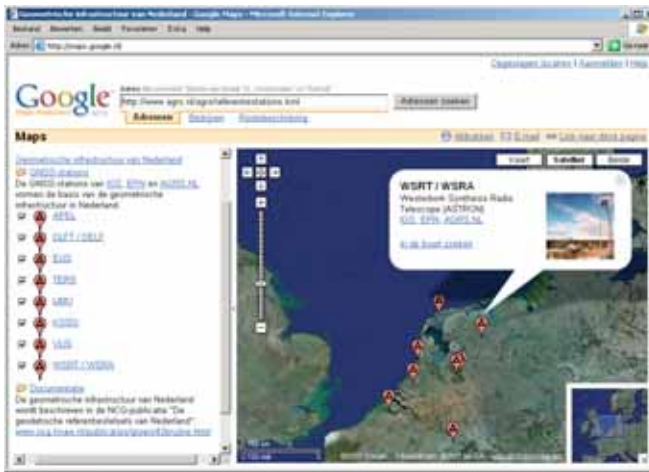


Fig. 2. Satellietbeeld met de GPS-stations die de basis vormen van de geometrische infrastructuur in Nederland, foto van een GPS-antennemast en hyperlink naar de NCG-publicatie naar aanleiding van RDNAP-TRANS™2004.

RD naar ETRS89 en terug met RDNAP-TRANS™2004 maakt het gebruik van RD en ETRS89 door elkaar nu al mogelijk.

Hoewel de introductie van het Europese satellietnavigatiesysteem Galileo grote gevolgen zal hebben voor de precisie van navigatieontvangers en voor de beschikbaarheid van satelliet signalen in bebouwd en bebost gebied, zal dit voor de geometrische infrastructuur geen grote gevolgen hebben. Wel valt te verwachten dat dit de huidige trend waarin er steeds minder behoefte is aan passieve punten zal versterken. ■

Hiërarchie

De nauwkeurigste bepaling van ETRS89 in Nederland wordt gerealiseerd door stations van het wereldwijde netwerk IGS, het Europese netwerk EPN en het Actief GPS-Referentiesysteem voor Nederland (AGRS.NL). Dit zijn GPS-ontvangers van de TU Delft, het Kadaster en Rijkswaterstaat AGI, die de basis voor de geometrische infrastructuur in Nederland vormen. Hiermee staan deze punten het hoogst in de hiërarchie van referentiepunten. Daarna komen de referentiepunten die direct ten opzichte van het AGRS.NL bepaald worden: GPS-kernnetpunten en gecertificeerde GPS-stations. De laatste categorie is die van de klassieke RD-punten (het onderscheid in punten van 1^e, 2^e en 3^e orde bestaat niet meer).

Omdat de klassieke RD-punten veelal niet geschikt zijn voor GPS-metingen, zijn sinds de jaren negentig ruim vierhonderd punten van het GPS-kernnet hiervoor beschikbaar. Dit zijn RD-punten die goed bereikbaar zijn en vrij zicht op de hemel hebben. Van de GPS-kernnetpunten worden zowel coördinaten in RD, NAP als in ETRS89 gepubliceerd. Deze punten worden éénmaal per jaar gecontroleerd door ze ten opzichte van de AGRS.NL-stations in te meten. Deze bijhoudingsmetingen worden niet meer door de afdeling RD uitgevoerd maar door speciaal daarvoor opgeleide kadastrale landmeters.

Nadeel van het GPS-kernnet is dat bij gebruik hiervan twee GPS-ontvangers nodig zijn, waarvan er één op het GPS-kernnetpunt achtergelaten moet worden. Een oplossing hiervoor is het inrichten van een eigen basisstation dat desgewenst door de RD gecertificeerd kan worden. Een andere optie is gebruik te maken van RTK-dienstverlening, waarbij met behulp van bijvoorbeeld een mobiele telefoon correcties verkregen worden uit een landelijk netwerk van GPS-stations. Dergelijke diensten worden commercieel aangeboden door de bedrijven 06-GPS en LNR Globalcom.

Door het gebruik van GPS worden de vele duizenden klassieke RD-punten veel minder gebruikt en daarom worden deze niet meer preventief maar slechts nog op verzoek gecontroleerd.

De toekomst van de Rijksdriehoeksmeting (vanaf 2007)

Door de toenemende Europese samenwerking zal vaker de behoefte ontstaan om gebruik te maken van ETRS89. Voorlopig zijn voor veel gebruikers echter de voordelen van RD groter dan de voordelen van ETRS89. De omrekening van

Literatuur

- Denekamp, J., *De afdeling Rijksdriehoeksmeting*, in Geodesia 1985-10
- Lobé, G.J.I.M., *De geschiedenis van de Rijksdriehoeksmeting*, in Geodesia 1985-10
- Pouls, H.C., *De driehoeksmeting of triangulatie*, in Caert-Thresoor, 1989-3
- Salzmann, M.A., J. van Buren en G.J.I.M. Lobé, *De Rijksdriehoeksmeting sluit aan op Europa; RD is voorbereid op de toekomst*, in Geodesia, 2000-9

Link: <http://maps.google.nl/> (zoeken naar: <http://www.agrs.nl/agrs/referentiestations.html>)

PITH SCHURE - LA LICORNE

Een klein dorp in de grote wereld, Bokhoven 2007, € 19,50 (zie www.lalicorne.nl)

Dit debuut van de auteur als schrijver van een historische roman is een apart boek met aparte illustraties over vooral het Brabantse Bokhoven. Bespreken van romantiek, avontuur en revolutionaire historie (1790-1800) past minder in dit tijdschrift. Tot die illustraties, waarvan het boek aangeeft dat afdrucken te bestellen zijn, behoren eigen bewerkingen van de kadastrale kaart van Bokhoven uit 1822 en van 'oude stafkaarten van onbekende oorsprong'. De stichting De Hollandse Cirkel kreeg een presentexemplaar als dank voor verstrekte informatie. Landmeter Pieter Bijnen (Waalre 1751-1831) komt zelfs metend in het boek voor. ("In de verte nadert een stofwolk. Hij richt de kijker op één van de meetlatten die voor hem rechtop worden gehouden en buigt voorover om de eerste lezing te doen: vier komma drie, acht. In de groter wordende stofwolk wordt hij de contouren van enkele rijtuigen onder begeleiding van een dozijn ruiters gewaar. Nu moet hij nog opschieten ook. Hij draait de kijker naar de tweede meetlat, buigt, stelt bij en meet: vijf punt twee...") De landmeter komt nog nadrukkelijker aan de orde in een volgend deel, aldus de auteur.

Adri den Boer