

Praktische inzichten voor het volledig bijhouden van 3D-Georegistraties

Van 3D-brondata naar 3D-objectenregistratie

[Geo-Info](#) 28 juni 2022

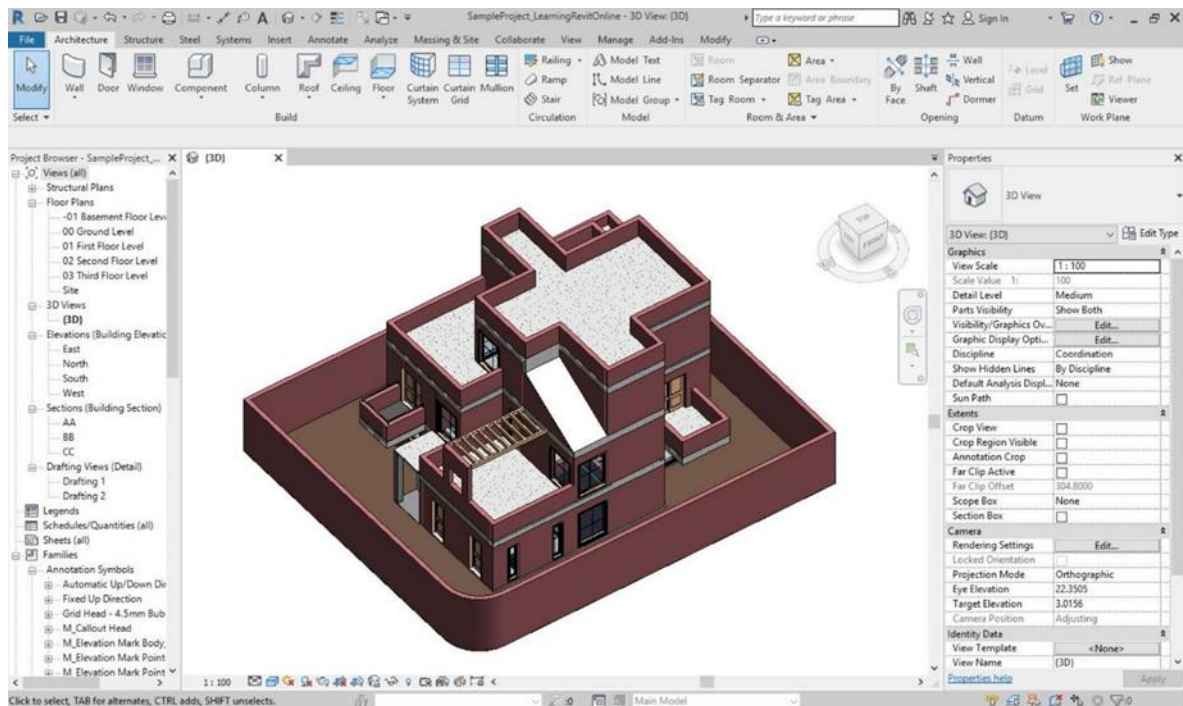
De gemeenten Den Haag, Amsterdam en Rotterdam werken samen met de VNG in het programma Totaal Driedimensionaal (T3D). In dit innovatieprogramma verkennen en bouwen we aan praktische oplossingen voor het volledig in 3D bijhouden van een objectenregistratie. Dat doen we langs vier uitvoeringssporen en in drie fasen, verspreid over 2020 tot en met eind 2022. In deze bijdrage staan de voorlopige resultaten centraal met betrekking tot het integraal in 3D inwinnen van objectgegevens. Dit uitvoeringsspoor wordt binnen T3D getrokken door de gemeente Den Haag.

door Hein Corstens, Gerlof de Haan en Jan van Velsen

Het spoor Inwinning binnen T3D is gericht op het inwinnen en samenstellen van gegevens voor de registratie van een 3D-model van een gebouw, inclusief de binnenkant. Dit is onderzocht voor de use cases WOZ-taxatie en Vergunningen&Toezicht. De WOZ-taxateur is geïnteresseerd in het aantal ruimten in een pand, met per ruimte de functie en de gebruiksoppervlakte. Vergunningen&Toezicht wil weten of er conform vergunning gebouwd is. In deze use cases wordt onderzocht of BIM- en LiDAR-tools helpen om in deze informatiebehoefte te voorzien, en of de ingewonnen objecten in de juiste vorm zijn aan te bieden aan een 3D-objectenregistratie.

BIM

BIM (Bouwwerk Informatie Model of in het Engels: Building Information Modelling) is een proces waarin diverse disciplines in alle fasen van een bouwproject efficiënt kunnen samenwerken, doordat er afspraken zijn gemaakt over de informatieopbouw en uitwisseling van 3D-ontwerpen. Een BIM-model is een 3D-model waarin naast de geometrie van objecten ook attribuutgegevens worden opgeslagen, bijvoorbeeld: of een object muur een 'dragende' muur is. In tegenstelling tot 'traditionele' tekeningen is een BIM niet documentgericht, maar objectgericht en datagericht.



Afbeelding 1. Voorbeeld van een BIM

De beschrijving hoe een BIM-model aangeleverd moet worden (welke 3D-objecten moeten minimaal aanwezig zijn, en welke attributinformatie (zoals de dragende muur) moet worden aangeleverd), wordt afgesproken in een ILS (Informatieleveringsspecificatie of in het Engels: IDS – Information Delivery Specification). De ILS is vaak afhankelijk van het (latere) gebruik van het BIM-model (ontwerp, gebouwenbeheer, objectenregistratie, controleberekeningen, et cetera). Toepassing van BIM-modellen leidt tot een beter functionerend ontwikkel- en bouwproces. Het gaat er binnen T3D om, om de voordelen van BIM ook binnen de gemeentelijke processen te effectueren in de keten inwinning-registratie-gebruik.

BIM in T3D

BIM-modellen worden uitgewisseld als IFC-bestand. IFC staat voor Industry Foundation Classes en is een internationale standaard voor de uitwisseling van BIM-bestanden. In een IFC is zowel het informatiemodel als het uitwisselingsformaat afgesproken.

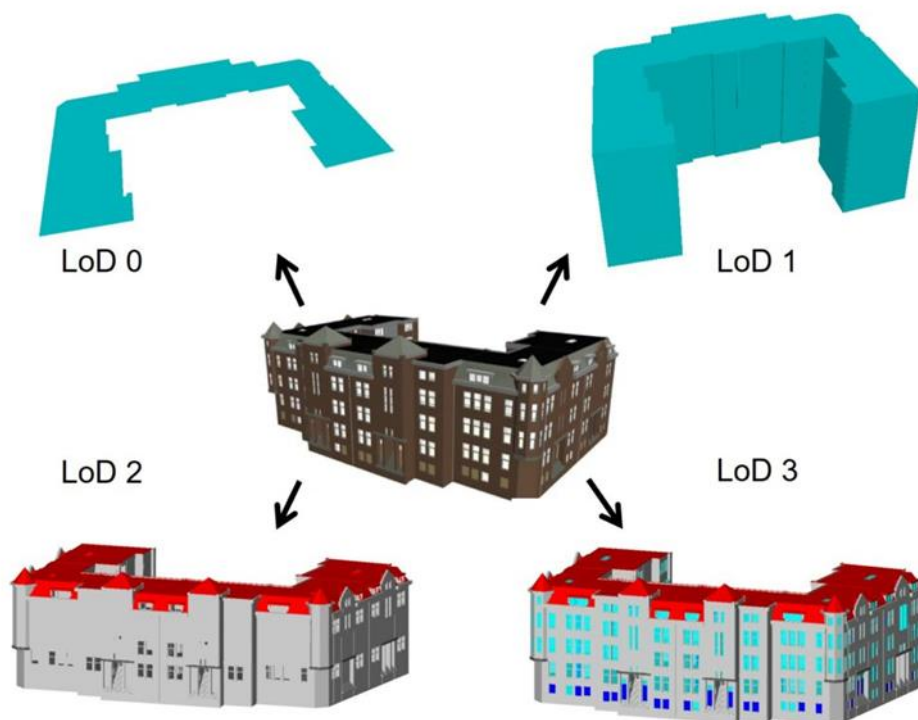
Het informatiemodel dat aan de basis ligt van een 3D-objectenregistratie maakt gebruik van CityGML. CityGML is een internationale standaard voor zowel het informatiemodel als de uitwisseling van 3D-stadsmodellen. Het detailniveau van (de objecten in) het 3D-stadsmodel wordt binnen CityGML uitgedrukt in LoD (Level of Detail 0 t/m 4), niet te verwarren met het begrip Level of Development binnen BIM.

Het resultaat van een PoC die samen met Future Insight is uitgevoerd in fase 2 van T3D, is een opzet voor een BIM-verwerkingsmodule. Die bestaat uit:

- Een (gedeeltelijke) transformatie van IFC (het informatiemodel voor BIM-bestanden) naar CityGML van de betrokken objecttypen.
- Een kwaliteitscontrole van BIM-bestanden.
- Visualisatie van de resultaten.
- Service die meetwaarden volgens NEN 2580 (meetinstructie oppervlakten) uit BIM-modellen aanlevert.

Het gaat erom de voordelen van BIM te effectueren in de keten inwinning-registratie-gebruik

Een online interface, met functies en data die ook benaderbaar zijn via een webservice, en die het mogelijk maakt om BIM-bestanden te uploaden. In afbeelding 2 is een voorbeeld te zien van de wijze waarop objectgegevens uit een BIM-bestand kunnen worden afgeleid voor opname in een 3D-objectenregistratie, met gebruik van deze verwerkingsmodule. Dit is onderzocht voor meerdere LoD's van een 3D-object. Voor de transformatie is een 'mapping' opgesteld, van IFC naar CityGML. Een voorbeeld van deze mapping is weergegeven in afbeelding 3.



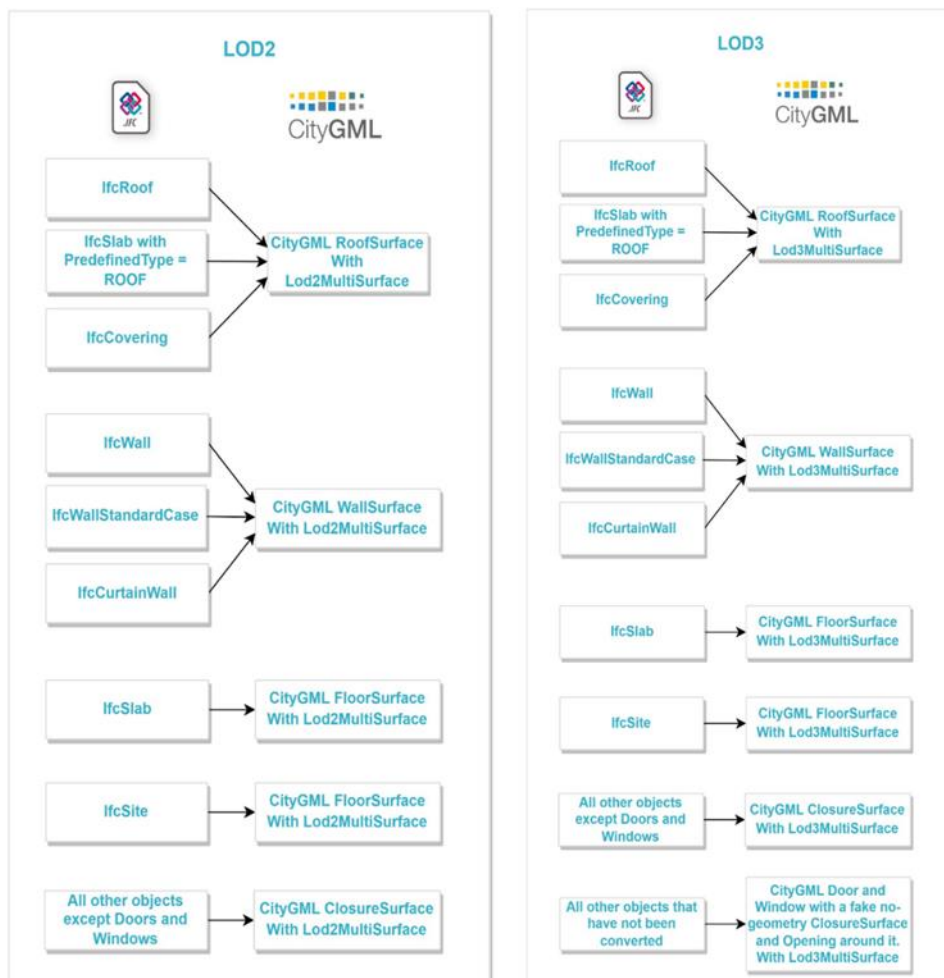
Afbeelding 2. Van IFC naar 3D-object in CityGML (verschillende LoD's)

Bevindingen

De PoC heeft een aantal bruikbare inzichten opgeleverd:

- Vertaling van het IFC-model naar het CityGML-model is zeer goed mogelijk, echter niet voor alle gedetailleerde objectdata.
- De huidige in het onderzoek gebruikte standaard informatieleveringsspecificaties (ILS) van het BIM-loket en de woningcorporaties (Aedes) bieden nog te veel interpretatieruimte.
- De structuur van aangeleverde BIM-modellen verschilt nog te veel.
- Bepaling van de waarden die nodig zijn voor de WOZ-taxatie in de gekozen use case, stelt extra eisen aan de informatieleveringsspecificatie (ILS).

CityGML 2.0 biedt nog geen mogelijkheid voor vastlegging van de binnenkant van gebouwen. Een mapping naar CityGML versie 3.0 is vereist.



Afbeelding 3. Voorbeeld mapping IFC naar CityGML 2.0 en CityGML 3.0

Vervolg

Op basis van deze bevindingen zijn voor fase 3 van T3D de volgende concrete vervolgactiviteiten gedefinieerd:

- Vertaling van de bevindingen in een gespecificeerde informatieleveringsspecificatie ter ondersteuning van het bijhouden van een 3D-objectenregistratie (Basis ILS 2.0).
- In samenwerking met architecten een BIM-model testen conform de aangescherpte ILS.
- De mapping IFC-CityGML /T3D-informatiemodel volledig specificeren en implementeren.

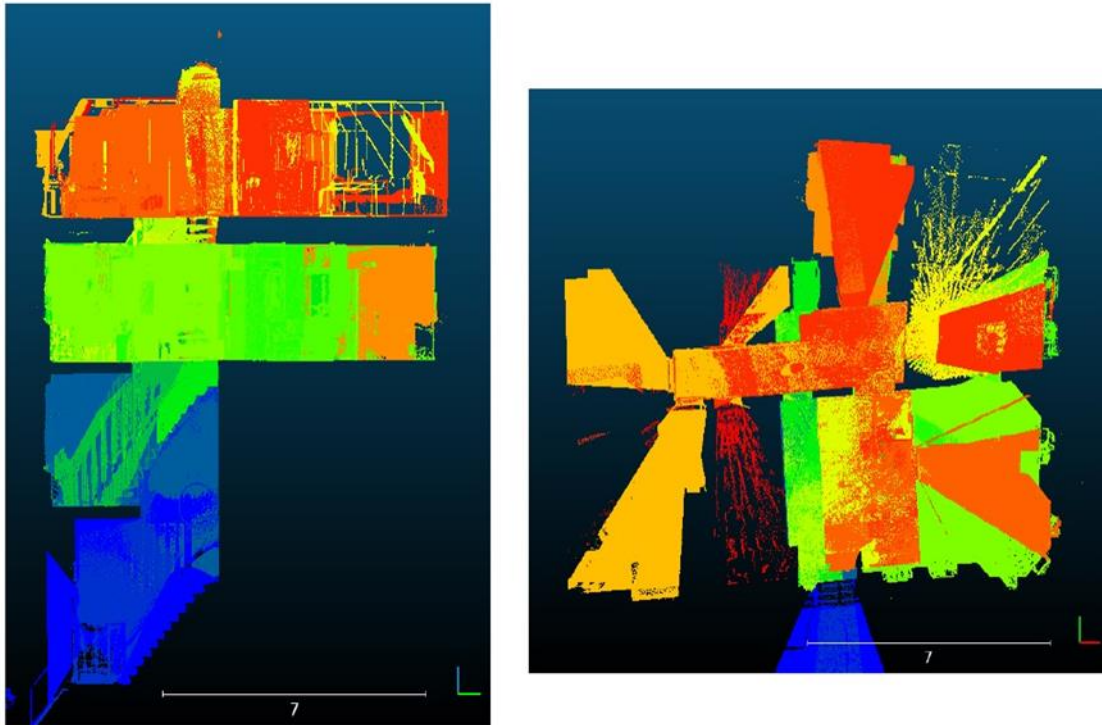
Nader onderzoek naar de mogelijkheid om te voorzien in de eisen van WOZ-taxatie, specifiek een beschrijving van de methode om berekening van de gebruiksoppervlakte te verbeteren.

Tevens wordt in samenwerking met het programma Digitaal Stelsel Gebouwde Omgeving (DSGO) onderzocht hoe de T3D-keten gekoppeld kan worden aan het bredere ketenlandschap van de sector Gebouwde omgeving.

LiDAR

Bij LiDAR (Light Detection of Laser Imaging And Ranging) worden vanaf een meetinstrument grote hoeveelheden laserpulsen naar een oppervlak gestuurd. Op basis van tijd en snelheid van het signaal en de reflectie, kunnen de coördinaten van de punten op het oppervlak bepaald worden. De resultaten van LiDAR worden opgeslagen in een puntenwolk: een verzameling 3D-coördinaten, voorzien van extra gegevens, met name intensiteit en kleur, die de geraakte oppervlakten representeren. Aan de puntenwolk worden veelal foto's toegevoegd, gemaakt op hetzelfde moment en vanuit dezelfde positie als de meting. De puntenwolk kan met behulp van gespecialiseerde software vertaald worden naar driedimensionale objecten.

LiDAR in T3D



Afbeelding 4. Links een zijaanzicht, en rechts een bovenaanzicht van de puntenwolk.

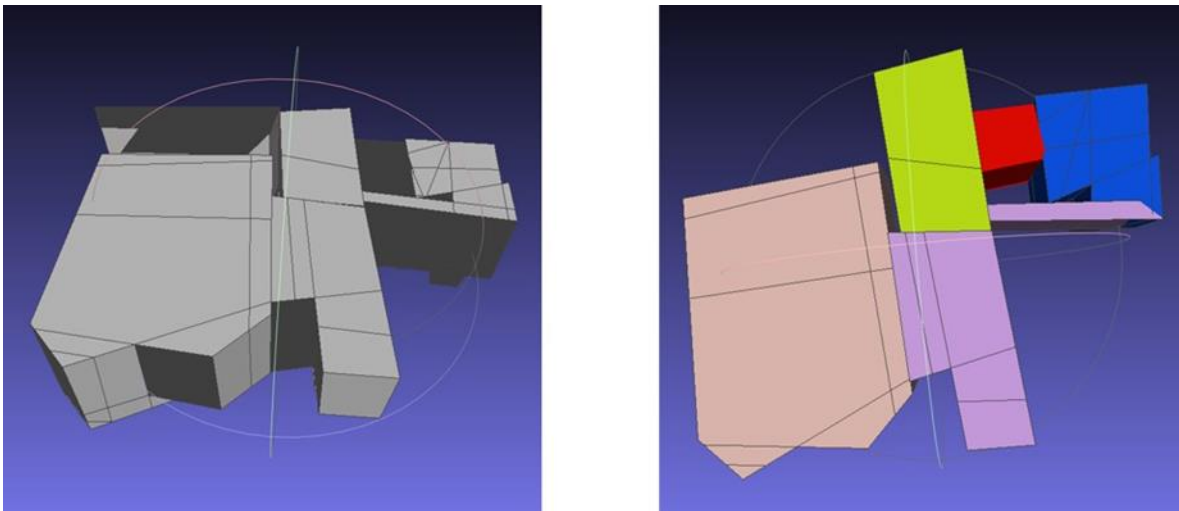
In het T3D-project LiDAR is een ingewonnen puntenwolk van een woongebouw onderzocht op de mogelijkheid om automatisch afmetingen van en binnenin wgebouwen te bepalen, ten behoeve van WOZ-taxatie (zie afbeelding 4). Samen met CGI en Reader is een verwerkingsmodule LiDAR ontwikkeld, die de volgende stappen uitvoert:

1. Invoer: invoer en opschoning van de puntenwolk door een gebruiker.
2. Verwerking: automatische realisatie van een bestand met 3D-objecten en berekening van oppervlakte en volume van de ruimten. Deelstappen zijn:
 - Pre-processor: reductie van het aantal punten in een puntenwolk.
 - Splitsen verdiepingen: bepaling van de horizontale vlakken, en opknippen van de puntenwolk aan de hand daarvan.
 - Splitsen kamers: bepaling van ruimten en wanden met behulp van diverse algoritmen.
 - Reconstrueren 3D-objecten: precisering van de ruimten en de omhullende vlakken, zodat een 'waterdicht' geheel gevormd wordt. De meeste vlakken die geen deel uitmaken van de structuur, zoals meubilair, worden er automatisch uitgefilterd.
 - Berekenen oppervlakten en volumens: de ruimten worden sluitend gemaakt, waarna vloeroppervlak en volume berekend worden.

3. Uitvoer: het resultaat wordt vertaald naar een IFC-bestand met 3D-objecten en een rapportage van de oppervlaktes en volumes van de ruimtes.

De afwijkingen waren minimaal, behalve in enkele niet goed Gedetecteerde ruimten

Het resultaat van het reconstrueren van de ruimten in stap 2, is weergegeven in afbeelding 5. Links vóór handmatige bewerking, en rechts erna. Elke gekleurde ruimte is één volume. Hierin is zichtbaar dat niet elk stuk van de puntenwolk leidt tot een 3D-object als er geen sluitend geheel kan worden gevonden.



Afbeelding 5. Detectie ruimten vóór en na handmatige bewerking.

Bevindingen

De verwerkingsmodule is in staat een puntenwolk in ongeveer twintig minuten automatisch te verwerken

tot 3D-objecten 'ruimte', waarvan oppervlakte en volume worden bepaald. De applicatie is modulair opgebouwd waardoor deze relatief eenvoudig uitgebreid kan worden met nieuwe functionaliteiten. Om inzicht te krijgen in de kwaliteit van het resultaat, zijn de oppervlakten vergeleken met die vanuit een BIM van hetzelfde gebouw. De afwijkingen waren minimaal, behalve in enkele niet goed ingemeten ruimten. Niet alle gebouwcomponenten zijn gemakkelijk te bepalen vanuit een puntenwolk, onder meer omdat extra semantische informatie nodig is. Neem bijvoorbeeld het verschil tussen een dragende en een niet-dragende muur. Andere gebouwcomponenten lenen zich echter wel voor detectie uit een puntenwolk, zoals Voetafdruk Pand en Toegangsdeur Pand.

Een Automatische vergelijking tussen een puntwolk en een BIM-model van hetzelfde gebouw mogelijk

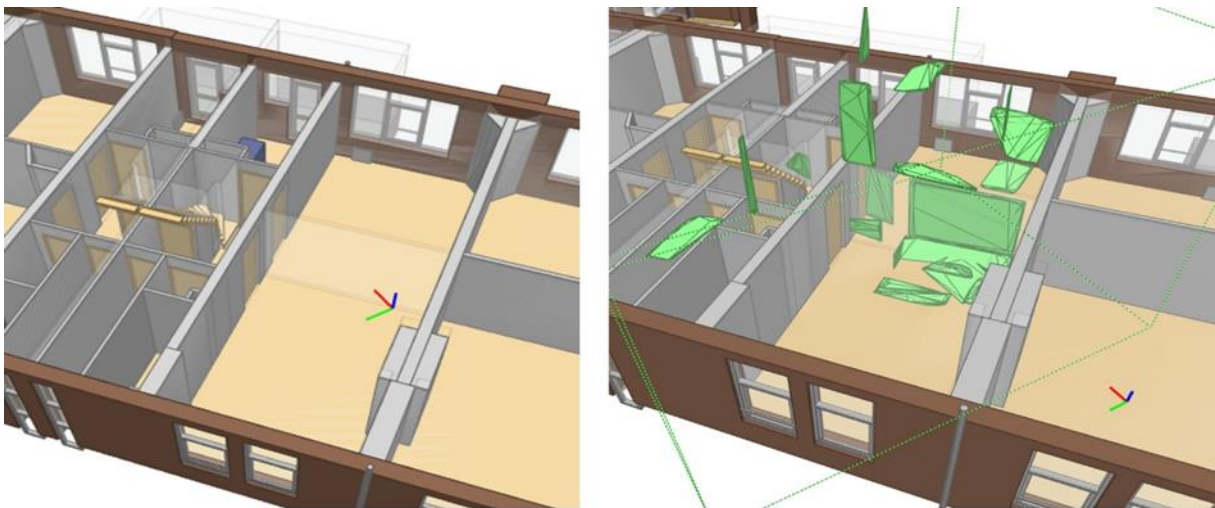
Vervolg

Vanwege de potentie van de toegepaste methode is besloten deze in fase 3 van het programma door te ontwikkelen:

Verdere toetsing van resultaten van ingewonnen LiDAR-scans, waarbij de wijze van inwinning is verbeterd op basis van aanbevelingen uit de voorgaande fase (mobiele LiDAR-inwinning met completere dekking van alle ruimtes). Verbetering van de algoritmes voor geautomatiseerde herkenning van ruimte en volume en de oppervlakte- en volumeberekeningen, in samenwerking met het AI-team van de gemeente Amsterdam. Het als open source beschikbaar stellen van de code, ten behoeve van hergebruik door andere gemeenten en leveranciers.

Vergelijking LiDAR – BIM

Binnen T3D is onderzocht of op basis van een vergelijking tussen een ontwerp van een gebouw in BIM en de werkelijke situatie in een puntenwolk, verschillen tussen het ontwerp en het gebouwde automatisch kunnen worden gedetecteerd. Dit is waardevolle informatie voor de vergunningverlener, en helpt de 'objectenregistrator' (gegevensbeheerder) bij het actueel houden van een 3D-objectenregistratie.



Afbeelding 6. Links: BIM-model zonder scheidingswand. Rechts: het verschil puntenwolk ten opzichte van het BIM-model als IFC-bestand.

Vergelijking LiDAR – BIM IN T3D

Samen met CGI is een vergelijkingsmodule BIM-LiDAR ontwikkeld, waarin een puntenwolk en een BIM-model geautomatiseerd worden vergeleken. De gedetecteerde verschillen worden uitgevoerd als IFC-bestand. De vergelijkingsmodule bestaat uit twee delen:

- Bepaling van wat in de puntenwolk zit en niet in het BIM-model.
- Bepaling van wat in het BIM-model zit en niet in de puntenwolk.

wel in de puntenwolk, niet in het BIM-model

Voor alle punten in de puntenwolk bepaalt de verwerkingsmodule de kleurcodering op basis van de afstanden van de punten tot de BIM-vlakken in het BIM-model. Afstanden <0.2 m worden er uitgefilterd. Daarna worden van de punten die van het BIM-model afwijken, 3D-objecten geëxtraheerd en geëxporteerd naar een IFC-bestand.

Voor de test is in de puntenwolk een fictieve scheidingswand geplaatst, die niet in het BIM-model voorkomt. Het resultaat van de geautomatiseerde vergelijking is gevisualiseerd in afbeelding 6. Het is zichtbaar dat de wand is gedetecteerd.

wel in het BIM-model, niet in de puntenwolk



Afbeelding 7. Links het originele BIM-model, en rechts de resterende BIM-objecten van het BIM-model die niet aanwezig zijn in de puntenwolk.

Voor alle punten in de puntenwolk wordt geometrisch gecontroleerd of deze in een BIM-object vallen; er blijft een verzameling BIM-objecten over

die níet in de puntenwolk is opgenomen. Deze wordt nog gecontroleerd op overlap met de puntenwolk, zodat potentiële verschillen overblijven.

Voor de test is een binnenwand met opzet verwijderd uit de puntenwolk. Het resultaat van de geautomatiseerde vergelijking is gevisualiseerd in afbeelding 7. Uiteindelijk zijn alle IFC-objecten overgebleven die nog geen overeenkomstig punt hebben in de puntenwolk. De verwijderde wand en andere ontbrekende objecten worden zichtbaar in deze visualisatie.

Bevindingen

Het is mogelijk om een automatische vergelijking te maken tussen een puntenwolk en een BIM-model van hetzelfde gebouw. De resultaten tonen duidelijk de verschillen tussen beide weergaven. Ook zijn deze verschillen te exporteren in een bruikbaar 3D-formaat.

BIM-modellen worden nog te veel volgens een verschillende structuur aangeleverd

In het geval van de vergelijking puntenwolk naar BIM, zou in de toekomst nog onderscheid gemaakt kunnen worden tussen inrichtingselementen en gebouwelementen. In de toekomst is het mogelijk om irrelevant lijkende verschillen relevant te maken door deze te classificeren en daarmee de functie van de ruimten te bepalen. In het geval van BIM naar puntenwolken, zou de nauwkeurigheid verder vergroot kunnen worden door vergroting van de punt dichtheid. Dit moet afgewogen worden tegen de verwerkingstijd, die nu dertig minuten is.

Tot slot

Op basis van het voorgaande concluderen wij dat de beschreven inwin- en analysetechnieken op termijn bij kunnen dragen aan het vernieuwen en efficiënter maken van het inwin- en bijhoudingsproces van 3D-objectenregistraties. Met T3D willen we hier uiteraard graag aan bijdragen, door bijvoorbeeld te zorgen voor goede handreikingen aan de hand waarvan bronhouders (en leveranciers) deze nieuwe technieken kunnen inpassen in bestaande bijhoudingsprocessen. Meer over de resultaten van T3D leest u in de volgende Geo-info. Dan laten we de gemeente Amsterdam aan het woord over de behaalde resultaten binnen het spoor Gebruik.

Alle resultaten

Meer weten over alle resultaten van het programma? De uitgebreidere beschrijvingen en rapportages van de in dit artikel beschreven verkenningen, zijn voor iedereen beschikbaar en te gebruiken. Dit geldt ook voor (een deel) van de binnen het programma ontwikkelde 'tooling' en

algoritmes. Kijk hiervoor op de T3D-website, word lid en doe mee: bit.ly/digileefomgeving.

Auteurs



Hein Corstens is projectleider T3D namens gemeente Den Haag.



Jan van Velsen is projectleider T3D namens gemeente Den Haag.



Gerlof de Haan is programmaleider Spoor Samenhang, verbreding en borging T3D namens VNG.