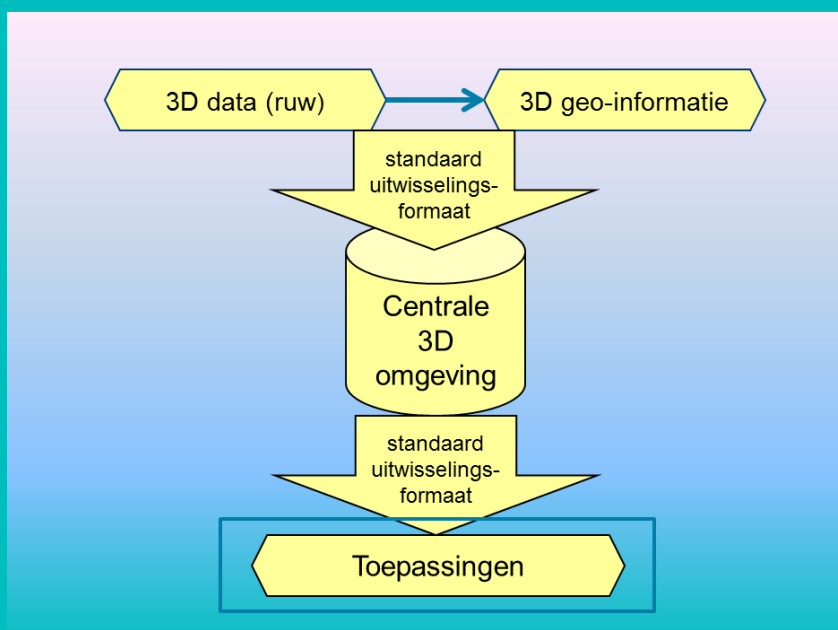


3D Pilot

Eindrapport werkgroep 3D Use cases

Mark Berntssen, Matthijs Danes, Joris Goos,
Rick Klooster, Jan Kooijman, Laris Noordegraaf,
Jantien Stoter, Christian Veldhuis en George Vosselman



3D Pilot

Eindrapport werkgroep 3D Use cases

Mark Berntssen, Matthijs Danes, Joris Goos,
Rick Klooster, Jan Kooijman, Laris Noordegraaf,
Jantien Stoter, Christian Veldhuis en George Vosselman

Met bijdrage van 3D Pilot deelnemers



Mark Berntssen, 4Sight
Matthijs Danes, Alterra
Joris Goos, Gemeente Rotterdam
Rick Klooster, Gemeente Apeldoorn
Jan Kooijman, TNO
Laris Noordegraaf, Kadaster
Jantien Stoter, Kadaster, Geonovum & TU Delft
Christian Veldhuis, Gemeente Rotterdam
George Vosselman, NCG & ITC, U Twente

Met bijdrage van 3D Pilot deelnemers

3D Pilot. Eindrapport werkgroep 3D Use cases
Mark Berntssen, Matthijs Danes, Joris Goos, Rick Klooster, Jan Kooijman, Laris Noordegraaf, Jantien Stoter,
Christian Veldhuis en George Vosselman
Nederlandse Commissie voor Geodesie, Netherlands Geodetic Commission 56, 2012
ISBN: 978 90 6132 333 4

Bureau van de Nederlandse Commissie voor Geodesie
Jaffalaan 9, 2628 BX Delft
Postbus 5030, 2600 GA Delft
Tel.: 015 278 21 03
Fax: 015 278 17 75
E-mail: info@ncg.knaw.nl
Website: www.ncg.knaw.nl

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

Inhoudsopgave

1. Samenvatting	1
2. Inleiding	3
2.1 Inleiding	3
2.2 Leeswijzer	3
3. Aanpak use cases	5
3.1 Aanpak: selecteren en definiëren van de use cases	5
3.2 Aanpak: uitvoeren van de use cases	5
3.3 Het ruimtelijke ontwerpproces als basis voor de use cases	9
3.4 Gebruikte data per use case	10
4. Rapportage individuele use cases	13
4.1 3D Kadaster	13
4.1.1 Oorspronkelijke vragen	13
4.1.2 Resultaten	15
4.1.3 Conclusies en aanbevelingen	15
4.2 3D basisset topografie	17
4.2.1 Oorspronkelijke vragen	17
4.2.2 Resultaten	17
4.2.3 Resultaten voor het genereren van een CityGML bestand	19
4.2.4 Topografische objecten boven en onder elkaar in een 2.5D omgeving	20
4.2.5 Conclusies en aanbevelingen	21
4.3 Dataintegratie ten behoeve van continue 3D modellen van continue media	21
4.3.1 Oorspronkelijke vragen	21
4.3.2 Ervaringen en resultaten	22
4.3.3 Conclusies en aanbevelingen naar aanleiding van de lucht-case	23
4.3.4 Ervaringen en resultaten ondergrond-case	23
4.3.5 Eigen ervaringen TNO	26
4.3.6 Conclusies en aanbevelingen naar aanleiding van de ondergrond-case	26
4.4 3D informatie en BIM	27
4.4.1 Oorspronkelijke vragen	27
4.4.2 Resultaten	28
4.4.3 Conclusies en aanbevelingen	28
4.5 Ruimtelijke ordening in 3D	28
4.5.1 Oorspronkelijke vragen	28
4.5.2 Resultaten	30
4.5.3 Resultaten voor het genereren van een CityGML bestand	34
4.5.4 Conclusies en aanbevelingen	34
4.5.5 Eigen ervaringen Rick Klooster	35
4.5.6 Eigen ervaringen Mark Berntssen	35
4.6 Mutatiesignalering in 3D	35
4.6.1 Oorspronkelijke vragen	35
4.6.2 Ervaringen	36
4.6.3 Resultaten en conclusies	36
4.6.4 Resultaten van vergelijk laserpuntdatasets ingewonnen op verschillend tijdstip	37
4.6.5 Aanbevelingen	37
4.6.6 Eigen ervaringen van Laris Noordegraaf	38
5. Inzichten voor de 3D geo-informatiecyclus in relatie tot andere informatie	39
6. Conclusies en aanbevelingen	41

6.1	Conclusies	41
6.2	Aanbevelingen vanuit werkgroep 3D Use cases	42

Bijlage 1. Voorbeeldtoepassingen 3D Geo-informatie	45
-----------------------------------------------------------	-----------

Bijlage 2. Het ontwerpproces bij de Gemeente Apeldoorn	49
---------------------------------------------------------------	-----------

Lijst van figuren en tabellen

Lijst van figuren

Figuur 1.	Overzicht van de vier 3D Pilot werkgroepen	1
Figuur 2.	Schema van de cyclus van geo-informatie in het RO proces	9
Figuur 3.	De vier activiteiten van de 3D Pilot (aanbod, standaard, testbed en use cases) geplaatst in de geo-informatiecyclus	10
Figuur 4.	Kadastrale kaart, waarbij percelen zijn gevormd rond funderingspalen om een gebouw apart te kunnen registreren van de onderliggende parkeergarage	13
Figuur 5.	Eigendomssituaties in 3D en uittreksels uit de huidige kadastrale kaart	14
Figuur 6.	Workflow voor een 3D inschrijving, geïllustreerd aan de hand van 3D kadaster case in Queensland, Australië	15
Figuur 7.	Drie fictieve 3D rechtsobjecten, aangeduid met de buitencontouren. Boven: zoom-in op de afzonderlijke rechtsobjecten; onder: 3D PDF met overzicht van de gehele situatie	16
Figuur 8.	3D topografisch model met gevisualiseerde 3D eigendomsobjecten in gebouw De Rotterdam (aangegeven met cirkel)	16
Figuur 9.	Voorbeelden van bewerkte 3D data binnen 3D Pilot	18
Figuur 10.	CityGML boommodellen gegenereerd in de 3D Pilot	19
Figuur 11.	Getrianguleerd terrein (links) met daarop gedefinieerd Land Use vlakken (rechts)	20
Figuur 12.	Het concept relatieve hoogteligging in 3D	20
Figuur 13.	Voorbeelden van surfaces onder en boven het maaiveld	21
Figuur 14.	Principestructuur van het voxelmodel 1	24
Figuur 15.	Een realisatie van het voxelmodel 1	24
Figuur 16.	Een overzicht van de verschillende onderwerpen	25
Figuur 17.	Doorsnede tunnel (artist impression)	25
Figuur 18.	Doorsnede ondergrond	25
Figuur 19.	Essentieel 3D structuren en processen	26
Figuur 20.	RO objecten in CityGML uitgevoerd door Crotec	31
Figuur 21.	Screenshots van 3D RO use case	32
Figuur 22.	Meerdere ontwerpen geïntegreerd in een integraal ontwerp, ontsloten via Virtueel Apeldoorn	33
Figuur 23.	De integrale opslag van 3D-informatie ten behoeve van het RO proces	34
Figuur 24.	Mutatiesignalering uitgevoerd door Neo BV	36
Figuur 25.	Mutatiedetectie op basis van laserpuntdatasets uitgevoerd door U Twente	37
Figuur 26.	Optimale informatiearchitectuur van 3D geo- en andere informatie voorgesteld vanuit ervaringen van de use cases	39

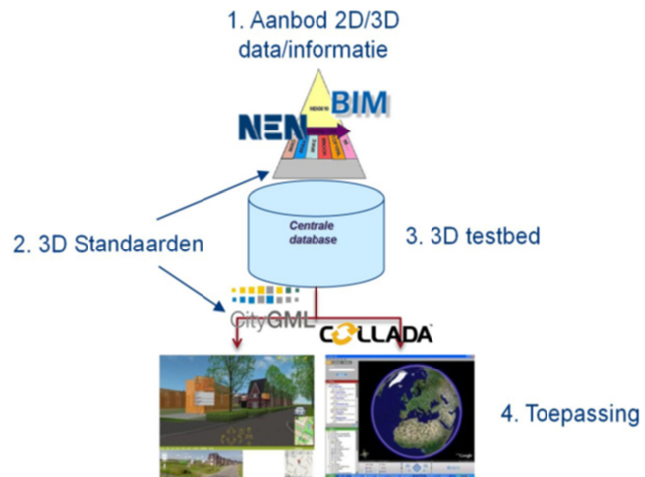
Lijst van tabellen

Tabel 1.	Samenvatting van de use cases	6
Tabel 2.	Gebruikte data per use case	11

1. Samenvatting

In dit hoofdstuk staan de hoofdpunten van het rapport beknopt beschreven.

De werkgroep 3D Use cases 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 (werkgroep Aanbod van 3D geo-informatie) en het 3D testbed (werkgroep 3D Testbed). De ervaringen die tijdens het uitvoeren van de use cases zijn opgedaan, zijn vervolgens weer gebruikt om de 3D standaard verder te ontwikkelen (werkgroep 3D Standaard NL); zie figuur 1.



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

Een van de uitdagingen hierbij bleek al snel het feit dat er vanuit de aanbodzijde voldoende deelnemers in de 3D Pilot zaten, maar dat de bezetting vanuit de vraagzijde nog beperkt was. Een eerste inventarisatie leerde echter dat er voldoende concrete onderwerpen te benoemen waren. Bij het verder uitwerken van de ideeën tot concrete use cases bleef er vervolgens een lijstje van zes over:

1. 3D Kadaster.
2. 3D Basismodel topografie (nog steeds wel aanbod gestuurd, maar de algemene behoefte aan een 3D referentieset rechtvaardigt deze als aparte use case).
3. Data integratie ten behoeve van 3D/4D-modellen van continue media: lucht, ondergrond, water.
4. Uitwisseling van 3D informatie binnen bouwprocessen (BIM-IFC-CAD).
5. Ruimtelijke ordening in 3D in Apeldoorn of Rotterdam.
6. Mutatiesignalering in 3D.

Verschillende 3D Pilot deelnemers hebben vervolgens met de use cases geëxperimenteerd, waarna de use case trekkers op basis van de resultaten zelf verder zijn gegaan met de uitvoering.

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 dan de techniek zelf. Het bleek ook niet eenvoudig CityGML data (meer over deze OGC standaard is te lezen in het eindrapport van de werkgroep 3D Standaard) 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 is hiermee evident.

Een andere conclusie is dat de verschillende domeinen elkaar aanvullen en dat het daarmee beter is te kijken naar aansluiting dan naar een generiek model dat alle 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. Hetzelfde geldt voor de andere domeinen.

2. Inleiding

Dit hoofdstuk geeft de inleiding op het rapport met een leeswijzer.

2.1 Inleiding

Dit document beschrijft de activiteiten, resultaten en conclusies van de 3D Pilot werkgroep 3D Use cases. Binnen deze activiteit zijn use cases gedefinieerd, uitgevoerd en geëvalueerd.

De 3D Pilot is een initiatief van het Kadaster, Geonovum, de Nederlandse Commissie voor Geodesie en het ministerie van Infrastructuur en Milieu, waarin meer dan 60 organisaties het afgelopen jaar hebben samengewerkt om toepassing van 3D geo-informatie een impuls te geven. Aan de hand van use cases zijn verschillende aspecten in kaart gebracht, variërend van 3D data-inwinning, definitie van 3D standaarden, beheer van 3D data en gebruik ervan in toepassingen. Deze vier activiteiten van de 3D Pilot (3D data aanbod, 3D standaard, 3D testbed en use cases) zijn parallel maar ook in samenwerking uitgevoerd. Van iedere activiteit zijn de ervaringen gerapporteerd in een eindrapport.

Dit rapport beschrijft de studie en bevindingen van de werkgroep 3D Use cases welke erop was gericht om de behoefte aan 3D data en technieken in beeld te brengen. Deze studie heeft belangrijke inzichten opgeleverd voor de andere drie activiteiten.

2.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de aanpak van hoe de use cases zijn geselecteerd, gedefinieerd en uitgevoerd. In hoofdstuk 3 worden per use case de oorspronkelijke vragen, bevindingen, conclusies en ervaringen beschreven. De belangrijkste generieke inzichten zijn samengevat in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 wordt een belangrijke bevinding besproken die uit alle use cases naar voren kwam, namelijk "Inzichten voor de 3D geo-informatie cyclus in relatie tot andere informatie". Hoofdstuk 6 sluit af met conclusies en aanbevelingen.

Naast de toepassingen die specifiek zijn geselecteerd voor de 3D Pilot, is er door gemeenten Apeldoorn en Rotterdam geïnventariseerd voor welke toepassingen in hun gemeente 3D geo-informatie momenteel wordt gebruikt. Deze voorbeelden zijn terug te vinden in bijlage 1. Het doel van deze lijst is om voorbeelden te laten zien waarin 3D geo-informatie significante meerwaarde heeft ten opzichte van een 2D aanpak.

3. Aanpak use cases

Dit hoofdstuk beschrijft de aanpak waarmee de use cases binnen de 3D Pilot zijn geselecteerd, gedefinieerd en uitgevoerd (sectie 3.1 en 3.2). Sectie 3.3 beschrijft het ruimtelijke planningsproces als organiserend principe van de use cases. Sectie 3.4 tenslotte somt per use case de datasets op die zijn gebruikt bij het uitvoeren van de use case.

3.1 Aanpak: selecteren en definiëren van de use cases

Om 3D ontwikkelingen binnen Nederland daadwerkelijk een impuls te geven, was vanaf het begin duidelijk dat de use cases centraal moesten staan binnen de 3D Pilot en dat deze moesten worden gedefinieerd en geëvalueerd door de (potentiële) 3D gebruikers zelf. Aan de andere kant wisten we dat gebruikers misschien niet voldoende kennis hadden over beschikbare gegevens en technieken om hun 3D behoeften nauwkeurig te formuleren. Daarom hebben we de use cases volgens de volgende aanpak geselecteerd en gedefinieerd.

Na een oproep hebben zich meerdere 3D probleem 'eigenaren' gemeld als potentiële use case trekker. Deze use case trekkers 'in spé' hebben hun (potentiële) 3D problemen tijdens een van de plenaire 3D Pilot sessies voorgelegd aan de 3D Pilot deelnemers. Op basis van de daaropvolgende discussies zijn de problemen verder verfijnd. In een volgende stap is een aantal van deze problemen geselecteerd als geschikte 3D Pilot use cases. De anderen zijn niet verder als aparte use case meegenomen omdat de use case te vaag was of omdat het probleem nog te veel aanbod gestuurd was (dat wil zeggen het was niet duidelijk wie uiteindelijk baat had bij de use case). Tenslotte zijn ook use cases met vergelijkbare problemen samengevoegd. Dit resulteerde in de volgende use cases:

1. 3D Kadaster.
2. 3D Basismodel topografie (nog steeds wel aanbod gestuurd, maar de algemene behoefte aan een 3D referentie set rechtvaardigt deze als aparte use case).
3. Data integratie ten behoeve van 3D/4D-modellen van continue media: lucht, ondergrond, water.
4. Uitwisseling van 3D informatie binnen bouwprocessen (BIM-IFC-CAD).
5. Ruimtelijke ordening in 3D in Apeldoorn of Rotterdam.
6. Mutatiesignalering in 3D.

Elke use case is in een volgende stap in detail uitgewerkt met de volgende informatie: specifieke 3D vragen die beantwoord dienen te worden, de benodigde gegevens, vereiste bewerking, de benodigde tools (zoals verondersteld door de use case trekkers, welke anders kon blijken bij de uitvoering van de use cases). Deze informatie is samengevat in tabel 1. Meer details per use case zijn te vinden in hoofdstuk 4, waarin iedere use case apart behandeld wordt. De use cases zijn in principe bedoeld voor het geselecteerde testgebied in Rotterdam (Kop van Zuid). Indien dat anders is, staat dat vermeld in de tabel.

3.2 Aanpak: uitvoeren van de use cases

Nadat de use cases in detail waren beschreven, zijn in eerste instantie alle pilotpartners uitgenodigd om de toegevoegde waarde van hun kennis, techniek, data, dienst enz. voor een of meerdere use case te laten zien. Gedurende zes weken kregen zij de tijd hiervoor. Dit resulteerde in een aantal tussentijdse resultaten voor de use cases, welke werden gepresenteerd en besproken tijdens een van de plenaire 3D Pilot sessies.

Deze tussenresultaten zijn gebruikt om het 3D aanbod, 3D testbed en de 3D standaarden verder te ontwikkelen en op elkaar af te stemmen. In een volgende fase hebben de use case trekkers de tussenresultaten verder uitgewerkt. De resultaten en conclusies hiervan staan per use case beschreven in hoofdstuk 4.

Tabel 1. Samenvatting van de use cases.

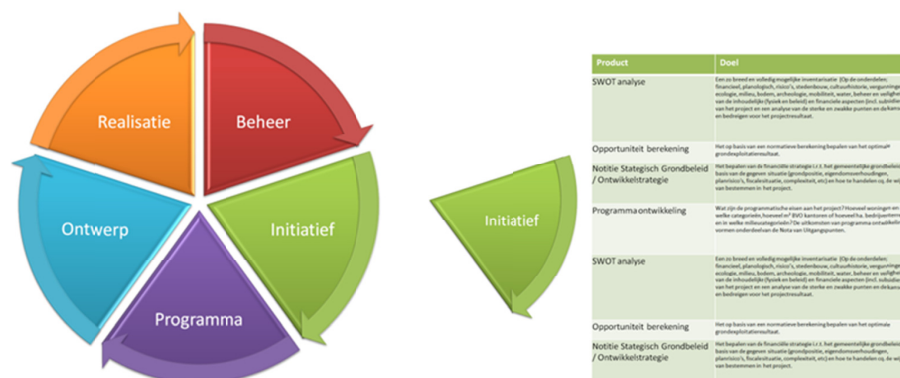
Use case	3D vragen die in de use case beantwoord moeten worden	Activiteiten	Benodigde data	Data aanwezig op server?	Benodigde tools
GENERICIEK VOOR ALLE USE CASE					
	<ul style="list-style-type: none"> Hoe kan ruwe en 'externe' data (laserpuntwolken, lucht- en terreinopnamen, 2D onder- en bovengrondse data, 3D CAD/AEC/BIM/IFC modellen) worden geconverteerd naar verschillende LODs in CityGML (en in een later stadium van de pilot in CityGML-NL)? Niet alleen gebouw objecten! 	<p>Automatisch genereren van CityGML objecten uit verschillende bronnen.</p>	<p>Laserpuntwolken lucht- en terreinopnamen 2D onder- en bovengrondse data, 3D AD/AEC/BIM/IFC modellen.</p>	<p>Ja.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Conversietools. Automatische detectietools. Tools voor (semi) automatische objectreconstructie.
AANBOD					
3D Kadaster	<ul style="list-style-type: none"> Hoe kan een 3D BIM model worden geconverteerd naar een 3D objectenmodel welke de eigendomsverhoudingen in 3D weergeven? Hoe kan dit model vervolgens worden geconverteerd naar een 3D kadastrale kaart? Wie is de eigenaar van deze tunnel? Wie is de eigenaar van appartement K? Welke objecten/percelen moeten er verworven worden als we hier een metrostation willen bouwen? Overlapt dit 3D perceel met dit 3D perceel? Raken twee 3D percelen elkaar? 	<ul style="list-style-type: none"> Inlezen test dataset op basis van onder andere een aangeleverd BIM model en koppelen van de benodigde kadastrale administratie, in dit geval betekent dat fictieve eigenaren toekennen aan diverse eenheden in het BIM model. Verschillende analyses & queries op de 3D kadastrale registratie uitvoeren. 	<ol style="list-style-type: none"> Appartementencomplex waarbij appartementen als aparte units kunnen worden geïdentificeerd. Wat zijn de mogelijkheden? Hoe kaartje je (van buiten niet zichtbare) vloeren? IFC/BIM? Een 3D model van constructies die in eigen-domein zijn van 1 eigenaar, bijvoorbeeld ondergronds parkeergarage, tunnel of metrostation 2D kadastrale kaart. 	<ol style="list-style-type: none"> Ja. Diverse BIM modellen. Maar waarschijnlijk in lokaal referentiestelsel + nog geen objecten (zoals appartementseenheden) IFC-, BIM- of CAD-model in Rotterdam? Ja. 	<ul style="list-style-type: none"> Databasetools voor beheer, validatie en analyse van 3D objecten. Querying van objecten in 3D. Conversie van CAD/BIM modellen met ontwerp van gebouwen naar geoinformatiemodellen.
3D basismodel topografie	<ul style="list-style-type: none"> Op welke wijze kan er snel/efficiënt/goedkoop een landelijke 3D basisdataset gegenereerd worden welke voldoet aan een meervoudig gebruik behoefte? Hoe ziet een 3D IMGeo (of TOP10NL) eruit? Welke objectklassen? Attributen? Hoe gemodelleerd in 3D? Welke alternatieven zijn er voor 3D topografie basisdataset (van 2.5D tot volledige 3D; ook verschillende CityGML-LoDs) en wat zijn de mogelijkheden/eigenschappen per alternatief? Op welke wijze kunnen 2D topografie en laserpunten met elkaar worden gecombineerd tot zinvolle 3D objecten? Op welke wijze kunnen deze basis topografie objecten automatisch worden gegenereerd uit laserpuntdata? (zie ook de generieke use case bovenaan in de tabel). 	<ul style="list-style-type: none"> Op basis van AHN2 (of hogere resolutie laserscan data) en intelligente GBKN (of TOP10NL voor kleinere schaal) een standaard-proces uitwerken waarmee een 3D topografiebestand in CityGML (later CityGML-NL) ontstaat (met verschillende alternatieven). 	<ul style="list-style-type: none"> AHN2. Laserscandata met hogere resolutie. GBKN/IMGeo/BGT. TOP10NL. DTB. 	<ul style="list-style-type: none"> Beschikbaar. Alleen nog op zoek naar dynamische laser scanning. (DTB niet beschikbaar) 	<ul style="list-style-type: none"> Automatisch genereren van objecten uit laserpuntdata geïntegreerd en/of m.b.v. 2D topografie Meer dan gebouwen alleen!

DATA-INTEGRATIE				
<p>Data-integratie ten behoeve van 3D/4D-modellen van continue media zoals ondergrond of lucht</p>	<ul style="list-style-type: none"> Hoe kun je continue 3D data modelleren als extensie of geïntegreerd met CityGML? Hoe kun je 3D continue modellen van ondergrond of bovengrond (meteorologische processen) presenteren en bevragen in één omgeving? Hoeveel zand moet er weggevoerd worden als de tunnel op locatie A wordt gegraven en hoeveel zand als er voor locatie B wordt gekozen? 	<ul style="list-style-type: none"> Uitwerken 3D ondergrondmodel voor CityGML. Combineren 3D voxel modellen en 3D omgevingsmodellen. Verschillende analyses en queries op de gecombineerde dataset uitvoeren. 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 3D model van de geologische ondergrond. 2. 3D model van tunnel. 1. 3D modellen van andere ondergrondse objecten. 	
<p>Uitwisseling van 3D informatie binnen bouwprocessen (BIM-IFC-CAD)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Hoe kun je IFC/BIM/CAD converteren naar CityGML LOD3 en LOD4? Hoe kunnen CAD/BIM/IFC modellen worden gebruikt als bron voor GIS modellen? Hoe kan 3D geo-informatie worden gebruikt als bron voor BIMs? 	<ul style="list-style-type: none"> Inlezen geleverde geo-informatie in BIM toepassing. Inlezen teruggeleverde BIM modellen in CityGML. 	<ul style="list-style-type: none"> 1. GeoTOP. 2. IFC, BIM- of CAD-model in Rotterdam? (Misschien zelfde als in use case 3D Kadaster). 2. Bestaat in Rotterdam als combinatie van verschillende brongegevens. 	
3D MODELLEN VOOR COMMUNICATIE EN MUTATIESIGNALERING				
<p>3D in ruimtelijke planning in Apeldoorn of Rotterdam</p>	<ul style="list-style-type: none"> Hoe kunnen bestaande 3D modellen voorzien worden van een CityGML codering? Welke bestaande standaarden zijn er in de verschillende ontwerpdisciplines en hoe kunnen deze het beste aangesloten worden op CityGML? Welke inhoud van welk type ontwerp moet standaard in welke fase op wat voor wijze weergegeven worden, zodat voor de bezoeker duidelijk is wat het betekent? Hoe kunnen grote hoeveelheden data / CityGML bestanden van verschillende LOD niveaus laagdrempelig, streaming via een VR toepassing op internet ontsloten worden? Kan het LOD mechanisme van CityGML goed gebruikt worden door de VR toepassing om de juiste objecten vanuit het juiste LOD niveau op het juiste moment in beeld te brengen? Wat is de meest efficiënte, onderhoudsarme wijze om op basis van de 3D data in de database een VR toepassing op te bouwen en onderhouden? Hoe om te gaan met helper objecten die alleen toegevoegd worden om de VR omgeving te configureren maar die in werkelijkheid niet bestaan? Hoe kunnen ondergrond gegevens laagdrempelig en duidelijk in een VR omgeving gevisualiseerd worden. Hoe kunnen 'as built' modellen het beste aangesloten worden op de centrale database? Wat is de impact van het nieuwe gebouw of weg op z'n 	<ul style="list-style-type: none"> Het uitwerken van een methode om bestaande / aangeleverde modellen te voorzien van en op te slaan volgens de CityGML codering. Combineren van verschillende standaarden uit verschillende ontwerpdisciplines en deze aansluiten op CityGML. Het combineren van ontwerpen uit verschillende bronnen en verschillende stadia van het ontwerpproces volgens een standaard weergave visualiseren in CityGML. Ontsluiten van deze gemiddelde CityGML dataset via een voor de burger laagdrempelige, via internet toegankelijke intelligente omgeving van een groot gebied. Testen of het CityGML LOD mechanisme zich goed leent voor automatische serveren van de relevante objecten voor de bezoeker. Zo goed mogelijk aansluiten van de interactieve VR applicatie op de 3D database. 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 3D visualisatie van ontwerpen uit verschillende stadia. 2. Gedetailleerde 3D modellen van de bestaande situatie welke niet in CityGML gecodeerd zijn. 3. Laag detailniveau stadsmodel als basis. 	<ul style="list-style-type: none"> Er zijn nog geen standaard-ontwerpen beschikbaar, naast BIM modellen (uit Rotterdam). Wel staat er een nieuwbouwwijk uit Virtueel Apeldoorn op de server, waarin de ontwerp- en al handmatig vertaald zijn. Binnenstadmodellen van de Apeldoorn dataset. In de Birdview map van de Apeldoorn dataset staat een LOD0 model van de stad in Max, er staat een luchtfoto in JP2 en er staat een DEM in asc. Factor tijd! Speelt meestal geen rol bij (traditionele) geo-informatie, wel bij ruimtelijke plannen. Afhankelijk van detailniveau: 3D-CityGML bestanden op basis van 2D kaart, hoogte-informatie (uit lidar, dyn. laser of fotogrammetrie?). Kan alle kanten op. Hoe via web te ontsluiten? Inclusief ondergrondse objecten.
			<ul style="list-style-type: none"> Visualisatie/query omgeving waarbij 3D continue gegevens kunnen worden gecombineerd met 3D objecten. Conversies van en naar IFC, CAD (dwg, dxf), BIM, CityGML, 3D IMGeo. 	
			<ul style="list-style-type: none"> Toepassing waarin de verschillende 3D modellen voorzien kunnen worden van de CityGML structuur. Toepassing waarmee op basis van de 3D database / CityGML bestanden een VR toepassing geconfigureerd kan worden. Toepassing waarmee de opgebouwde virtuele stad dataset via internet als een interactieve virtual reality omgeving (real time) kan worden gepubliceerd. 	

	<p>omgeving?</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wat is het huidige bestemmingsplan? – Wat is de veiligheidsbeleving in deze geplande fietstunnel? 	<ul style="list-style-type: none"> – Uitzoeken waar 3D configuratie objecten een plaats moeten hebben (ook in CityGML, er buiten?) 		<p>Onder overige gebieden staan twee detail gebieden van Virtueel Apeldoorn.</p>	
<p>Mutatiesignalering in 3D</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Op welke wijze kunnen mutaties van objecten worden gesignaleerd – Op welke wijze kunnen wijzigingen van objecten worden bijgehouden in model? – Welke volume wijzigingen hebben plaats gevonden in WOZ objecten tussen 1-1-2005 en 1-1-2006? – Is er niet hoger/breder gebouwd dan in de vergunning is vastgesteld? – Voldoet deze dijk nog aan de wettelijke normen? Is het profiel van de dijk gewijzigd? 	<ul style="list-style-type: none"> – Vergelijken van twee datasets op verschillen. – Verschillen uit de twee datasets 'filteren'. – Als datasets niet volledig voor dit doel beschikbaar zijn, de datasets ontwikkelen. – Verschillen op een laagdrempelige wijze in een viewer tonen met mogelijkheid om integraal te presenteren met andere ruimtelijke data. 	<ul style="list-style-type: none"> – 3D model van zekere detaillering gewonnen uit ruwe data op tijdstip A (lidar, fotogrammetrie?). – 3D model op tijdstip B (zelfde brongegevens, zelfde processingtechnieken?) 	<p>Uitdaging: 3D modellen kunnen zijn opgebouwd uit datasets die elk hun eigen eigenschappen voor wat betreft tijd kennen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Objectdetectie van verschillende typen objecten (sloten, water, dijken, gebouwen etc.). – Wijzigingen van objecten kunnen detecteren en/of modelleren. – 3D ruimtelijke analyses kunnen uitvoeren en presenteren/visualiseren

3.3 Het ruimtelijke ontwerpproces als basis voor de use cases

Ondanks de verschillen tussen de use cases merken we dat er toch heel veel overlap tussen de use cases zat. Steeds was er sprake van een behoefte aan bepaalde basisdata (vaak dezelfde) en betere gegevensuitwisseling. Hadden de use cases nou zoveel overlap of hoe kwam het anders dat steeds dezelfde vragen terug kwamen? Uiteindelijk zijn we tot de conclusie gekomen dat dit komt doordat in alle use cases eigenlijk steeds hetzelfde proces plaats vindt. In alle gevallen probeert de use case namelijk iets 'te betekenen' in het ruimtelijke ontwikkelingsproces. Als basis hebben we hier even de procedure zoals deze bij de gemeente Apeldoorn geldt genomen, maar in grote lijnen geldt dit bij alle ruimtelijke ontwikkelingen; zie figuur 2. Uitgangspunt is dat een ruimtelijk ontwikkelingsproces een cyclisch proces is met als begin en eind de beheerfase. Wanneer vervolgens 'ergens' een verandering optreedt, wordt deze via de initiatief-, programma-, ontwerp- en realisatiefase van grof naar steeds fijner uitgewerkt totdat de 'verandering' uiteindelijk weer in beheer wordt genomen en het proces afgelopen is. Bij iedere stap in het proces horen een aantal producten waar weer informatie voor nodig is om ze te maken en waar weer resultaten in de vorm van informatie uit komt. Doordat de use cases dus steeds betrekking hebben op één of meer van deze producten komt ook steeds dezelfde vraagstelling terug.



Figuur 2. Schema van de cyclus van geo-informatie in het RO proces.

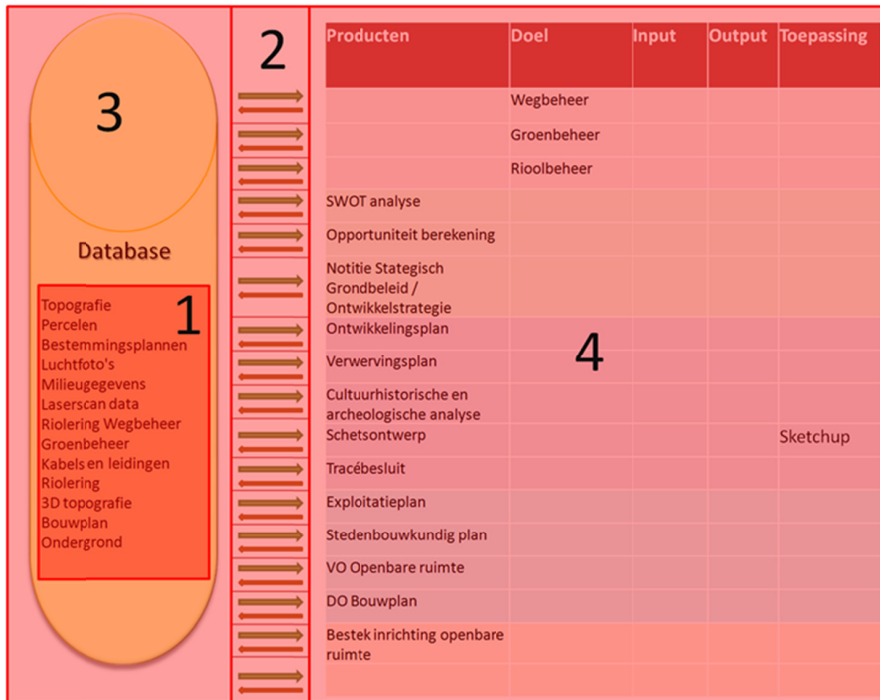
Geo-informatie is dus ondersteunend voor taken ('producten') in al deze fasen en idealiter zou de informatie eenmalig ingewonnen en beheerd moeten worden en in iedere volgende fasen hergebruikt en indien nodig verrijkt moeten worden. Dit vraagt om een centrale en gestandaardiseerde data-opslag. Ook in 2D is dit nu niet de praktijk. Maar vooral in 3D zagen we het belang om deze cyclus als het basisprincipe voor 3D te zien en gaande de 3D Pilot een 3D standaard NL te definiëren die dit principe mogelijk maakt.

De vier activiteiten van de 3D Pilot (1 = Aanbod, 2 = Standaard, 3 = Testbed en 4 = Use cases) zijn allemaal ergens in deze cyclus te plaatsen; zie figuur 3.

Rechts staan de producten, zoals SWOT analyses in de initiatief fase en grondverwerving in de programmafase, die gedurende de cyclus door verschillende partijen gemaakt worden. Hiervoor zijn meestal inputgegevens nodig en meestal worden er tijdens het maken van zo'n product ook weer gegevens opgebouwd. Vaak gebruiken de partijen voor het maken van deze producten specifieke toepassingen die gegevens volgens een bepaald formaat op een bepaalde manier opslaan.

Het zou mooi zijn als zowel de benodigde input- als outputgegevens op een bekende wijze in een centrale gegevensopslag (3D testbed) beheerd worden. Meestal zijn de outputgegevens namelijk later weer input voor het maken van één of meer andere producten. Momenteel gebeurt dit meestal niet, waardoor het voorkomt dat soortgelijke gegevens meerdere keren worden opgebouwd en/of ingewonnen. Door de gegevens centraal op te slaan en steeds opnieuw te gebruiken en een standaard te ontwikkelen die dit mogelijk maakt, proberen we toe te werken naar het principe van eenvoudige opslag, meervoudig gebruik.

Door uit te gaan van één basis, is het basisprincipe van de use cases dat de data op één centrale plek wordt opgeslagen in een basisformaat dat via meerdere manieren toegankelijk is. Tevens moeten de



Figuur 3. De vier activiteiten van de 3D Pilot (aanbod, standaard, testbed en use cases) geplaatst in de geo-informatiecyclus.

3D data in de loop van het ontwerp proces verrijkt en teruggezet kunnen worden in de database. Ook moet de inhoud van de data zodanig zijn dat meerdere applicaties kunnen worden bediend. Om deze reden is er specifieke aandacht voor de standaard CityGML bij het uitvoeren van de use cases ook in relatie tot standaarden in andere domeinen en ook voor conversiemogelijkheden om specifieke applicaties te kunnen bedienen.

3.4 Gebruikte data per use case

Tabel 2 toont per use case de 3D Pilot testdata die gebruikt zijn om de use case uit te voeren (zie ook eindrapport werkgroep 3D Aanbod van 3D geo-informatie).

Use case	Gebruikte data
3D Kadaster	Sketchup van De Rotterdam GBKN 2D Kadastrale kaart LOD1 (gebouwen)
3D basismodel topografie	AHN2 In opdracht van Rotterdam ingewonnen laserscan data door Fugro TOP10NL GBKN DTB-RWS
Data integratie ten behoeve van continue 3D modellen	3D model van de geologische ondergrond 3D model van tunnel 3D modellen van andere ondergrondse objecten
3D en BIM	IFC model van gebouw Testmodel van IFC data
Ruimtelijke ordening in 3D	Stedenbouwkundig ontwerp vanuit Sketchup Wegontwerp vanuit Bentley Powercivil IFC model van gebouw Bestaande 3D modellen voor Virtueel Apeldoorn vanuit 3D Studio Max
Mutatiesignalering in 3D	AHN2 Door Fugro ingewonnen laserpunt data (in opdracht van gemeente Rotterdam) AHN2 voor gebied in de gemeente Vlaardingen Pandenkaart gemeente Vlaardingen Programma 3D mapping van ITC Luchtfoto's

Tabel 2. Gebruikte data per use case.

4. Rapportage individuele use cases

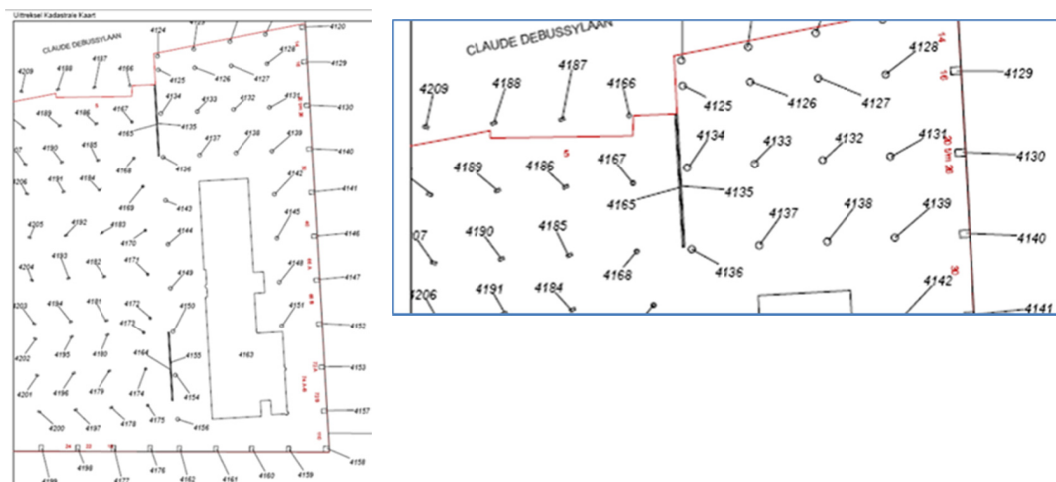
In het vorige hoofdstuk is beschreven hoe de use cases in de 3D Pilot zijn geselecteerd, gedefinieerd en uitgevoerd. In dit hoofdstuk wordt per use case uitgebreid verslag gedaan over de oorspronkelijke vragen, de specifieke aanpak, de resultaten en de aanbevelingen.

4.1 3D Kadaster

4.1.1 Oorspronkelijke vragen

Vastgoedhandelaar Den Bosch wil graag investeren in de Amsterdamse Zuidas, het duurste stukje grond van Nederland en koopt daarom 100 appartementen op. Onder het appartementencomplex ligt een parkeergarage waar de omliggende bedrijven gebruik van kunnen maken. Dit wordt gerund door Vastgoedbedrijf X. Vastgoedbedrijf X wil van de parkeergarage af en doet deze in de verkoop en heeft daarvoor het eigendomsbewijs nodig bij het Kadaster voor potentiële kopers. Maar hij krijgt geen koper geïnteresseerd. Doordat de eigendomssituatie van de parkeergarage is vastgelegd via een appartementsrecht, krijgt de toekomstige koper niet alleen beschikking over een zeer gewild object, maar wordt tevens verplicht lid van de Vereniging van Eigenaren te samen met de eigenaren van de bovenliggende appartementen.

Ook blijkt uit de (2D) kadastrale kaart niet waar het eigendom van de parkeergarage precies ligt. Dit wordt nog eens bemoeilijkt doordat de ingang van de parkeergarage op de begane grond ligt. Hier is ook een appartementsrecht voor gevestigd. De ingeschreven tekeningen (aanwezig in de akten) geven uiteraard wel inzicht in de verdeling van eigendommen per verdieping, maar de eigendomsverdeling moet uit deze set van tekeningen (mentaal) worden gereconstrueerd. Een andere ondergrondse parkeergarage op de Zuidas is vastgelegd door het bovenliggende appartementencomplex te vestigen op percelen die samenvallen met de (2D) locatie van de heipalen (zie de hieronder afgebeelde kadastrale kaart) en op deze manier te splitsen van het eigendom van de parkeergarage. Het resultaat is dat één rechtsobject is verdeeld over een wolk (circa 180) kleine, cirkelvormige percelen, die allemaal gewijzigd moeten worden mocht er zich een verandering voor doen in de eigendomssituatie. Voor deze situatie moet je de feitelijke situatie kennen om de registratie te kunnen begrijpen. Het zou eigenlijk andersom moeten zijn.



Figuur 4. Kadastrale kaart, waarbij percelen zijn gevormd rond funderingspalen om een gebouw apart te kunnen registreren van de onderliggende parkeergarage.

De oplossing voor deze situaties is een 3D tekening/kaart waaruit de eigendomsverdeling in 3D duidelijk blijkt, net zoals dat nu het geval is bij een 2D kadastrale kaart als er geen sprake is van gestapelde rechten. Zo'n 3D inschrijving voorkomt ook dat percelen in 2D moeten worden gesplitst vanwege objecten boven en onder het maaiveld, zoals in figuur 4 het geval is. Andere voorbeelden van multifunctioneel landgebruik waarbij een 3D aanpak gewenst is, zijn geïllustreerd in figuur 5.



Figuur 5. Eigendomssituaties in 3D en uittreksels uit de huidige kadastrale kaart.

De vragen van de 3D Kadaster use case zijn:

- Kan een 3D inschrijving (tekening) worden gegenereerd op basis van een BIM/IFC model?
- Op welke wijze kunnen de 3D data zelf (welke percelen beschrijven in de 3D ruimte) worden geregistreerd (CityGML)?

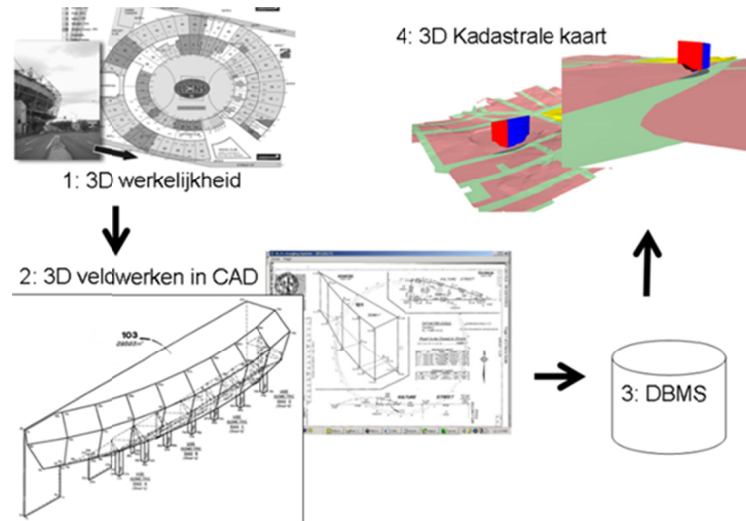
Wanneer een 3D Kadaster wordt gerealiseerd, kunnen vragen beantwoord worden als:

- Wie is de eigenaar van deze tunnel?
- Wie is de eigenaar van appartement K?
- Welke objecten/percelen moeten er verworven worden als we hier een metrostation willen bouwen?

De use case betreft het uitvoeren van een workflow voor een 3D inschrijving welke bestaat uit de volgende stappen (zie figuur 6):

1. Beschrijving (fictieve) 3D eigendomssituatie in testgebied.
2. 3D inschrijving: 3D situatie in CAD (er kan gebruik gemaakt worden van de BIM modellen die aanwezig zijn in de 3D Pilot testdata).

3. 3D eigendomsinformatie in de database: conversie van 3D data (SketchUp model De Rotterdam in de testdata) naar 3D standaard in ontwikkeling (in CityGML?).
4. Toegankelijk maken van informatie die staat opgeslagen: visualisatie-interactie-bevraging-integratie met 2D kadastrale kaart en (3D) topografische kaart ter oriëntatie 3D kadastrale kaart.



Figuur 6. Workflow voor een 3D inschrijving, geïllustreerd aan de hand van 3D kadaster case in Queensland, Australië.

4.1.2 Resultaten

Er was helaas niet veel belangstelling bij 3D Pilot partners om deze use case uit te voeren, terwijl er wel een potentieel grote klantengroep is (Kadaster, notarissen). Daarom is de use case trekker zelf aan de slag gegaan met Bentley specialist om de workflow voor 3D Kadaster uit te werken. De case hierbij is het door Rem Koolhaas ontworpen gebouw De Rotterdam, een multifunctioneel gebouwencomplex bestaande uit kantoren, hotel, horeca, winkels, fitness centrum, wonen en parkeren. Dit complex wordt momenteel gebouwd op de Kop van Zuid en is volgens de website van de ontwikkelaar: "in volume het grootste gebouw worden dat in Nederland in één keer is ontwikkeld". Voor dit gebouw was er een SketchUp bestand beschikbaar.

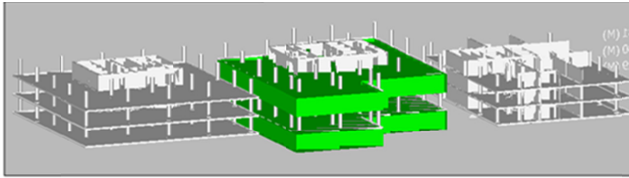
De vervaardigde 3D tekening in PDF (in dit geval voor drie afzonderlijke fictieve eigendomsobjecten, zie figuur 7) geeft een eenduidig inzicht in de te onderscheiden rechtsoBJECTEN waardoor er in 2D geen percelen uitgemeten hoeven te worden en ervan ondoelmatige perceelvorming geen sprake meer hoeft te zijn. Figuur 8 geeft een 3D topografisch model weer van de omgeving, waarin de eenmaal geregistreerde 3D data kan worden geïntegreerd.

4.1.3 Conclusies en aanbevelingen

Alhoewel de techniek onomstotelijk de potenties laat zien voor het implementeren van een 3D Kadaster op basis van bouwtekeningen, was het uitvoeren van de use case niet eenvoudig. Dit had vooral te maken met een gebrek aan kennis over de beschikbare technieken.

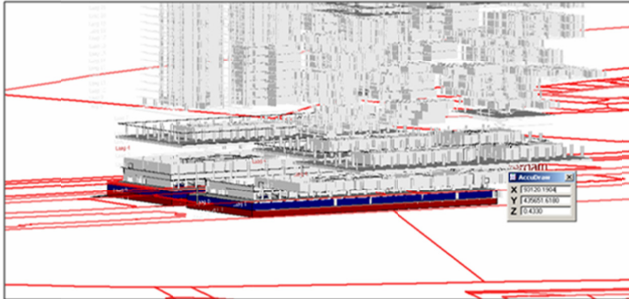
Daarnaast is het duidelijk dat wanneer bouwtekeningen gebruikt worden als basis voor 3D inschrijving er aanvullende afspraken nodig zijn. De (digitale) tekeningen moeten bijvoorbeeld de 'as built' situatie representeren en niet de ontwerpsituatie. Ook zijn er afspraken noodzakelijk over het structureren van de data in de digitale bouwtekeningen, over bijvoorbeeld objectvorming en het gebruik van een wereldwijd coördinatenstelsels voor x, y en z. Bovendien is er voor 3D kadastrale informatie in CityGML een user profiel voor 3D Kadaster nodig.

Maar de belangrijkste kloof die gedicht moet worden, is die tussen potentie (wat is er al mogelijk) en de vraag (wat is er daadwerkelijk nodig). De eerste (visuele) voorbeelden hebben al wel veel geholpen in afstemming met juristen. Deze dienen in een volgende stap verder te worden uitgewerkt.

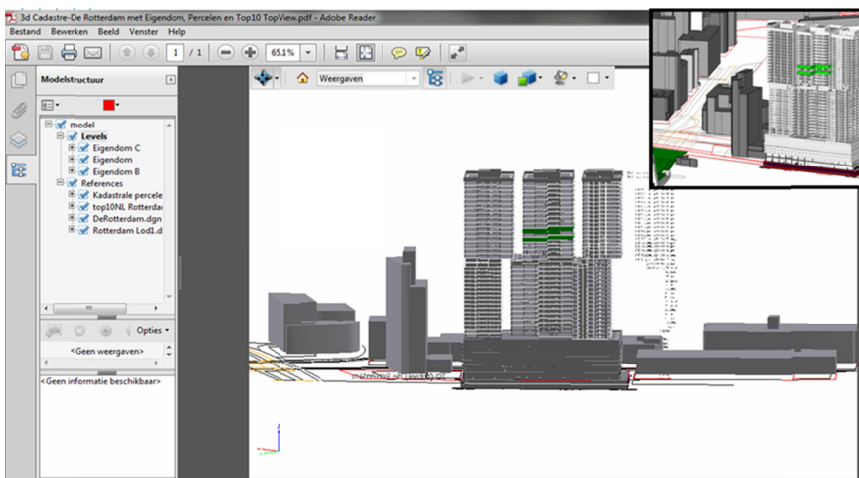


Drie fictieve 3D rechtsobjecten:

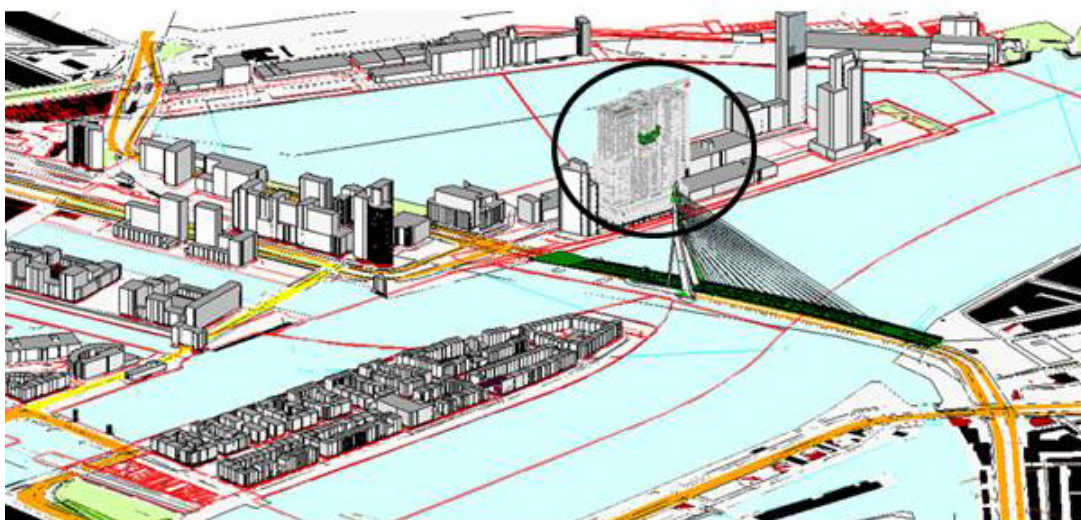
Groen: rechtsobject bestaande uit twee verdiepingen (26 en 28) met verbinding op de 27e tussenverdieping.



Blauw en Rood: 2 rechtsobjecten, ieder voor aan ondergrondse parkeerlaag.



Figuur 7. Drie fictieve 3D rechtsobjecten, aangeduid met de buitencontouren. Boven: zoom-in op de afzonderlijke rechtsobjecten; onder: 3D PDF met overzicht van de gehele situatie. Met dank aan bouwkundig adviesbureau Grandia (voor aanleveren ontwerpgegevens van gebouw) en Bentley (voor technische uitwerking).



Figuur 8. 3D topografisch model met gevisualiseerde 3D eigendomsobjecten in het gebouw De Rotterdam (aangegeven met cirkel). De 3D data worden beheerd in een database en zijn gevisualiseerd met Bentley software.

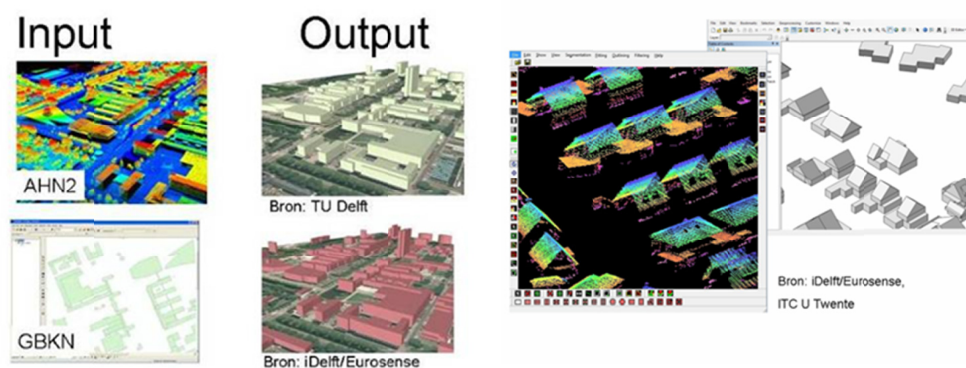
Vanuit deze use case is duidelijk dat het gebruik van BIM data voor veel geo-informatietoepassingen nut heeft. Een belangrijke aanbeveling is daarom verder te gaan met de studie naar het gebruik van IFC data voor de 3D beschrijving van gebouwen (en mogelijk andere constructies) in geo-informatietoepassingen. 3D inschrijving is één toepassing, maar er zijn veel andere toepassingen die aanzienlijk kunnen profiteren van 3D informatie welke gegenereerd wordt ten behoeve van bouwprocessen, zoals digitaal toetsen van een bouwvergunning, updaten van (automatisch gegenereerde) city modellen, de basisregistratie voor gebouwen uitbreiden in de derde dimensie (3D BAG). Om die reden moet er aandacht zijn om de bouwtekeningen zodanig te maken, dat ook nadat de bouw gereed is de informatie verder kan worden gebruikt.

4.2 3D basisset topografie

4.2.1 Oorspronkelijke vragen

Een belangrijke voorwaarde voor het eenmalig inwinnen en beheren en meervoudig gebruik van 3D data is de beschikbaarheid van een 3D basisdataset topografie, welke idealiter beschikbaar wordt gesteld via een landelijke 3D informatievoorziening. Deze use case bestudeert waar deze dataset aan moet voldoen (zowel qua inhoud, als formaat) en bekijkt tegelijkertijd op welke wijze zo'n basisdataset zo automatisch mogelijk gegenereerd kan worden. Deze dataset sluit idealiter aan bij recente ontwikkelingen in 2D als de Basisregistratie Grootchalige Topografie, Basisregistratie Topografie en ook bij ontwikkelingen rond AHN2.

De doelstelling van deze use case is het opbouwen van 3D referentieset in standaard (CityGML?, 3D IMGeo?, CityGML-NL?) met reeds beschikbare (landsdekkende) bronnen (2D topografie en laserscan data), waarbij verschillende alternatieven worden uitgewerkt en geëvalueerd (van 2D, 2.5D en verschillende oplossingen voor 3D; ook verschillende CityGML-LODs en op basis van verschillende inwin-alternatieven).



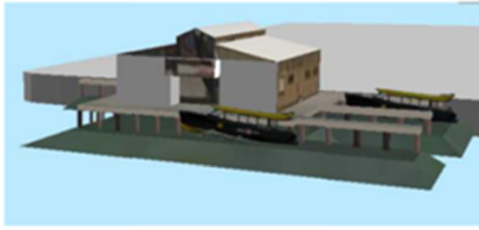
De use case vraag is dan ook: op welke wijze kan een (landelijke?) 3D basisdataset gegenereerd worden welke voldoet aan de meeste basale behoefte aan 3D (dat wil zeggen oriëntatie, navigatie, meervoudig gebruik)?

4.2.2 Resultaten

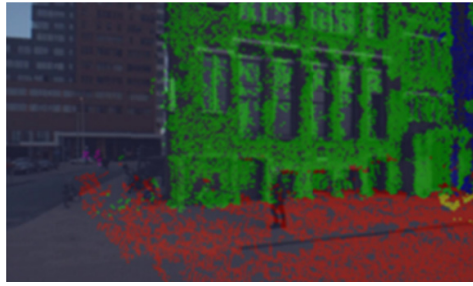
Deze use case was erg populair onder de 3D Pilot deelnemers. Dit komt doordat de technieken om 3D informatie te genereren al heel ver ontwikkeld zijn en er veel commerciële partijen zijn die zich hiermee bezig houden. Veel 3D Pilot deelnemers hebben daarom de beschikbare data verder opgewerkt tot verschillende soorten 3D modellen van het testgebied (zie ook het eindrapport van de werkgroep Aanbod van 3D geo-informatie). Enkele voorbeelden zijn te zien in figuur 9.

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 laserpuntdata en deze ingevoegd in een Oracle-database. ITC, Universiteit Twente heeft zelfontwikkelde software toegepast om een 3D topografisch model van laserpuntdata (gefilterd tot 1 – 2 p/m²) en TOP10NL gegevens te genereren; zie ook Oude

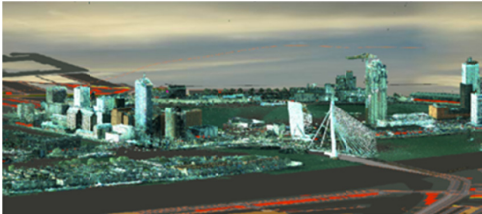
Editing CityGML objects



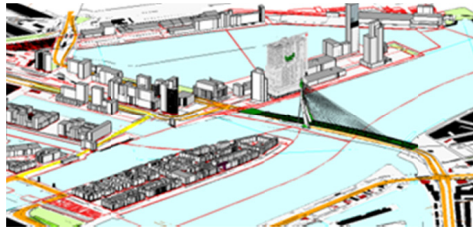
Toposcopie.



Horus Surround Vision.



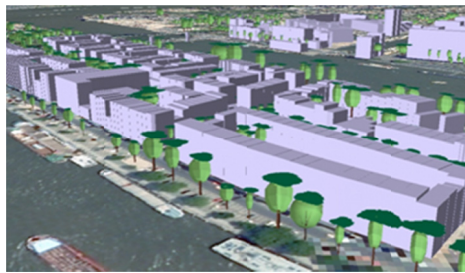
IT-Pro-People.



Bentley.



LOD2 gebouwen gegenereerd door iDelft.



Genereren van boommodellen door Alterra.

Figuur 9. Voorbeelden van bewerkte 3D data binnen de 3D Pilot.

Elberink, 2009. Bij het genereren wordt rekening gehouden met specifieke kenmerken per klasse. 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>. Voor een gebied als heel Nederland bleek dit model van voldoende nauwkeurigheid. iDelft BV heeft zelfontwikkelde software toegepast om automatisch een CityGML model van het testgebied te genereren op basis van 2D gebouw polygoenen en AHN2, getextureerd met luchtfoto's (voor daken) en terrestrische beelden. Het terrein is gemodelleerd met een Digital Terrain 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 gebouwpolygoenen. Dit heeft als voordeel dat er geen rekening hoeft te worden gehouden met temporele verschillen tussen twee datasets. Bentley heeft ook beschikbare 2D gegevens (TOP10NL en grootschalige topografische gegevens op schaal 1:1.000) opgewaarderd naar een 3D model met verschillende Bentley-softwaremodules. De gegenereerde data zijn uitgevoerd naar de CityGML database, die is geïmplementeerd in het 3D Pilot testbed. Zowel Alterra als ITC Universiteit Twente hebben daarnaast boommodellen gegenereerd van de laserpuntdata op basis van verschillende parametrische principes en Toposcopie heeft ook boommodellen gemaakt geschikt voor grotere datasets (zie figuur 10).

Al deze resultaten laten verschillende mogelijkheden zien voor het (semi-)automatisch genereren van 3D informatie met bestaande en nieuwe (zelfontwikkelde) technologieën, welke zijn gestructureerd in het eindrapport van de werkgroep Aanbod van 3D geo-informatie. Dit eindrapport geeft een goed overzicht van de reeds beschikbare 3D data (inclusief informatie zoals kosten, landsdekkendheid, etc.), alsook technieken om (semi-)automatisch 3D informatie te generen eventueel op basis van 2D informatie en welke (financiële) inspanning hiervoor nodig is.

4.2.3 Resultaten voor het genereren van een CityGML bestand¹

De werkgroep 3D Testbed heeft gekeken naar methoden voor het genereren van een CityGML bestand. De resultaten uit deze werkgroep zijn overgenomen in deze sectie. CityGML als intern informatiemodel is nieuw in commerciële GIS-omgevingen en dringt langzaam door in systemen van onder andere Bentley, Esri en Intergraph. Hiermee wordt het mogelijk CityGML bestanden 'from scratch' op te bouwen.

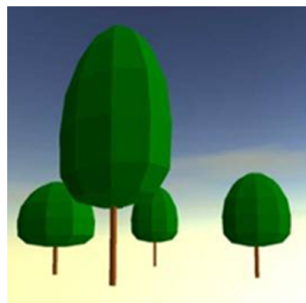
Zo is het in Bentley Map mogelijk om CityGML bestanden te exporteren via een op FME geënte data interoperability component en zeer recent is een specifieke mapping van CityGML naar het Bentley XML Feature Modelling (FM) schema beschikbaar. Met dit schema is het mogelijk om 'from scratch' betekenisvolle 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 ('extruderen') tot 3D LOD1 objecten. Een goed voorbeeld van deze aanpak is de 3D dataconversietool van het bedrijf iDelft welke tijdens de 3D Pilot is ontwikkeld. Andere voorbeelden zijn BentleyMap, ArcGIS, Toposcopia, die mogelijkheden bieden om op basis van 2D digitale bestanden (GBKN of TOP10NL) en AHN (of andere laserscandata) 3D blokmodellen 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)². Op basis van laserpuntdata zoals AHN kunnen de benodigde hoogte attributen worden gedetecteerd.

De meeste dakvormen voor LOD2 bestanden kunnen ook automatisch worden gegenereerd uit laserpuntdata door verschillende methoden. Er is mogelijk een 'fit' met vooraf gedefinieerde dakvormen te berekenen. Modellen van bomen voor LOD2 en LOD3 kunnen ook worden afgeleid uit AHN2, zoals gedaan in de 3D Pilot door Alterra en Toposcopia; zie figuur 10.

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 hier 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. Veelal geschiedt de test of dit daadwerkelijk zo is 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 en wordt vervolgens een niet geheel topologisch en geometrisch correct CityGML bestand verder verspreid. Dat betekent bijvoorbeeld dat sommige volumes niet waterdicht zijn of dat er overlappende vlakken zijn of dat er gaten zitten tussen objecten die op elkaar aan moeten sluiten.

In CityGML kan men bomen kopiëren en per kopie de vorm, rotatie en schaal met een transformatiematrix wijzigen.



Met Toposcopia software kan een groot variatie aan bomen worden toegevoegd aan CityGML.

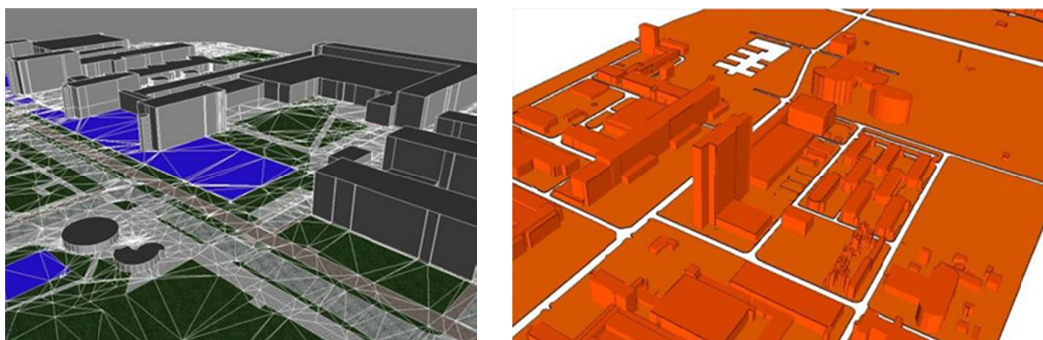


Figuur 10. CityGML boommodellen gegenereerd in de 3D Pilot.

1. 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.

2. Martijn Meijers and Hugo Ledoux, Topologisch consistente 3D-stadsmodellen (in Dutch), in: Geo-Info, Volume 6, 12, pp. 8-12.

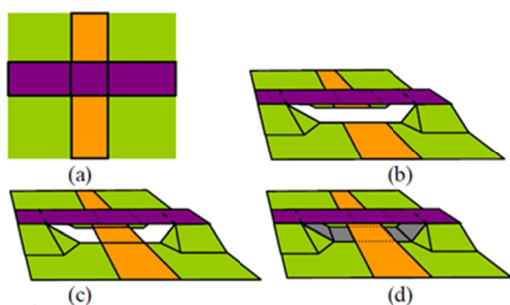
De 2.5D representaties (multiSurface) van Land Use objecten (en andere objecttypen) kunnen worden gegenereerd door middel van een constrained triangulatie van laserpunten (zoals AHN), waarbij de polygoongrenzen als breaklines worden gebruikt. Op deze manier wordt ook het hoogteverloop binnen vlakken gerepresenteerd. Idealiter worden er extra punten op de vlakgrenzen (breaklines) geplaatst om ook meer hoogtevariatie op de grenzen te kunnen aanbrengen. Speciale aandacht is nodig om de Terrain Intersection Curves te genereren. Deze curves geven de exacte positie weer waar 3D objecten het terrein raken en zijn nodig om aansluiting van de 3D objecten met het terrein te garanderen; zie figuur 11.



Figuur 11. Getrianguleerd terrein (links) met daarop gedefinieerd Land Use vlakken (rechts).

4.2.4 Topografische objecten boven en onder elkaar in een 2.5D omgeving

In een 2.5D omgeving kan op de volgende manier worden aangegeven dat objecten zich boven of onder het maaiveld bevinden (gevisualiseerd in figuur 12; overgenomen uit Oude Elberink 2010)³. Vlakobjecten boven en onder het maaiveld worden met hun 2.5D LOD0 representatie in de derde dimensie geplaatst. Een belangrijke eis hierbij is de aansluiting op het 2.5D DTM, dat het maaiveld representeert (ervan uitgaande dat de onder- en bovengrondse objecten ergens het maaiveld raken). Hiervoor kan het nodig zijn om nieuwe 2D grenzen toe te voegen welke een extra variatie in 3D kunnen beschrijven zoals te zien in figuur 12 (b). Ook kan het nodig zijn om terreinvlakken onder (of boven) deze objecten aan te brengen om te zorgen dat het DTM geen gaten bevat (figuur 12 c en d).

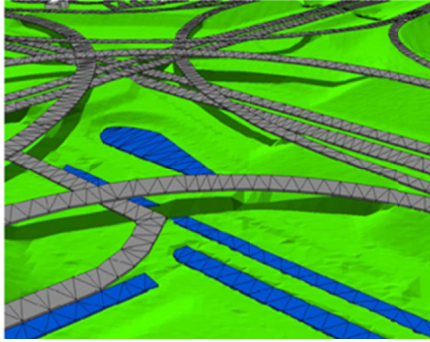


Figuur 12. Het concept relatieve hoogteligging in 3D.

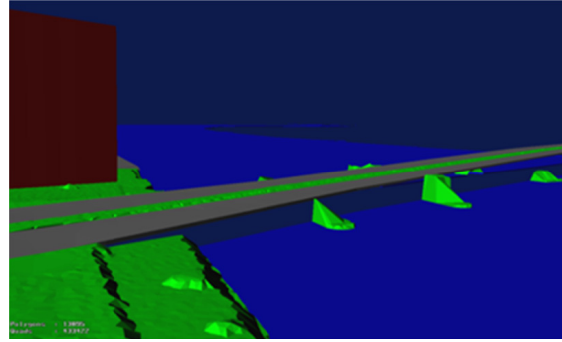
Ook het Digitaal Topografisch Bestand (DTB)⁴ van Rijkswaterstaat heeft een soortgelijke aanpak voor een 2.5D modellering voor topografie. Voorbeelden hiervan uit bestanden beheerd door Rijkswaterstaat DID en Provincie Noord-Brabant zijn opgenomen in bijlage II respectievelijk bijlage III van het eindrapport van de werkgroep 3D Standaard NL. Deze voorbeelden laten zien dat een dergelijke aanpak in de praktijk werkbaar is. Het DTB kent echter geen hoogte-informatie binnen de vlakken. Deze extra hoogte-informatie zou daarom een verrijking zijn.

3. 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.

4. http://www.rws.nl/kenniscentrum/contracten/data_eisen/digitaal_topografisch_bestand/.



Voorbeeld van 3D surface representatie van (kruisende) wegdelen, waterdelen en terreindelen, overgenomen uit 3.



3D model van 3D Pilot testgebied; gegeneerd door Oude Elberink, ITC U Twente op basis van AHN2 en TOP10NL.

Figuur 13. Voorbeelden van surfaces onder en boven het maaiveld.

4.2.5 Conclusies en aanbevelingen

Bij het uitvoeren van de verschillende use cases bleek 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 beperking heeft voor representatie van de ondergrond. Deze use case heeft interessante resultaten opgeleverd voor het genereren van 3D topografie. Duidelijk is geworden dat door een combinatie van BGT met AHN2 (beide binnen afzienbare tijd landsdekkend beschikbaar) een 3D topografische basisdataset vrij eenvoudig kan worden gegeneerd. Ook combinatie van TOP10NL en AHN2 liet mooie mogelijkheden zien om snel en efficiënt een landsdekkend 3D basisset op te bouwen.

De use case heeft ook laten zien dat de gegeneerde informatie over topografie beschikbaar moet komen via een 3D standaard, welke niet alleen de semantiek beschrijft, maar ook duidelijke afspraken maakt over 3D geometrie. Hierdoor moet het vanzelfsprekender worden om valide 3D geometrie te genereren.

De techniek om 3D informatie te genereren is ver. De volgende stap is het beschikbaar maken van deze 3D informatie in een standaard, zodat deze hergebruikt kan worden. Het definiëren van deze standaard voor een 3D referentie set is hiervoor evident (zie eindrapport van de werkgroep 3D Standaard NL).

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

4.3 Dataïntegratie ten behoeve van continue 3D modellen van continue media

4.3.1 Oorspronkelijke vragen

Achtergrond

Er is een discrepantie tussen de 3D objectinformatie zoals die voorkomen in de bouw, civiele techniek, ruimtelijke ordening, gebiedsontwikkeling en waterbeheer enerzijds en de 3D continuëminformatie van ondergrond, water en atmosfeer. Wanneer er in 3D termen wordt gesproken, worden veelal 3D objecten bedoeld en is continuëminformatie onderbelicht. Zo ook in de situatie van het Nationaal Historisch Museum. Hoewel het ontwerp al vast stond, is er lange tijd over de locatie van het Museum gestecheld. Uiteindelijk heeft gemeente Arnhem 50 miljoen euro toegewezen gekregen van het rijk om het museum te realiseren. Achteraf blijkt dat de ondergrondsituatie zo complex is vanwege fysische eigenschappen, kabels en leidingen, dat alleen de aanleg van de parkeergarage al meer dan het toegewezen budget vergt. Soortgelijke projecten waarbij tijdens de ontwerpfase niet

of onvoldoende rekeningen is gehouden met de ondergrondse situatie, wat resulteerde in enorme budgetoverschrijdingen, zijn Randstadrail en het centraal station in Arnhem.

Behalve de meerwaarde van 3D informatie over de ondergrond tijdens de ontwerpfase, is het ook van belang te evalueren wat het effect is van het ontwerp op de leefomgeving. Momenteel wordt er bij de inrichting van stedelijk gebied voornamelijk rekening gehouden met esthetische aspecten en ontsluiting. Het gevolg hiervan is dat de hoge bebouwingsdichtheid in de zomer zorgt voor hittestress en verslechtering van de luchtkwaliteit. De situatie wordt nog verergerd door het grootschalige gebruik van airco's en het intensieve stadsverkeer. Door tijdens de ontwerpfase al rekening te houden met de impact van de inrichting op de algemene luchtcirculatie, kunnen problemen met betrekking tot luchtkwaliteit en hittestress grotendeels worden tegengegaan.

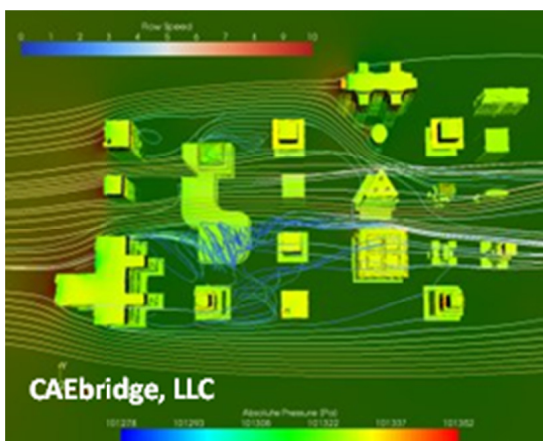
Een van de oorzaken waardoor continuïteitsinformatie zo weinig wordt gebruikt, is het afwijkende opslagformaat dat de integratie bemoeilijkt. Zo wordt hierbij gebruik gemaakt van zogenaamde grid- of voxelmodellen, die niet aansluiten bij de huidige 3D objectinformatie vanuit andere domeinen. De vraag in deze use case is dan ook hoe verschillende type fenomenen wat betreft informatiemodellen – objecten versus datagrids – bij elkaar gebracht kunnen worden, zodat ze met elkaars verschijnselen geconfronteerd kunnen worden.

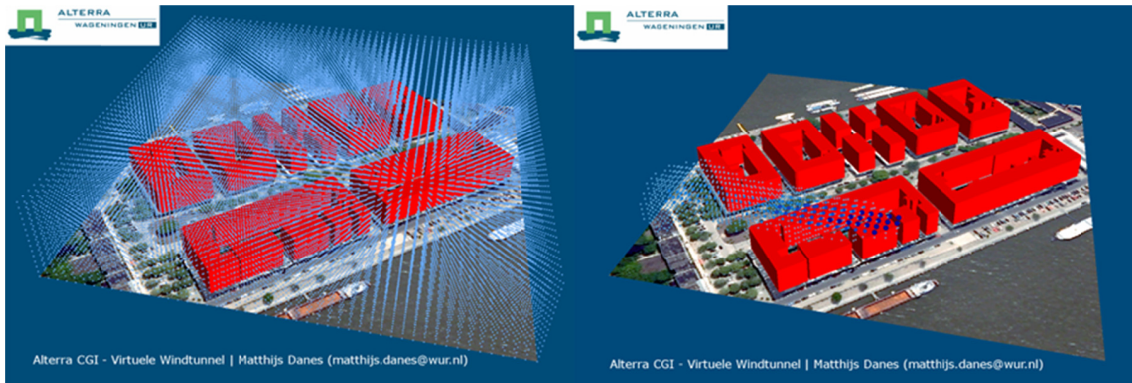
Helaas was er vanuit de 3D Pilot weinig animo voor de use case lucht en alleen van de softwareleveranciers voor de use case ondergrond, waardoor uiteindelijk TNO en Alterra hun use cases afzonderlijk hebben uitgewerkt. De use case van TNO is wel door veel deelnemers opgepakt, zie verder.

4.3.2 Ervaringen en resultaten

De insteek van Alterra in deze case hield in het real-time simuleren van temperatuureffecten en luchtstromen in stedelijk gebied. Doordat een stad veel mensen huisvest, is een groot deel van het stadsoppervlak bebouwd of ingenomen door infrastructuur. Dit leidt vervolgens weer tot stadsproblematiek zoals: hittestress en luchtverontreiniging. Het probleem wordt verder verergerd door grootschalig gebruik van airco's en door het stadsverkeer. Door tijdens de stads(her)inrichting al rekening te houden met de impact van het ontwerp op de algehele luchtcirculatie, kunnen stedelijke problemen met betrekking tot luchtvervuiling en hittestress grotendeels worden ondervangen. De vraag is alleen hoe gemeentebambtenaren en stedenbouwkundige complexe informatie over het stadsklimaat kan worden aangereikt, zodat het kan worden meegenomen in het ontwerp ter besluitvorming. Hierbij wordt verondersteld dat real-time simulaties of serious-gaming een belangrijke rol gaat gaan spelen bij de informatieoverdracht.

Het ontbrak binnen deze use case aan een echte probleemhouder, waardoor het uiteindelijk niet verder is gekomen dan een technische demonstratie. En hoewel er vanuit een technisch oogpunt steeds vaker om 3D informatie wordt gevraagd, is het in een volgende stap noodzakelijk een probleemhouder te vinden die in staat is om de directe meerwaarde van 3D informatie binnen een business case in kaart te brengen.





Als resultaat van deze case studie is het aangetoond dat de interactie tussen voxel (grid) gebaseerde informatie en 3D objecten mogelijk is. De resultaten laten onder andere interactieve luchtstromen zien in een stadswijk in Rotterdam. Hoewel het mogelijk is 3D objecten te extraheren in een 3D shapefile, is er voor luchtstroomberekening meer informatie noodzakelijk dan alleen de vorm van het object. Zo heeft de exterior van 3D objecten een weerstand die extra turbulentie veroorzaakt, en heeft kunstmatige oppervlakte een opwarmingseigenschap die het stadsklimaat sterk beïnvloed. Momenteel ontbreekt deze informatie nog en worden deze exteriorattributen nog niet meegenomen in CityGML.

Verder is het binnen CityGML niet mogelijk voxel-informatie uit te wisselen en is er beperkte mogelijkheid voor het bijhouden van temporele verschillen, maar hiervoor is een uitbreidingsaanvraag ingediend. Behalve de noodzaak voor het registreren van tijd in dynamische stromingsberekeningen, is de mogelijkheid om temporele verschillen te kunnen visualiseren ook in andere case studies sterk gewenst gebleken.

Tenslotte is het draagvlak voor CityGML nog niet algemeen. Om dan ook een technology-push te voorkomen en beter aan te sluiten bij de maatschappelijke noodzaak, is het voor een vervolg essentieel om opzoek te gaan naar een probleemhouder.

Hoe dan ook, het besef van verschillende gemeenten dat CityGML de uitwisselingsstandaard voor 3D informatie is, leidt tot een grotere databeschikbaarheid en meer inzichten in de bruikbaarheid van 3D informatie in stadsplanning.

4.3.3 Conclusies en aanbevelingen naar aanleiding van de lucht-case

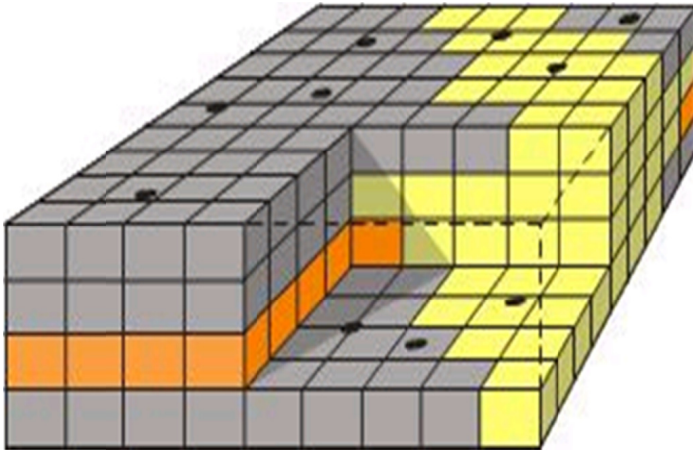
De huidige cases en presentaties in de 3D Pilot zijn merendeel gericht op de bouwsector, civiele techniek en ruimtelijke ordening, en veel minder op groen of de leefomgeving. En hoewel het 3D karteren van groen en de leefomgeving minder geld lijkt op te leveren, is het hebben van een compleet 3D stadsmodel essentieel voor de ontwikkeling van een duurzame stadsinrichting. Vanuit de real-time simulatie is het dan ook gewenst meer aandacht te besteden aan het groen.

Verder heeft de pilot heel veel partijen samengebracht en geïnformeerd over de toekomstmogelijkheden van CityGML. Op zich is het toenemende draagvlak al een prachtig resultaat, maar voor continuering van CityGML als standaard, is het noodzakelijk dat een van de probleemhouders het voortouw neemt in een follow-up van deze pilot. Hierbij worden de gemeentes gezien als voornaamste probleemhouders.

En tenslotte moeten de mogelijkheden wat betreft voxelstructuren en tijdsaspecten binnen CityGML in een vervolg project beter onder de loep worden genomen.

4.3.4 Ervaringen en resultaten ondergrond-case

TNO had als intentie met de 3D Pilot zijn 3D landsdekkende lagen- en voxelmodellen geschikt te maken voor de 3D omgeving waarin de rest van de wereld zich ook begeeft: CityGML. Aan het

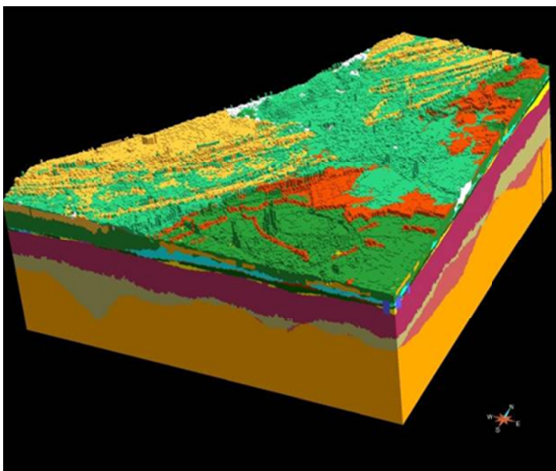


Figuur 14. Principestructuur van het voxelmodel 1.

begin van de pilot werd gedacht dat het noodzakelijk en voldoende zou zijn gebruik te maken van een uitbreiding van CityGML met ondergrondobjecten, zoals voorgesteld door Tegtmeier (zie http://www.itc.nl/about_itc/resumes/tegtmeier.aspx voor een lijst met publicaties). Inderdaad, implementatie daarvan zou een enorme vooruitgang zijn om technische ondergrondobjecten en natuurlijke ondergrondobjecten in samenhang te kunnen bestuderen door middel van visualisatie. Echter voor het echte rekenwerk betreffende de interactie tussen technische objecten en natuurlijke objecten zou dat tot een zeer gecompliceerde situatie leiden. De objecten zouden immers methoden moeten hebben die willekeurige ruimtelijke vormen aankunnen.

Dankzij de 3D Pilot is het inzicht doorgebroken dat we vanuit voxels moeten denken als het om berekeningen van interacties gaat. Mede dank zij de pilot en de impuls die dat gaf aan de discussies tussen Alterra en TNO en tussen TNO, TU Delft en Tegtmeier over objecten en voxels, is een presentatie gehouden voor de Domain Work Group 3DIM (DWG-3DIM) van OGC (Kooijman en Zlatanova). Daarmee werd ervoor gepleit CityGML uit te breiden met voxels ten behoeve van continue media: grond, water, lucht, zowel statisch als dynamisch. Het door de voorzitter van de DWG-3DIM gevraagde change request voor CityGML wordt nu opgesteld als onderdeel van de rapportage van de 3D Pilot. Een en ander houdt ook in dat CityGML het aspect tijd beter moet gaan ondersteunen.

Naast het bovenstaande resultaat heeft ook de use case ondergrond, (*beeldt de Randstandrailtunnel af in het voxelmodel van de ondergrond en bereken het te ontgraven volume*) van de diverse grondsoorten, op zichzelf heel positieve resultaten voortgebracht. Zowel Esri, Bentley als Pitney Bows zijn de uitdaging aangegaan en hebben hun positieve resultaten binnen en buiten de 3D Pilot gepresenteerd. Die resultaten waren gebaseerd op het model met voxels van 100*100*0,5 m en een vereenvoudigd tunnellichaam dat rond een hartlijn geconstrueerd was. Esri en Bentley hebben hun resultaten ook gepresenteerd in aanstekelijke animaties: 'vliegen door de ondergrond'. Allen heb-



Figuur 15. Een realisatie van het voxelmodel 1.

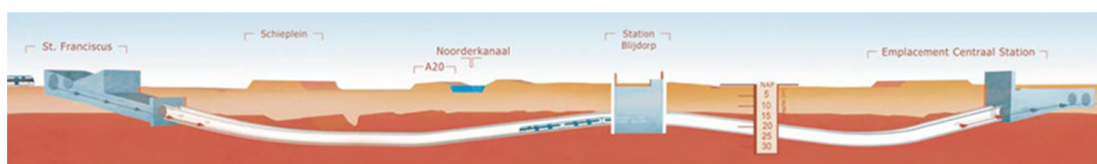


Figuur 16. Een overzicht van de verschillende onderwerpen.

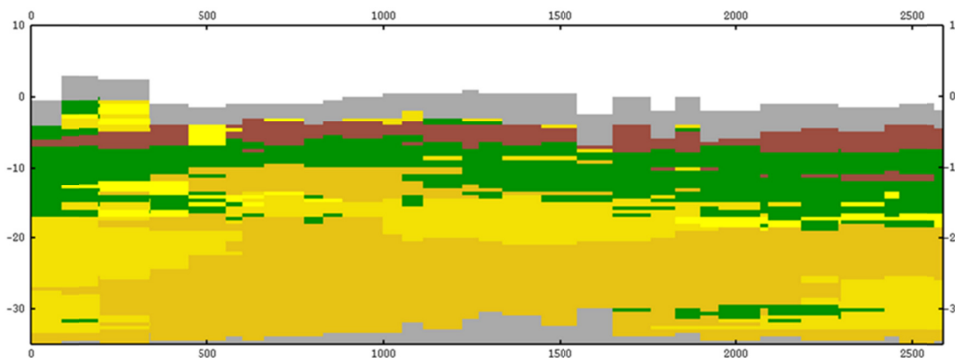
ben hun bereidheid uitgesproken nog een slag verder te proberen te gaan, namelijk met voxels van 25*25*0,5 m en een 'echt' tunnellichaam.

Ten behoeve van deze exercitie is bij TNO een BIM server ingericht die het tunnellichaam in IFC bevat en in IFC, Collada en CityGML kan uitleveren. De voxeldata zijn omgezet naar het NetCDF formaat dat door een OpenDAP server op het web wordt gezet. Dit protocol en formaat maken het mogelijk allerlei uitsneden uit ruimtelijke modellen van continua op te vragen. Een en ander kon niet meer gerealiseerd worden tijdens de 3D Pilot; het werk is loopt verder in bilaterale relatie van TNO en de genoemde bedrijven. Bentley heeft al vooruitlopend op de definitieve resultaten toegezegd een 'knopje' in Microstation te maken, waarmee een vraagformulier wordt opgeroepen om elementen uit de voxelmodellen op te vragen.

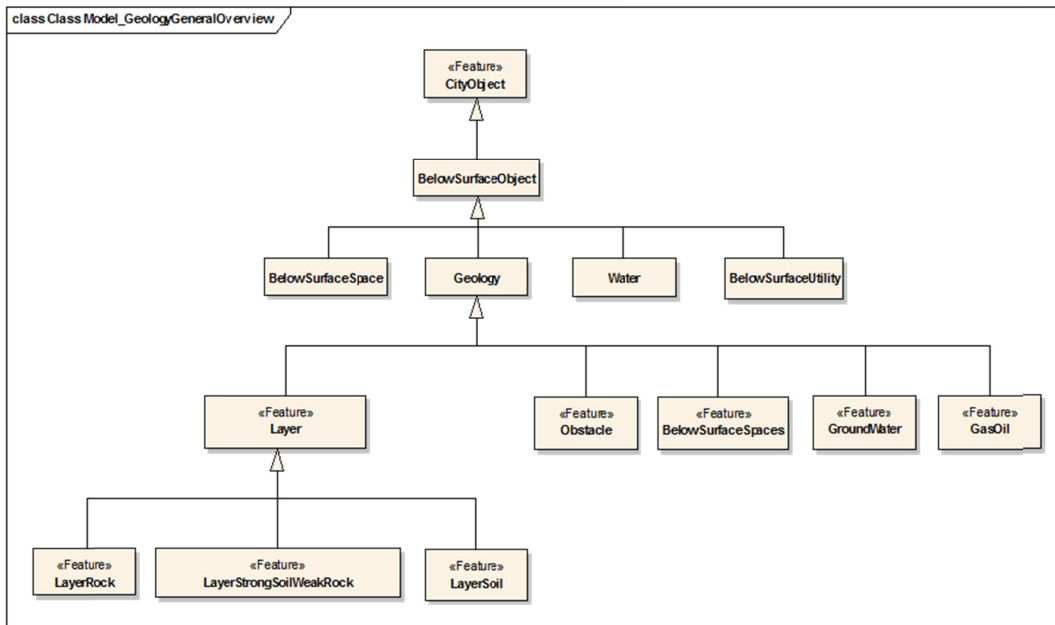
Een positief resultaat van de 3D Pilot is wat TNO betreft de mogelijkheid die dat gaf, op voorstel van NLR, om in het GeoValley project van NLR, TU Delft en TNO, ook aan de slag te gaan met 3D informatie over lucht en ondergrond. Ook daarin wordt uitgegaan van de genoemde BIM en OpenDAP servers, maar dan door de TU Delft generiek in te richten op basis van een Oracle database. NLR ontwikkelt een processing-service om de data van de servers om te zetten naar GML, waardoor de continua van lucht, ondergrond en allerlei artificiële structuren – tunnels, gebouwen, vliegcorridors, vliegroutes – in een enkel standaardformaat beschikbaar komen.



Figuur 17. Doorsnede tunnel (artist impression).



Figuur 18. Doorsnede ondergrond.



Figuur 19. Essentieel 3D structuren en processen.

Een ander belangrijk resultaat is dat TNO Geologische Dienst van Nederland de 3D community bewust heeft kunnen maken van het belang van ondergrondinformatie en van het feit dat ondergrondinformatie via diverse webservices in diverse formaten aangeboden kan worden, aansluitend aan de behoeften van de gebruikersapplicaties.

4.3.5 Eigen ervaringen TNO

De 3D Pilot is door de vertegenwoordigers van TNO Bouw en Ondergrond – Geologische Dienst ervaren als een uiterst inspirerend gebeuren. Daarbij was de samenhang met allerlei andere zaken meteen duidelijk, onder andere die met het project BIM-Omgeving van de Bouw Informatie Raad (BIR). Er is een algemene tendens waargenomen naar meer inzicht in het nut en de noodzaak om 3D (eigenlijk ook 4D, maar dat komt dan vanzelf) te gaan werken. Een eye-opener was daarbij het bezoek aan het overleg van de DWG 3DIM (Domein Werkgroep 3dimensies) van het OGC in Bonn (2 maart 2011). Daar kwamen ook vertegenwoordigers uit geheel nieuwe domeinen hun eisen presenteren met betrekking tot CityGML. De leukste daarbij waren ongetwijfeld die van de robotfabrikanten uit Japan en Korea, die CityGML willen kunnen gebruiken als mental map voor hun robots. De vraag die zich hierbij voordeed was of de veronderstelde tegenstrijdigheid tussen standaardisering en innovatie werkelijk wel bestaat of bestaan heeft of dat standaardisering misschien ook niet een motor voor innovatie kan zijn.

4.3.6 Conclusies en aanbevelingen naar aanleiding van de ondergrond-case

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 dataprovider nuttig was voor 'de markt'. Ook al zou het fysiek niets opbrengen, dan nog is zo'n pilot nuttig om kennis te maken met gelijkgestemden wat betreft stimulering van innovatie.

Er blijven nog wel wensen liggen die in aanbevelingen vertaald kunnen worden.

- Met de introductie van 3D in de vorm van informatie die ook via servers verspreid kan worden, sluit 3D aan bij de ontwikkelingen van geo-informatie infrastructuur, die tot nu toe strikt 2D zijn. We moeten nu verder kijken, namelijk naar een infrastructuur die alle dimensies aankan en misschien ook wel andere protocollen en formaten dan nu volgens INSPIRE zijn voorgeschreven,

simpel doordat INSPIRE zich ook beperkt qua dimensie. Metadatastandaarden zouden voor 3D moeten worden uitgebreid, in ieder geval als je formeel via een centraal zoekportaal wilt aanbieden.

- Anders, als je echt met de informatie wilt werken, is het verstandig te gaan denken aan slimmere visuele zoekomgeving, met de metadata, misschien ook 'user generated tagging', op de achtergrond beschikbaar. Misschien hier alvast een aanzet maken voor het gebruik van linked open data.
- Ook in parallelle projecten als BIM-Omgeving, Grondroerdersportaal en GeoBusiness Praktijkcase PDOK en GeoValley is er behoefte aan zo'n intuïtieve, visuele zoekomgeving voor een eerste zoekactie, bijvoorbeeld als een project van start gaat. Daarnaast moet er gedacht worden, althans zolang applicatie-omgevingen dat niet zelf kunnen, aan een beheerportaal waarin de voor een project gevonden links, ook die naar eigen bronnen, beheerd kunnen worden.
- Het zal duidelijk zijn dat bij zulke zoek- en beheeromgevingen een variëteit aan visualisatietools hoort. Dat zouden we ook modulair moeten durven opzetten, zodat de gebruiker voor een willekeurige combinatie van (mogelijk samenhangende) 1D, 2D, 3D en 4D plaatjes de juiste visualisatieframes op zijn scherm kan oproepen, naar behoefte. Om de samenhang tussen de plaatjes zichtbaar te maken moeten het slimme plaatjes zijn die metadata meedragen over de data die ze als input kunnen verwerken en met welk resultaat en wat ze aan outputdata kunnen leveren als resultaat van een event, zoals het aanwijzen van een object. TNO heeft hiertoe de eerste stappen gezet voor de ondergrond. NLR en TNO proberen nu de mogelijkheid 'gestandaardiseerde' viewercomponenten uit te wisselen in het GeoValley project, zodat lucht en ondergrond elkaar in deze kunnen ondersteunen.

Maar de belangrijkste aanbeveling is hetgeen is verwoord in de laatste zin van de presentatie voor DWG 3DIM van OGC op 2 maart 2011:

"A concept for voxels in CityGML is needed to model continuous natural bodies like air, water and subsurface."

4.4 3D informatie en BIM

4.4.1 Oorspronkelijke vragen

De oorspronkelijke vragen van deze use cases zijn terug te voeren naar het probleem van moeizame integratie van benodigde 3D informatie in bouwprocessen. Centraal in het ontwerpproces staat het Bouwwerk Informatie Model. In iedere fase van het proces bevat dit BIM de actuele status van het object. Voor de uitwisseling van gegevens wordt uitsluitend die informatie uitgewisseld, die strikt genomen noodzakelijk is voor het verloop van het proces.

Fase 1. Inventarisatie

Het project bestaat uit het in kaart brengen en verzamelen van de benodigde geo- en omgevingsinformatie. Deze informatie wordt vervolgens digitaal beschikbaar gemaakt en waar nodig geconverteerd voor implementatie in een 3D Bouwwerk Informatie Model.

Fase 2. Ontwerp

Deze fase bestaat uit het opzetten van het Bouwwerk Informatie Model voor de ontwerp- en engineeringfase. Het zogenaamde *protoBIM* en het koppelen van de geo- en omgevingsinformatie aan dit model. In het ontwerpproces wordt direct gebruik gemaakt van de beschikbare informatie. Deze informatie wordt onder andere gebruikt voor de optimalisatie van het gebouw, collision detection, budgettering en toetsing (digitale bouwvergunning).

Fase 3. Terugkoppeling

Uiteindelijk zullen delen van de informatie uit het BIM worden teruggekoppeld aan de verschillende externe databases. Ook hier speelt identificatie van essentiële informatie en conversie ervan een belangrijke rol.

Doelstelling van de use case zijn:

1. Verzamelen van geo- en omgevingsinformatie geïntegreerd in een 3D Bouwwerk Informatie Model.
2. Het koppelen van deze gegevens aan het ontwerpproces.
3. Het terugkoppelen van het BIM aan de verschillende (geo-informatie) databases.

4.4.2 Resultaten

Voor de BIM/CAD use case, heeft de gemeente Rotterdam de omzetting van de BIM standaard IFC naar CityGML in meer detail onderzocht. Ook heeft Bentley een IFC model van een gebouw ingelezen in een bestaande LOD1 model en de IFC data opgewaardeerd tot CityGML LOD3 en LOD4. Verder zijn er voor de andere use cases operaties uitgevoerd die te maken hebben met deze use case, omdat BIM data (of intelligente CAD data) als input zijn gebruikt.

Al deze experimenten laten echter zien dat de conversies niet goed verlopen. 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 is hiermee evident.

4.4.3 Conclusies en aanbevelingen

Een specifieke conclusie voor deze 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. Ervan uitgaande dat originele BIM bestanden gebruikt kunnen worden in het bouwvergunningsproces, is het belangrijk zowel het oorspronkelijke BIM bronbestand als het 3D geo-informatiemodel dat voortbouwt op dit bestand te beheren, idealiter door middel van een link tussen beide representaties.

4.5 Ruimtelijke ordening in 3D

4.5.1 Oorspronkelijke vragen

Achtergrond

Op een herfstachtige dag leest Klaas de Jong in het plaatselijke sufferdje dat de informatieavond die vorige week gehouden is niet druk bezocht was en dat de gemeente er dan maar ook van uit gaat dat er tegen de bouw van 300 nieuwe woningen waarschijnlijk ook weinig weerstand is en dat zij



voornemens zijn om niets te doen met die ene zienswijze die is ingediend. Klaas de Jong ontploft. Juist deze woningen zijn aangrenzend aan zijn kavel gepland! Waarom wist hij hier niks van? Gretig gaat hij op zoek naar informatie om te kijken waar hij nog zijn gram kan halen. Hij snuffelt door de kranten, speurt het internet af en kijkt in de papierbak of hij misschien de uitnodiging heeft gemist ... hij vind niets. Met een bonzend hoofd staart Klaas voor zich uit. "De gemeente zal boeten voor deze fout! En zeker wethouder Joosten, die dit wel weer onder de pet heeft gehouden." Snel gaat hij buurten in zijn straat. En een nieuw actiecomité met gerichte aanvalsroute is geboren ...

Communicatie ... het schijnt dat wij allen hier het belang van inzien. Niet óf het gebeurt, maar de wijze waarop of waarop juist niet.

In de ruimtelijke ontwikkeling ontkom je als gemeente of provincie haast niet meer in het meenemen van burgers in het reilen en zeilen van de organisatie als het gaat om informatie en participatie. De informatie die de burger nodig heeft is niet direct voorhanden en soms lastig te achterhalen. Daarbij heeft de burger vaak lokale kennis over het gebied wat de ontwikkeling of een deel daarvan in een ander daglicht kan stellen. Een platform voor informatie en communicatie met daarin een standaard voor de uitwisseling van de ruimtelijke ontwikkeling kan zorgen voor een laagdrempelige toegang om de burger van dienst te zijn en een vorm van wederzijdse afhankelijkheid te creëren in de ruimtelijke ontwikkeling.

Utopie? Of werkelijkheid? Wie zal het zeggen. In ieder geval zou het binnen niet al te lange tijd ook zo uit kunnen zien ... :

Op een herfstachtige dag krijgt Klaas de Jong een email van de wethouder RO met daarin een uitnodiging mee te denken over bouw van 300 nieuwe woningen, grenzend aan de kavel van Klaas. Via de link komt Klaas op een webportal waarin hij een 3D model krijgt te zien van de bestaande situatie. Hij kan op alle mogelijke manieren door het model heen vliegen en lopen, waarin hij op elk gewenst tijdstip en elke locatie het nieuwe ontwerp kan bekijken. Hij herkent zijn huis direct! Zelfs zijn drie maanden oude uitbouw is in 3D weergegeven! Dat is nog eens een snelle verwerking! Hij moet nog steeds de plintjes plakken!

Via een paar klikken is hij snel in staat de plannen van de gemeente te bekijken met de nodige uitleg. Hij vergelijkt een aantal varianten en geeft specifiek aan waarom hij zich wel of niet kan vereenzelvigen met een variant. Verder bekijkt hij met één druk op de knop de beoogde bestemmingswijzigingen, kadastrale grenzen, risicocirkels, 3D bodemkaarten en kabels en leidingen. Dan opeens ziet hij dat er een leiding mist op de tekening! Snel stuurt hij een email naar de verantwoordelijke om hem daarop te wijzen. Ook kan hij snel door middel van een punaise of lijntje aangegeven waar volgens hem een elektraleiding loopt.

Nadat hij de achtergrondinformatie heeft gelezen is het hem duidelijk waarom de gemeente deze plannen juist op deze locatie heeft bedacht. Blij is hij nog steeds niet, maar is er wel van overtuigd



dat de gemeente belang hecht aan zijn participatie en er alles aan doet hem zo volledig mogelijk te informeren. Hij stuurt een mail naar zijn buurtgenoten om te kijken of zij zelf een variant aan kunnen dragen op basis van de informatie die de gemeente beschikbaar heeft gesteld in combinatie met de micro-lokale kennis van de buurt.

De oorspronkelijke vragen van deze use case zijn:

- Met welke hulpmiddelen kunnen bestaande 3D modellen voorzien worden van een CityGML codering?
- Welke bestaande standaarden zijn er in de verschillende ontwerpdisciplines en hoe kunnen deze het beste aangesloten worden op CityGML?
- Welke inhoud van welk type ontwerp moet standaard in welke fase op wat voor wijze weergegeven worden, zodat voor de bezoeker duidelijk is wat het betekent?
- Hoe kunnen grote hoeveelheden data/CityGML bestanden van verschillende LOD niveaus laagdrempelig, streaming via een VR toepassing op internet ontsloten worden?
- Kan het LOD mechanisme van CityGML goed gebruikt worden door de VR toepassing om de juiste objecten vanuit het juiste LOD niveau op het juiste moment in beeld te brengen?
- Wat is de meest efficiënte, onderhoudsarme wijze om op basis van de 3D data in de database een VR toepassing op te bouwen en onderhouden?
- Hoe om te gaan met helper objecten die alleen toegevoegd worden om de VR omgeving te configureren, maar die in werkelijkheid niet bestaan?
- Hoe kunnen ondergrondgegevens laagdrempelig en duidelijk in een VR omgeving gevisualiseerd worden.
- Hoe kunnen 'as built' modellen het beste aangesloten worden op de centrale database?
- Wat is de impact van het nieuwe gebouw of weg op z'n omgeving?
- Wat is het huidige bestemmingsplan?
- Wat is de veiligheidsbeleving in deze geplande fietstunnel?

Het antwoord op deze vragen zou moeten leiden tot de volgende resultaten:

- Een uitgewerkte methode om bestaande/aangeleverde modellen te voorzien van en op te slaan volgens de CityGML codering.
- Een methode om verschillende standaarden uit verschillende ontwerpdisciplines aan te sluiten op CityGML.
- Een standaardweergave van ontwerpen uit verschillende bronnen en verschillende stadia van het ontwerpproces (in CityGML).
- Een mogelijkheid om deze gemêleerde CityGML dataset via een voor de burger laagdrempelige, via internet toegankelijke intelligente omgeving van een groot gebied te ontsluiten.
- Uitgevoerde test of het CityGML LOD mechanisme zich goed leent voor automatisch serveren van de relevante objecten voor de bezoeker.
- Aangesloten interactieve VR applicatie op de 3D database.
- Antwoord op de vraag waar 3D configuratie objecten een plaats moeten hebben (ook in CityGML, er buiten?)

4.5.2 Resultaten

Er was weinig interesse voor het uitvoeren van deze use case. Probleem was dat er eigenlijk gewoon te weinig partijen in de 3D Pilot zaten die zich concreet met het onderwerp 3D RO (zijnde niet bestemmingsplannen!) bezig houden. De huidige status van 3D in Nederland kwam ook in deze use case wel mooi naar voren. Om een antwoord te geven op deze vragen is het namelijk noodzakelijk om verschillende technieken van data-inwinning, opslag, standaarden en toepassing te combineren. Maar doordat de software en dienstverleners nog erg gericht zijn op enkel hun eigen toepassing en

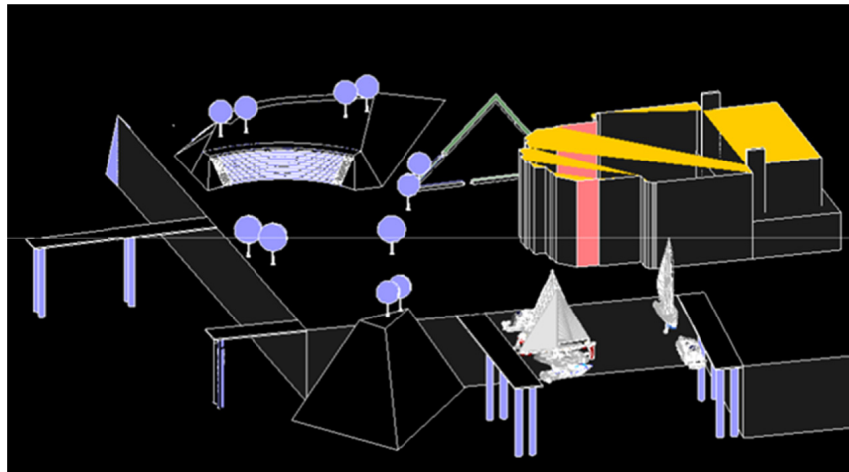
dienst en er geen standaarden zijn waarbij ze aan kunnen sluiten, is het voor hen nog niet goed mogelijk een goed antwoord te geven op deze gecombineerde vraag.

Kortom, de vraag naar 3D in Nederland gaat verder dan 3D Geo!

Eerste ronde

Tijdens de eerste ronde waarbij 3D Pilot deelnemers zelfstandig aan de slag gingen met de use cases was er dan ook slechts één partij die met een onderdeel aan de slag is gegaan. Crotec, een dienstverlener in de ruimtelijke ontwikkeling, heeft getracht een stedenbouwkundig plan volgens de CityGML structuur te coderen met Bentley Map.

Conclusie van deze exercitie was dat het technisch inderdaad mogelijk is met Bentley Map de CityGML structuur aan zo'n plan toe te kennen. Doordat er nog geen concrete verdere invulling van de standaard qua semantiek, geometrie, toepassing en dergelijke, is het alleen niet mogelijk dit echt nuttig te doen. De meeste velden in het CityGML bestand blijven leeg en het is niet mogelijk de geometrie te valideren met de CityGML specificaties.



Figuur 20. RO objecten in CityGML uitgevoerd door Crotec.

Tweede ronde

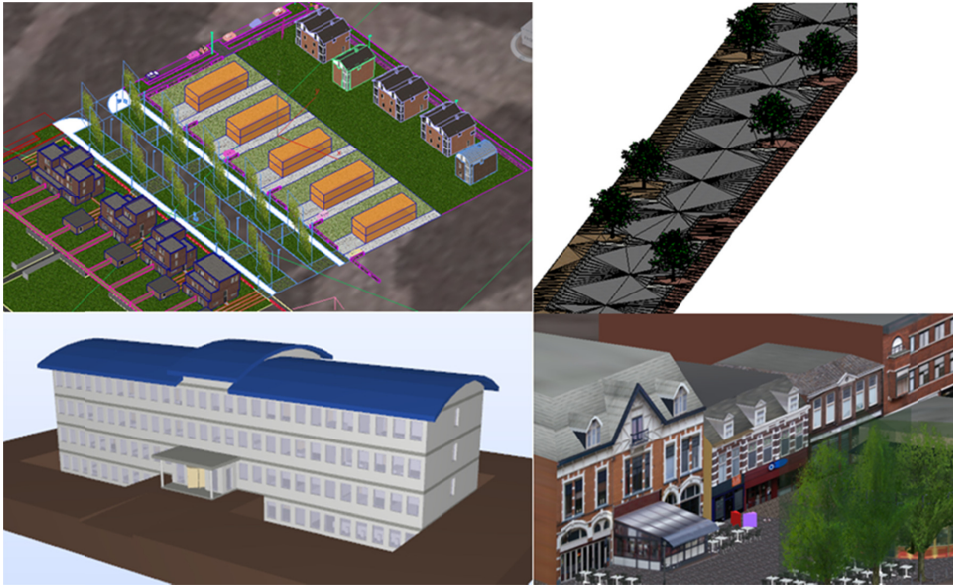
Aangezien de use case niet alleen om de opbouw van CityGML ging, maar vooral ook over de verschillende beschikbare type 3D ontwerpen en de mogelijkheden om deze te combineren, is ook in deze use case de trekker vervolgens zelf verder aan de slag gegaan.

In eerste instantie is in een vrij technisch experiment geprobeerd vier verschillende type ontwerpen welke in de Apeldoornse praktijk gebruikt worden te combineren. Hierbij is telkens wel gekeken naar de mogelijkheden voor het toepassen van CityGML. Doel was om de principes van integraal ontwerpen, zoals dat inmiddels voor gebouwen al vaker gebeurt volgens de BIM systematiek, toe te passen op grotere gebieden waar een gemeente vaak mee werkt.

Het ging om de volgende ontwerpen:

1. 3D stedenbouwkundig plan vanuit SketchUp;
2. 3D civiel ontwerp vanuit Bentley PowerCivil;
3. 3D gebouwentwerp vanuit IFC;
4. Stuk gedetailleerde bestaande situatie vanuit Virtueel Apeldoorn in 3D Studio Max.

Uitgangspunt was om, net zoals in de BIM systematiek, iedere ontwerpdiscipline verantwoordelijk te laten zijn voor zijn eigen ontwerp. Hiervoor is het noodzakelijk dat de verschillende disciplines de vrijheid houden hun ontwerp regelmatig aan te passen in hun eigen software. Hierdoor wordt



Figuur 21. Screenshots van 3D RO use case.

het dus belangrijk dat de verschillende ontwerpdatasets zonder al teveel handmatige aanpassingen te combineren zijn. Aangezien een gemeente de ontwerpen van allerlei verschillende bronnen kan krijgen zowel binnen als buiten de organisatie, is het niet mogelijk afspraken te maken om één bepaalde softwarelijn of bestandsformaat te gaan gebruiken en kunnen er op dit moment dus allerlei formaten aangeleverd worden. Geen van deze datasets was opgebouwd volgens de CityGML structuur, waardoor gebruik moest worden gemaakt van de gebruikelijke bestaande conversie methodes.

Omdat in Apeldoorn 3D Studio Max op dit moment nog de basis is voor de 3D infrastructuur, is besloten om de verschillende conversies hier naartoe uit te voeren. Hieronder een kort overzicht van het verloop van de verschillende conversies.

1. De conversie vanuit SketchUp ging vrij soepel, alleen duurde wel erg lang. De vraag is of dit nog steeds blijft werken op het moment dat de bestanden groter worden. De 3D bestanden opgebouwd met Sketchup hebben wel een paar vervelende kenmerken welke problemen geven in andere 3D software. Zo kunnen in Sketchup aan de voor- en achterkant van faces (vlakken) verschillende texturen toegekend worden. Alleen de textuur van de voorkant wordt meegenomen na conversie, wat vaak onverwachte resultaten en in ieder geval dataverlies oplevert. Na conversie blijken lijnen welke in Sketchup gemeenschappelijk gedeeld werden door twee vlakken dubbel voor te komen. Aangezien er geen semantiek in de bestanden aanwezig was, voegt het toevoegen van de CityGML structuur inhoudelijk niet zo vreselijk veel toe. Eerst zou er een inhoudelijke uitwerking moeten komen voor de objecten die in bijvoorbeeld een stedenbouwkundig of beeldkwaliteitsplan beschikbaar zijn, net zoals voor bestemmingsplannen al in IMRO is geregeld. Voor de interoperabiliteit daarentegen zou een platte opslag in CityGML hier nu al enorm van pas komen.
2. Het wegontwerp vanuit Bentley Powercivil bleek uiteindelijk ook het beste te converteren met een tussenstap via Sketchup. Visueel leverde dit de beste resultaten op. De geometrie en texturen kwamen redelijk goed over. De onderliggende structuur van het bestand bleek bij het inlezen in Sketchup volledig verloren te gaan. Alle inhoud werd samengevoegd in één laag, wat de verdere mogelijkheden enorm beperkt. Zeker gezien de enorme hoeveelheid aan semantische gegevens die beschikbaar is vanuit het wegontwerp. Een mapping vanuit Powercivil naar CityGML zou dan ook een enorme vooruitgang qua uitwisselbaarheid van de ontwerpen inclusief behoud van semantiek zijn. Kanttekening hierbij is wel dat het CityGML op dit moment nog geen goede ondersteuning voor 3D plantopografie lijkt te bieden.
3. Voor het gebouwontwerp in IFC is een willekeurig IFC model van internet afgehaald. Met behulp van de open source BIM serversoftware is het op dit moment al goed mogelijk dit type bestanden

te converteren naar CityGML met behoud van een groot gedeelte van de semantische informatie. Er is alleen nog geen inlees mogelijkheid voor CityGML in 3D Studio Max. Om het bestand toch in 3D Studio Max te krijgen is opnieuw gebruik gemaakt van Sketchup. Met behulp van de IFC plugin voor Sketchup is het IFC bestand inclusief semantiek ingelezen. Vervolgens zijn de data opnieuw vrij eenvoudig geconverteerd naar 3D Studio Max. Doordat de semantische informatie in Sketchup beschikbaar was en ook gebruikt kon worden, waren er al vrij veel mogelijkheden om de inhoud te tonen. Nadeel van IFC bleek wel te zijn dat het model geen texturen bevat, welke voor de visualisatie van het gebouwontwerp in een 3D stadsmodel natuurlijk wel enorm veel toevoegen. Ook zou er eigenlijk een specifieke mapping van IFC naar CityGML moeten komen voor LOD2, LOD3 en LOD4, waarbij meer aandacht is besteed aan de invulling van het level of detail. De mate van gedetailleerdheid is momenteel eigenlijk veel te hoog voor opname in een 3D stadsmodel. Wanneer er na het bekijken van de LOD4 weergave van het ontwerp nog behoefte is aan meer details, zou alsnog gelinked kunnen worden naar het oorspronkelijke IFC model.

4. De bestaande situaties die al beschikbaar zijn in Virtueel Apeldoorn, waren natuurlijk al opgebouwd in 3D Studio Max, waardoor er geen conversie meer nodig was. Ervan uitgaande dat ook deze data uiteindelijk via CityGML uitgewisseld zouden moeten kunnen worden, is getracht ook aan deze data de CityGML structuur toe te voegen. Na hulp van MOSS uit Duitsland is het uiteindelijk gelukt om na een conversie naar Sketchup (wat alle inhoud weer samenvoegt) deze structuur toe te voegen.



Figuur 22. Meerdere ontwerpen geïntegreerd in een integraal ontwerp, ontsloten via Virtueel Apeldoorn.

Uiteindelijk is het dus gelukt om de verschillende ontwerpen samen te voegen in één integraal ontwerp in 3D Studio Max. Vervolgens was het een kleine stap om dit ontwerp voor zowel interne (projectteam, bestuur, management) als externe belanghebbenden (belangengroepen, politiek, bewoners, etc.) te ontsluiten via www.virtueelapeldoorn.nl; zie figuur 22. Door bij het startpunt het '3D Pilot test Project' te selecteren, kunnen de eindresultaten van dit experiment live via internet bekeken worden.

Dit neemt niet weg dat er van de eis dat er slechts minimale handmatige aanpassingen gedaan mochten worden weinig terecht is gekomen. Iedere conversie was veel werk waardoor het in de praktijk onmogelijk is om deze werkwijze toe te passen.

Achteraf blijkt verder dat van de enorme lijst met vragen die vooraf was opgesteld slechts aan enkele vragen is gewerkt. In de praktijk blijkt dat, hoewel de verhalen en voorbeelden soms meer doen vermoeden, de techniek en standaarden nog niet zover zijn dat er al heel snel enorme stappen kunnen worden gemaakt.

Tenslotte zijn we niet toegekomen aan de meer procesmatige vragen rondom hoe 3D het best in de communicatieprocessen ingezet kan worden. Dit onderdeel is ondertussen wel opgepakt in een vervolproject bij de gemeente Apeldoorn dat momenteel loopt.

echt voor hen kan betekenen. Hier zou meer ondersteuning georganiseerd moeten worden, ten einde de gemeenten (en andere partijen) in staat te stellen verantwoord de eerste stappen op het 3D pad te nemen.

- De eerste tip hiervoor is om voordat je iets met 3D begint, jezelf goed af te vragen wat het gewenste resultaat is, wat je hiermee kan en wat het je oplevert. Dit lijkt logisch, maar in de praktijk blijkt dit vaak niet zo te zijn.
- Uiteindelijk zal 3D geo-informatie net zoals 2D geo-informatie (of in plaats van) gewoon één van de eigenschappen van een object worden. Dit is echter nog lang niet zover. Voorlopig zullen er aparte 3D versies van datasets gemaakt moeten worden om in 3D te kunnen werken. Dit is op zich niet erg, maar houdt zicht op de bron.
- Om opgebouwde 3D data snel en flexibel vanuit verschillende softwareoplossingen voor verschillende toepassingen te kunnen gebruiken, is het erg belangrijk dat er een onafhankelijke, semantisch rijke 3D uitwisselingsstandaard komt. CityGML kan hier een goede oplossing voor worden.
- De potentie van 3D bouwaanvragen in IFC voor een gemeente is enorm. Het is mogelijk onderdelen van de bouw/omgevingsvergunning geautomatiseerd te toetsen. Stel dat 20% van de toetsen zo geautomatiseerd zou kunnen worden uitgevoerd. Wat zou dat dan aan tijd en geld opleveren? Bovendien kan het de basis zijn voor het bijhouden van een belangrijk gedeelte van je 3D stadsmodel.

4.5.5 Eigen ervaringen Rick Klooster

Ik heb de 3D Pilot als zeer leuk, nuttig en leerzaam ervaren. Ik heb de bereidwilligheid waarmee iedereen beschikbaar was zijn kennis te delen als zeer prettig ervaren en heb hier ook dankbaar gebruik van gemaakt. Juist het combineren van de aanwezige kennis vanuit verschillende disciplines en achtergronden heeft veel toegevoegd. Het was mooi om te zien hoe het beeld over waar we naartoe moeten in de loop van het jaar evolueerde tot wat het nu is. Vergeleken met het begin van de pilot heeft ook mijn beeld over hoe een gemeentelijke 3D basisinfrastructuur eruit ziet zich enorm ontwikkeld en begint zo langzaam maar zeker concrete vormen te krijgen. CityGML is hier in de loop van het jaar een belangrijk onderdeel van geworden.

Wat me opviel is dat veel partijen heel hoogdravende verwachtingen van de pilot hadden, waardoor ze niet mee durfden te doen. Hierdoor is de deelname vanuit de gebruikershoek erg beperkt gebleven. Dit is erg jammer want er is juist behoefte aan de hele concrete vragen vanuit het werkveld om de ideeën rondom de toekomst van 3D geo-informatie verder vorm te geven. Ik zou dan ook zoveel mogelijk gebruikers die wel eens aan 3D geo-informatie denken willen oproepen om aan het vervolg deel te nemen. Dit maakt het zoveel sterker.

4.5.6 Eigen ervaringen Mark Berntssen

Als medevertegenwoordiger van de klanten in het gehele RO proces binnen de overheid ben ik uitermate enthousiast over de inzet van alle partijen. Er moet nog aardig wat water door de zee totdat het allemaal werkbaar is, maar ikzelf ben zeer tevreden over het inzicht in de mogelijkheden en (nu nog) onmogelijkheden van de noodzakelijke koppelingen. In essentie hoop ik dat de gebruikers (gemeenten, provincies, etc.) een start hebben gemaakt met het meer inzicht krijgen in de mogelijkheden. Zij zullen in de nabije toekomst ook bepalend zijn in het verder afkaderen van de wensen. Ik kijk vol verwachting uit naar het vervolg!!!

4.6 Mutatiesignalering in 3D

4.6.1 Oorspronkelijke vragen

Op dit moment is het niet mogelijk om wijzigingen in gebouwen en topografie op een snelle en eenvoudige wijze te signaleren. Het signaleren is een niet volledig geautomatiseerd proces, omdat het handmatige visuele controles vergt. Zonder die controles heeft het resultaat onvoldoende kwaliteit om te gebruiken in processen waar signalering deel van uitmaakt. Het signaleren gebeurt op dit moment alleen in 2D, terwijl de wijzigingen die bij het signaleren worden opgespoord vaak een 3D aspect hebben. Dit blijkt uit een opsomming van processen waar signalering wordt toegepast:

- opstellen en handhaven bestemmingsplannen (analyse of er is bijgebouwd);
- waardering woz-objecten (volumeberekening);
- signaleren van vergunningsvrije bouwwerken;
- controleren bouwwerken op eisen uit bouwvergunning;
- opsporen wijzigingen in het landschap;
- vergunningverlening voor maatregelen in de uiterwaarden;
- evaluatie hydrologische berekeningen.

Het doel van de use case was tweeledig, namelijk om enerzijds te onderzoeken of het proces van mutatiesignalering geautomatiseerd in 3D uitgevoerd kon worden en anderzijds om daarmee aan te duiden wat dit betekent voor het gegevensmodel.

4.6.2 Ervaringen

De animo voor de uitvoering van deze use case was laag.



Figuur 24. Mutatiesignalering uitgevoerd door Neo BV.

Gebleden is dat het huidige mutatiesignaleringsproces in 2D voor een groot deel handmatig wordt uitgevoerd; zie figuur 24. De stap naar 3D is daarom wellicht nog een brug te ver. In de 3D Pilot hebben de deelnemende partijen vooral een inspanning gedaan om 3D objecten te genereren en/of te converteren naar CityGML. Het signaleringsproces is een specifiek domein, dat niet direct wordt bediend door de partijen die zich bezig hielden met het genereren van 3D objecten.

Het genereren van 3D objecten en het exporteren naar CityGML door de uitvoerder van de use case⁵ bleek nog een lastige exercitie. Het analyseren van verschillen is daarom nog niet gerealiseerd. Tijdens het genereren ontstonden vragen over de kwaliteit en bruikbaarheid van de gegenereerde 3D objecten voor het signaleringsproces. Zo bleek het bijvoorbeeld mogelijk om dakvormen te genereren met behulp van het programma 3D Mapping, maar is nog niet onderzocht of de gegenereerde objecten voldoende precisie hebben om te gebruiken in het signaleringsproces.

4.6.3 Resultaten en conclusies

De use case heeft bijgedragen aan inzicht in conversie(on)mogelijkheden van 2D naar 3D objecten, specifiek voor het signaleren van verschillen. Bij het uitvoeren van de case is alleen gekeken naar het genereren van gebouwen in 3D, terwijl de verschillen die worden opgespoord ook vaak zachte topografische elementen betreffen zoals houtopstanden en sloten.

CityGML wordt vooral gebruikt voor visualisatie: doordat er nog onvoldoende is gekeken naar verschillen, is ook nog niet duidelijk of 3D in CityGML voldoende potentie heeft voor mutatiesignalering. Ook bestaat er nog geen model dat de gehele leefomgeving in 3D kan weergeven en dat voldoende kwaliteit heeft voor analyses.

5. De use case is uitgevoerd door Neo B.V. (www.neo.nl).

Om het mutatiesignaleringsproces in 3D te ontwikkelen zal eerst het genereren van kwalitatief hoogwaardige 3D modellen mogelijk moeten zijn. Daarna zullen er richtlijnen opgesteld moeten worden wanneer een wijziging in 3D ook daadwerkelijk een mutatie is. Daarvoor zal eerst nader onderzoek moeten worden gedaan naar eventueel gegevensverlies bij het genereren van 3D modellen. Vervolgens zal het validatieproces vorm moeten krijgen, bijvoorbeeld (deels) geautomatiseerd met behulp van 2D informatie of visueel handmatig. Het 'draperen' van luchtfoto's over in 3D gemodelleerde objecten helpt om een meer realistische visualisatie te maken die het handmatige validatieproces kan vereenvoudigen.

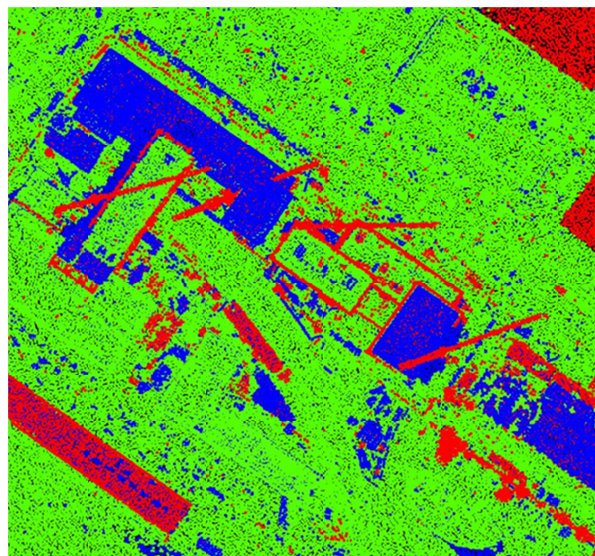
Mutatiesignalering wordt vooral voor gemeenten jaarlijks uitgevoerd. De actualisatie van de AHN2 eens per vier jaar is daarom te laag om AHN2 te gebruiken voor mutatiesignalering.

Gebruikte gegevens/data/programma's:

- AHN2 voor gebied in de gemeente Vlaardingen;
- pandenkaart gemeente Vlaardingen;
- programma 3D mapping van ITC;
- luchtfoto's.

4.6.4 Resultaten van vergelijk laserpuntdatasets ingewonnen op verschillend tijdstip

Zoals hierboven beschreven heeft de use case van het automatisch detecteren van mutaties van objecten niet veel opgeleverd binnen de 3D Pilot. Wel is er door Sudan Xu en George Vosselman (U Twente) een verschillenanalyse gedaan op de twee laserpuntdatasets die binnen de 3D Pilot beschikbaar waren (AHN2 en in opdracht van gemeente Rotterdam ingewonnen laserdata), welke ongeveer acht maanden na elkaar ingewonnen waren. Het resultaat van deze verschillenanalyse is te zien in figuur 25. De figuur toont punten die een bepaalde kleur hebben afhankelijk van het verschil tussen beide datasets. De blauwe punten representeren objecten die wel in de ene dataset aanwezig waren en nog niet in de andere; de rode punten representeren onder andere hijskranen en bouwsteigers welke niet in de nieuwe dataset voorkwamen (de bouwput was blijkbaar inmiddels verdwenen).



Figuur 25. Mutatiedetectie op basis van laserpuntdatasets uitgevoerd door U Twente.

4.6.5 Aanbevelingen

De opsomming in het plan van aanpak bevestigt het vermoeden dat er veel processen zijn waar mutatiesignalering deel van uitmaakt. Er zal dus een maatschappelijke behoefte zijn, maar dit is niet gebleken in de 3D Pilot omdat weinig tot geen partijen van de vragende zijde actief hebben deelgenomen aan de pilot.

De vraag is ook of het proces in 3D kan worden uitgevoerd zonder dat de kosten ervan de pan uit rijzen. Op dit moment is het nog niet mogelijk om deze kosten-batenanalyse uit te voeren; zeker omdat er weinig partijen vanuit de vragende kant zijn aangesloten bij de 3D Pilot. In die kosten-batenanalyse zou ook meegenomen kunnen worden wat de effecten zijn van een hoger bijhoudingsproces van de AHN2.

Verder is een aanbeveling om te definiëren wanneer in elk bedrijfsproces sprake is van een mutatie. Dit kan per proces verschillend zijn.

De mutatieanalyse uitgevoerd op de laserpuntdata laat veelbelovende potenties zien voor mutatie-detectie.

4.6.6 Eigen ervaringen van Laris Noordegraaf

De wereld van 3D was voor mij redelijk onbekend. Uit de eerste bijeenkomsten werd mij al snel duidelijk dat er al veel kan op 3D gebied en dat de technische ontwikkelingen snel gaan. De bruikbaarheid van de gegevens lijkt hier nog wel eens onder te sneeuwen. Het is evident dat kwaliteit en precisie van de gegenereerde objecten van groot belang is voor de toepasbaarheid in deze case, maar bijvoorbeeld ook in het 3D Kadaster en de 3D topografie. Ik ben positief verrast van de eenvoud waarmee visualisaties gemaakt kunnen worden die een bijdrage leveren in het ruimtelijke ordeningsproces!

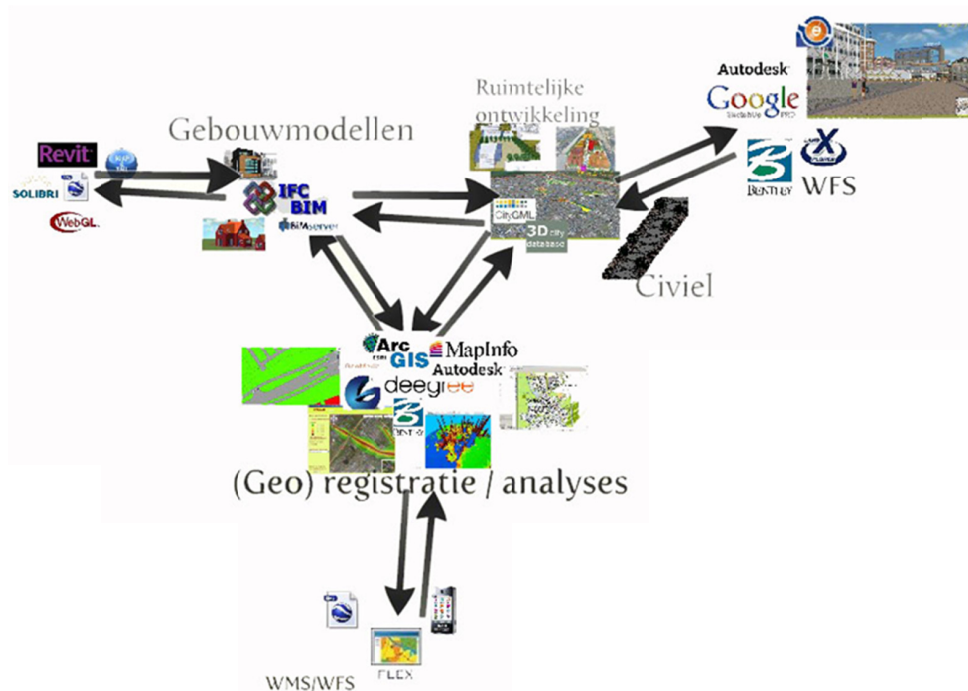
5. Inzichten voor de 3D geo-informatiecyclus in relatie tot andere informatie

Bij de verschillende use cases liepen we er tegenaan dat er al heel veel disciplines al heel lang in 3D werken. In verschillende disciplines is al wel software beschikbaar om de voor deze discipline relevante 3D data op te bouwen. Soms semantisch heel rijk; soms niet. In ieder geval meestal niet in CityGML. De volgende constatering was dat het zeker niet zou gaan lukken om dit allemaal alsnog om te gaan buigen naar CityGML. Meestal bevat de beschikbare 3D data zoveel detail welke helemaal niet relevant is voor andere disciplines dat uitwisseling van deze details overbodig is. Aan de andere kant is het detailniveau voor specifieke disciplines wel noodzakelijk om hun werk goed te kunnen doen.

Wanneer je CityGML duidelijk positioneert als uitwisselingsformaat voor 3D stadsmodellen en niet als container voor alle 3D informatie van alle disciplines (wat aanvankelijk de gedachte was), is dit echter geen probleem. Dit geeft de ruimte om alle disciplines (die iets met een stukje relevante inhoud van een 3D stadsmodel doen) in alle vrijheid in wat voor formaat dan ook zoveel detail als men wil vast te laten leggen.

Wanneer er daarna een goede mapping met de voor andere disciplines relevante informatie wordt gemaakt naar CityGML, worden de data goed uitwisselbaar. Uitgangspunt hierbij is dat de bron door de broneigenaar bijgehouden wordt en vervolgens een selectie van de gegevens volgens de CityGML structuur wordt geconverteerd naar het centrale stadsmodel. Mogelijke kan er vanuit de CityGML variant van het object zelfs gelinkt worden naar het gedetailleerde bronbestand dat ook ergens online beschikbaar is in het oorspronkelijke formaat. Zo worden de data optimaal flexibel en toegankelijk voor allerlei verschillende applicaties, terwijl de bijhouding ook geregeld is.

In figuur 26 staat een uitwerking van dit concept, waarbij in de driehoek rechtsboven het stadsmodel in de centrale CityGML database is ingericht. Allerlei verschillende applicaties kunnen het stadsmodel gebruiken als basis voor verschillende toepassingen. Gebouwwontwerpen staan in alle detail op een BIM server, aangezien een gemeente dit ook nodig heeft bij het toetsen van de bouw/



Figuur 26. Optimale informatiearchitectuur van 3D geo- en andere informatie voorgesteld vanuit ervaringen van de use cases.

omgevingsvergunning. De representatie van de gebouwentwerpen in het stadsmodel vindt plaats met behulp van een automatische conversie, waarbij dus slechts een gedeelte van het ontwerp wordt geconverteerd. Voor andere disciplines zouden dus soortgelijke servers ingericht kunnen worden, of misschien zijn deze er zelfs al (ondergrond?). Vanuit de GIS hoek is het vervolgens eenvoudig om op deze intelligente standaarddatabronnen aan te sluiten en de gegevens te gebruiken voor allerlei producten en analyses.

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

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 hebben de use cases inzichtelijk gemaakt wat er nodig is om deze waarde te benutten. Voorbeelden waar 3D meerwaarde heeft boven een 2D aanpak is (zie ook bijlage 1) 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.

Uit de ervaringen met de use cases kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- De ervaringen met de use cases hebben laten zien dat er op 3D vlak al heel veel mogelijk is, maar dat kennis over het opbouwen en gebruik van 3D data en technieken wel erg schaars is.
- Ontbrekende kennis over 3D bleek zelfs een van de grootste knelpunten 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 het uitvoeren van de use cases binnen de 3D Pilot. Deze intensieve kennisuitwisseling heeft ervoor gezorgd dat er allerlei kleinere samenwerkingsverbanden zijn ontstaan tussen de pilotdeelnemers (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).
- Naast het bij elkaar brengen van bestaande kennis, resulteerde het samenwerken op de use cases ook in het naar boven brengen van een aantal onderwerpen waar nader onderzoek (dat wil zeggen nieuwe kennis) voor nodig is. Voorbeelden zijn 3D inwinning (nog steeds moeilijk om 100% automatisch objecten te genereren), 3D informatieopbouw, updaten van 3D datasets en 3D databases (3D topologie en validatie van 3D geometrie is nog onvoldoende uitgewerkt).
- 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 (zie eindrapport werkgroep 3D Standaard NL) essentieel is. 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. Tenslotte legt een 3D standaard de afspraken vast die nodig zijn om behoefte, technieken en data beter op elkaar af te stemmen.
- Bij het uitvoeren van de verschillende use cases bleek 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 beperking heeft voor representatie van de ondergrond. De use case 3D topografie (sectie 4.2) heeft interessante resultaten opgeleverd voor het generen van 3D topografie. Duidelijk is geworden dat door een combinatie van BGT met AHN2 (beide binnen afzienbare tijd landsdekkend beschikbaar) een 3D topografische basisdataset vrij eenvoudig kan worden gegenereerd. Ook combinatie van TOP10NL en AHN2 liet mooie mogelijkheden zien om snel en efficiënt een landsdekkende 3D basisset op te bouwen.
- De use case heeft ook laten zien dat de gegenereerde informatie over topografie beschikbaar moet komen via een 3D standaard, welke niet alleen de semantiek beschrijft maar ook duidelijke afspraken maakt over 3D geometrie. Hierdoor moet het vanzelfsprekender worden om valide 3D geometrie te genereren.

- De techniek om 3D informatie te genereren is ver. De volgende stap is het beschikbaar maken van deze 3D informatie in een standaard zodat deze hergebruikt kan worden. Het definiëren van deze standaard voor een 3D referentieset is hiervoor evident (zie eindrapport van de werkgroep 3D Standaard NL).
- Technische problemen in de use cases 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 is hiermee nogmaals evident.
- 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 BIM om 3D haalbaar te maken en de meerwaarde ervan te benutten.
- 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. Ervan uitgaande dat originele BIM bestanden gebruikt kunnen worden in specifieke toepassingsdomeinen, is het belangrijk zowel het oorspronkelijke BIM bronbestand als het 3D geo-informatiemodel dat voortbouwt op dit bestand te beheren, idealiter door middel van een link tussen beide representaties.
- De wereld van continue fenomenen, die vaak ook op simulatie van processen en evaluatie van interactie gericht zijn, laten zich beter modelleren in regelmatige grids of voxels dan in informatieobjecten die rechtstreeks af te leiden zijn van entiteiten uit de fysieke wereld. Een conclusie is dan ook dat uitbreiding van CityGML met voxeldata nodig is om kwantitatief de interactie tussen lithosfeer, hydrosfeer en atmosfeer met bouwwerken en civieltechnische infrastructuur te kunnen analyseren of voorspellen.

6.2 Aanbevelingen vanuit werkgroep 3D Use cases

Vanuit de bevindingen en conclusies van de use cases, kunnen de volgende aanbevelingen worden geformuleerd.

- Bij het uitvoeren van de use cases bleek het belang van een 3D standaard voor verdere ontwikkelingen in 3D toepassingen, die van zowel overheids- als marktpartijen een uniforme aanpak afdwingt. Aanbeveling is om (met name het 3D aspect van) het in de 3D Pilot gedefinieerde model voor 3D IMGeo 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 (zoals voxels voor de ondergrond).
- Het vaststellen van een behoefte aan een landsdekkende 3D basisset, te samen met de resultaten die zijn behaald voor het genereren van 3D basistopografie vragen om verdere uitwerking. De BGT en TOP10NL (BRT) bieden hiervoor een mooi uitgangspunt.
- Er is meer 3D 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. Het samenwerken aan de 3D Pilot en de use cases daarin 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 :

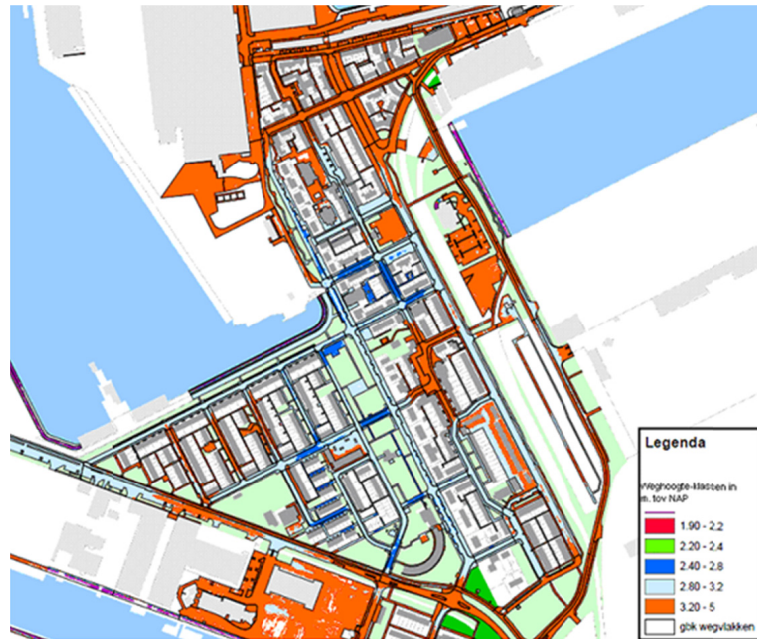
- *Technische aanpak van 3D binnen overheidsorganisaties*
Het introduceren van 3D in overheidsorganisaties is nog vrij nieuw. Het in beeld brengen van kenmerken van een succesvolle 3D aanpak voor overheidsorganisaties aan de hand van use cases in een pilotomgeving zal helpen om 3D toepassingen makkelijker toegankelijk te maken. Te denken valt aan een standaardaanpak voor opbouwen, updaten en beheer van 2.5D en 3D data; voorbeeldbesteksteksten 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 aanbeveling vanuit de werkgroep 3D Use cases is om nauwe aansluiting te zoeken met andere disciplines dan het traditionele vakgebied van geo-informatie, zoals BIM, ontwerp, beheer. Een belangrijk aspect hiervan is technische afstemming. Er zijn hier al wel aanbevelingen voor gedaan (zie hoofdstuk 5), 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 pilotomgeving 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 gericht worden opgepakt.

Vanuit de persoonlijke ervaringen van de use case trekkers, zijn de volgende aanvullende aanbevelingen geformuleerd.

- Er kan al heel veel met 3D technieken en informatie; alleen vaak is de beschikbare kennis nog versnipperd. De toekomst is 3D, dus laat je hierdoor niet afschrikken en begin ervaring op te bouwen. Maak je idee zo concreet mogelijk; bekijk wat en wie je hierbij nodig hebt en neem kleine stapjes. Overleg regelmatig.
- Koppel je 3D inspanningen direct aan producten in het ruimtelijk ontwerpproces, hierdoor wordt duidelijker waar de winst (naast de extra kosten) van 3D zit.
- Stimuleer het gestructureerd ontwerpen in 3D; hier zit grote meerwaarde.
- Stimuleer een betere beschikbaarheid van onafhankelijke kennis rondom de opbouw en het gebruik van 3D geo-informatie en CityGML.

Bijlage 1. Voorbeeldtoepassingen van 3D geo-informatie



Voorbeeld 1. Met behulp van 3D data kunnen weghoogtes bepaald worden en berekend worden welke wegen bij welke waterstanden nog begaanbaar zijn.



Voorbeeld 2. 3D afbeeldingen gemaakt ten behoeve van Citymarketing.

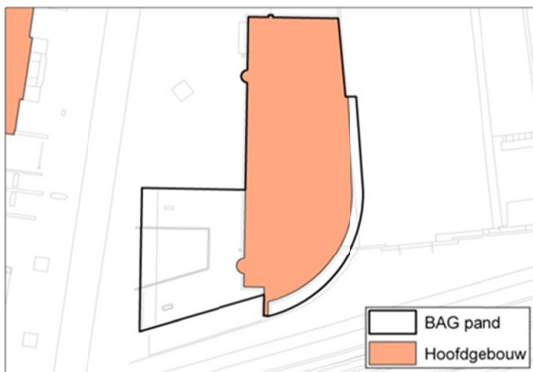


Klassieke 2D kaart.



3D computer graphics en 3D fotorealistisch.

Voorbeeld 3. Visualisatie van gegevens in 3D kan noodzakelijk zijn bij contact met burgers.



Voorbeeld 4. In dit voorbeeld is een verschil tussen een BAG-pand en het bijbehorende GBK-vlak weergegeven. In de panoramafoto is te zien waarom deze twee grenzen van elkaar afwijken en waarom een 3D model hier uitkomst in biedt om de werkelijkheid vanuit het model te kunnen interpreteren.



Voorbeeld 8. Wat als 20% van de omgevingsvergunning volautomatisch getoetst kan worden op basis van een 3D gebouwoontwerp?



Voorbeeld 9. Hoe is de veiligheidsbeleving in deze geplande tunnel en hoe kan dat beter?
Links: fietstunnel met bocht (weinig overzicht); rechts: tunnel zonder bocht.



Voorbeeld 10. Hoe kan mijn toekomstige nieuwbouw huis eruit zien en wat zie ik van de geplande windmolens in het aangrenzende project?

Bijlage 2. Het ontwerpproces vanuit het perspectief van de Gemeente Apeldoorn

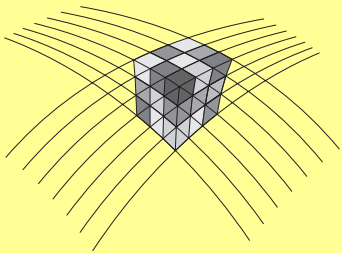
Fase	Perspectief	Product	Doel	Benodigde input-gegevens	Output	Toepassing
Beheer	Gemeente		Wegbeheer			
Beheer	Gemeente		Groenbeheer			
Beheer	Gemeente		Rioolbeheer			
Beheer	Gemeente		Actualisatie bestemmingsplannen			
Beheer	Gemeente					
Beheer	Gemeente	Handhaving	Toezicht houden op en zo nodig afdwingen van de naleving van gestelde regels.			
Beheer	Gemeente		Dijkbeheer			
Beheer	Gemeente		Milieubeheer			
Beheer	Gemeente		Veiligheid?			
Beheer	Gemeente					
Initiatief	Gemeente	SWOT analyse	Een zo breed en volledig mogelijke inventarisatie (Op de onderdelen; financieel, planologisch, risico's, stedenbouw, cultuurhistorie, vergunningen, ecologie, milieu, bodem, archeologie, mobiliteit, water, beheer en veiligheid) van de inhoudelijke (fysiek en beleid) en financiële aspecten (incl. subsidies) van het project en een analyse van de sterke en zwakke punten en de kansen en bedreigen voor het projectresultaat.			

Fase	Perspectief	Product	Doel	Benodigde input-gegevens	Output	Toepassing
Initiatief	Gemeente	Opportunititeit berekening	Het op basis van een normatieve berekening bepalen van het optimale grondexploitatie resultaat.			
Initiatief	Gemeente	Notitie Strategisch Grondbeleid / Ontwikkelstrategie	Het bepalen van de financiële strategie i.r.t. het gemeentelijke grondbeleid op basis van de gegeven situatie (grondpositie, eigendomsverhoudingen, planrisico's, fiscale situatie, complexiteit, etc.) en hoe te handelen c.q. de wijze van bestemmen in het project.			
Initiatief	Gemeente	Programma ontwikkeling	Wat zijn de programmatische eisen aan het project? Hoeveel woningen en in welke categorieën, hoeveel m ² BVO kantoren of hoeveel ha. bedrijventerrein en in welke milieucategorieën? De uitkomsten van programma ontwikkeling vormen onderdeel van de Nota van Uitgangspunten.			
Initiatief	Gemeente					
Initiatief	Gemeente					
Programma	Gemeente	Ontwikkelingsplan	Geef het inhoudelijke ruimtelijke kader (ruimtelijke beeld, programma en beoogde kwaliteit) aan waarbinnen het plangebied ontwikkeld dient te worden.			
Programma	Gemeente	Verwervingsplan	Het bepalen van een strategie (welke planologische instrumenten worden ingezet) tot het verkrijgen van grondeigendommen om projectdoelen te kunnen realiseren.			
Programma	Gemeente	Haalbaarheidsberekening	Het bieden van een financiële context aan de ontwikkeling van het project op basis van het Ontwikkelingsplan. De haalbaarheidsberekening vormt daarmee de basis voor grondgebruik en programma en de basis voor eventuele onderhandelingen.			

Fase	Perspectief	Product	Doel	Benodigde input-gegevens	Output	Toepassing
Programma	Gemeente	Ontwikkelingsstrategie	De conclusie van de Notitie Strategisch Grondbeleid.			
Programma	Gemeente	Planschade-analyse	Inzicht krijgen in mogelijke planschadeclaims en risico's om de (financiële) haalbaarheid van het project.			
Programma	Gemeente	Cultuurhistorische en archeologische analyse	Rapport met aanbevelingen over cultuurhistorie en archeologie in het plangebied die bij de verdere planvorming en in het ontwerpproces moeten worden meegenomen.			
Programma	Gemeente	Schetsontwerp	Een eerste schets van het beoogde projectresultaat waarin de contouren van het projectresultaat zichtbaar zijn maar de detaillering volgt in het voorlig - of definitief ontwerp.			Sketch-up / Microstation
Programma	Gemeente	Programma ontwikkeling	Wat zijn de programmatische eisen aan het project? Hoeveel woningen en in welke categorieën, hoeveel m ² BVO kantoren of hoeveel ha. bedrijventerrein en in welke milieucategorieën? De uitkomsten van programma ontwikkeling vormen onderdeel van het Ontwikkelingsplan.			
Programma	Gemeente	Milieu effect rapportage	Het milieu effect rapport is wettelijke regelgeving bij omvangrijke projecten. Het MER komt met detail informatie over de milieugevolgen en beschikbare alternatieven voordat belangrijke besluitvorming in het project tot stand komt. Er bestaand twee soorten MER's, te weten: locatie MER (er worden t.b.v. de plaatsing van een specifieke functies milieukundige afwegingen gemaakt) en inrichtings MER (brede milieukundige beoordelingen bij grootschalige gebiedsontwikkeling)			

Fase	Perspectief	Product	Doel	Benodigde input-gegevens	Output	Toepassing
Programma	Gemeente	Tracébesluit	Is vereist wanneer het project onder de Tracéwet valt (tracéwet projecten zijn teven M.E.R. plichtig). Het tracébesluit legt vanuit het oogpunt van rechtsbescherming voor burger het noodzakelijk vast (is daarmee vergelijkbaar met een bestemmingsplan).			
Programma	Gemeente	Risico onderzoek	Inventariseren van interne- en externe factoren die mogelijk een invloed hebben het projectresultaat.			
Programma	Gemeente					
Ontwerp	Gemeente	Exploitatieplan	Plan als bedoeld in artikel 6.12 Wro. Dit publiekrechtelijk instrument is verplicht wanneer kostenverhaal niet anderszins is verzekerd.			
Ontwerp	Gemeente	Kadastraal onderzoek				
Ontwerp	Gemeente	Stedenbouwkundig plan	Een stedenbouwkundig plan is de ruimtelijke vertaling van het Programma van Eisen. Het beschrijft wat er gebouwd mag worden op welke plek en in welke hoedanigheid (formaat, hoogte, etc.). Het beschrijft het karakter, de sfeer en het uiterlijk van een nieuwe ontwikkeling.			
Ontwerp	Gemeente	Beeldkwaliteitsplan	Het beeldkwaliteitsplan is een goed instrument voor het bereiken van ruimtelijke kwaliteit, zowel voor nieuwe situaties als voor de bestaande omgeving. Een beeldkwaliteitsplan is geen dictaat voor inrichting en architectuur, maar vormt een basis voor samenhang en kwaliteit.			
Ontwerp	Gemeente	Programma van eisen bouwplan	Het vastleggen van de randvoorwaarden waaraan het bouwplan met voldoen.			

Fase	Perspectief	Product	Doel	Benodigde input-gegevens	Output	Toepassing
Ontwerp	Gemeente	Bestemmingsplan	Het bestemmingsplan is een instrument waarmee de gemeente invulling geeft aan haar ruimtelijke ordeningsbeleid. In het bestemmingsplan geeft de gemeente haar visie op de toekomstige ruimtelijke ontwikkeling van een bepaald gebied. Een bestemmingsplan is een rechtstreeks dwingend naar burgers en overheid.			
Ontwerp	Gemeente	VO openbare ruimte	Voorlopig ontwerp van de openbare ruimte			
Ontwerp	Gemeente	DO openbare ruimte	Definitief ontwerp van de openbare ruimte die ook getoetst is aan de vereisten die vanuit beheer aan het resultaat gesteld zullen worden.			
Ontwerp	Gemeente	BAG toets	Het melden van een DO-stedenbouwkundig plan bij bouwzaken ten behoeve van de toets op de Basisregistratie Adressen en Gebouwen.			
Realisatie	Gemeente	Bestek inrichting openbare ruimte	Een bestek is de volledige omschrijving van een uit te voeren (bouw)werk, inclusief de van toepassing zijnde administratieve, juridische en technische bepalingen, materialen en uitvoeringsvoorwaarden. Aan het bestek zijn tekeningen gekoppeld, de zogenaamde bestektekeningen die samen met het bestek de basis vormen van het contract tussen opdrachtgever en aannemer.			
Realisatie	Gemeente		Bouwen			
Realisatie	Gemeente		Toezicht houden			
Realisatie	Gemeente					
Realisatie	Gemeente					



KONINKLIJKE NEDERLANDSE
AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN