

Gebruikerswensen 3D Topografie

Project rapport RGI-011-04

Hans Nobbe
Sander Oude Elberink
Friso Penninga
Edward Verbree
Garnt Zuidema

AGI
ITC Enschede
TU Delft
TU Delft
Ned Graphics

Mei 06



Bsik project 3D topography

Gebruikerswensen 3D Topografie

Project rapport RGI- 011-04



Voorwoord

Met dit voorwoord wil ik u verleiden tot het lezen van dit rapport. Want 3D topografie staat midden in de belangstelling. In dit rapport wordt de praktijk geschetst. Wat hebben we nu werkelijk aan 3D informatie? Wat vinden de gebruikers ervan? Hoe kijken de onderzoekers naar de gebruikerswensen en vooral, welke andere mogelijkheden liggen in het verschiet?

Op 15 juni maakte Google bekend met een nieuwe versie van Google Earth te komen. Dat nieuwsfeit was nog niet zo bijzonder, wat wel bijzonder was dat in hetzelfde bericht gemeld werd dat Google Earth inmiddels meer dan dertig miljoen keer is gedownload. En dat de nadruk in de nieuwe versie op 3D functionaliteit komt te liggen. Ik ken de omzetcijfers van gerenommeerde GIS leveranciers niet maar ik denk dat het jaloersmakende getallen zijn. Dat betekent ook dat er alleen al via Google Earth nu dertig miljoen mensen in staat zijn 3D informatie te tonen. Natuurlijk, deze getallen gelden wereldwijd. Het aantal Nederlandse Google Earth gebruikers is mij niet bekend maar dat hiermee een zeer populaire manier van ontsluiten van 3D geo-informatie beschikbaar gekomen is lijkt me duidelijk. Hoe sluiten de ervaringen van de gebruikerswensen hierop aan? Als ik de 4 cases lees dan zie ik talloze toepassingen. En wat vooral opvalt, is dat er vooral eenvoudige, voor het oog simpele toepassingen gevraagd worden. Ideeën genoeg maar in 3 van de 4 cases komt de volgende vraag naar voren: Hoe krijgen we meer hoogte data, vaker, sneller, nauwkeuriger en goedkoper beschikbaar voor de gebruiker?

Hans Nobbe, Adviesdienst Geo-Informatie en ICT, Rijkswaterstaat

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	iv
Summary.....	v
1 Introductie.....	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Doel	1
1.3 Belang	1
1.4 Werkwijze	1
1.5 Structuur.....	1
2 3D Topografie in gemeente 's Hertogenbosch	2
2.1 Inleiding	2
2.2 Algemeen over 3D.....	2
2.3 Beschikbare 2D data.....	2
2.4 Beschikbare 3D data.....	3
2.5 Huidige toepassingen 3D binnen de gemeente	4
2.6 Concluderend/samenvattend	6
2.7 Ontsluiting geo-informatie binnen de gemeentelijke organisatie.....	6
2.8 Wensen voor toekomstige 3D geo-informatie / topografie.....	6
2.9 Analyse van de case	6
3 Google Earth bij AGI RWS.....	8
3.1 Inleiding	8
3.2 Beschrijving Case.....	9
3.3 Aanbod Google Earth van 3D-Topografie	12
3.4 Conclusies en Aanbevelingen.....	12
4 3^e dimensie in TOP10NL bij TD Kadaster	14
4.1 Beschrijving case	14
5 Lekdijk in 3D bij HDSR	18
5.1 Achtergrond	18
5.2 Huidig gebruik 2D topografie en hoogtebestanden	18
5.3 Belang 3D topografie.....	19
5.4 Rol project 3D Topografie	19
5.5 Objecten	19
5.6 Data en verwerking.....	21
5.7 Analyses	21
6 Gebruikerscases versus onderzoeksactiviteiten	22
6.1 Algemeen.....	22
6.2 Case 1: Gemeente 's Hertogenbosch	22
6.3 Case 2: Google Earth bij de AGI.....	22
6.4 Case 3: 3D in TOP10NL	22
6.5 Case 4: Lekdijk in 3D.....	23
7 Conclusies en aanbevelingen.....	25
7.1 Conclusies	25
7.2 Aanbevelingen	26

Summary

Research groups of Delft University of Technology and ITC Enschede work on the efficient modelling and acquisition of 3D topographic models. To be sure that their results will be used in future an inventory was made on the user requirements of these models. Four representative groups were selected and questioned. Results have been written down in this document, and were already orally presented at a 3D Topography workshop on the 28th of April 2006.

The four cases show the necessity of 3D models, and the willingness to use 3D models. The problem at the moment is the acquisition and handling of 3D data. In future research groups and user groups will keep in contact to ensure acceptance of the developed strategy, at both sides.

A testing strategy of the future 3D model has been proposed, based on several functional and technical criteria. This strategy can be found in appendix 1.

The report is written in Dutch because the focus of this research part is on Dutch user groups.

1 Introductie

1.1 Aanleiding

Sinds de start van het RGI project 3D Topografie (RGI-011) zijn onderzoeksgroepen van de TU Delft en het ITC Enschede actief op het gebied van efficiënte inwinning en modellering van 3D Topografie. Om de aansluiting met de praktijk te vinden en te behouden is ervoor gekozen om de gebruikerswensen vanuit de praktijk te inventariseren en te toetsen aan de onderzoeksdoelen en -resultaten. Vanuit deze inventarisatie wordt bepaald welke 3D topografische informatie noodzakelijk is, hoe deze ingewonnen en ontsloten kan worden. Er zullen een beperkt aantal toepassingen als representatief voor de toekomstige toepassingen worden geselecteerd.

1.2 Doel

Het doel van dit rapport is een beschrijving te geven van een viertal cases dat representatief zou moeten zijn voor een (toekomstige) gebruikersgroep van 3D topografie. De cases bestrijken een breed scala aan toepassingen, en variëren van zeer gedetailleerd (reconstructie van dakkapellen) tot grof (3D landschapsmodellen).

1.3 Belang

Door de beschrijving van de cases wordt het belang van 3D Topografie zichtbaar en geeft het antwoord op de vraag waarom in een groot deel van de topografische analyses 2D niet meer voldoet.

1.4 Werkwijze

De inventarisatie is uitgevoerd door de geselecteerde gebruikers te bezoeken en hun activiteiten op het gebied van 3D geo-informatie te bespreken. Op 28 april 2006 heeft er een workshop 3D Topografie plaatsgevonden waarbij de gebruikers hun case presenteren en de onderzoeksactiviteiten gepresenteerd werden door de onderzoeksgroepen. Dit rapport beschrijft in gedetailleerde vorm de achtergrond van elke case, de samenhang tussen de cases en de koppeling met de onderzoeksactiviteiten.

1.5 Structuur

In hoofdstuk 2 t/m 5 worden vier cases beschreven:

Hoofdstuk 2 behandelt de manier waarop de gemeente 's Hertogenbosch omgaat met data en analyses met een 3D karakter. Hoofdstuk 3 gaat in op om de mogelijkheden en onmogelijkheden van Google Earth om 3D geo-informatie van de landelijke overheid te ontsluiten en te visualiseren. De mogelijkheden van de derde dimensie in de TOP10NL wordt in hoofdstuk 4 beschreven, gevolgd door de 3D Lekdijk in hoofdstuk 5. Hoofdstuk 6 beschrijft het verband tussen de geselecteerde cases en de onderzoeksactiviteiten van de TU Delft en ITC Enschede.

2 3D Topografie in gemeente 's Hertogenbosch

*"Alle landmeters werken in 3D, de verwerking is ook volledig in 3D, en dan "één druk op de knop en weg is de hele hoogtecomponent."*¹

Vooraf

Dit hoofdstuk is tot stand gekomen na een gesprek tussen betrokkenen en de presentatie van Bram Verbruggen op de 3D Topografie workshop. De sheets van de presentatie zijn te vinden op <http://www.gdmc.nl/3dtopo/pages/events.htm>. De betrokkenen zijn:

Irwin van Hunen	Gemeente Den Bosch, hoofd afdeling Geo-informatie
Bram Verbruggen	Gemeente Den Bosch
Garnt Zuidema	Nedgraphics
Friso Penninga	TU Delft
Sander Oude Elberink	ITC Enschede

Auteurs van dit hoofdstuk: Sander Oude Elberink en Friso Penninga

2.1 Inleiding

Hoewel een afdeling Geo-Informatie geen eindgebruiker is van geo-informatie, is het binnen dit onderzoek op basis van de beschikbare expertise wel een nuttige intermediar tussen de eindgebruikers en de onderzoekers.

Gemeente Den Bosch participeert zelf ook in RGI project 245 met een 3D component: automatische mutatiedetectie in hoogtedata (laserscanning) en gelijktijdig genomen luchtfoto's. Het doel is het automatisch monitoren van fysieke veranderingen door middel van luchtfoto's en laserhoogtedata voor gemeentelijk beheer. Belangrijkste gebruikers van de mutaties zijn belastingen en het controleren op bouwvergunningen. Consortium met ook TerraImaging en gemeente Sint-Michielsgestel.

2.2 Algemeen over 3D

Vraag naar 3D is niet heel duidelijk aanwezig binnen de gemeente: gebruikers zijn over het algemeen traditioneel/conservatief ingesteld. Zo vragen ze bijvoorbeeld om dwarsprofielen terwijl er een volledig DTM beschikbaar is. Deze instelling kan deels verklaard worden door beperkingen van de beschikbare software.

2.3 Beschikbare 2D data

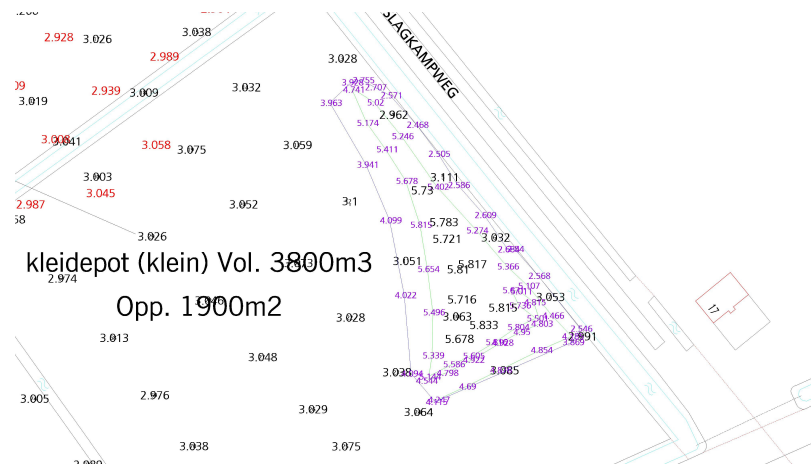
De gemeente beschikt over de topografische bestanden GBKN, TOP10 en TOP50, die waar aangevuld zijn met eigen metingen, gecombineerd met uitbesteding. Laserdata en luchtfoto's zijn ook door middel van openbare aanbesteding ingewonnen. Dit maakt het mogelijk om de

¹ Quote Bram Verbruggen

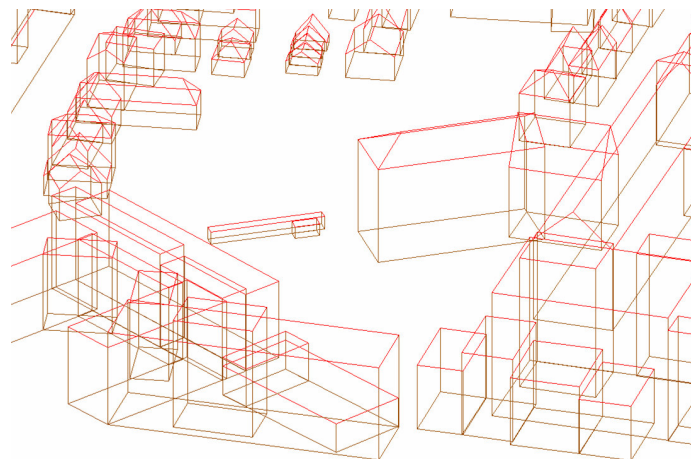
specificaties zodanig vast te stellen dat de gemeente de data later goed kan gebruiken. Het landelijke laseraltimetrie bestand van het AHN is te grof en te gedateerd voor de gemeente om te gebruiken. Daarnaast beschikt de gemeente over data van het Kadaster, aangevuld met eigen gegevens over gemeentelijk eigendom.

2.4 Beschikbare 3D data

Uit de terrestrisch ingewonnen Digitale Terrein Modellen (DTM) kunnen profielen worden gehaald.



Figuur 2.1 Puntenligging van een DTM.



Figuur 2.2 Draadmodel van een deel van de binnenstad.

Hoogtedata is ingekocht via openbare aanbesteding. Den Bosch heeft zelf de stad laten invliegen (1 punt per 1,6m²), gecombineerd met gelijktijdige opname van luchtfoto's. Voordelen zijn de hogere resolutie, de actualiteit en de lagere prijs in vergelijking met het AHN. De data-omvang (qua verwerkings- en opslagcapaciteit) zorgde voor problemen. Uiteindelijk zijn de datasets omgezet in kleinere DGN's voor verwerking en uiteindelijk

opgeslagen als grid in Oracle. Op dit moment zit het gebruik vooral in de ruwe data. Afdeling Geo-informatie bewerkt dan de ruwe data voor specifieke vragen van andere afdelingen of burgers. Er is dus nog geen sprake van echte integratie van verschillende data in één model. Op basis van de laserdata en de GBKN is een draadmodel met nokhoogte en goothoogte afgeleid. Dit draadmodel is op zich lastig te gebruiken, zonder vlakinformatie en topologie.

2.5 Huidige toepassingen 3D binnen de gemeente

2.5.1 Belangrijkste taak: inzicht geven in actuele situatie

Hoewel in het gesprek tal van voorbeelden van het gebruik van 3D data zijn gegeven, zijn de ontwikkelingen op 3D gebied niet vraaggestuurd vanuit specifieke toepassingen, maar vooral om inzicht te geven in de situatie ("hoe ziet het eruit, wat is er aan de hand"). Het grote voordeel voor de gebruikers (ambtenaren): men hoeft niet/minder naar buiten, wat resulteert in tijd- en dus geldbesparingen. Deze wens tot inzichtelijkheid is ook de belangrijkste reden voor het laten maken van cyclorama's.

Probleem met inzichtelijk maken situaties m.b.v. 2D data:

Beheersproblemen trigger voor 3D: hoe beschrijf je bijvoorbeeld viaducten (twee wegen op één plek). Een multilayerbenadering (zoals Simonse 2000) is niet echt de oplossing: er zijn teveel situaties waarin het maaiveld onmogelijk consistent is te definiëren.

Aangeven onder- of overbouw. GBKN vereist situatie op maaiveldniveau, terwijl stedenbouwkundige geïnteresseerd zijn in het bouwblok als geheel. Voorlopige oplossing: lijnen in GBKN volgen de maaiveld situatie, terwijl vlakken overeenkomen met bouwvolumes. Tastbaar Bosch' voorbeeld om de inzichtelijkheid te tonen: in 3D kan Binnendieze beter worden weergegeven, want deze gaat veel onder gebouwen en wegen door.



Figuur 2.3 Binnendieze onder gebouw.

2.5.2 Terreinhoogte

Taluds kunnen beter (realistischer, met correcte oppervlakte) gemodelleerd worden. Dit is nuttig i.v.m. beheer (bijvoorbeeld maaien) aangezien prijzen afhankelijk zijn van exacte oppervlakte en terreingesteldheid. Beter modellering kan o.a. door breuklijnen etc. beter in kaart te brengen.

Ook overstromingsanalyses zijn relevant, delen Den Bosch hebben problemen met waterafvoer. Analyses welke delen als eerste in problemen komen, zouden het probleem inzichtelijker maken.

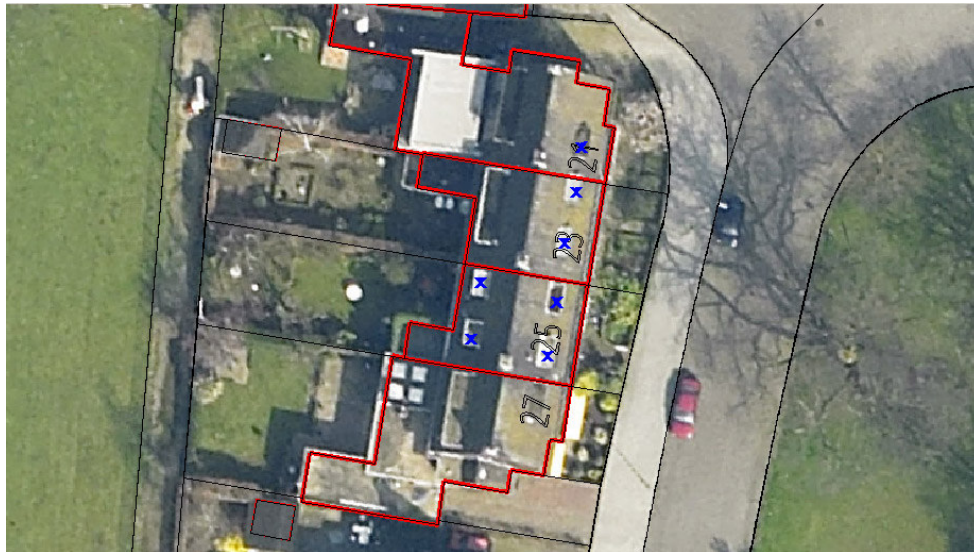
Pathoogten controleren: om riooldata te verbeteren, kan men nu in de laserdata detecteren waar er aanvullende waterpassing nodig is, zodat de meetploeg gericht ingezet kan worden.



Figuur 2.4 Gridrepresentatie van de laserdata, rechts met hoogtewaarden.

2.5.3 3D Geo-info voor belastingen

De detectie van dakkapellen is door middel van automatische (mutatie)detectie verbeterd van stap gemaakt van 30% naar 60% volledigheid. Handmatig dakkapellen detecteren is een enorme arbeidsintensieve klus en dient bij voorkeur voorkomen te worden.



Figuur 2.5 Dakkapellen aangekruist in een luchtfoto.

2.5.4 Bestemmingsplan

Als gebouwhoogten beschikbaar zijn, kunnen met dit model nieuwe hoogten beter ingepast worden in omgeving.

2.5.5 Afleiden hoogte geluidswallen en –schermen t.b.v. geluidsanalyse

Vraag waarvoor men terugging naar oorspronkelijke data: hoogte van geluidswallen en schermen. Ondanks de beperkte breedte (waardoor er weinig laserpunten op het scherm liggen), is dit toch gelukt uit laserdata. Dit komt omdat de schermen erg lang zijn, waardoor ondanks de dunne vorm er in totaal toch genoeg punten op liggen om de bovenkant van het scherm te bepalen.

2.6 Concluderend/samenvattend

Rode draad in de aanleiding voor 3D geo-informatie: hoofdreden voor het beschikbaar hebben van goede data is om te weten wat er is. Hoe beter en realistischer (hier draagt 3D aan bij) de data is, hoe meer vragen direct m.b.v. de data beantwoord kunnen worden.

2.7 Ontsluiting geo-informatie binnen de gemeentelijke organisatie

Binnen de gemeente kunnen nu 1400 man bij de data door middel van een intranetapplicatie. Het gebruik wordt per afdeling gemonitord. Indruk op basis hiervan: er zijn altijd toepassingen die niemand ooit had kunnen voorspellen, de gekste dingen gebeuren. Binnen de afdeling Geo-informatie wordt er gewerkt met Bentley Microstation, ArcGIS en objectgerichte opslag in Oracle 9 (volgens NEN3610, gerealiseerd i.s.m. NedGraphics).

2.8 Wensen voor toekomstige 3D geo-informatie / topografie

Goede actualiteit: bij voorkeur een systeem met doorlopende updates, actualiteit TOP-producten wordt voor veel gemeenteprocessen als 'dramatisch' aangeduid (dit geldt ook voor het AHN).

Huidige gescheiden data uit verschillende databronnen moet straks op slimme wijze geïntegreerd worden.

Geen dataverlies meer lijden in GI proces: alle landmeters werken in 3D, verwerking is ook volledig in 3D, en dan "één druk op de knop en weg is de hele hoogtecomponent" (quote Bram).

Geesignaleerde problemen bij ontwikkelingen richting 3D zijn de data omvang en de daarbij behorende problemen met de bewerking en visualisatie van de data. Ook verschillen in actualiteit bij integratie van meerdere databronnen leidt tot ongewenste resultaten.

2.9 Analyse van de case

Om de vier cases gestructureerder met elkaar te vergelijken, worden de cases op een viertal thema's naast elkaar gezet. Daarom de hoofdpunten uit voorgaande beschrijving nogmaals, nu ingedeeld naar de vier thema's.

2.9.1 Data

Er is gekozen voor zelf inwinnen van hoogtedata i.p.v het gebruik van landsdekkende bestanden zoals het AHN. Primair vanwege de hogere punt dichtheid (een orde van grootte hoger), maar ook vanwege de betere actualiteit en de lagere kosten. Met deze punt dichtheid komen de meeste toepassingen op het schaalniveau van de GBKN te liggen, TOP10 is duidelijk te kleinschalig. Tevens is de ouderdom van de TOP10 een probleem: de data komt overeen met de situatie van 1-5 jaar geleden.

De hoogtedata ondervindt een aantal bewerkingen voordat er informatie uit wordt gehaald. Om een maaiveld kaart te krijgen, wordt de originele puntenwolk bijvoorbeeld gefilterd (uitschieters, bomen, gebouwen, bruggen) en geïnterpoleerd naar een gridbestand. Dit gridbestand wordt als layer in het GIS systeem (ook intranet) gebruikt. Een andere manier

van bewerken is het reconstrueren van dakvlakken voor in dit geval het draadmodel. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een grote hoeveelheid laser punten om een paar kenmerken te reconstrueren.

Gewenste nauwkeurigheid hoogtecomponent: voor stedenbouwkundige toepassingen een nauwkeurigheid van dakhoogte van minder dan een halve meter, bij de beheerstoepassingen voor bijvoorbeeld het talud, gaat het eerder om dm niveau.

Het grote verschil met terrestrische metingen is dat laseraltimetrie een overtal aan meetpunten levert. Dit overtal wordt gebruikt om toch de juiste kwaliteit te behalen, bijvoorbeeld door de hoogte van een groep punten te middelen, of door een vlak er door te schatten.

2.9.2 Objecten

Momenteel zijn de verschillende databestanden niet geïntegreerd. De hoogtedata is in gridvorm beschikbaar (opgeslagen in Oracle). Naast de laserdata zijn er tal van profielen bekend. Naast de pure hoogtedata is er een afgeleid draadmodel beschikbaar waarin GBKN en laserdata gecombineerd zijn.

Voor de gemeente zijn er eigenlijk 3 hoofdgroepen objecten te onderscheiden die reeds bestaan in 2D, maar waarbij de derde dimensie een duidelijke meerwaarde levert:

1. Infrastructuur (nat en droog): voorbeeld viaducten, geluidschermen, waterwegen
2. Gebouwen/huizen: voorbeeld stedenplanning, zichtbaarheid, inzichtbaarheid voor burgers en andere gemeentelijke afdelingen.
3. Terrein: voorbeelden zijn uitbesteding van beheer van openbare gebieden.

2.9.3 Data model

In 2D wordt al wel gewerkt met een objectgerichte aanpak, nadat bleek dat opslag in CAD-formaten toch te veel problemen gaf. Een duidelijk datamodel voor 3D is er echter nog niet, voorlopig wordt met niet-geïntegreerde databestanden gewerkt.

2.9.4 Analyse

Kern is dat de gewenste 3D analyses niet leidend zijn in de ontwikkelingen richting 3D topografie. Belangrijkste wens is om met de data een beter inzicht in de werkelijkheid te geven en 3D data kan helpen in een aantal lastige situaties, met name waarbij meerdere objecten zich boven of onder elkaar bevinden, zoals bij viaducten, bebouwing (onder- en overbouw), tunnels (bijvoorbeeld tussen de twee V&D panden) en natuurlijk ook bij de Binnendieze.

Op basis van de huidige ontwikkelingen zijn wel een aantal functionaliteiten en analyses te herkennen die een toekomstig model zou moeten ondersteunen. Als eerste geldt dat er volumes bepaald moeten kunnen worden, o.a. voor belastingtoepassingen. Als tweede punt kan de zichtanalyse genoemd worden, zowel voor straalverbindingen als voor allerlei stedenbouwkundige analyses. Als derde punt is er de overstromingsanalyse, die plaatsvindt in de ruimte tussen de bebouwing.

3 Google Earth bij AGI RWS

*"Mijn droom is een Google Earth RWS, of een Google Earth Overheid, met kadastergrenzen, waterleidingen, rioleringen enzovoorts ... We hebben de data, dus dat is het probleem niet. Verder wil ik meer gegevens, en actuelere gegevens. Bovendien wil ik ze sneller."*²

Vooraf

Dit hoofdstuk is tot stand gekomen na een gesprek tussen betrokkenen en de presentatie van Paul van Asperen op de 3D Topografie workshop. De sheets van de presentatie zijn te vinden op <http://www.gdmc.nl/3dtopo/pages/events.htm>. Daarnaast is er "dekstop research" verricht naar de (on)mogelijkheden van Google Earth met betrekking tot hoogtedata.

Betrokkenen:

Paul van Asperen	AGI Rijkswaterstaat
Hans Nobbe	AGI Rijkswaterstaat
Edward Verbree	TU Delft

Auteurs van dit hoofdstuk: Edward Verbree, Sander Oude Elberink, Friso Penninga

3.1 Inleiding

Google Earth (GE) is momenteel dé blikvanger op het gebied van 3D visualisatie van geo-informatie; zeker voor de 'gewone' consument is GE hét programma voor geovisualisatie. In diverse algemene computer tijdschriften, zoals de c't (magazine voor computertechniek) van november 2005 (Ref 1) en de Computer! Totaal van maart 2006 (Ref 2), wordt hoog opgegeven over de mogelijkheden van dit programma.

Binnen het RGI 3D-topografie project is RWS-AGI één van de vier partijen die betrokken is bij het (toekomstig) gebruik van 3D-topografie. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de case van RWS-AGI zich richt op het (toekomstig) gebruik van Google Earth als middel voor het al dan niet aanbieden van 3D geo-informatie.

De vraag die binnen het RGI 3D-Topografie project speelt is of Google Earth de mogelijkheden biedt voor het ontsluiten van de bij RWS-AGI beschikbare 2.5D hoogte-informatie en, meer nog, 'echte' 3D-topografie.

Dit concept-rapport behandelt de hoogtedata en 3D topografie die beschikbaar is binnen Google Earth zelf. Het gaat daarbij om het hoogtemodel zoals opvraagbaar via de terrain layer.

² Luc Kohsiek, plaatsvervangend DG Rijkswaterstaat

3.2 Beschrijving Case

De Adviesdienst Geo-informatie en ICT (AGI) van Rijkswaterstaat ondersteunt de kerntaken van het ministerie van Verkeer en Waterstaat en Rijkswaterstaat door ervoor te zorgen dat zij kunnen beschikken over goede, gecertificeerde en gestandaardiseerde geo-informatie en ICT infrastructuur.

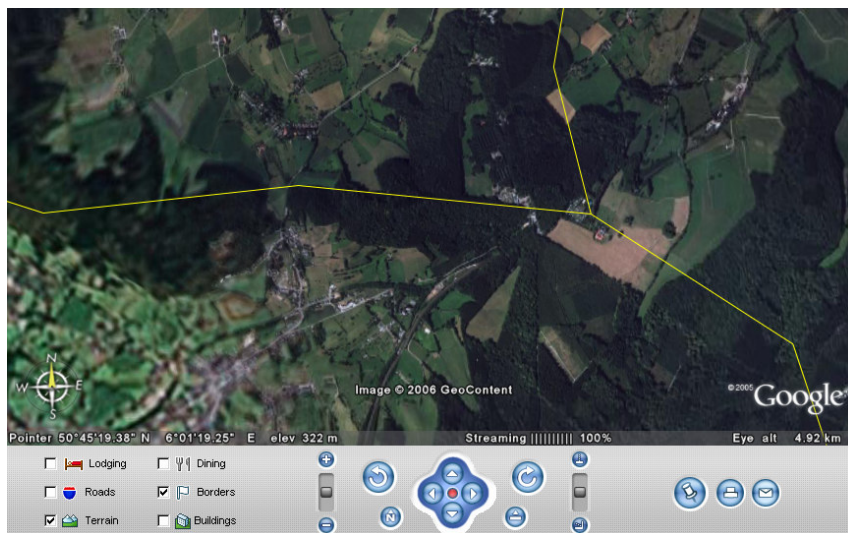
Het GIS-Magazine van januari/februari 2006 (Ref 4) biedt een verslag van het GIN-Congres. Hierin worden de ambities van Luc Kohsiek, plaatsvervangend DG bij Rijkswaterstaat, verwoord: "Bij RWS zie ik een ontwikkeling die begint bij de landmeter en die eindigt bij de Google-Earth-gebruiker. Daar wil ik naar toe. Mijn droom is een Google Earth RWS, of een Google Earth Overheid, met kadastrergrenzen, waterleidingen, rioleringen enzovoorts ... We hebben de data, dus dat is het probleem niet. Verder wil ik meer gegevens, en actuelere gegevens. Bovendien wil ik ze sneller."

Het management van RWS heeft dan ook aan de AGI verzocht de (on)mogelijkheden van Google Earth ten aanzien van de geo-informatievoorziening ten behoeve van de werkprocessen van RWS te onderzoeken. De AGI heeft daartoe een experiment uitgevoerd met het opnemen van geogerelateerde gegevens in de applicatie GE. Er is gebruik gemaakt van zowel de gratis GE-applicatie als de GE-Pro versie in combinatie met de aanvullende GIS-import en Movie-Maker modules. Het was de bedoeling om zowel 3D-data (bijvoorbeeld 3D-shapefiles) als data van eigen webservices en data van webservices van derden binnen GE te visualiseren. Als uitkomst van dit onderzoek is een filmpje gemaakt over de mogelijkheden van GE dat is getoond tijdens de managementconferentie van RWS op 13-12-05.

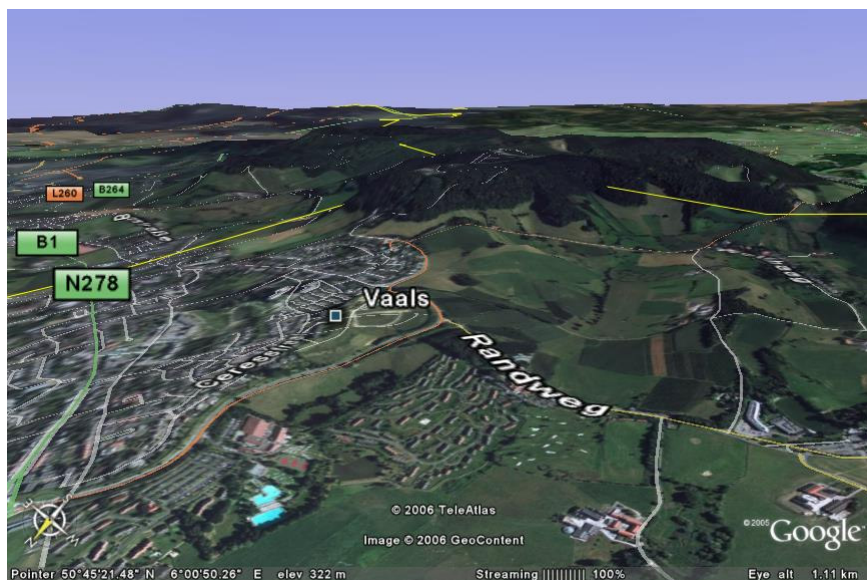
De ervaringen die tijdens het maken van deze film zijn opgedaan zijn gepubliceerd in het artikel "De (on)mogelijkheden van Google Earth" in de Geo-Info van maart 2006 (Ref 3). De algemene conclusie van dit artikel luidt: "Google Earth is een fantastische ambassadeur voor de GIS-wereld. Het wijdverspreide gebruik geeft al aan dat GE wellicht ook mogelijkheden biedt om publieke RWS-data te ontsluiten. GE is dan één van de mogelijkheden voor RWS om geo-informatie richting burger te publiceren. Te denken valt aan de locaties van de projecten die RWS uitvoert. Verder denkend zou GE voor de gehele overheid een mogelijkheid zijn om geogerelateerde informatie voor de burger te ontsluiten."

Hoogtemodel Nederland in Google Earth

De website van Google Earth vermeldt niets over de herkomst van de hoogtedata van de 'terrain layer'. Volgens Wikipedia, topic Google Earth (Ref 5), is het digitale hoogte model (DHM) van Google Earth afkomstig van de NASA's Shuttle Radar Topography Mission (Ref 6). Deze SRTM data is vanuit de Space Shuttle in februari 2000 door middel van Radar Interferometrie ingewonnen. Deze hoogtedata is binnen GE, naast de lengte- en breedtegraad, zichtbaar als hoogtegetal bij de muispointer. Een 'echt' perspectief wordt getoond bij een 'tilt' tot aan 90 graden; hierbij wordt het beschikbare beeldmateriaal 'gedraped' over het hoogtemodel. Dat Nederland echt 'plat' is wordt aangetoond door de moeite die je moet doen om een afbeelding van Limburg in ruimtelijke perspectief te tonen; pas bij een Z-schaal overdrijving van de maximale stand (3x) wordt de Vaalserberg een 'bergje', zie onderstaande afbeeldingen.



Figuur 3.1 Vaalserberg (Limburg: hoogte punt van Nederland - 322 meter.



Figuur 3.1 Vaalserberg in perspectief (hoogteoverdriving 3x).

3.2.1 Kwaliteit

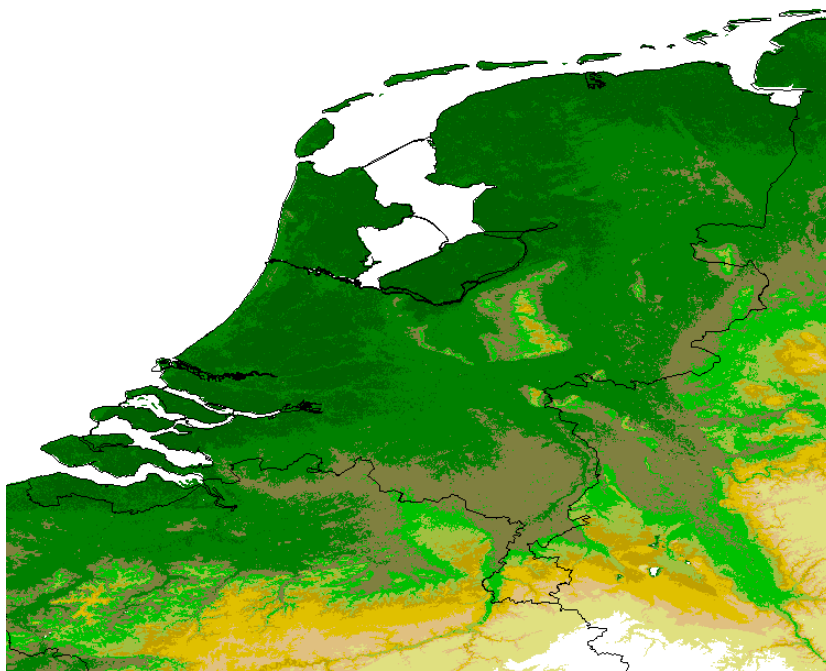
De resolutie van de SRTM is voor Nederland drie arc-seconden, wat neerkomt op een celgrootte van om en nabij de 90 meter ($3/60 \cdot 1860$ meter). De oorspronkelijke versie (SRTM, version 1) is in 2005 opgevolgd door versie 2, zie (Ref 7, Ref 8): "NGA applied several post-processing procedures to these data including editing, spike and well removal, water body leveling and coastline definition". "In addition, there is a difference between the data distributed via ftp from the Land Processes Distributed Active Archive Center, and those

available on DVD from the EROS Data Center (EDC) or through its Seamless Data Distribution System (SDDS, aka 'Seamless Server'.) Three arc-second sampled data from the EDC have been generated from the one arc-second data by the same method the NGA uses to generate DTED level 1 data, namely by "subsampling". In this method each three arc-second data point is generated by selecting the center sample of the 3x3 array of one arc-second points surrounding the post location. For the LP-DAAC three arcsecond data each point is the average of the nine one arc-second samples surrounding the post. It is felt by most analysts that the averaging method produces a superior product by decreasing the high frequency 'noise' that is characteristic of radar-derived elevation data.

Het is niet duidelijk welk bronmateriaal GE heeft gebruikt (versie 1 of versie 2, EDC of LP-DAAC), maar aangezien versie 2 pas kort geleden beschikbaar is gekomen, is het waarschijnlijk dat GE nog gebruik maakt van de 'ruwe' eerste versie.

3.2.2 Beschikbaarheid

De achterliggende data van het hoogtemodel is niet vanuit Google Earth opvraagbaar. Maar, zoals hiervoor aangehaald, is deze data zeer waarschijnlijk afkomstig van NASA's SRTM. De data kan worden gedownload van (8), maar eenvoudiger is het de Google Earth (!) interface te gebruiken van CGIAR (Ref 9) voor downloaden van de data in het ESRI .asc grid formaat. Vanaf eind april 2006 biedt CGIAR de postprocessed SRTM (versie 2) data aan: "Update: Version 3 is now being finalized and is due to be online end of april 2006. The new version is a significant improvement. It uses USGS "finished grade" SRTM data, with new hole-filling algorithms applied that use auxiliary DEMs in the interpolation (including high resolutions DEMs from the USA, Canada, Mexico, Australia, New Zealand, Europe and other countries)."
Error! Reference source not found. toont de SRTM data aan, zoals beschikbaar vanaf de CGIAR website, en gevisualiseerd in ESRI ArcView.



Figuur 3.3 Visualisatie van CGIAR SRTM data (versie 1) hoogtemodel van Nederland

3.3 Aanbod Google Earth van 3D-Topografie

Al met al is de RWS-AGI dus positief over de mogelijkheden van Google Earth, hoewel er ten aanzien van 3D data er nog wel bedenkingen zijn. Het Geo-Info artikel (Ref 3) meldt dat het "mogelijk is shapefiles te exporteren waarin de hoogtegegevens als attribuut zijn opgenomen (dus geen 3D-shapefiles). De resulterende KML-file wordt correct weergegeven". Op zich een positief resultaat, maar 3D Shapefiles leverden meer problemen op, zelfs met GE-Pro (de betaalversie van GE): "De GIS-importmodule geeft daarnaast de mogelijkheid om zelf GIS-data rechtstreeks te importeren in GE-Pro. Men kan daarbij denken aan shapefiles. Helaas is het ons niet gelukt ook maar één bestaande 3D-Shapefile in te lezen in GE-Pro". Nog een stap verder gaat Google Earth-Enterprise, waarmee een organisatie zelf een Google Earth Infrastructuur kan inrichten. "Geo-data kan dan worden ontsloten met een eigen Google Dataserver. Het voordeel daarvan is dat data in diverse formaten (waaronder volgens de specificaties ook 3D-Shapefiles) eenvoudig kunnen worden ontsloten en zonder veel configuratieperikelen aan de client kunnen worden aangeboden. Daarnaast is dit ook de enige optie waarmee volgens de specificaties redelijk eenvoudig 3D-rasterdata kunnen worden ontsloten (bijv. Actueel Hoogtebestand Nederland)." GE-Enterprise heeft een hoge aanschafprijs én "het belangrijkste nadeel dat de GE Dataserver alleen maar data kan serveren aan de GE client applicatie. Iets wat absoluut niet past in de huidige RWS geodata-architectuur die gebaseerd is op OGC web services". RWS-AGI is dan ook tot nu toe nog niet overgegaan tot aanschaf van GE-Enterprise.

3.4 Conclusies en Aanbevelingen

Hoewel het perspectiefisch beeld van het hoogtemodel voor Nederland beperkt is, is een goede hoogtekwaliteit wel degelijk van belang. Het hoogtemodel wordt namelijk gebruikt als referentievlak voor het modelleren van objecten 'op de grond'. Aangezien RWS-AGI een groot belang heeft in het Actueel Hoogtemodel Nederland zou deze data via GE ontsloten kunnen worden. De ruimtelijke resolutie (bijvoorbeeld het 25 meter grid) is hoger dan de SRTM data, en de hoogtekwaliteit is door de aard van de meettechniek (laserscanning), én de nabewerkingen (filtering) beter dan de SRTM data. Hoeveel beter (zeker in relatie tot de tweede (postprocessed) versie van de SRTM data) is echter nog een vraag, die in het kader van het RGI project 3D Topografie nader uitgezocht dient te worden.

Referenties

Ref 1: Holger Bleich, 2005, Wereldwijd browsen – Hoe de NASA en Google met hun software onze kijk op de aarde veranderen, c't 2005, nr. 11, pp 42-44

Ref 2: Computer! Totaal, april 2006

Ref 3: Paul van Asperen en Wim Blanken, 2006, De (on)mogelijkheden van Google Earth, Geo-Info, 2006-3, pp. 110-116.

Ref 4: Remko Takken, 2006. Kansen en mogelijkheden in maatschappelijke vraagstukken – Geo-informatie in al zijn facetten op GIN-Congres, GIS Magazine, 2006-1, pp. 28-29

Ref 5: Wikipedia – Google Earth, 2006, http://en.wikipedia.org/wiki/Google_earth

Ref 6: SRTM, 2006, <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>

Ref 7: SRTM_Topo, 2006,
ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/Documentation/SRTM_Topo.pdf

Ref 8: LP-DAAC, 2006, <ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/Eurasia/>

Ref 9: CGIAR, 2006, <http://srtm.csi.cgiar.org/>

4 3^e dimensie in TOP10NL bij TD Kadaster

Vooraf

Dit hoofdstuk is tot stand gekomen na een gesprek tussen betrokkenen en de presentatie van Nico Bakker op de 3D Topografie workshop. De sheets van de presentatie zijn te vinden op <http://www.gdmc.nl/3dtopo/pages/events.htm>. De betrokkenen zijn:

Nico Bakker	TD Kadaster
Friso Penninga	TU Delft

Auteurs van dit hoofdstuk: Sander Oude Elberink en Friso Penninga

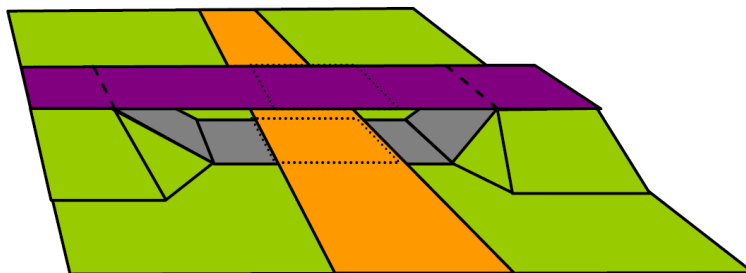
4.1 Beschrijving case

Deelcase I: Modelleren 3D infrastructuur

In het huidige datamodel van de TOP10NL worden viaducten, bruggen, fly-overs e.d. gemodelleerd met behulp van relatieve hoogteniveaus: 0 voor de bovenste en vervolgens -1, -2, etc. Dit is een sub-optimale oplossing, aangezien informatie over de daadwerkelijke hoogteligging ontbreekt. Daarnaast zijn de niveaus soms lastig te interpreteren. De wens bestaat om een hoogte (z-waarde) toe te voegen aan dergelijke objecten om zo tot een beter interpreteerbare oplossing te komen, die tevens informatie bevat over onderlinge afstanden.

Het inzichtelijker maken van dergelijke situaties is zowel een wens van de TD Kadaster zelf als dataproducent als van de gebruikers die bijvoorbeeld voor wegenbeheer behoefte hebben aan afzonderlijk zichtbare en tastbare weggedelen. Er zijn twee aspecten van belang, namelijk de wijze waarop de hoogte-informatie ingewonnen kan worden en de wijze waarop deze hoogte-informatie in het datamodel kan worden vastgelegd.

Als toepassing van het in 3D vastleggen van infrastructuur wordt in de eerste plaats gedacht aan visualisatie. Daarnaast zijn er echter ook ontwikkelingen gaande om te kijken in of er een integratie kan plaatsvinden tussen de TOP10NL en het NWB (Nationaal Wegenbestand, van Rijkswaterstaat AVV (Maastricht)). Binnen deze toepassing wordt onder andere gedacht aan verkeersanalyses, bijvoorbeeld voor uitzonderlijk vervoer. Doorrijhoogtes kunnen dan van belang zijn. Aangezien de NWB geometrie gebaseerd is op het oude TOP10wegenbestand (een toenmalig afzonderlijk wegenbestand (hartlijnen) dat buiten de TOP10vector geleverd werd, bestaat er een nauwe relatie tussen beide bestanden. Nu de TOP10NL ook hartlijnen bevat naast de vlakrepresentaties en de TOP10NL de status kan krijgen van Basisbestand Topografie, ligt het voor de hand om beide bestanden te combineren. Eerst is

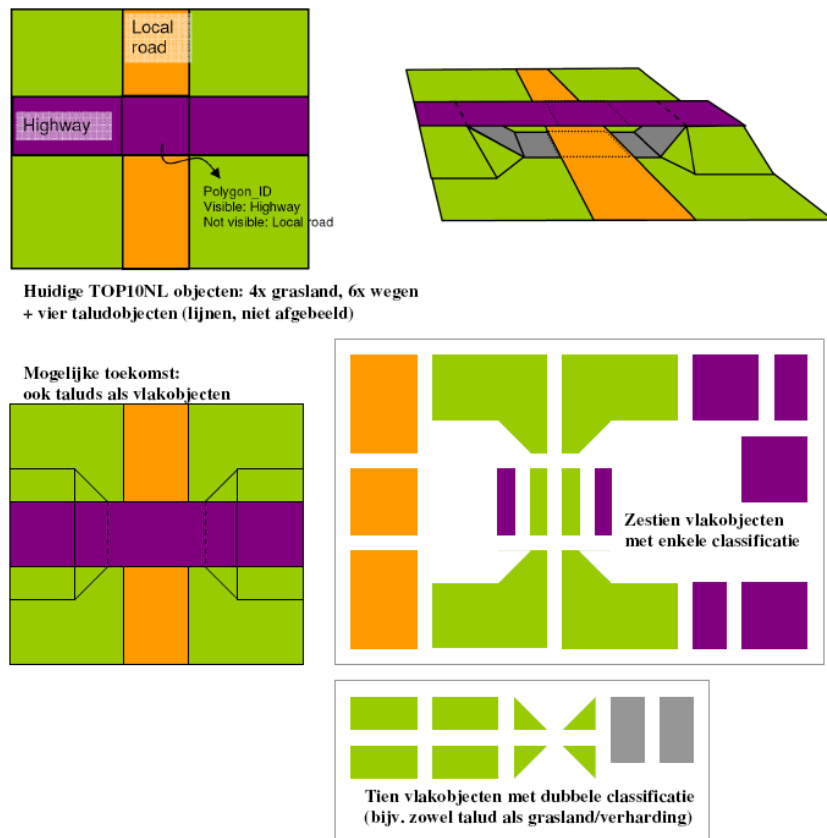


Figuur 4.1 Schematische weergave van een viaduct

nog gedacht aan een Basisbestand Infrastructuur, maar omdat dit weinig toevoegt aan de TOP10NL (in elk geval niet op geometrisch gebied) ligt het juist voor de hand om de attribootinformatie uit het NWB aan de TOP10NL te koppelen. Sander Oude Elberinks werk met het integreren van topografische data met laserscandata levert beelden op die geschikt zijn voor visualisatie van 3D infrastructuur (zie Figuur 4.1).

In deze figuur zijn de taluds aanwezig als specifieke vlakken, terwijl in het huidige model een talud nog bestaat uit de hoge en de lage lijn. Om het talud ook door te laten lopen onder het viaduct zijn hier ook nog meer vlakken nodig. De observatie is echter wel dat vrijwel alle benodigde coördinaten al beschikbaar zijn in de huidige TOP10NL, op basis van deze punten moeten alleen andere (meer) objecten gevormd worden. De taludvlakken kunnen opgeslagen worden in 3D, waarbij de z-waarde gevuld wordt met een relatieve hoogte. Voor deze relatieve hoogte wordt gekozen om te voorkomen dat het nodig is om voor het hele land een terreinmodel in de TOP10NL te integreren. 3D situaties als infrastructuur kunnen voorlopig op een plat vlak geplaatst worden. Qua codering zal het mogelijk gemaakt moeten worden om twee classificaties aan een vlakobject te koppelen, bijvoorbeeld zowel grasland als talud. Nu is talud nog geen vlakobject en daarmee kunnen de taludlijnen midden in een object grasland liggen. In Figuur 4.2 is het talud weergegeven, waarbij de verschillende vlakobjecten zijn geïdentificeerd.

Met het expliciet toevoegen van taludvlakken en het koppelen van een z-waarde, kunnen 3D



Figuur 4.2 Vlakken bij 3D viaduct.

visualisaties (zoals rechtsboven in de figuur) worden gemaakt

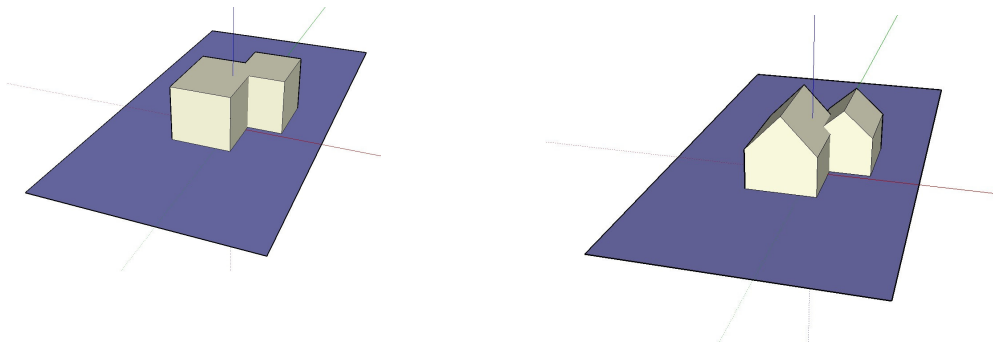
Realisatie van 3D infrastructuur in de TOP10NL is dus mogelijk zonder al te ingrijpende wijzigingen aan het datamodel. De hoeveelheid geometrie zal nauwelijks toenemen, het aantal objecten echter wel. De beslissing om taluds als vlakken te gaan modelleren, zal niet veel stof doen opwaaien; aanvankelijk was het de wens om taluds in TOP10NL sowieso als vlak te gaan modelleren. Omdat indertijd niet duidelijk was hoe er precies met taludvlakken moest worden omgegaan, is er later voor gekozen om tijdelijk met de taludlijnen te werken (om zo in elk geval de visualisatie te kunnen afleiden). Technisch is het nu mogelijk om taluds af te leiden uit de beschikbare data, zie (Oude Elberink and Vosselman, 2006)³. Voor de Topografische Dienst Kadaster is het een optie om eenmalig het AHN te gebruiken om alle infrastructuur om te zetten naar 3D en vervolgens de bijhouding is ESPA te blijven doen. De in te meten punten zouden allemaal zichtbaar moeten zijn in luchtfoto's, waarmee fotogrammetrische bijhouding tot de mogelijkheden behoort. Momenteel heeft de TD Kadaster nog niet de beschikking over het AHN, maar dat kan in de toekomst veranderen, aangezien er nu ook een proef loopt i.s.m. ESRI voor het vervaardigen van kaartmateriaal vanuit TOP10NL. ESRI heeft hierbij voor het afleiden van duinschaduwering en hoogtelijnen een stukje AHN gepakt en dat geeft mooie resultaten, in elk geval beter dan de huidige verouderde schaduwering.

De vraag welke objecten precies in 3D moeten worden vastgelegd is nog niet helemaal beantwoord. Voor taluds (en wegen/spoorlijnen daarop) moet het sowieso, maar misschien ook voor dijken etc.

Deelcase II: Modelling 3D gebouwen

Bebouwing wordt op dit moment in 2D in de TOP10NL opgenomen, al is er wel het oude onderscheid tussen hoog- en laagbouw (35 meter of meer dan 7 verdiepingen). Veel gebruikers zouden dit graag veranderd zien, niet zozeer vanuit zeer specifieke toepassingen geredeneerd, maar vooral om meer inzicht te krijgen in de situatie ter plekke. Daarnaast is de TD Kadaster verplicht om voor alle obstakels hoger dan 49 meter een hoogte bij te houden. Deze verplichting vindt zijn oorsprong in regelgeving omtrent vliegverkeer. Vanuit deze toepassing is het bij een huis met een zadeldak dus zaak om de nokhoogte op te slaan, omdat dit de obstakelhoogte is. Het gebruik van een dergelijke hoogte voor visualisaties leidt wel weer tot een (onterecht) massiever beeld van de werkelijkheid. Een enkele gebouwhoogte kan momenteel zowel in het hoogteattribuut als in de 3D coördinaten van de hoekpunten van het gebouw worden opgenomen (de laatste optie maakt overigens ook een hellend vlak mogelijk). Dakvormen modelleren past lastig binnen het datamodel, waarin huizen m.b.v. polygonen worden gemodelleerd. Dit sluit de mogelijkheid van meerdere vlakken voorlopig uit. Er zou aan gedacht kunnen worden om in het geval van een eenvoudig zadeldak nog wel de twee extra punten die de nok definiëren in de polygoon op te nemen, maar het is dan niet mogelijk om direct twee dakvlakken op te slaan. De daadwerkelijke visualisatie zou dan in de desbetreffende applicatie kunnen worden opgebouwd. Dit is echter alleen een optie voor eenvoudige zadeldaken, bij complexere dakvormen (bijvoorbeeld bestaand uit vier hellende vlakken) zijn er ook punten nodig in binnen de polygoon, waarmee deze oplossing definitief tekort schiet.

³ Oude Elberink, S. and Vosselman, G., 2006. Adding the Third Dimension to a Topographic Database Using Airborne Laser Scanner Data (to be published), Photogrammetric Computer Vision 2006. IAPRS, Bonn, Germany.



Figuur 4.3 Voorbeeld van een dakvormattribuut.

Dit betekent dat de huidige geometrie in deTOP10NL tekort schiet en dat complexere vormen als multipolygonen benodigd zijn. Een huis modelleren met behulp van meerdere vlakken kan echter ook weer verwarrend werken en is conceptueel geen sterke definitie. Daarom kan er ook voor gekozen worden om in de geometrie de omtrek van het huis op te nemen en als attribuut een dakgeometrie toe te voegen. Dit zou dan een optioneel attribuut kunnen zijn, waarbij in het geval van het ontbreken van een dakgeometrie de hoogtewaarde uit het enkele hoogteattribuut gebruikt kan worden. Op deze manier hoeft het datamodel niet ingrijpend gewijzigd te worden, maar staat wel de deur open voor fraaie visualisaties. Als vervolgens ook de geometrie van het gebouw gezien wordt als geometrie van de vloer, kan met behulp van de dakgeometrie ook een vrij nauwkeurige inhoudsbepaling plaatshebben.

5 Lekdijk in 3D bij HDSR

Vooraf

Dit hoofdstuk is tot stand gekomen na een gesprek tussen betrokkenen en de presentatie van Job Nijdam (Fugro Ingenieursbureau B.V.) en Hans Knotter (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden) op de 3D Topografie workshop. De sheets van de presentatie zijn te vinden op <http://www.gdmc.nl/3dtopo/pages/events.htm>. Betrokkenen:

Stefan Flos Secretaris AHN Stuurgroep

Sander Oude Elberink ITC Enschede

Auteurs van dit hoofdstuk: Sander Oude Elberink en Friso Penninga

5.1 Achtergrond

Hoewel Stefan Flos geen eindgebruiker is van geo-informatie, is hij binnen dit onderzoek op basis van ervaring wel een nuttige intermediar tussen de eindgebruikers en de onderzoekers. Stefan heeft recent diverse waterschappen geadviseerd en begeleid bij de inwinning van 3D topografische informatie.

Als voorbeeld wordt een deel van de Lekdijk (in beheer bij Waterschap Rivierenland) genomen. Deze dijk is met hoge punt dichtheid laseraltimetrie ingewonnen, en de verwerking tot gedetailleerde topografie is uitgevoerd op de originele puntenwolk. Zowel de inwinning als de verwerking is door Fugro uitgevoerd.

De topografische producten binnen een waterschap hebben als belangrijkste doel om te ondersteunen in het beheer en inspectie van dijken. In het kader van de "wet op de waterkering" zijn waterschappen verplicht om minstens 1 keer per 5 jaar waterkeringen te toetsen en de resultaten te rapporteren.

Voor dijkinspectie kunnen vier hoofdthema's onderscheiden worden:

1. Waterstanden, -spanningen en -stromen
2. Dijkopbouw, geometrie en ondergrond
3. Vegetatie en bekledingen
4. Voorspellen (bezwijk)gedrag waterkering
(bron: www.inspectiewaterkeringen.nl)

Voor bovenstaande thema's levert 2D topografie vooral voor punt 3 direct informatie. Indien 3D topografie beschikbaar is, kunnen ook waterstanden, en -stromen direct getoond worden.

5.2 Huidig gebruik 2D topografie en hoogtebestanden

Voor veel toepassingen geeft de combinatie van 2D breuklijnen met een apart hoogtebestand al voldoende informatie. De gebruiker kijkt in de 2D kaart, zoekt het hoogtebeeld erbij en interpreteert deze twee bestanden als het ware aan elkaar.

Waterschappen gebruiken diverse topografische bestanden (GBKN, Kadastrale kaart, Top10Vector, Top50Vector, Top25 Raster, Bodemkaart (geleverd door Alterra), Nationaal Wegenbestand (NWB), AHN), maar het meest gebruikt als basis bestand is toch wel de GBKN.

Bijzondere kenmerken van bovenstaande bestanden is dat een aantal driedimensionaal beschikbaar zijn. Dit betreffen de categorieën vooroever en bekledingen. Van alle categorieën zijn zowel beschrijvende als geometrische informatie beschikbaar. De geometrische weergave is zowel in vlakken, lijnen als punten.

Overige nuttige informatie kan gehaald worden uit historische kaarten van kunstwerken, waterkeringen, rivierstromen. Deze historische kaarten bezitten een schat aan (verborgen) informatie over de huidige status van het object.

5.3 Belang 3D topografie

De klassieke (huidige) toetsing gaat uit van:

- beoordeling op basis van maatgevende profielen
- gebruikt niet alle informatie
- geeft een beoordeling van een momentopname
- 2D inzichten (lengte- en dwarsprofielen)

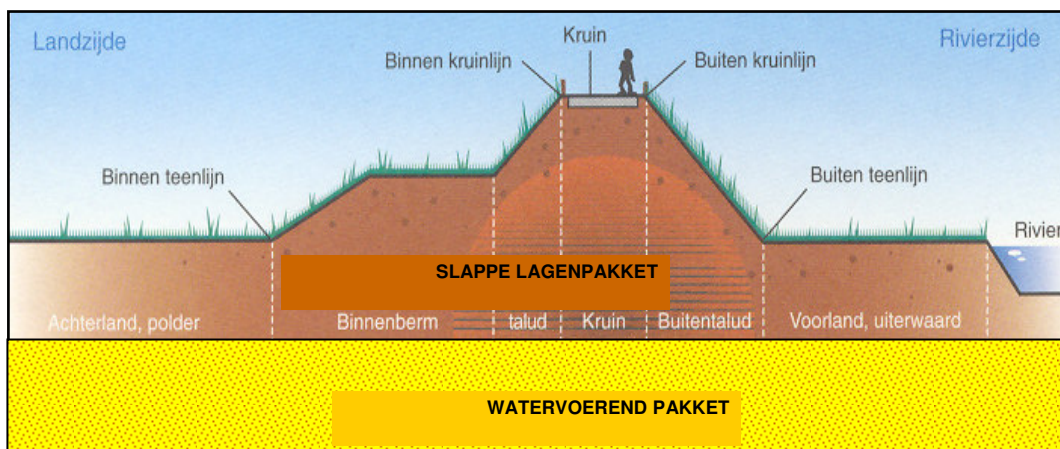
Met behulp van de derde dimensie in de topografische objecten, kunnen ook resultaten van grondonderzoeken en uit het geo-technisch archief eenvoudiger gekoppeld worden aan de topografische metingen. Dit geeft meer inzicht in de veiligheid en gevoeligheid voor faalmechanismen, zoals onderloopsheid, erosie en afschuivingen.

5.4 Rol project 3D Topografie

Een aantal waterschappen hebben hun keringen met hoge puntlicht laseraltimetrie ingewonnen. De richtlijnen voor een gestandaardiseerde manier van inwinnen ontbreken echter nog. De richtlijnen van het GBKN schieten tekort als het gaat om de derde dimensie en specifieke waterschap wensen.

Waterschap Rivierenland heeft al aangegeven behoefte te hebben aan gestandaardiseerde karteringsspecificaties voor omzetten laserbestanden in 3D. Ook bij andere waterschappen zijn deze geluiden te horen: het wiel wordt steeds weer uitgevonden. Dit is een potentieel belangrijke bijdrage vanuit 3D topografie project.

5.5 Objecten



Figuur 5.1 Doorsnede dijk met kenmerkende objecten.

Hieronder worden een aantal objecten genoemd die belangrijk zijn voor de waterschappen en die 2D beschikbaar zijn, maar die potentie hebben om, indien ze in 3D ingewonnen zouden worden, een meerwaarde te hebben.

5.5.1 Volumeobjecten

Waterkeringen, dijken, kunstwerken (duikers, muskusrattenvallen, bruggen, sluisen). Van de meeste kunstwerken is een CAD tekening aanwezig, of deze zou aanwezig moeten zijn. Dat komt omdat bij de aanvraag van vergunningen voor kunstwerken er een gedetailleerde beschrijving van het object aanwezig moet zijn.

De ligging en de hoogte van de eindpunten van de waterdoorgangen worden nauwkeurig m.b.v. van GPS en waterpassing bepaald.

5.5.2 Vlakobjecten

Oppervlakte objecten zoals bekleiding (vegetatie), wegen, waterwegen worden als vlakobject beschouwd. De derde dimensie zou bruikbare informatie leveren over beheersmaatregelen op taluds; bijvoorbeeld over de kans op afschuiving van het binnen- of buitentalud.



Figuur 5.2 Foto van afschuiving van een talud.

5.5.3 Lijnobjecten

Hekwerken (ook wel rasters genoemd) worden als lijnen in een aparte laag opgenomen. De noodzaak om rasters ook in de 3D te krijgen is uit beheeroogpunt niet echt aanwezig. Uit visualisatie oogpunt kunnen de raster objecten een standaard hoogte krijgen. Andere lijnobjecten zijn natuurlijk grenzen van vlakobjecten, zoals de teenlijn en de kruinlijn.

5.5.4 Puntobjecten

Lantaarnpalen en bomen worden als puntobjecten gekarteerd, met enkele attribuutwaarden eraan (hoogte, type). De aanwezigheid van lantaarnpalen is weer een indicatie dat er ook leidingen aanwezig zijn (onder de grond). Uit visualisatie oogpunt kunnen de lantaarnpalen objecten een standaard hoogte krijgen.

5.6 Data en verwerking

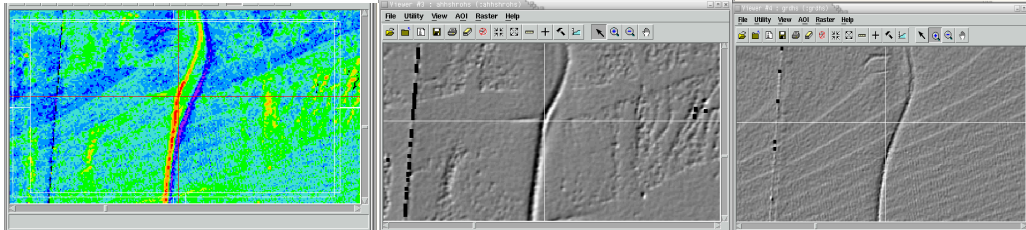
Hoewel de waterschappen vooral het GBKN als referentiebestand gebruiken, zijn er speciale wensen aan de kwaliteit van de data. Een interessante kwestie is dat de objecten die dicht bij de kruin van de dijk liggen, belangrijker zijn dan objecten die er verder vandaan liggen. Dat zorgt ervoor dat de kwaliteit van de objecten dicht bij de kruin hoog moet zijn, terwijl ergens anders de kwaliteit minder belangrijk is. In het geval van dijken geldt: hoe dicht bij de kruin, hoe gedetailleerder het bestand. Bekledingsvlakken (terreïn classificatie) met dezelfde klasse kunnen opgedeeld worden in meerdere beheersvakken.

Daarnaast zijn er nog bestanden die de situatie onder het aardoppervlak in kaart brengen. Het is duidelijk dat voor dijkbeheerders dit belangrijke bronnen zijn voor het beheer van dijken. Voorbeelden zijn databases over de bodemopbouw of CAD tekeningen van kunstwerken. Hoewel het buiten de scope van "Topografie" valt, is de link met 3D Topografie duidelijk zichtbaar: de combinatie van de gesteldheid op de dijk (topografie) als in de dijk (bodemopbouw) geeft informatie over de sterkte van de dijk. Het is duidelijk dat in deze gebruikerscase de koppeling met andere 3D bestanden een belangrijke rol speelt.

5.7 Analyses

De analyses liggen op het gebied van beheer en inspectie. Vragen als: "hoe ligt een deel van de dijk erbij, en is er iets veranderd in die situatie?" moeten beantwoord kunnen worden bij de bevragen van de topografische kaart en het hoogtemodel. Belangrijk wordt de verschilanalyse van twee DTM's. De meeste waterschappen zijn toe aan hun tweede vlakdekkende hoogtebestand. Het verschilplaatje geeft een duidelijke indruk wat er zich in de loop van de tijd heeft afgespeeld. Niet alleen het verticale gedrag, maar ook het horizontale gedrag komt bij dijken uitstekend tot uitdrukking in het verschilbeeld.

Hieronder ter illustratie een verschilbeeld uit de kwelders van Noord-Nederland (bron: AGI-RWS), waarbij een horizontale verschuiving van een object (in dit geval een geul) direct zichtbaar is in een verschilbeeld.



Figuur 5.3 Links verschilbeeld, midden hoogtemodel uit 2001, rechts hoogtemodel uit 2004.

6 Gebruikerscases versus onderzoeksactiviteiten

6.1 Algemeen

De rode draad van alle cases is dat de wil om naar 3D te gaan er is, omdat een aantal toepassingen niet of moeilijk mogelijk zijn met de huidige 2D databestanden. Voor veel gebruikers zijn volumes (3D) nodig, niet alleen surfaces (2,5D). De gemeente Den Bosch heeft volumes nodig om onder- en overbouw, en de Binnendieze in kaart te brengen, en om inhoudsberekeningen uit te kunnen voeren. In de Lekdijk case is het duidelijk dat, om de opbouw van de ondergrond, de koppeling van ondergrond aan topografie en de inwinning van kunstwerken, 3D objecten nodig zijn.

Uit alle cases komt naar voren dat de 3D informatie opgeslagen moet worden in (centrale) ruimtelijke databases die door meerdere personen en softwarepakketten benaderd kan worden. De centrale database is zowel uitgangspunt voor de opslag, als voor de analyse en de ontsluiting van de data.

6.2 Case 1: Gemeente 's Hertogenbosch

De belangrijkste wensen van de gemeente waren dat volume objecten opgeslagen kunnen worden, dat er een geo-database komt met geïntegreerde 3D objecten, en dat de oplossing software-onafhankelijk is. Gebruikers moeten via intra- en/of internet de bestanden kunnen opvragen. Integratie en filtering van meerdere bestanden moet leiden tot datareductie. Datareductie is belangrijk omdat het de handelbaarheid en de interactie met de gebruik vergroot.

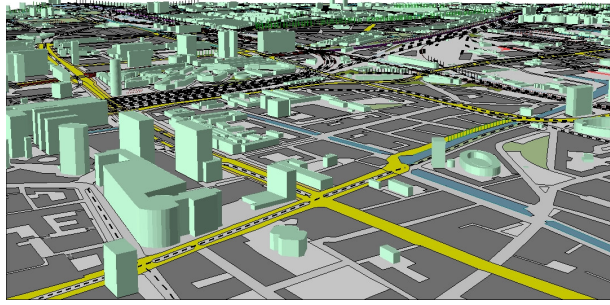
6.3 Case 2: Google Earth bij de AGI

De AGI ziet grote toekomst in de ontsluiting van geo-informatie via Google Earth. In Geo-Info 2006-3 is een uitgebreid verslag gedaan van de ontsluiting van 2D en 2.5D informatie. De ontsluiting van 3D shapefiles is nog niet succesvol verlopen. De onderzoeksgroep van het ITC heeft reeds 2D topografie en hoogtemodellen geïntegreerd en geconverteerd naar 3D CAD bestanden. Deze CAD bestanden waren wel, via Google Sketchup, te importeren en visualiseren in Google Earth. Het is niet ondenkbaar dat de onderzoeksgroepen resultaten direct in .kml formaat wegschrijven.

De AGI ziet graag dat het AHN als hoogtemodel in Google Earth geplaatst kan worden. De realisatie lijkt meer een administratief/juridische activiteit dan een technische onderzoeksvraag.

6.4 Case 3: 3D in TOP10NL

Bij de ontwikkeling van de TOP10NL is aandacht besteed voor de opslag van 3D informatie. Er zijn 3D coördinaten mogelijk ((x,y,z) in plaats van (x,y)) voor alle kaartpunten (vertices), en er kan een optioneel attribuut "hoogte" ingevoerd worden bij alle objecten. Op basis van het AHN kan een hoogte (bijvoorbeeld het gemiddelde of de maximale hoogte) aan het object gekoppeld worden, zoals te zien in Figuur 6.1.

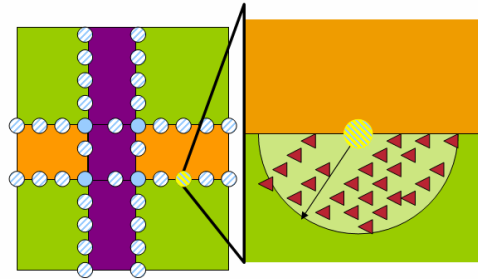


Figuur 6.1 Gemiddelde hoogte aan grote gebouwen.

De wens van de TD Kadaster richt zich in eerste instantie op 3D infrastructuur en 3D gebouwen.

Gerealiseerd moet worden dat één hoogte per object nog niets zegt over de werkelijke 3D vorm van het object. Bijvoorbeeld de gemiddelde hoogte van een talud of een schuin dak kan niet gebruikt worden om het object realistisch te visualiseren. En de gemiddelde hoogte van een kerk object, zal geen informatie bieden over de dakvorm, kerktorenhoogte etc.

Ook is het al mogelijk om automatisch per kaartpunt een z-waarde toe te voegen door te interpoleren uit de juist geselecteerde omliggende laserpunten. De juiste selectie van de laserpunten is belangrijk om een goede integratie mogelijk te maken.



Figuur 6.2 Selectie van juiste laserpunten is belangrijk.

Voor het visualiseren van 3D vlakken is het noodzakelijk dat de vlakken opgespannen worden door punten die ook daadwerkelijk in een vlak liggen. Dat betekent dat triangulatie van de objectpunten onontkoombaar is.

6.5 Case 4: Lekdijk in 3D

De vierde case beschrijft een duidelijke vraag naar volume-objecten, zoals waterkeringen, dijken, kunstwerken. Ook de uitbreiding naar ondergrond is goed denkbaar, immers de opbouw van het dijklichaam in combinatie met de topografie geeft informatie over de sterkte van het dijklichaam.

Vanuit de onderzoeksactiviteiten binnen het 3D Topografie project kan gesteld worden dat ze zich alleen richten op de topografie van de objecten, en niet op de ondergrond ervan. Maar omdat de topografie in 3D wordt ingewonnen en gemodelleerd (TEN structuur) kan het wel aangesloten worden op de ondergrond. Voor de gedetailleerdheid op GBKN niveau is een hogere punt dichtheid voor de laser dataset nodig dan het AHN.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

Allereerst is het positief om uit de gesprekken die gevoerd zijn in het kader van dit gebruikerswensenonderzoek te kunnen concluderen dat in de praktijk de wil om naar 3D te gaan er zeer zeker is. Uitspraken als "alle landmeters werken in 3D, de verwerking is ook volledig in 3D, en dan één druk op de knop en weg is de hele hoogtecomponent" en "Mijn droom is een Google Earth RWS, of een Google Earth Overheid, met kadastergrenzen, waterleidingen, rioleringen enzovoorts ... We hebben de data, dus dat is het probleem niet. Verder wil ik meer gegevens, en actuelere gegevens. Bovendien wil ik ze sneller" illustreren deze drive. Specifiekere conclusies zijn er te trekken ten aanzien van drie belangrijke aspecten, namelijk inwinning, object-representatie en platform:

Inwinning:

Allereerst is vanuit de toepassingen in de dagelijkse praktijk een belangrijke conclusie te trekken over het gewenste schaalniveau van 3D topografie. Afhankelijk van de specifieke toepassing is dit op TOP10 niveau en grootschaliger, bijvoorbeeld voor gemeentelijke toepassingen is zeker GBKN niveau gewenst.

Los van deze wens naar grootschalige 3D topografie blijkt uit de case van TD Kadaster nadrukkelijk dat integratie van de TOP10 en het AHN zeer nuttig is voor TD Kadaster. Voor veel toepassingen zijn echter hogere punt dichtheden nodig dan de huidige punt dichtheid van het AHN. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan het afleiden van dakvormen.

Naast deze eisen aan de data kan ook gesteld worden dat voor brede toepassing van 3D topografie automatisering vereist is. Semi-automatische object-reconstructie is hierbij een minimaal vereiste.

Object representatie:

Om 3D topografie afdoende te kunnen representeren, kan men niet volstaan met surfaces (2,5D), maar zijn volumes (3D) echt de benodigde bouwstenen van het 3D model. Voorbeelden die deze conclusie onderbouwen zijn o.a. te vinden in de case van de gemeente Den Bosch (denk aan onder- en overbouw, de Binnendieze en de gewenste inhoudsberekeningen), in de case van de Lekdijk (opbouw ondergrond, kunstwerken) en in de TOP10NL case (voor het modelleren van viaducten).

Platform:

In de praktijk is inmiddels het gebruik van een ruimtelijke database als uitgangspunt voor het geo-informatie gebruik standaard geworden (gemeente Den Bosch, AGI, TD Kadaster). De gegevens dienen zodanig gestructureerd te zijn dat naast bevragingen ook analyses mogelijk zijn, te denken valt aan het berekenen van zichtlijnen (gemeente Den Bosch, TD Kadaster), volumeberekening (gemeente en Bosch, Lekdijk) en analyses t.a.v. geluid en milieu (gemeente Den Bosch). Daarnaast dient vanuit de platform ontsluiting via intra- en internet mogelijk te zijn, o.a. in WMS / WFS / VRML / *.kml formaat.

Eindconclusies:

- De in de cases gewenste 3D topografie vereist inwinning op schaalniveau TOP10 en grootschaliger (zeker t/m GBKN).
- Objecten dienen gerepresenteerd te worden in een ruimtelijke 3D database met bijbehorende functionaliteit.
- Het volstaat niet om met surfaces (2,5D) te werken, alleen met volumes (3D) kan aan alle gebruikerswensen voldaan worden.

7.2 Aanbevelingen

Met dit onderzoek naar de gebruikerswensen voor 3D topografie is de eerste fase van het Ruimte voor Geo-Informatie project 3D Topografie (RGI-011) afgerond. Aan het einde van deze fase is het tijd om te bezinnen op het vervolgonderzoek in de tweede fase van het project. De komende drie jaar zal verder gewerkt worden om met methoden te komen op het gebied van inwinning, opslag en analyse die voldoen aan de wensen van de gebruikers. Op basis van dit rapport met bijbehorende conclusies zijn daarom een aantal aanbevelingen te doen die zich laten lezen als onderzoeksopdrachten voor de vervolgfase van het project 3D Topografie.

Op het gebied van inwinning van 3D gegevens is gebleken dat er vraag is naar 3D informatie op een schaalniveau vergelijkbaar met de GBKN. Deze 3D informatie dient meer te behelzen dan enkel het toevoegen van een hoogte-attribuut aan bestaande 2D objecten (waarvan in dit onderzoek door ITC Enschede overigens is aangetoond dat dit geenszins een triviaal proces is). 3D geometrieën zijn gewenst, waarbij objecten uit de categorieën bebouwing en infrastructuur nadrukkelijk genoemd moeten worden. Het onderzoek op inwinningsgebied dient zich in de tweede projectfase nadrukkelijk te richten op methoden voor het reconstrueren van 3D geometrieën uit gecombineerde 2D en hoogtedata. Gezien de gewenste mate van detail ligt het gebruik van laserscandata met hoge punt dichtheden (orde van grootte: meerdere punten perm^2) voor de hand. Hiermee komt de nadruk meer te liggen op toepassing binnen projecten, bijvoorbeeld op gemeentelijk niveau, dan op toepassingen voor het vervaardigen van een landsdekkend uniform 3D bestand.

Op het gebied van representatie, opslag en analyse van 3D gegevens is de ruimtelijke database de aangewezen implementatie-omgeving. De te ontwikkelen structuur dient in staat te zijn om om te gaan met complexe volume-objecten, maar tevens om eenvoudige representaties (zoals oppervlakte-representaties) af te leiden. Een topologische aanpak ligt voor de hand om het hoofd te bieden aan de potentiële complexiteit van de 3D structuur en om tal van analyses mogelijk te maken of te vereenvoudigen en/of versnellen. De stap van 2D naar 3D betekent ook een aanzienlijke toename in datavolume. Het verdient aanbeveling om nader onderzoek te verrichten naar compactere opslagvormen voor de TEN-structuur, waarbij binnen de database ook gebruik gemaakt kan worden van views. Daarnaast komt uit reacties van toekomstige gebruikers dat de TEN-structuur an sich vrij complex overkomt. Hiermee wordt het een vereiste dat de te ontwikkelen structuur en bijbehorende functies 'onder de motorkap' verborgen blijven en dat de gebruiker alleen met objecten te maken krijgt (en dus niet met afzonderlijke tetrahedrons).

Bijlage I: Het toetsen van het model voor 3D Topografie

Inleiding

De bijdrage van NedGraphics CAD/GIS in het onderzoek naar 3D Topografie heeft betrekking op de maatschappelijke relevantie ervan en de toepasbaarheid van de uitkomsten in de praktijk. Dit betekent dat het 3D model toepasbaar moet zijn in de praktijk en dus moet aansluiten bij de functionele wensen die hier leven. Daarbij moeten ook aspecten ten aanzien van de exploitatiefase en het beheer van de conform het model opgebouwde databestanden meegenomen worden.

Toetsingscriteria

Bij het toetsen van de toepasbaarheid wordt gekeken naar een drietal aspecten; te weten:

Gebruik: heeft de conform het model opgebouwde data meerwaarde voor de organisatie?

Haalbaarheid: is de invoering van het model mogelijk en is het te exploiteren?

Standaardisatie: is er sprake van standaardisatie? Dit in verband met mogelijk breder gebruik van de data en de communicatie met andere interne gebruikers en gebruikers of afnemers buiten de organisatie.

1. Gebruik

Ten aanzien van het gebruikaspect kan een onderscheid gemaakt worden naar functionele eisen en technische eisen.

- **Functioneel:** Hierbij zal voornamelijk gekeken dienen te worden naar de meerwaarde die deze data heeft voor de werkprocessen binnen de organisatie. Meerwaarde kan te vinden zijn in het verbeteren van de kwaliteit van de output van het proces of in de efficiëntie ervan. In sommige gevallen zal dit kostenbeperkend zijn of mogelijk extra inkomsten genereren (direct effect), in sommige gevallen zal er sprake zijn van het voorkomen en/of beperken van maatschappelijke overlast en de daarbij optredende schade.
- **Technisch:** Hier zal met name gekeken moeten worden naar de randvoorwaarden die invoering van het model met zich meebrengen en hoe de aansluiting is te realiseren met de huidige bestaande operationele omgeving.

1.1. Functioneel:

De beschreven gebruikers cases geven geen duidelijke functionele toepassingen met de daarbij horende wensen aan. Wel is duidelijk dat er een behoefte bestaat aan 3D data.

De kernbegrippen die uit de cases zijn af te leiden zijn:

1.1.1. Visualisatie

Breed begrip waaronder de volgende functionele gebruiksmogelijkheden vallen:

- Weergeven van objecten tot in detail
- Weergeven van situaties ten behoeve van ruimtelijke studies en planvorming
- Verzorgen van presentaties
- In algemene zin het weergeven van ligging en locatie van objecten

1.1.2. Onderlinge samenhang van objecten, daar waar 2D onvoldoende informatie geeft

- Kunstwerken op verschillende niveaus; in 2D is een "gekunstelde" manier van toepassing om de verschillende niveaus van infrastructuur aan te geven.

- Infrastructuur
- Bebouwing

Beperkingen in de huidige systemen en (basis) bestanden zijn aanleiding tot de wens om een meer op de werkelijkheid gelijkende weergave van de situatie te kunnen genereren. Dit bijv. in relatie tot onderzoek naar consequenties van nieuwe te ontwikkelen situatie maar ook bijv. in relatie tot wetgeving, zoals de authentieke registratie Gebouwen en adressen (waar de opbouw van panden in complexe gevallen vraagt om een 3D model) en bestemmingplannen

1.1.3. Meten; of te wel het afleiden van verbanden en gegevens.

- Werkelijke afstanden
- Hoogteverschillen
- Volumes
- Taluds; specifiek genoemd bij het onderhouden van bijv. bermen.

1.1.4. Signaleren van veranderingen

- In de openbare ruimte; signaleren van illegale bouw
- Zettingen in ondergrond en infrastructurele kunstwerken zoals dijklichamen.

1.1.5. Voorspellen van effecten van voorgenomen ingrepen in de omgeving en/ of gebeurtenissen

- Effect van bebouwing op de omgeving; bezonning, zichtanalyses, straalpaden
- Ontwerpfouten vroegtijdig signaleren
- Effect van wateroverlast
- Geluidsschermen
- Rampenscenario's met bijbehorende ontruimingsplannen

1.1.6. Algemene toepassing:

- Toepassing als communicatie middel ("plaatje zegt meer dan 1000 woorden")
- Weergave van de situatie op een meer in deze tijd passende manier. Het imago van een organisatie kan worden "opgepoetst" door te presenteren op een wijze die meer in overeenstemming is met de huidige computer games (sexy, fancy). De burger zal steeds meer de geavanceerde manier van presentatie als normaal gaan beschouwen en een organisatie moet hierop anticiperen.

1.2. *Technisch; belangrijke aspecten hierbij zijn, in het kader van de inpasbaarheid in de huidige organisatie:*

- Centraal beschikbaar; dat wil zeggen opslag in een database.
- Gebruik met veel detail en globaal afhankelijk van de situatie en het beoogde resultaat; aggregatie moet mogelijk zijn. Gebruik "van dakkapel tot terreindeformatie".
- Opslaan van de historie moet mogelijk zijn. Op basis van historie verschillen detecteren.
- Integratie en toepasbaar samen met de huidige basisbestanden zoals de GBKN, Top10 (e.a.) en specifieke themabestanden. Deze integratie aspecten zullen met name van belang zijn om het moment van invoering van 3D data te bepalen.

- Systeem onafhankelijkheid; bestaande afnemende en leverende systemen moeten gehandhaafd kunnen blijven. Belangrijk aspect is de mogelijkheid om met het 3D model de huidige 2D toepassing min of meer te kunnen bedienen.
- Naast integratie aspecten zijn actualiteit en nauwkeurigheid van belang.

2. Haalbaarheid

Wat zijn de consequenties van het invoeren van een 3D datamodel voor de organisatie? Dit is een belangrijke vraag voor elke potentiële gebruiker van 3D topografie. Op dit moment is deze vraag echter nog niet te beantwoorden, aangezien de onderzoeksresultaten van de komende jaren de antwoorden op deze vragen zal bepalen. Toch willen we al wel de relevante aspecten opsommen die organisaties in de toekomst kunnen gebruiken om te toetsen of de stap naar 3D een reële optie voor ze is.

2.1. Initiële fase

2.1.1. Benodigde investeringen ten behoeve van

- Aankoop bestanden
- Apparatuur
- Software
- Inwinnen van extra gegevens

2.1.2. faseringsmogelijkheden

2.1.3. personele consequenties

- benodigde competenties
- opleidingen

2.2. Beheer of exploitatie fase

2.2.1. Onderhoudbaarheid

- Aantal FTE's
- Systeembeheer
- Applicatiebeheer

2.2.2. actualisatie aspecten

- actualisatie graad en frequentie
- gevolgen voor organisatie mbt processen en personeel

2.2.3. kosten

3. Standaardisatie

Standaardisatie is na de eerste ontwikkelingsfase zeker noodzakelijk om het gebruik van 3D data in de communicatie -zowel binnen de eigen organisatie als naar derden- goed mogelijk te maken. Daarom is behoefte aan een afsprakenstelsel ten aanzien van:

- Inhoud van de data; classificaties, attributen en begrippen
- Uitwisseling; waardoor gebruik van de data door derden buiten de eigen organisatie mogelijk wordt (verzekeringsmij en/of makelaar)

Wederom zijn dit punten die vooral van toepassing zullen blijken te zijn na afloop van het onderzoeksproject 3D Topografie, maar ook tijdens de ontwikkelingsfase verdient het de aanbeveling deze aspecten als serieuze aandachtspunten te gebruiken.

Bijlage II: Verslag workshop

Vooraf

Dit verslag beschrijft de workshop, getiteld 3D Topografie Gebruikerswensen en huidige mogelijkheden, die op 28 april 2006 gehouden werd bij Oracle Nederland, in De Meern.

Auteur: Friso Penninga

Verslag GIN studiedag 3D Topografie: Gebruikerswensen en huidige mogelijkheden

Als afsluiting van het deelonderzoek 'Gebruikerswensen' binnen het RGI-project 3D Topografie vond vrijdag 28 april de GIN Studiedag 3D Topografie plaats. Een kleine 80 geïnteresseerden verzamelden zich bij Oracle in De Meern om zich te laten bijpraten over de huidige stand van zaken van het onderzoek en om mee te discussiëren over toekomstige ontwikkelingen.

Binnen het onderzoek zijn een viertal gebruikerscases geselecteerd met als doel om tezamen het werkveld 'geo-informatie' redelijk af te dekken. Binnen deze vier cases is door de RGI-onderzoekers gekeken naar de huidige ontwikkelingen richting 3D topografie, zowel qua inwinning, opslag als bewerking en analyse. In het ochtendprogramma van de studiedag werden deze ontwikkelingen toegelicht door de direct betrokkenen. Het spits werd afgebeten door Bram Verbruggen die helder uiteenzette hoe 3D topografie binnen de gemeente 's Hertogenbosch kan helpen om beter inzicht te verschaffen in complexe situaties. Met de deels ondergronds lopende Binnendieze heeft de gemeente een fraai voorbeeld van een complexe 3D situatie binnen de stadsgrenzen. Het stokje werd overgenomen door Paul van Asperen die namens de AGI inging op de verkenningen rond de inzet van Google Earth als communicatiemiddel tussen overheid en burgers. Alhoewel de binnen Google Earth gecreëerde video een fraai overzicht gaf van de plannen voor de randweg Eindhoven, bleken er toch een aantal haken en ogen aan de inzet van Google Earth te kleven. Na de koffiepauze vertelde Job Nijman van Fugro over een project voor Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, waarin de derde dimensie niet alleen betrekking had op bovengrondse topografie maar ook op de bodemopbouw. Als laatste in de ochtend kwam Nico Bakker van TD Kadaster aan het woord over de huidige hoogterepresentatie binnen TOP10vector en TOP10NL, om vervolgens een verlanglijstje in te dienen voor uitbreiding naar de 3e dimensie voor zowel de korte als lange termijn.

Na de lunchpauze bood Jeroen Borst van TNO Bouw en Ondergrond een inkijkje in de stand van zaken op het gebied van 3D milieumodellering, waarbij o.a. voor de verspreiding van geluid en NO₂ rond wegen rekening werd gehouden met afscherming door bebouwing en vegetatie. Na deze fraaie presentatie was het de beurt aan de onderzoekers binnen het RGI project om in een tweetal presentaties de technologische stand van zaken rond 3D inwinnen (promotie-onderzoek van Sander Oude Elberink, ITC, gepresenteerd door George Vosselman) en 3D verwerken en modelleren (promotie-onderzoek Friso Penninga, TU Delft) toe te lichten. George Vosselman toonde aan de hand van testen rond het Prins Clausplein aan dat integratie van 2D topografie (TOP10vector) en hoogtegegevens (AHN) minder eenvoudig is dan het koppelen van wat z-waardes aan de 2D coördinaten. Friso Penninga ging vervolgens in op het gewenste datamodel voor opslag binnen een ruimtelijke database. Deze modellering is gebaseerd op het opdelen van alle 3D objecten in tetraëders, een methode die grote rekenkundige voordelen biedt terwijl de bijbehorende complexiteit 'onder de motorkap' verborgen kan blijven. Na een korte theepauze draaide het vervolgens om de belangrijkste vraag: bieden de technologische ontwikkelingen ook daadwerkelijk de vanuit de use-cases

gewenste oplossingen? Deze confrontatie nodigde uit tot veel respons uit de zaal. Met name de vraag of 3D topografie integraal landsdekkend aangeboden moet worden of dat de toepassing beperkt blijft tot lokale, projectmatige inzet, nodigde uit tot discussie. Na tal van kritische kanttekeningen en aanvullende wensen kon geconcludeerd worden dat het onderzoek binnen het RGI-project 3D Topografie op de goede weg is en dat zowel praktijk als wetenschap reikhalzend uitkijken naar de uitkomsten!

Corresponding address

Onderzoeksinstituut OTB
Technische Universiteit Delft
Jaffalaan 9, 2628 BX Delft
Postbus 5030, 2600 GA Delft
Telefoon (015) 278 30 05
Fax (015) 278 44 22
E-mail mailbox@otb.tudelft.nl
www.otb.tudelft.nl