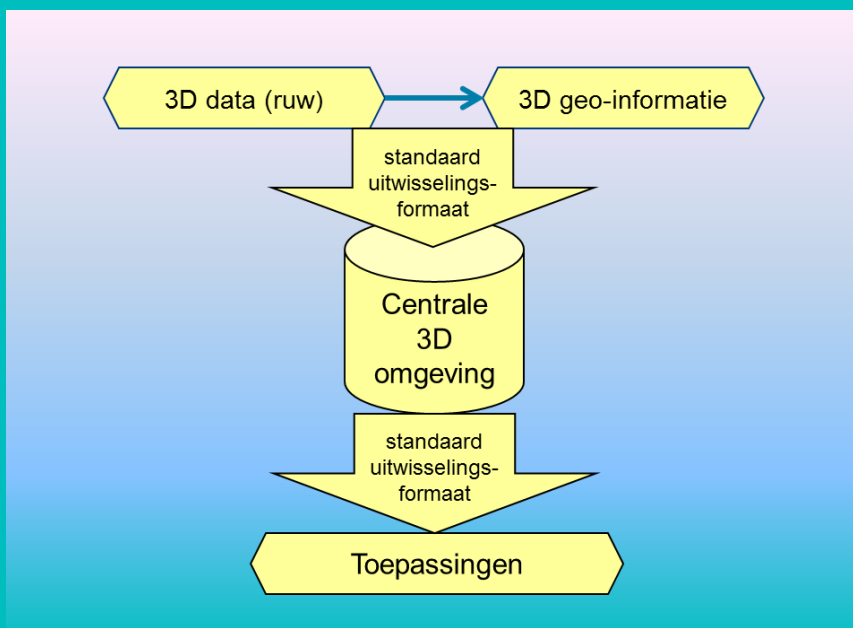


# 3D Pilot

## Managementsamenvatting

Jantien Stoter, Joris Goos, Rick Klooster, Marcel Reuvers,  
Edward Verbree, Gerbrand Vestjens, George Vosselman





3D Pilot

Managementsamenvatting

Impressie van een jaar samenwerken

Jantien Stoter, Joris Goos, Rick Klooster, Marcel Reuvers,  
Edward Verbree, Gerbrand Vestjens, George Vosselman



Jantien Stoter, TU Delft, Kadaster, Geonovum  
Joris Goos, Gemeente Rotterdam  
Rick Klooster, Gemeente Apeldoorn  
Marcel Reuvers, Geonovum  
Edward Verbree, TU Delft  
Gerbrand Vestjens, Geodelta  
George Vosselman, NCG en ITC, U Twente

3D Pilot. Managementsamenvatting. Impressie van een jaar samenwerken  
Jantien Stoter, Joris Goos, Rick Klooster, Marcel Reuvers, Edward Verbree, Gerbrand Vestjens,  
George Vosselman  
Nederlandse Commissie voor Geodesie, Netherlands Geodetic Commission 51, 2011  
ISBN: 978 90 6132 329 7

Bureau van de Nederlandse Commissie voor Geodesie  
Jaffalaan 9, 2628 BX Delft  
Postbus 5030, 2600 GA Delft  
Tel.: 015 278 28 19  
Fax: 015 278 17 75  
E-mail: [info@ncg.knaw.nl](mailto:info@ncg.knaw.nl)  
Website: [www.ncg.knaw.nl](http://www.ncg.knaw.nl)

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

# Inhoudsopgave

<b>Dankwoord</b>	<b>v</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Doel van de 3D Pilot	1
1.2 Uitleg over de eindrapporten van de 3D Pilot	1
1.3 Leeswijzer	2
<b>2. Aanpak 3D Pilot</b>	<b>3</b>
2.1 Overall aanpak	3
2.1.1 Genereren van 3D informatie	4
2.1.2 3D standaard NL	4
2.1.3 3D testbed	5
2.1.4 3D use cases	5
<b>3. Belangrijkste resultaten van de 3D Pilot per activiteit</b>	<b>7</b>
3.1 3D data en informatie aanbod	7
3.1.1 Belangrijkste bevindingen van werkgroep 3D Aanbod	9
3.1.2 Genereren van CityGML gecodeerde data	9
3.2 3D standaard NL	10
3.3 Het 3D testbed	12
3.4 De use cases	13
3.5 Evaluatie van één jaar 3D Pilot door 3D Pilot deelnemers	15
<b>4. Belangrijkste conclusies en aanbevelingen</b>	<b>17</b>
4.1 Conclusies	17
4.1.1 Haalbaarheid 3D	17
4.1.2 3D standaard is belangrijk en gerealiseerd	17
4.1.3 3D referentieset is nodig en haalbaar	17
4.1.4 3D NL georganiseerd	18
4.1.5 Ontbreken van kennis werkt remmend	18
4.1.6 Succes van de aanpak	18
4.2 Aanbevelingen	19
4.2.1 Verder ontwikkelen en beheer 3D standaard NL	19
4.2.2 3D referentieset NL	19
4.2.3 In stand houden 3D NL netwerk	19
4.2.4 Onderwerpen voor verdere uitwerking in pilot verband	19
<b>Appendix 3D Pilot deelnemers</b>	<b>21</b>



# Dankwoord

De 3D Pilot is tot stand gekomen door heel veel enthousiaste, gedreven en bedreven mensen die de inspiratie hadden om aan de discussies en activiteiten van de 3D Pilot bij te dragen zonder dat hier directe compensatie tegenover stond. Deze personen kan ik hier niet allemaal noemen, door het risico er een te vergeten. Al deze bijdragen hebben ervoor gezorgd dat 3D niet langer omhuld is door onzekerheden maar dat 3D in Nederland is 'to stay'. Het was een enorm rijke en unieke ervaring om met deze mensen te hebben mogen samenwerken en om van deze veelheid aan kennis en ervaring te hebben mogen leren. Ik wil dan ook iedereen bedanken die ik op de vele momenten en manieren ben tegengekomen tijdens het uitvoeren van de 3D Pilot.

Jantien Stoter

6 juni, 2011





# 1. Inleiding

## 1.1 Doel van de 3D Pilot

De afgelopen tien jaar zijn technologieën voor het genereren en beheren van 3D geo-informatie uitgegroeid tot volwassen producten. Tegelijkertijd zijn de kosten voor 3D geo-informatie en 3D toepassingen aanzienlijk verminderd. Toch aarzelen veel (overheids) organisaties om 3D te introduceren in hun dagelijkse processen. Dit komt mede doordat er geen generieke aanpak bestaat voor 3D geo-informatie en ook doordat kennis over 3D technieken nog steeds erg schaars is en niet eenvoudig toegankelijk voor nieuwkomers. Veel relevante kennis is alleen voorhanden bij software en data leveranciers waardoor het niet makkelijk is een onafhankelijk advies te krijgen. Aan de andere kant is het voor data- en softwareleveranciers niet makkelijk om vraaggerichte producten en diensten te leveren (de vraag is immers niet altijd duidelijk). Een andere belemmering voor 3D zijn de financieringsmodellen van gemeenten. Deze berekenen de mogelijke kosten van het genereren en beheren van 3D geo-informatie voor een afdeling geo-informatie en hebben onvoldoende aandacht voor de baten die zeer diverse applicaties, ook buiten de afdeling geo-informatie, van een 3D aanpak hebben.

Duidelijk is wel dat 3D toepassingen erg belangrijk zijn en nog belangrijker gaan worden voor een duurzaam beheer van de dichtbebouwde omgeving in Nederland. De wereld is immers 3D, waardoor een 3D benadering aanzienlijk meer mogelijkheden heeft voor het beheer en plannen van de openbare ruimte (ondergrondse- en bovengrondse informatie kunnen integraal worden meegenomen). Ook maakt een 3D benadering het mogelijk betere voorspellingen te doen zoals bij overstromingen, luchtstroom- en geluidsimulaties (meer voorbeelden van 3D toepassingen zijn te vinden in het eindrapport van de werkgroep 3D Use cases). Daarom hebben het Kadaster, Geonovum, de Nederlandse Commissie van Geodesie en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu het initiatief genomen voor de 3D Pilot. In deze Pilot (looptijd maart 2010 tot maart 2011) hebben meer dan 60 private, overheids- en wetenschappelijke organisaties een jaar lang samengewerkt.

Het doel van de 3D Pilot was om toepassingen van 3D geo-informatie een impuls te geven door 3D technieken en 3D behoeften tegelijkertijd te bestuderen en aan de hand hiervan een 3D standaard vast te stellen. Een jaar samenwerken moest ertoe leiden dat kennis over de meerwaarde van 3D en over 3D data en technieken laagdrempelig beschikbaar zou komen voor heel veel organisaties.

De 3D Pilot is onderverdeeld in vier activiteiten, te weten: 1) genereren van 3D informatie, 2) vaststellen van een 3D standaard NL, 3) ontwikkelen en bouwen van een testbed om 3D data te beheren en toegankelijk te maken en 4) definiëren en uitvoeren van use cases.

## 1.2 Uitleg over de eindrapporten van de 3D Pilot

Voor elk van de vier 3D Pilot activiteiten is in een eindrapport beschreven wat er precies gedaan is en bereikt is binnen de activiteit. Inclusief deze managementsamenvatting, zijn de resultaten van de 3D Pilot dus verwoord in vijf rapportages:

1. 3D Pilot. Eindrapport werkgroep Aanbod van 3D geo-informatie;
2. 3D Pilot. Eindrapport werkgroep 3D Standaard NL;
3. 3D Pilot. Eindrapport werkgroep 3D Testbed;
4. 3D Pilot. Eindrapport werkgroep 3D Use cases.

Omdat er veel kennis- en ervaringuitwisseling heeft plaats gevonden tussen de vier activiteiten, is er ook overlap tussen de vier rapporten. Zo komt de standaard CityGML in elk rapport prominent terug. Maar elk rapport heeft zijn eigen accent, afhankelijk van de kernproblematiek van de activiteit. Omdat de lezer geïnteresseerd zou kunnen zijn in een specifiek rapport, hebben de auteurs besloten deze overlap te laten bestaan (een bepaald onderwerp kan immers relevant zijn voor alle vier activiteiten).

Alle eindrapporten worden opgenomen in de NCG reeks en zijn te vinden op de websites van respectievelijk NCG en Geonovum:

1. <http://www.ncg.knaw.nl/Publicaties/groeneserie.html>;
2. <http://www.geonovum.nl/geostandaarden/bibliotheek/publicaties>.

### **1.3 Leeswijzer**

Dit rapport beschrijft de overall aanpak van de 3D Pilot in hoofdstuk 2 en vat de voornaamste resultaten en conclusies per activiteit samen in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 eindigt met de belangrijkste conclusies en aanbevelingen van de 3D Pilot.

## 2. Aanpak 3D Pilot

Een belangrijk principe bij het behalen van zinvolle resultaten die daadwerkelijk een doorbraak op het gebied van 3D brengen, is dat gebruik en aanbod van zowel de data als de techniek bij elkaar worden gebracht. Aan de ene kant moet het aanbod optimaal worden afgestemd op de wensen van de gebruiker, maar aan de andere kant is (ook in de pilot) gebleken dat de gebruiker zijn/haar wensen beter begrijpt als hij/zij wordt 'geconfronteerd' met de technische mogelijkheden. Dit principe is leidend geweest voor de aanpak van de pilot, welke verder wordt beschreven in dit hoofdstuk.

### 2.1 Overall aanpak

De pilot had hoge ambities: een testbed bouwen rond use cases op een geselecteerd testgebied ten einde overeenstemming te krijgen over een 3D standaard. Om deze doelstelling te realiseren, was het vanaf het begin af aan duidelijk dat er zowel veel aanbieders als gebruikers van 3D data en bijbehorende technieken betrokken moesten worden. In januari 2010 is een oproep gedaan voor deelname waarop meer dan 45 organisaties positief reageerden. Omdat de pilot in de loop van het jaar veel belangstelling kreeg en meerdere partijen zich hebben aangesloten, is de lijst met deelnemers uiteindelijk gegroeid tot ongeveer 65 organisaties (zie de Appendix).

De activiteiten van de 3D Pilot zijn niet tot Nederland beperkt gebleven. De 3D Pilot heeft bijvoorbeeld ook buitenlandse partijen getrokken (België en Duitsland). Daarnaast zijn er veel partijen die buiten Nederlandse grenzen werken en zijn van een aantal partijen de moederorganisaties die in andere landen gevestigd zijn intensief betrokken bij de 3D Pilot. Ook zijn de (tussen)resultaten van de pilot op diverse internationale bijeenkomsten gepresenteerd en besproken.

Alle deelnemers is aan het begin gevraagd een motivatie te schrijven om de 3D Pilot optimaal te kunnen laten aansluiten op de behoeften en ervaringen van de deelnemers. Deze motivaties bevestigden dat 3D voornamelijk wordt gebruikt in specifieke applicaties en dat er daarom een behoefte is aan een uniforme en generieke aanpak voor 3D informatie modellering.

Om de doelstellingen van de pilot met zoveel verschillende partijen te realiseren hebben we vier samenhangende activiteiten gedefinieerd, met elk een eigen trekker (zie figuur 1).

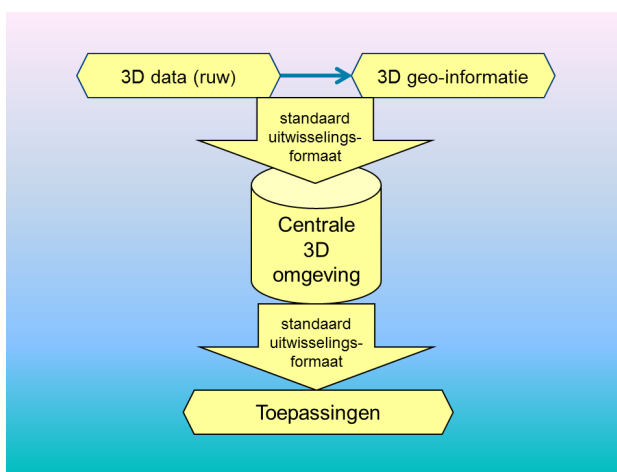
1. Aanbod van 3D geo-informatie.

2. Standaarden.

3. Testbed.

2. Standaarden.

4. Toepassingen.



Figuur 1. Overzicht van de vier activiteiten van de 3D Pilot.

De vier activiteiten zijn:

1. Genereren van 3D informatie (trekker: Joris Goos, Gemeente Rotterdam).
2. Vaststellen van een 3D standaard NL (trekker: Marcel Reuvers, Geonovum).

3. Ontwikkelen en bouwen van een testbed om 3D data te beheren en toegankelijk te maken (trekker: Edward Verbree, OTB, TU Delft).
4. Definiëren en uitvoeren van use cases (trekker: Rick Klooster, Gemeente Apeldoorn).

De meerwaarde van deze aanpak is dat iedere organisatie zich op de eigen expertise en interesse kon richten, terwijl er toch gezamenlijk aan de 3D Pilot werd gewerkt.

Alle deelnemers hebben zich ingeschreven voor een (of meerdere) activiteiten die parallel zijn uitgevoerd. Iedere 6 – 8 weken is er een plenaire sessie gehouden met alle deelnemers waar lopende zaken zijn besproken (zeven sessies in totaal). Tijdens deze sessies was bovendien ruime gelegenheid om ervaringen en kennis onderling uit te wisselen. De activiteitentrekkers zorgden in de tussentijd voor de afstemming. Voor de 3D Pilot is een virtuele werk- en discussieomgeving ingericht, inclusief LinkedIn groep met ongeveer 300 deelnemers (stand van zaken mei 2011).

Bij de start van de 3D Pilot is ook een klankbordgroep gedefinieerd die gaande de pilot een eigen vorm heeft gekregen. Het oorspronkelijke idee was om deelnemers in deze groep te laten plaats nemen die feedback zouden geven op de voortgang van de 3D Pilot. Maar in de loop van de pilot bleek het effectiever om deze activiteit te gebruiken om extra aandacht te kunnen geven aan reflecties van alle pilot deelnemers en om deze direct te gebruiken bij de sturing van de pilot. Dientengevolge heeft Gerbrand Vestjens (Geodelta) als trekker van deze activiteit ervaringen van de deelnemers in de pilot op diverse momenten en manieren gemonitord en teruggekoppeld.

Het projectteam van de 3D Pilot bestond uit de projectleider (Jantien Stoter; werkzaam bij Kadaster, TU Delft en Geonovum), de trekkers van de vier activiteiten (Joris Goos, Marcel Reuvers, Edward Verbree en Rick Klooster), Gerbrand Vestjens (vertegenwoordiger van de klankbordgroep) en George Vosselman (ITC, U Twente) als vertegenwoordiger van de NCG. Yvonne Verdonk (Geonovum) heeft de organisatie van de openbare slotsessie en disseminatie van de 3D Pilot resultaten getrokken.

De doelstellingen van iedere activiteit worden hieronder toegelicht.

### **2.1.1 Genereren van 3D informatie**

Het doel van deze activiteit was het inventariseren van beschikbare 3D data alsook technieken om 3D informatie (automatisch) te genereren vanuit verschillende bronnen zoals laserpuntwolken, lucht- en terreinopnamen, 2D onder- en bovengrondse data, 3D modellen vervaardigd voor bouwapplicaties (CAD/AEC/BIM/IFC).

Op deze manier konden nieuwkomers leren welke data al beschikbaar is, met welke technieken je 3D informatie kunt genereren en hoeveel (inspanning) het kost om een 3D model op te bouwen. De groep hield zich ook bezig met technieken om 2D data te verrijken tot 2.5D en 3D. Daarnaast heeft deze activiteit alle testdata beschikbaar gesteld van het geselecteerde testgebied (Kop van Zuid, Rotterdam) voor de overige activiteiten.

### **2.1.2 3D standaard NL**

De focus van deze activiteit was het ontwikkelen van de 3D standaard welke enerzijds voldoet aan de eisen die al doende binnen de pilot naar boven kwamen en anderzijds aansluit op nationale en internationale standaarden.

Voor deze aansluiting is gekeken naar het nationale standaardenkader voor geo-informatie en naar internationale 3D standaarden in zowel het CAD als (3D) geo-informatie domein. Voor geo-informatie is de standaard CityGML (OGC standaard sinds 2008) van uitzonderlijk belang gebleken (zie sectie 3.2). Voor wat betreft de nationale standaarden bouwt de 3D standaard voort op de domein-informatiemodellen gedefinieerd onder NEN3610, zoals IMRO (ruimtelijke planning), IMKL (kabels en leidingen), IMBOD/IMBRO (bodem en ondergrond), water (IMWA), TOP10NL (topografie), IMGEO (grootschalige topografie). Hiertoe is de semantische integratie tussen CityGML en de informatiemodellen onderzocht. Uiteindelijk is er een voorstel voor een 3D standaard NL geformuleerd die het IMGeo uitbreidt naar de derde dimensie.

### **2.1.3 3D testbed**

Het doel van het testbed was om een onderzoeksomgeving te creëren voor het verrichten van experimenten met data en services voor alle deelnemers, waarna de resultaten werden geëvalueerd en verspreid.

Binnen deze activiteit is een 3D testbed ontworpen en geïmplementeerd waar alle 3D data en informatie binnen de 3D Pilot samen wordt beheerd en beschikbaar is gesteld voor alle deelnemers. Het testbed is rond een database ingericht bij de sectie GIS van de TU Delft die CityGML implementeert. Deze database is gedurende het project getest en aangepast aan voortschrijdende inzichten rond de use cases en 3D standaard NL. Daarnaast was het doel van het testbed om 3D Pilot deelnemers te laten kennis nemen van en experimenteren met 3D technieken. Uiteindelijk zouden de ervaringen van het testbed moeten leiden tot inzicht over wat is er, wat er ontbreekt en welke ontwikkelingen nodig zijn voor een 3D geo-informatie infrastructuur.

### **2.1.4 3D use cases**

Deze activiteit had als doel om behoefte aan 3D geo-informatie en 3D technieken te specificeren door het definiëren en uitvoeren van use cases. De use cases vormden een belangrijke motor van de 3D Pilot. Het uitvoeren van de use cases is in nauw overleg gedaan met informatie en data aanbieders (activiteit 1) en het 3D testbed (activiteit 3). De ervaringen die tijdens het uitvoeren van de use cases zijn opgedaan, zijn vervolgens weer gebruikt om de 3D standaard NL verder te ontwikkelen (activiteit 2).



## 3. Belangrijkste resultaten van de 3D Pilot per activiteit

*In dit hoofdstuk worden per activiteit de belangrijkste resultaten beschreven. Aan het einde van dit hoofdstuk wordt geëvalueerd hoe 3D Pilot deelnemers de 3D Pilot hebben ervaren.*

### 3.1 3D data en informatie aanbod

Binnen het werkpakket 3D data en informatie aanbod hebben veel data-leveranciers data beschikbaar gesteld van het testgebied de Kop van Zuid in Rotterdam: TOP10NL, GBKN, AHN2 (punt dichtheid 10 pnt per m<sup>2</sup>), door Fugro in opdracht van Rotterdam ingewonnen laserpuntdata (punt dichtheid 30 pnt per m<sup>2</sup>), DTB (2,5D bestand van RWS), Cyclomedia orthofoto's en cyclorama's, hoge resolutie puntdata van terrestrische laserscanners geïntegreerd met panoramische foto's (door Topcon Sokkia), panorama video van Horus Surround Vision, opnames van Igem etc.

Een aantal 3D Pilot deelnemers hebben de beschikbare data opgewerkt tot verschillende soorten 3D modellen van het testgebied. Enkele voorbeelden zijn te zien in figuur 2.

**Toposcopia** heeft een fotorealistische 3D CityGML model van het testgebied gecreëerd.

**Horus Surround Vision** heeft een bijna real-time 3D model van 360 graden video-opnamen geconstrueerd.

**IT-Pro-People** heeft 3D gebouwen gereconstrueerd uit laserpunt data en deze ingevoegd in een Oracle-database.

**ITC, Universiteit Twente** heeft zelfontwikkelde software toegepast om een 3D topografische model van laserpunt data (gefilterd tot 1 – 2 p/m<sup>2</sup>) en TOP10NL gegevens te genereren, waarbij rekening wordt gehouden met specifieke kenmerken per object-klasse (zie ook Oude Elberink, 2010)<sup>1</sup>.

**Object Vision** had al een LOD1 3D model van heel Nederland beschikbaar op basis van TOP10vector data en AHN1. Dit model is beschikbaar via <http://www.objectvision.nl/Geodms/products/3dshapes.htm>. Dit model bleek voldoende nauwkeurig voor applicaties die een model van heel Nederland nodig hebben.

**iDelft BV** heeft zelfontwikkelde software toegepast om automatisch een CityGML model van het testgebied te genereren op basis van 2D gebouw polygonen en AHN2, getextureerd met luchtfoto's (voor daken) en terrestrische beelden. Het terrein is gemodelleerd met een Digitaal Terrein Model en dit alles is gevisualiseerd in een CityGML viewer. Momenteel werkt iDelft aan het automatisch genereren van zeer gedetailleerde gegevens zonder het gebruik van de gebouw polygonen. Dit heeft als voordeel dat geen rekening hoeft te worden gehouden met temporele verschillen tussen twee datasets.

**Bentley** heeft beschikbare 2D gegevens (TOP10NL en grootschalige topografische gegevens op schaal 1:1.000) opgewaardeerd naar een 3D model met verschillende Bentley-software modules. De gegenereerde data is overgezet naar de CityGML database die is geïmplementeerd in het 3D Pilot testbed (zie verder).

Het **Kadaster** heeft een 3D TOP10NL versie gegenereerd van de hoge resolutie laser punten door allereerst een z-coördinaat toe te voegen aan ieder vormpunt van een TOP10NL object. Vervolgens is een triangulatie van AHN2 uitgevoerd met de TOP10NL vlakken als breeklijnen, zodat ieder TOP10NL vlak gerepresenteerd kan worden door middel van een 2.5D surface.

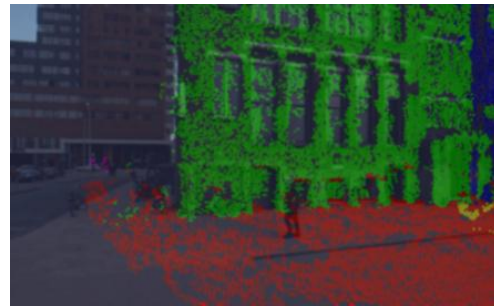
Bijhouding van eenmaal gegenereerde datasets is niet uitgebreid onderzocht maar is zeker een belangrijk aspect voor een vervolgstudie (zie ook de volgende sectie en de use case 'mutatiesignalering' in het eindrapport van de 3D use cases).

1. Oude Elberink, S.J. (2010) Acquisition of 3D topography: automated 3D road and building reconstruction using airborne laser scanner data and topographic maps. Enschede, University of Twente Faculty of Geo-Information and Earth Observation ITC, 2010. ISBN: 978-90-6164-288-6.

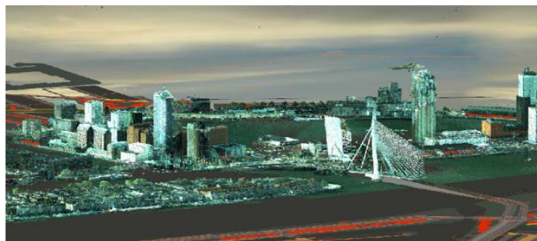




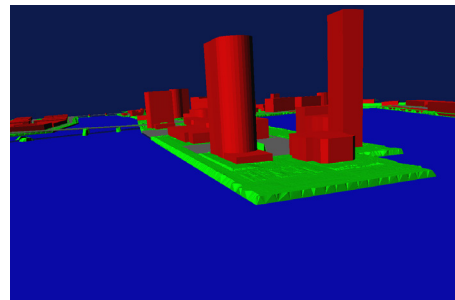
CityGML-LOD2 inclusief boommodellen, door Toposcopia (CityGML).



Panorama video bijna real-time geconverteerd naar 3D puntenwolk (door stereografie) door Horus surround vision.



CityGML-LOD2 uit laserdata, door IT-Pro-People (m.b.v. Trrea Solid, Bentley software).



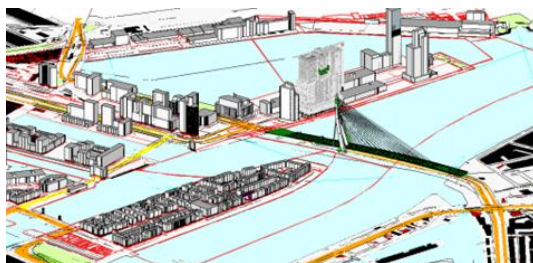
3D TOP10NL op basis van zinnvolle combinatie met laserpuntdata, door ITC, door U Twente.



CityGML gebouwen en bomen, door iDelft en Alterra.



Data van alle use cases in één omgeving, door Bentley.



3D TOP10NL in CityGML, door Bentley.



Toekennen van z-waarde aan elke TOP10NL vertex door Kadaster.

Figuur 2. Voorbeelden van bewerkte 3D data binnen 3D Pilot.



### **3.1.1 Belangrijkste bevindingen van werkgroep 3D Aanbod**

De ervaringen van dit werkpakket zijn gestructureerd in het eindrapport van de werkgroep Aanbod van 3D geo-informatie aanbod dat een goed overzicht geeft van de reeds beschikbare 3D data (inclusief informatie zoals landsdekkendheid) alsook technieken om (semi-)automatisch 3D informatie te genereren eventueel op basis van 2D informatie en welke (financiële) inspanning hiervoor nodig is. Dit eindrapport bevat ook overwegingen met betrekking tot het opbouwen en plaatsen van 3D geo-informatie in de eigen organisatie, vanuit het perspectief van een overheidsorganisatie.

De belangrijkste bevindingen uit dit rapport zijn de volgende:

- De in Nederland aanwezige brongegevens (zoals TOP10NL, GBKN/BAG, DTB, AHN2, 3D CAD, AEC, BIM of IFC modellen uit ontwerp of bouw en GeoTOP) en datasets die uit inwinning kunnen worden verkregen (zoals stereo luchtfoto's, oblique luchtfoto's, 360° panoramafoto's, en laseraltimetrische data uit airborne, dynamische of terrestrische inwinning) vormen samen rijke startgegevens voor de opbouw van 3D geo-informatie.
- Er zijn vier belangrijke technisch inhoudelijke redenen om bij opbouw van 3D informatie uit te gaan van bestaande registraties:
  - Aansluiten op bestaande registraties betekent aansluiten (via GIS) op bestaande toepassingsdomeinen.
  - Bestaande registraties bevatten soms semantisch rijke informatie, die moeilijk te verkrijgen is uit inwinningstechnieken (zoals fotogrammetrie en laseraltimetrie).
  - Bestaande registraties bevatten informatie over objecten die de automatiseringsgraad van de methode en de kwaliteit van automatisch bepaalde semantische objecten verhoogt.
  - Bij de bijhouding kan gebruik worden gemaakt van het bijhoudingsproces (of in ieder geval de daarbij gebruikte informatie) van de bestaande registraties.
- Op dit moment bestaan nog geen succesvolle technieken, anders dan de combinatie met bestaande (2D) gegevens en hun semantiek, om volledig automatisch tot semantisch rijke 3D geo-informatie te komen. Verwacht wordt dat daar met de introductie van een standaard referentieformaat en de ontwikkeling van het toepassingsdomein voor 3D geo-informatie verandering in komt.
- Vanuit het perspectief van een overheidsorganisatie is de positionering van 3D geo-informatie in de organisatie niet eenvoudig. De volgende aanbevelingen zijn te doen voor overheidsorganisaties die 3D geo-informatie in hun processen willen plaatsen:
  - Leg en onderhoud een contact met de toepassingsdomeinen.
  - Kies en onderbouw op basis van de beoogde toepassingen een integrale strategie voor de opbouw van 3D informatie, die bepaalt welke registratie(s) bepalend zullen zijn en waarop aansluiting moet worden gezocht, maar ook bepaalt welke kwaliteit noodzakelijk en haalbaar is (detaillering, typering, semantiek, geometrie).
  - Maak gebruik van partnerships en specialisten om de balans te zoeken tussen inwinnen en gebruik maken van bestaande registraties.
  - Gebruik bestaande bestandsformaten in de diverse toepassingsdomeinen, maar zoek naar uitwisseling in een specifiek uitwisselingsformaat.
  - De noodzaak van een standaard uitwisselingsformaat is evident en maakt meervoudige gebruik van eenmalig opgebouwde 3D informatie mogelijk.

### **3.1.2 Genereren van CityGML gecodeerde data<sup>2</sup>**

Een belangrijke activiteit van de werkgroep 3D Testbed welke relevant is voor de werkgroep Aanbod van 3D geo-informatie (en daarom hier vermeld) was het bestuderen van methoden om CityGML bestanden te genereren. (In sectie 3.2 wordt uitgelegd waarom CityGML de meest bruikbare standaard bleek.)

De ervaringen met het 3D testbed (sectie 3.3) hebben laten zien dat CityGML als intern informatie-model nieuw is in commerciële GIS-omgevingen. De standaard dringt langzaam door in systemen van o.a. Bentley, Esri en Intergraph. Met deze CityGML support is het mogelijk CityGML bestanden

2. Edward Verbree, Jantien Stoter, Sisi Zlatanova, Theo Tijssen, Hugo Ledoux, Het 3D-testbed van de 3D Pilot: Ceci n'est pas une CityGML, in: Geo-Info, Nr 5, 2011.

te genereren. Figuur 2 laat een aantal voorbeelden zien van CityGML data gegenereerd in de 3D Pilot.

Zo is het in Bentley Map mogelijk om CityGML bestanden te exporteren via een op FME geënte data interoperability component en recent is een specifieke mapping van CityGML naar het Bentley XML Feature Modelling (FM) schema beschikbaar gekomen. Met dit schema is het mogelijk om 'from scratch' betekenisvolle en geometrisch valide 3D (deel)objecten op te bouwen en te manipuleren.

Een andere methode voor het opbouwen van gebouwmodellen in een CityGML bestand is om 2D gebouw 'footprints' op basis van een hoogte-attribuut omhoog te trekken (*extruden*) tot 3D LOD1 objecten. Een goed voorbeeld van deze aanpak is de 3D data conversietool van het bedrijf iDelft die tijdens de 3D Pilot is ontwikkeld. Andere voorbeelden zijn ArcGIS en Toposcopie die mogelijkheden bieden om van 2D digitale bestanden (GBKN of TOP10NL) en AHN (of andere puntenwolken uit laserscandata of fotogrammetrie) 3D blok modellen te bouwen. Als de footprints van de gebouwen op elkaar aansluiten, dan is het ook mogelijk een topologisch correct CityGML LOD1 bestand aan te maken volgens de methode beschreven in Meijers en Ledoux (2010)<sup>5</sup>. De meeste dakvormen voor LOD2 bestanden kunnen ook (semi-)automatisch worden gegenereerd uit laserpuntdata met verschillende methoden. Het is mogelijk een 'fit' met vooraf gedefinieerde dakvormen te berekenen (zie figuur 2, voorbeeld iDelft). Modellen van bomen voor LOD2 en LOD3 kunnen ook worden afgeleid uit AHN2 zoals gedaan in de 3D Pilot door Alterra, Toposcopie en ITC. Twee zaken staan het volledig automatisch genereren van 3D objecten uit puntenwolken in de weg: complexere daken (daarvoor zijn 'interne lijnen' nodig) en gecombineerde panden zoals rijtjeshuizen waarvoor objecten moeten worden samengevoegd, geschat, gesplitst etc.

Een andere mogelijkheid om een CityGML bestand (handmatig) te maken is door middel van SketchUp (software voor het maken van 3D modellen voor gebruik in bijvoorbeeld Google Earth). In deze software is een plugin voor CityGML beschikbaar. Hoewel het CityGML datamodel zo goed als mogelijk is verweven in de SketchUp omgeving, blijkt deze koppeling nog wel problematisch. De XML syntax van het CityGML bestand moet correct zijn en voldoen aan de CityGML schemadefinities. De toets of dit daadwerkelijk zo is, gebeurt meestal door het geproduceerde CityGML bestand te importeren in een van de beschikbare viewers als LandXplorer. Als deze visualisatie goed oogt, dan wordt het geëxporteerde CityGML bestand acceptabel bevonden. Helaas is uit onze tests gebleken dat deze viewers vaak wat vergevingsgezind zijn. Zodoende wordt vervolgens een topologisch en geometrisch niet geheel correct CityGML bestand verder verspreid. Dat betekent dat sommige volumes niet waterdicht zijn, dat het bestand overlappende vlakken kan bevatten of dat er gaten zitten tussen objecten die op elkaar moeten aansluiten.

De 2.5D representaties (surface of multiSurface) van Land Use objecten (en andere objecttypen binnen CityGML) kunnen worden gegenereerd door middel van een 'constrained triangulatie' van laserpunten (zoals AHN) waarbij de polygoongrenzen als 'breaklines' worden gebruikt. Op deze manier wordt ook het hoogteverloop binnen vlakken gerepresenteerd. Daar waar Building objecten op elkaar of op andere (Land Use) objecten aansluiten, moeten extra verticale driehoeken binnen de 'constrained triangulatie' gegenereerd worden om een topologisch correcte representatie af te dwingen. Meer details hierover zijn te vinden in het eindrapport van het 3D testbed.

### **3.2 3D standaard NL**

De ervaringen in de 3D Pilot toonden al snel de noodzaak aan voor een 3D geo-informatie standaard die aansluit op het Nederlandse standaardenstelsel en internationale 3D standaarden. Na een vergelijk van de belangrijkste 3D GIS en CAD standaarden (DXF, SHP, VRML, X3D, KML, Collada, IFC, CityGML en 3D PDF) bleek dat de OGC standaard CityGML<sup>3</sup> het beste uitgangspunt is voor de 3D standaard NL. CityGML biedt de beste ondersteuning voor wat betreft semantiek, objecten, attributen, georeferentie en gebruik via het Web.

3. OpenGIS® City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard, version 1.0.0, document # 08-007r1. Zie: [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=28802](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=28802).

De OGC standaard CityGML vindt zijn oorsprong in de universitaire wereld in Duitsland (Bonn, TU Berlijn) en wordt veelal gezien als een uitwisselingsformaat. Maar het is ook – en vooral – een informatiemodel voor de representatie van ruimtelijke objecten in een stedelijke omgeving. Het maakt op geometrisch en op semantisch niveau een onderscheid tussen thematische gebieden (gebouwen, vegetatie, water, terrein, etc.), maar doet dit ook – per object – op verschillende detailniveaus. Een gebouwobject kan daarbij variëren van een eenvoudig blokmodel (LOD1), met dakvormen (LOD2), met ramen, deuren en andere exterieurkenmerken (LOD3), tot een volledig uitgewerkt interieurmodel (LOD4) al dan niet voorzien van textuurinformatie (*appearance*).

In het begin van de pilot was er veel reserve om CityGML als standaard te gebruiken. De standaard zou te generiek zijn, kent geen objectdefinities en ondersteunt geen complexe geometrieën zoals gebruikt in het CAD domein. Andere problemen zijn de focus op bovengrondse objecten, onduidelijkheid over wanneer welk LOD toe te passen, het ontbreken van relaties tussen de LODs en het ontbreken van ondersteuning voor geometrievalidatie. Daarnaast was er weinig ondersteuning voor CityGML in de commerciële GIS systemen, hoewel deze ondersteuning in de loop van de pilot is verbeterd.

Aan het einde van de pilot werd evenwel duidelijk dat, ondanks deze tekortkomingen, de aansluiting op deze standaard interoperabiliteit garandeert: dat wil zeggen als Nederlandse geo-informatie wordt gecodeerd volgens CityGML, dan komt deze data beschikbaar voor CityGML clients.

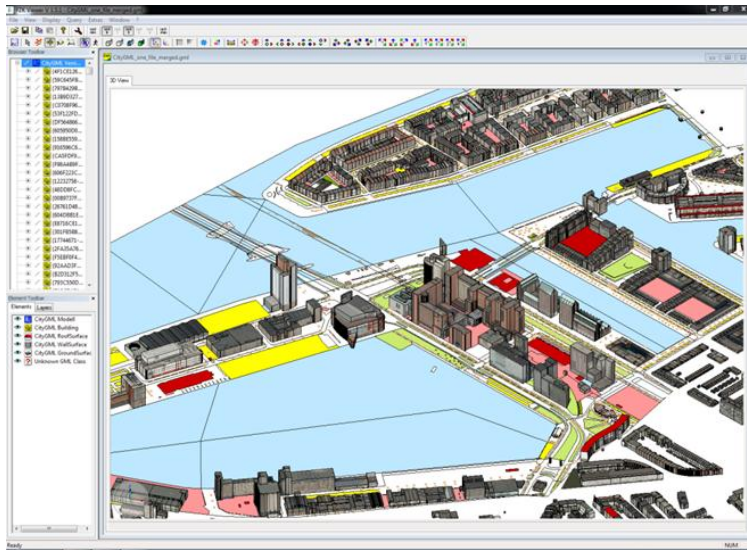
Na de beslissing om CityGML als standaard te gebruiken voor de standaardisatie van 3D geo-informatie in Nederland, is de volgende stap het vaststellen van een CityGML-NL implementatieprofiel waarin de afspraken over hoe CityGML hiervoor gebruikt dient te worden, nader zijn vastgelegd. Deze afspraken lossen een aantal van bovengenoemde tekortkomingen op.

In het CityGML-NL profiel dat vervolgens is voorgesteld door deze werkgroep zijn de bestaande CityGML concepten zoveel als mogelijk hergebruikt, en uitgebreid met extra klassen, attributen, attribuutwaarden en afspraken over hoe de CityGML concepten precies toegepast gaan worden. Er is daarom allereerst gekeken op welke manier de concepten, gemodelleerd in de Nederlandse Informatiemodellen, overeenkomen met CityGML concepten. Dit wordt het 'mappen' van concepten genoemd. In deze mappings is gekeken naar de volgende Nederlandse informatiemodellen:

- Informatiemodel Openbare Orde en Veiligheid (IMOOV);
- Informatiemodel Kabels en Leidingen (IMKL);
- Informatiemodel Ruimtelijke Ordening (IMRO);
- Informatiemodel KennisInfrastructuur CultuurHistorie (IMKICH);
- Informatiemodel Kadaster (IMKAD);
- Informatiemodel Water (IMWA);
- Informatiemodel Natuurbeheer (IMNAB).

Om te onderzoeken hoe integratie van CityGML met een Nederlands informatiemodel kan worden gerealiseerd, is een CityGML implementatieprofiel voor IMGeo uitgewerkt. Het Informatie Model Geografie (voor grootschalige topografie) sluit qua inhoud het beste aan op CityGML. In het uitgewerkte implementatieprofiel zijn de afspraken die zijn vastgelegd in IMGeo vertaald naar een CityGML codering. Figuur 3 toont een visualisatie van IMGeo data die is gecodeerd volgens dit CityGML implementatieprofiel. Deze directe aansluiting op CityGML zorgt ervoor dat clients die CityGML ondersteunen (zoals FZK in figuur 3) ook kunnen omgaan met 3D IMGeo. Het model is zo opgezet dat het zowel 2D IMGeo als verschillende LOD's van CityGML ondersteunt. Deze nauwe integratie tussen CityGML en bestaande informatiemodellen is, ook internationaal gezien, een unieke afspraak voor standaardisatie in 3D.

Naast specifieke IMGeo aspecten, bevat het CityGML-IMGeo implementatieprofiel aspecten die voor het generieke CityGML-NL profiel van belang zijn. In een later stadium zullen daarom op basis van opgedane ervaringen met CityGML-IMGeo ook de andere informatiemodellen volgens dezelfde methode kunnen worden uitgebreid met 3D concepten. De details over de 3D standaard NL, inclusief een uitgebreide beschrijving van het proces dat hiertoe geleid heeft (met een beschrijving en vergelijk van verschillende bestaande 3D standaarden; mappings tussen de Nederlandse Informatie-



Figuur 3. Visualisatie van IMGeo/CityGML gecodeerde data.

dellen en CityGML; alsook wijzigingsvoorstellen voor CityGML die gebaseerd zijn op de opgedane ervaringen) zijn te vinden in de eindrapportage van deze activiteit.

### 3.3 Het 3D testbed

In het 3D testbed zijn de mogelijkheden van 3D in het algemeen, en CityGML als '3D-container' in het bijzonder, onderzocht op basis van de door de deelnemers beschikbaar gestelde data van het Rotterdamse testgebied. Dit is gedaan in een daarvoor speciaal ingerichte testbedomgeving bij de TU Delft, waarmee de samenwerking tussen alle pilotdeelnemers werd gerealiseerd. Naast een file-based dataserver die alle testdata van het testgebied beschikbaar stelt, bestaat het testbed uit de een 3DCityDB implementatie in Oracle 11. Deze 3D City Database is een opensource 3D geo-database, ontwikkeld door TU Berlijn, die het CityGML datamodel implementeert in een relationele database (in dit geval Oracle). Deze database was beschikbaar voor alle pilot deelnemers om CityGML data te uploaden, downloaden en te valideren.

Door het aanvankelijk ontbreken van CityGML-bewustzijn bij de 3D pilotdeelnemers is de database in de eerste acht maanden van de pilot nauwelijks gebruikt (de file-based dataserver is daarentegen wel heel vaak gebruikt). De terugkoppeling van de resultaten heeft bij de deelnemers in de loop van de 3D Pilot wel geleid tot een beter begrip van CityGML. Daarnaast is CityGML ondersteuning in systemen van o.a. Bentley, Esri en Intergraph gedurende de pilot verder ontwikkeld.

De reden voor de geringe acties rond CityGML in het testbed was dat het (nog) geen standaard in Nederland is en dat er dus weinig ervaring was met het opbouwen en werken met deze standaard. Dat de animo voor deze standaard in de loop van de 3D Pilot echter sterk is toegenomen, blijkt uit de grote belangstelling voor de cursus '100% CityGML' die door de TU Delft in samenwerking met de TU Berlijn aan het einde van de Pilot werd aangeboden. In het kader van de 3D Pilot is deze cursus op video opgenomen welke publiekelijk beschikbaar is<sup>4</sup>.

Daar waar CityGML wel is gebruikt, blijkt dat CityGML een vrije interpretatie op geometrisch (LOD's) en semantisch niveau mogelijk maakt. Hierdoor waren er aanvullende afspraken nodig om de standaard ten behoeve van interoperabiliteit te gebruiken en was afstemming met een Nederlands referentiemodel als bijvoorbeeld IMGeo noodzakelijk. Dit is door de werkgroep 3D Standaard opgepakt en uitgewerkt in het CityGML implementatieprofiel voor IMGeo (zoals hierboven beschreven).

4. <http://collegerama.tudelft.nl/mediasite/SilverlightPlayer/Default.aspx?peid=7b440617cd1342b0b5b006fc0f6563ef1d>.



Omdat CityGML niet direct de validiteit van de geometrieën afdwingt is er tijdens de loop van de pilot als onderdeel van het 3D testbed een verdere studie verricht naar een geometrische validatietool, waarvan de resultaten zijn toegelicht tijdens de 100% CityGML workshop. Deze tool zal op termijn beschikbaar komen binnen een welbekende 'feature manipulation engine' omgeving<sup>5</sup>. Hiermee wordt gecontroleerd of de deelvlakken van volumes in CityGML een gesloten, waterdicht, geheel vormen.

Ook de bevindingen met het 3D testbed zijn in detail uitgewerkt in een eindrapport welke een beeld geven over wat er al mogelijk is en welke ontwikkelingen nog nodig zijn voor een 3D geo-informatie infrastructuur. Voor wat betreft de huidige mogelijkheden voor het inrichten van een 3D geo-informatie infrastructuur en architectuur bevat het eindrapport van deze werkgroep een praktische handleiding.

### 3.4 De use cases

Belangrijk binnen de 3D Pilot waren de use cases. Waar is 3D informatie voor nodig? Welke 3D informatie is nodig? Welke meerwaarde heeft de toepassing van 3D informatie? Wat is de stand van de techniek in relatie tot 3D behoeften? Om deze vragen te antwoorden zijn zes use cases gedefinieerd en uitgevoerd. Dit zijn:

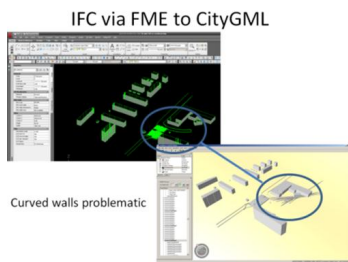
- 3D kadaster: registreren van eigendommen die zich boven en onder elkaar bevinden.
- 3D topografie.
- Geologische data voor infrastructurele projecten.
  - Integratie van voxels (3D grids) met 3D objecten.
  - Integratie van boven- en ondergrondse data.
- 3D data integratie in bouwprocessen.
  - Hoe kan ontwerpdata (IFC/BIM/CAD/Collada) worden gebruikt in GIS toepassingen en hoe kan andersom 3D geo-informatie worden gebruikt in bouw-informatie toepassingen (BIM)?
- 3D in ruimtelijke ontwikkeling.
  - Genereren van 3D virtuele omgevingen, gebaseerd op architectmodellen, voor communicatie met burgers.
- 3D mutatie detectie.

Verschillende 3D Pilot deelnemers hebben met de use cases geëxperimenteerd, zie figuur 4. Voor de BIM/CAD use case, heeft de gemeente Rotterdam de omzetting van de BIM standaard IFC naar CityGML in meer detail onderzocht. Voor dezelfde use case heeft Bentley een IFC-model van een gebouw ingelezen in een bestaande LOD1 model en de IFC data opgewaardeerd tot CityGML LOD3 en LOD4. Crotec en de gemeente Apeldoorn hebben gewerkt aan een virtuele planomgeving op basis van architect- en ontwerpmodellen. Esri Nederland heeft het beschikbare ondergrondse geologische model (voxels van 100 x 100 x 0,5 m) omgezet naar een vectorrepresentatie waarbij elke voxel overeenkomt met een multipolygon (veelvlak). In een volgende stap is dit voxelmodel geïntegreerd met een tunnelmodel en zijn de volumes per bodemtype berekend die moeten worden verwijderd. Voor de integratie van voxel met 3D objecten heeft Alterra realtime simulatie ten behoeve van microklimaatmodellering uitgevoerd. NEO BV bestudeerde de mogelijkheden van veranderingsdetectie in 3D. Ook ITC U Twente heeft een aantal mutatie experimenten uitgevoerd tussen de AHN2 en Rotterdam-Fugro laserpunt data die een tijdsverschil van 8 maanden hadden.

Zowel Alterra als ITC Universiteit Twente hebben daarnaast boommodellen gegenereerd van de laserpunt data op basis van verschillende parametrische principes. Ook Toposcoop heeft boommodellen gegenereerd die geschikt zijn voor globalere datasets die een groter gebied bedekken (zie figuur 2). Kadaster heeft tenslotte, in samenwerking met Bentley, een architectuurmodel gebruikt als basis voor een 3D kadastrale inschrijving.

De ervaringen met de use cases hebben laten zien dat kennis over het opbouwen en gebruik van 3D data en technieken inderdaad erg schaars is. Dit bleek in het begin zelfs een groter knelpunt te zijn

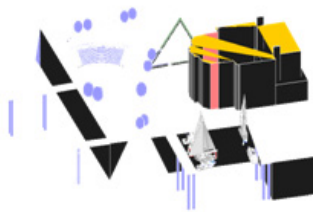
5. Martijn Meijers and Hugo Ledoux, Topologisch consistente 3D-stadsmodellen, in: Geo-Info, Volume 6, 12, pp. 8 – 12.



Conversie van IFC naar CityGML, door Gemeente Rotterdam.



Conversie van IFC naar CityGML, door Bentley met FME plug-in.



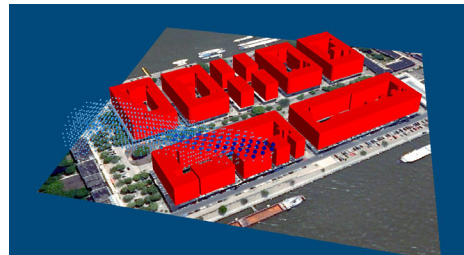
RO objecten in CityGML, door Crotec.



Integreren van ontwerpmodellen in een virtuele omgeving, door gemeente Apeldoorn.



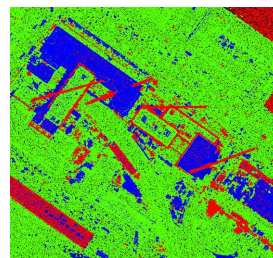
Berekening van grondverzet door integratie van voxelmodel en objectmodel, door ESRI i.s.m. TNO.



Realtime simulatie van verspreiding van rookpluim, door Alterra.



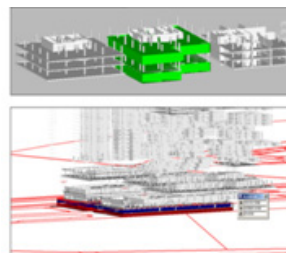
3D mutatedetective, door NEO BV.



Mutatedetectie, door U Twente (hijskranen en steigers zijn te herkennen).



Boommodel gegenereerd door Alterra.



3D Kadaster, Kadaster i.s.m. Bentley.

Figuur 4. Een selectie van uitgevoerde use cases binnen de 3D Pilot.

dan de techniek zelf. Het bleek ook niet eenvoudig CityGML data te genereren. Technische problemen deden zich voor bij de uitwisseling van 3D data van de ene software naar de andere, omdat de geconverteerde gegevens niet automatisch alle originele informatie (geometrie en semantiek) bevatten. De urgentie van één uitwisselingsmodel voor 3D geo-informatie was hiermee evident.

Een specifieke conclusie voor de BIM-GIS case is dat beide domeinen elkaar aanvullen en dat het daarmee beter is te kijken naar aansluiting dan naar een generiek model dat beide domeinen bedient. Door de aansluiting kan BIM de GIS-gegevens als referentie gebruiken en kan BIM als bron dienen voor 3D geo-informatie. Het is echter ook van belang de verschillen te blijven respecteren: geo-informatie gaat over grotere gebieden met lager detailniveau, terwijl de BIM wordt gekenmerkt door de lokale en zeer gedetailleerde aanpak nodig voor betrouwbare constructieberekeningen.

De ervaringen met de use cases zijn gedetailleerd beschreven in het eindrapport van de use cases. In dit eindrapport is ook een appendix toegevoegd met voorbeelden die laten zien dat 3D aanzienlijke meerwaarde kan hebben, zoals ervaren in de gemeenten Rotterdam en Apeldoorn.

### **3.5 Evaluatie van één jaar 3D Pilot door 3D Pilot deelnemers**

Naast de conclusies uit de vier activiteiten is het ook relevant om te kijken hoe de 3D Pilot deelnemers de 3D Pilot hebben ervaren, om deze ervaringen in een toepasselijk vervolg mee te kunnen nemen. Daarom is aan alle deelnemers gevraagd terug te kijken op een jaar samenwerken binnen de 3D Pilot bestaande uit zeven plenaire sessies en veel grotere en kleinere inspanningen van alle pilotdeelnemers.

Waar in februari 2010 gevraagd werd naar motivaties voor het deelnemen aan de 3D Pilot, werd nu gevraagd om, op basis van deze motivaties, te beschouwen of wat men zich vooraf had voorgesteld van de pilot is uitgekomen, in hoeverre andere aansprekende resultaten bereikt zijn, maar ook wat de 3D Pilot uiteindelijk niet heeft opgeleverd.

Binnen twee weken na de uitvraag zijn er 16 reacties binnengekomen. Hoewel er geen eenduidig 'resultaat' genoemd wordt in de evaluatie van de 3D Pilot zijn er toch enkele overeenkomstigheden waar te nemen. Zo is in de meeste reacties te lezen dat er veel kennis is opgedaan en dat er veel en ook goede contacten zijn gelegd tussen overheid en bedrijven, maar ook tussen bedrijven onderling.

Ook wordt er gesteld dat in de 3D Pilot de nadruk voorsnog heeft gelegen op de technische aspecten van de 3D data en minder op organisatorische aspecten van het toepassen van deze data. Wat voorts duidelijk voor de participanten is dat het aanmaken van 3D data (met name juiste modellen) niet vanzelfsprekend is en nog veel handwerk vergt, alsmede het toepassen van veel, vaak losse programma's en tools om een bepaald doel te bereiken. Er werd aangegeven dat de voorgestelde CityGML standaard wellicht onder druk zou kunnen komen te staan door andere en vanuit de markt 'gepushte' (private) standaarden en formaten. Dit zou invoering van een open standaard in de weg kunnen staan of acceptatie van deze standaard kunnen bemoeilijken.

Teneinde aandacht te blijven vragen voor de CityGML standaard maar ook en voornamelijk vanwege de goede sfeer binnen de 3D Pilot waarin op een eenvoudige en laagdrempelige manier contacten gelegd konden worden en kennis kon worden uitgewisseld, waren de meeste reacties positief over een voortzetting van de 3D Pilot. Bij een voortzetting zou dan beter ingegaan kunnen worden op enkele andere – minder technische – zaken. Hierbij valt te denken aan de organisatorische aspecten van 3D data en inbedding bij de gebruikers van deze data, met aandacht voor verschillende toepassingen (en bijbehorende LOD's) alsmede meer inzicht in kosten en baten van het toepassen van 3D data binnen overheidsorganisaties.





## 4. Belangrijkste conclusies en aanbevelingen

*Dit hoofdstuk vat de belangrijkste conclusies uit de 3D Pilot samen en formuleert vanuit die conclusies aanbevelingen voor de initiatiefnemers van de pilot alsook voor een vervolg van de pilot.*

### 4.1 Conclusies

Het doel van de 3D Pilot was om toepassingen van 3D geo-informatie een impuls te geven door 3D technieken en 3D behoeften tegelijkertijd te bestuderen en aan de hand hiervan een 3D standaard vast te stellen. Een jaar samenwerken moest ertoe leiden dat kennis over de meerwaarde van 3D en over 3D data en technieken laagdrempelig beschikbaar zou komen voor heel veel organisaties. Na een jaar samenwerken kunnen we concluderen dat de doelstelling gehaald is. Het definiëren, uitvoeren van en reflecteren op de use cases met veel stakeholders heeft de toegevoegde waarde van 3D laten zien en, evenzo belangrijk, dat 3D haalbaar is. Ook heeft de 3D Pilot inzichtelijk gemaakt wat er nodig is om deze waarde te benutten. Voorbeelden waar 3D meerwaarde heeft boven een 2D aanpak is het integraal plannen en beheren van onder- en bovengrondse ruimten, luchtstroomsimulaties en overstromingsmodellen in stedelijk gebied (waar het ook relevant is om te weten of wegen concaaf of convex zijn). Ook kan er uit (3D) laserdata automatisch informatie worden gehaald die veel toepassingsdomeinen kan bedienen, zoals informatie over mutaties, boomhoogte en omvang, gebouwen, dakkapellen etc. Met de inzichten van de pilot is het niet langer de vraag of, maar hoe we 3D in Nederland gaan realiseren en organiseren.

#### 4.1.1 Haalbaarheid 3D

Met de opgedane inzichten kunnen we in Nederland gericht aan de slag. Dit is dan ook het belangrijkste resultaat van de 3D Pilot: toepassen van 3D geo-informatie is een stap dichterbij gebracht in Nederland. Het begin van de 3D Pilot werd gekenmerkt door een (vaag) bewustzijn dat 3D technieken verder waren dan wat er in de praktijk werd toegepast, maar gerichte kennis ontbrak. De 3D Pilot heeft door intensieve kennis- en ervaringuitwisseling tussen een groot aantal partijen geleid tot 3D bewustzijn in Nederland en meer focus voor 3D. Het vakgebied 3D geo-informatie is daardoor tastbaarder en hanteerbaarder geworden. Illusterend is de ontwikkeling van het standpunt ten aanzien van de standaard CityGML. Zagen de 3D Pilot deelnemers deze standaard aan het begin nog als exotisch, aan het einde van de 3D Pilot lag er een CityGML implementatieprofiel voor IMGeo.

Duidelijk is ook geworden dat 3D geo-informatie niet alleen thuishoort binnen het traditionele vakgebied van geo-informatie. Het vergt juist nauwe samenwerking met andere disciplines zoals planning, ontwerp, beheer en de bouwwereld om 3D haalbaar te maken en de meerwaarde ervan te benutten.

#### 4.1.2 3D standaard is belangrijk en gerealiseerd

Een andere belangrijke conclusie is dat het ontbreken van een 3D standaard remmend werkt op gebruik en uitwisseling van 3D geo-informatie. Hierdoor is het formaliseren van afspraken in een standaard als CityGML essentieel. Zelfs als deze standaard niet 100% optimaal wordt geacht. Deze standaard zorgt ervoor dat overheidsorganisaties, zoals gemeenten, weten wat voor 3D geo-informatie ze kunnen opbouwen. Tegelijkertijd geeft zo'n standaard houvast voor bedrijven door te weten welke richting ze op kunnen innoveren. De pilot bood een geschikte omgeving om met een gevarieerde groep gebruikers concrete eisen voor de standaard te formuleren wat uiteindelijk heeft geleid tot een CityGML-IMGeo standaard. Zonder de pilot zou een geaccepteerde standaard voor 3D veel moeilijker tot stand gekomen zijn.

#### 4.1.3 3D referentieset is nodig en haalbaar

In de pilot bleek ook het belang van een landsdekkende 3D basisset. Deze dataset is nodig om (nieuwe) 3D informatie te refereren aan basisgegevens en ook om een basis te hebben voor het 3D plannen en beheer van openbare ruimte. Momenteel is alleen Google Earth beschikbaar, welke naast andere beperkingen (niet landsdekkend; geen controle over recentheid en nauwkeurigheid) een be-

perking heeft voor representatie van de ondergrond. De 3D Pilot heeft een voorzet gedaan voor een 3D referentieset door middel van de CityGML-IMGeo standaard voor een uniforme definitie van 3D grootschalige topografie. Daarnaast heeft de 3D Pilot interessante resultaten voor de use case 3D topografie opgeleverd. Duidelijk is geworden dat door een combinatie van BGT met AHN2 (beide binnen afzienbare tijd landsdekkend beschikbaar) een 3D topografische basis dataset vrij eenvoudig kan worden gegenereerd. Ook combinatie van TOP10NL en AHN2 liet mooie mogelijkheden zien om snel en efficiënt een landsdekkend 3D basisset op te bouwen.

#### **4.1.4 3D NL georganiseerd**

Naast inhoudelijke resultaten die in voorgaande hoofdstukken zijn samengevat per werkgroep, is een van de belangrijkste resultaten van de 3D Pilot dat er een informeel georganiseerd netwerk is ontstaan voor 3D in Nederland. Dit is waardevol, omdat duidelijk is geworden dat verdergaand gebruik van 3D niet kan zonder een integrale aanpak waarbij verschillende expertises samenkomen. Het netwerk biedt een gedreven platform voor toekomstige 3D ontwikkelingen in Nederland zoals 3D binnen basisregistraties en het uitbreiden van het standaardenstelsel met 3D concepten voor verschillende domeinen. De LinkedIn groep wordt bijvoorbeeld nog steeds goed gebruikt als vraagbaak maar ook om specifieke 3D successen en ontwikkelingen bekendheid te geven binnen 3D Nederland.

#### **4.1.5 Ontbreken van kennis werkt remmend**

Bij het uitvoeren van de use cases bleek verder ontbrekende kennis over 3D een knelpunt te zijn. Dat speelt bij overheidspartijen omdat 3D voor hen vaak een nieuwe terrein is. Maar we zagen ook dat 3D zo veel verschillende expertises kent, dat het uitwisselen van kennis binnen het brede vakgebied van 3D een belangrijk resultaat is geworden van de 3D Pilot. Deze intensieve kennisuitwisseling heeft ervoor gezorgd dat er allerlei kleinere samenwerkingsverbanden zijn ontstaan tussen de pilootdeelnemers (sommige achter de 3D Pilot schermen) die belangrijk zijn om 3D innovaties een serieuze impuls te geven (zoals betere ondersteuning van CityGML in GIS systemen en betere automatische constructiemogelijkheden van 3D objecten).

In het kader van deze conclusie hebben de vijf eindrapporten een belangrijke focus gehad op het vullen van kennishiaten. De rapporten zijn zowel bedoeld om buitenstaanders te informeren over wat er bereikt is binnen de pilot; maar ook om voor diverse aspecten van 3D bestaande en nieuw opgedane kennis laagdrempelig beschikbaar te stellen voor nieuwkomers in het domein van 3D. En ook de openbare slotsessie dient het doel om kennis over 3D toegankelijk te maken.

Naast het genereren van nieuwe kennis en bij elkaar brengen van bestaande kennis, brachten de bevindingen van de 3D Pilot ook een aantal onderwerpen naar boven waar nader onderzoek voor nodig is. Voorbeelden zijn 3D inwinning (nog steeds moeilijk om 100% automatisch objecten te genereren), 3D informatie opbouw, updaten van 3D datasets en 3D databases (3D topologie en validatie van 3D geometrie is nog onvoldoende uitgewerkt).

#### **4.1.6 Succes van de aanpak**

In de pilot heeft een groot aantal deelnemers intensief met elkaar samengewerkt zonder dat hier financiële compensatie tegenover stond. Ook was het bijzonder waardevol dat bedrijven met min of meer dezelfde (en daardoor concurrerende) 'business' bereid waren kennis te delen en samen te werken. Een belangrijke reden voor de wil om low budget samen te werken was dat de pilot een gezamenlijk doel voor ogen had waarvan alle deelnemers zouden profiteren: 3D een impuls geven in Nederland. Het projectteam (bestaande uit de auteurs van deze managementsamenvatting) heeft intensief gestuurd op dit doel waarbij zij ook steeds nauwlettend de interesse en vragen van de 3D Pilot deelnemers voor ogen heeft gehouden. Op basis hiervan zijn in de loop van de pilot de detailresultaten bijgesteld en zijn nieuwe gewenste resultaten geformuleerd die verdere invulling hebben gegeven aan de activiteiten. Deze resultaatgerichte aanpak zorgde enerzijds voor nauwe aansluiting bij de praktijk en heeft anderzijds geleid tot een stimulerende en motiverende projectomgeving die van de 3D Pilot een succes heeft gemaakt. Dit bleek ook uit de evaluatie die aan het einde is gehouden onder de 3D Pilot deelnemers om vanuit de huidige ervaringen te leren voor een eventueel vervolg. Een van deelnemers verwoordt zijn ervaring met het meedraaien in de 3D Pilot als volgt:

*"De onverplichte 3D Pilot gaf een betere sfeer van samenwerking dan menig gedwongen en gesubsidieerd samenwerkingsonderzoekprogramma. Voor een groot deel ongetwijfeld dank zij de projectleiding. Meerdere partijen waren bereid data op te pikken en er iets mee te doen dat in ieder geval vanuit de optiek van die partijen en die van de data provider nuttig was voor de 'de markt'. Ook al zou het fysiek niets opbrengen dan is zo'n pilot nuttig om kennis te maken met gelijkgestemden wat betreft stimulering van innovatie."*

De 3D Pilot heeft ook veel nationale en internationale belangstelling getrokken, mede ook door de diverse Nederlandse en internationale publicaties en presentaties.

Een laatste aspect dat niet onbenoemd mag blijven voor het succes van de pilot was de inzet van de deelnemers. Deze werd gekenmerkt door leergierigheid, de bereidheid (kennis) te delen en het besef dat daadwerkelijk werd gewerkt aan een gemeenschappelijk einddoel.

## **4.2 Aanbevelingen**

De doelstelling om meer 3D bewustzijn te creëren is gehaald. De 3D Pilot laat onomstotelijk zien dat 3D meerwaarde biedt en haalbaar is. Een belangrijke volgende stap is het maken van afspraken om 3D in Nederland te gaan realiseren en organiseren.

In lijn met de conclusies uit de vorige sectie, worden hier een aantal aanbevelingen geformuleerd die de bevindingen van de 3D Pilot omzetten in concrete 3D ontwikkelingen. Dit gaat in eerste instantie om bevindingen die in de 3D Pilot al zo ver zijn uitgewerkt dat deze kunnen worden opgepakt binnen het takenpakket van de initiatiefnemers van de 3D Pilot (Kadaster, Geonovum, Ministerie van I&M en NCG), zie sectie 4.2.1 tot sectie 4.2.3. Daarnaast gaat het om onderwerpen die nader onderzoek nodig hebben en die daarom vragen om een soortgelijke samenwerkings- en experimenteeromgeving als de 3D Pilot (sectie 4.2.4).

### **4.2.1 Verder ontwikkelen en beheer 3D standaard NL**

In sectie 4.1.2 is het belang van een standaard voor verdere 3D ontwikkelingen beschreven. Aanbeveling is om (met name het 3D aspect van) het voorgestelde CityGML-IMGeo model te testen op bruikbaarheid en techniek en deze standaard op te nemen in het standaardisatiestelsel NL. Daarnaast moeten de ervaringen met 3D IMGeo gebruikt worden om ook de andere domeinmodellen uit te breiden met 3D concepten, waar nodig.

### **4.2.2 3D referentieset NL**

Het vaststellen van een behoefte naar een landsdekkende 3D basisset, te samen met de pilot resultaten die zijn behaald voor het genereren van 3D basistopografie (sectie 4.1.3), vragen om verdere uitwerking. De BGT en TOP10NL (BRT) bieden hiervoor een mooi uitgangspunt.

### **4.2.3 In stand houden 3D NL netwerk**

In sectie 4.1.4 is uitgelegd waarom het 3D Pilot netwerk belangrijk is om 3D ontwikkelingen in Nederland gericht, efficiënt en met veel draagvlak te kunnen blijven sturen. Het is dan ook belangrijk dit netwerk te consolideren en verder uit te bouwen door het blijven faciliteren van het 3D testbed, het onderhouden van de LinkedIn 3D Pilot groep en het organiseren van reguliere kennis- en werksessies. De initiatiefnemers van de 3D Pilot hebben al uitgesproken deze actie op zich te nemen.

### **4.2.4 Onderwerpen voor verdere uitwerking in pilotverband**

De onderwerpen die vragen om verdere uitwerking in een pilotomgeving, volgen uit de observatie dat relevante 3D kennis vaak ontbreekt en dat dit remmend werkt op 3D ontwikkelingen. Er is daarom meer kennis nodig waardoor overheidsorganisaties, maar ook data-, techniek- dienstenaanbieders gericht aan de slag kunnen. Soms gaat het daarbij om kennis die al wel ergens beschikbaar is maar in samenwerkingsverband bij elkaar gebracht moet worden. Soms gaat het om kennis die in een experimentele setting nog opgebouwd moet worden.

De 3D Pilot heeft al voor verschillende aspecten bestaande kennis georganiseerd en nieuwe kennis opgebouwd en toegankelijk gemaakt (hoe kan 3D geo-informatie worden gegenereerd, beheerd en toegepast). Maar er zijn ook kennishiaten geïdentificeerd die vragen om aanvullende kennisopbouw:

#### *Technische aanpak van 3D binnen overheidsorganisaties*

Het introduceren van 3D in overheidsorganisaties is nog vrij nieuw. Het in beeld brengen van kenmerken van een succesvolle 3D aanpak ('good practices') voor overheidsorganisaties zal helpen om 3D toepassingen toegankelijker te maken. Te denken valt aan een standaardaanpak voor opbouwen, updaten en beheer van 2.5D en 3D data; voorbeeld besteksteksten voor het in de markt zetten van 3D dataopbouw; en (nog meer) voorbeelden van waar 3D informatie gemeentelijke vraagstukken beter kan oplossen.

#### *Afstemming met andere disciplines*

Een belangrijk onderdeel van deze succesvolle 3D aanpak is technische afstemming met andere disciplines zoals ontwerp-, bouw- en beheertoepassingsdomeinen. In de pilot zijn hier wel aanbevelingen voor gedaan (zie hoofdstuk 5, eindrapport werkgroep 3D Use cases), maar dit moet worden uitgetest en verder worden uitgewerkt, bijvoorbeeld hoe vind je in de afstemming het midden tussen hechte afspraken en voldoende flexibiliteit.

#### *Organisatie van 3D geo-informatie*

Het is duidelijk dat 3D om een specifieke aanpak vraagt binnen een overheidsorganisatie, maar nog niet hoe die het best vormgegeven kan worden. Met use cases rond gemeentelijke vraagstukken kan meer inzicht worden verkregen hoe je een 3D informatievoorziening organiseert. Hoe kan een werkbare samenwerking worden gestimuleerd tussen disciplines zoals geo-informatie, planning, ontwerp, beheer en BIM? Een ander probleem voor organisaties is dat het soms lastig is om de concrete opbrengsten van 3D te benoemen omdat ze zich vaak doen gelden in processen van andere afdelingen dan waar de kosten worden gemaakt. De kosten aan de voorkant zijn daardoor duidelijk, maar baten zijn vaak alleen aan (verschillende) achterkant(en) zichtbaar. Deze onduidelijkheid over relatie kosten-baten werkt belemmerend en vraagt om organisatorische oplossingen die binnen een gemeentelijke use case bestudeerd kunnen worden.

Door deze kennis, al doende in een pilot omgeving in detail uit te werken hoeven niet alle tientallen (of misschien honderden) overheidsorganisaties hun eigen wiel te gaan uitvinden. In een samenwerking waarbij kennis en ervaringen van universiteiten, bedrijfsleven en overheidspartijen bij elkaar worden gebracht kunnen deze onderwerpen bovendien gerichter worden opgepakt.

## Appendix 3D Pilot deelnemers

4Sight	Kadaster
Aerodata	Moss (Germany)
AGIV (Belgie)	Nedgraphics
AHN	Neo
Alterra	NLR
Bentley	Object Vision
BGT-LSV GBKN	ONL
BLOM Netherlands	Oracle
Cebra	Oranjewoud
Cobra Geoadvisers	Organic Vectory
Crotec	Pitney Bowes Software Limited (MapInfo)
Curnet	Planbureau Leefomgeving
Cyclomedia	Politie KLPD
Defensie	Provincie Noord-Brabant
Esri NL	RWS, DID
Eurosense	StrateGIS
Fugro	Terra Imaging
Gemeente Amsterdam	TNO Bouw en Ondergrond
Gemeente Apeldoorn	TNO Defensie en Veiligheid
Gemeente Den Bosch	TNO ICT
Gemeente Den Haag	Topcon Sokkia
Gemeente Groningen	Toposcopie
Gemeente Leeuwarden	Triformis
Gemeente Rotterdam	TU Berlijn
Gemeente Tilburg	TU Delft c-graphics
Geodan	TU Delft-GIS
Geodelta	TU Delft-L&R
Geonovum	TU Eindhoven
Grontmij	Universiteit Gent
Hansa Luftbild	Universiteit Groningen
Horus surround vision	Universiteit Utrecht
iDelft	WUR
Imagem (Erdas distributeur)	
Intergraph	
ITC - TU Twente	
IT-Pro People	

