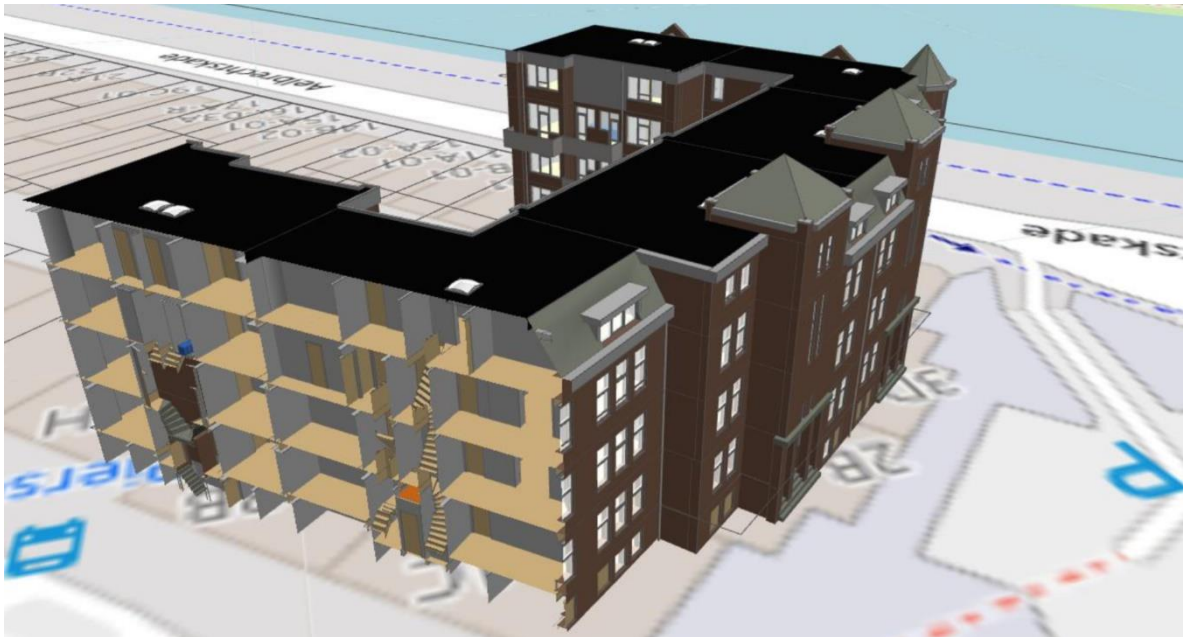


T3D Usecase (binnenkant) Gebouwen



Hein Corstens m.m.v. Marloes Graaumans, Gerlof de Haan, Jan van Velsen, Guido Ypenburg

3 februari 2023

Inhoud

INHOUD	1
1 INLEIDING.....	2
2 BETROKKEN BEDRIJFSFUNCTIES.....	3
3 INFORMATIEBEHOEFTE (BINNENKANT) GEBOUW	4
3.1 Eisen	4
3.2 Wensen.....	4
4 BIM	5
4.1 BIM IN T3D.....	5
4.2 BEVINDINGEN	8
4.3 VERVOLG	8
5 LIDAR-SCANNING	9
5.1 LIDAR IN T3D.....	9
5.2 BEVINDINGEN	10
5.3 VERVOLG	11
6 VERGELIJKING LIDAR – BIM	12
6.1 VERGELIJKING LIDAR – BIM IN T3D.....	12
6.2 BEVINDINGEN	13
7 BEELDMATERIAAL	14
1.1 PROCEDURE	14
1.2 CONCLUSIE.....	15
1.3 AANBEVELINGEN	15
8 TEXTURERING.....	16
9 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	17
1.4 SLOTCONCLUSIE	17
1.5 KNELPUNTEN	17
1.6 VEREISTE/GEWENSTE VERBETERINGEN	17
REFERENTIES	18
BIJLAGE: EISEN EN WENSEN USECASE INWINNING	19

1 Inleiding

Enkele belangrijke toepassingen van een 3D model gaan over gebouwen met bijzondere aandacht voor de binnenkant. Denk daarbij aan WOZ-taxaties en toezicht & handhaving. Deze processen moeten op basis van de gegevens in de T3D-registratie goed ondersteund worden. Ook de digitale informatie vanuit het vergunningenproces (BIM-modellen) wordt gebruikt voor het inwinnen van de binnenkant van gebouwen in 3D. Er moet immers een aansluiting zijn van de vergunde bouwspecificaties met de WOZ-taxaties en het uitgangspunt voor handhaving.

De beproeving moest antwoord geven op vragen over de wensen, uitgangspunten en randvoorwaarden die nodig zijn om gebouwen inclusief binnenkant – voor zover relevant vanuit eisen vanuit de SOR en vanuit de informatiebehoefte - in 3D op te kunnen nemen c.q. te incorporeren in een toekomstige 3D basisregistratie. De randvoorwaarden en uitgangspunten zijn verkend aan de hand van user-story's (vragen van gebruikers aan de keten of het systeem) en de interactie tussen de sporen in de keten.

Er zijn onderzoeken en beproevingen gedaan met betrekking tot BIM, LiDAR-scanning en beeldmateriaal. De bedoeling was ook PDF2GIS te onderzoeken, gericht op het geautomatiseerd herkennen van objecten ten behoeve van het WOZ-gegevensbeheer uit splitsingstekeningen. Er is een meervoudig onderhandse aanbesteding geweest die geen geschikte leverancier heeft opgeleverd die alleen op basis van beeldmateriaal van de binnenkant van gebouwen objecten kon herkennen. In Rotterdam is later wel gewerkt aan het plaatsen van de objecten die via PDF2GIS worden gevonden in 3D.

Hierna volgt in hoofdstuk 2 eerst een beschrijving van de betrokken bedrijfsfuncties, gevolgd door de resultaten van een inventarisatie van de informatiebehoeften in hoofdstuk 3. In de daarop volgende hoofdstukken 4 t/m 9 wordt ingegaan op de uitgevoerde analyses en beproevingen. Deze hebben betrekking op BIM, LiDAR, beeldmateriaal en texturering. De rapportage wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

2 Betrokken bedrijfsfuncties

Voor de beproeving werden als relevante bedrijfsfuncties in de beschouwing betrokken: WOZ-taxatie, vergunningen/handhaving/toezicht en objectregistratie.

WOZ

Als WOZ-taxateur wil ik van een pand weten hoeveel **ruimten** in een pand aanwezig zijn, wat de **functie** per ruimte is en wat de **gebruiksoppervlakte** (conform NEN 2580) per ruimte is.

WOZ-taxatie bepaalt op basis van kenmerken van een Onroerende Zaak wat een eigenaar aan WOZ-belasting en/of Verhuurbelasting verschuldigd is. De kenmerken waarop dit wordt gebaseerd verschillen per gemeente, mede afhankelijk van de beschikbaarheid van de informatie. Gemeenschappelijk en wettelijk vastgesteld kenmerk is de Gebruiksoppervlakte (oppervlakte waarbij de hoogte van een ruimte groter is dan 1,5m) en de vergelijking met objecten met soortgelijke kenmerken. Voor de vergelijking worden kenmerken gebruikt zoals aantal ruimten, functie van ruimten, opbouwen e.a. Na inwinning wordt de WOZ-objectenregistratie (2D) bijgewerkt.

Vergunningverlening, Toezicht en Handhaving

Als toezichthouder wil ik weten of een vergund gebouw is gebouwd conform de vergunning.

Voor handhaving geldt: als inspecteur van de Pandbrigade wil ik op eenvoudige wijze een situatie in een pand opnemen zodat ik achteraf kan beoordelen of er een illegale activiteit gaande is.

Objectregistratie

Als beheerder van een 3D-objectregistratie wil ik vanuit 3D-inwinning objecten aangeboden krijgen voor het beheer in de registratie.

Voor de inwinning van de (binnenkant)gebouwgegevens komen diverse technologieën in aanmerking. Die komen hierna aan de orde. Delen hiervan zijn ook gepubliceerd in Geo-Info [1].

3 Informatiebehoefte (binnenkant) gebouw

De gemeente Den Haag heeft de informatiebehoefte vanuit WOZ-taxatie en woningtoezicht met betrekking tot 3D voor gebouwen, in het bijzonder de binnenkant, geïnventariseerd. Een samenvatting van het resultaat is opgenomen in de bijlage bij deze rapportage.

3.1 Eisen

De eisen betreffen de objecttypen Verdiepingsvloer (2,5D-vlak), Voetafdruk Pand (2,5 D-vlak), Gebouw/Pand (3D-volume), Bouwlaag (3D-volume), Ruimte (3D-volume), Meterkast (2,5/3D), Gebouwzone (2,5/3D), Verblijfsobject (2,5/3D), Toegangsdeur gebouw (1,5D), Toegangsdeur verblijfsobject (1,5D), Dragende muur (2,5D), Brandcompartiment (2,5/3D).

Extra eisen zijn naar voren gekomen vanuit watermanagement: raam, deur/dorpelhoogte, draairichting. En daarnaast nog geveloriëntatie, trap en vloerafscheiding.

3.2 Wensen

Ten behoeve van het bepalen van de oppervlakten BVO en GO (VVO bleek niet haalbaar) zijn nodig: niet-dragende muur (2,5D) en Scheidingswand (2,5D)

Ten behoeve van het toezicht door de Haagse Pandbrigade (HPB) zijn dezelfde gegevens nodig als voor de afdeling Vergunningen en Toezicht (V&T). Dit betreft WABO, bouwbesluit, bouwtechnische eisen: indeling (kamers, vluchtroutes, laatste situatie), geregistreerd gebruik, functies in een gebouw en brandcompartimentering.

Voor de beschrijving van de directe attributen wordt verwezen naar de verschillende informatie-modellen waaruit de attributen voor de beproeving overgenomen zouden moeten worden:

- attributen SOR: <https://geonovum.github.io/disgeo-inhoud-2>
- attributen BAG: <https://imbag.github.io/catalogus/>
- attributen BGT: <https://docs.geostandaarden.nl/imgeo/catalogus/bgt/>
- attributen IMGeo: <https://docs.geostandaarden.nl/imgeo/catalogus/imgeo/>

De attributen die de meta-informatie beschrijven worden niet meegenomen in de beproeving. Voor de verdere specificatie van de 3D-objecten wordt verwezen naar het concept-informatiemodel T3D [3],[4].

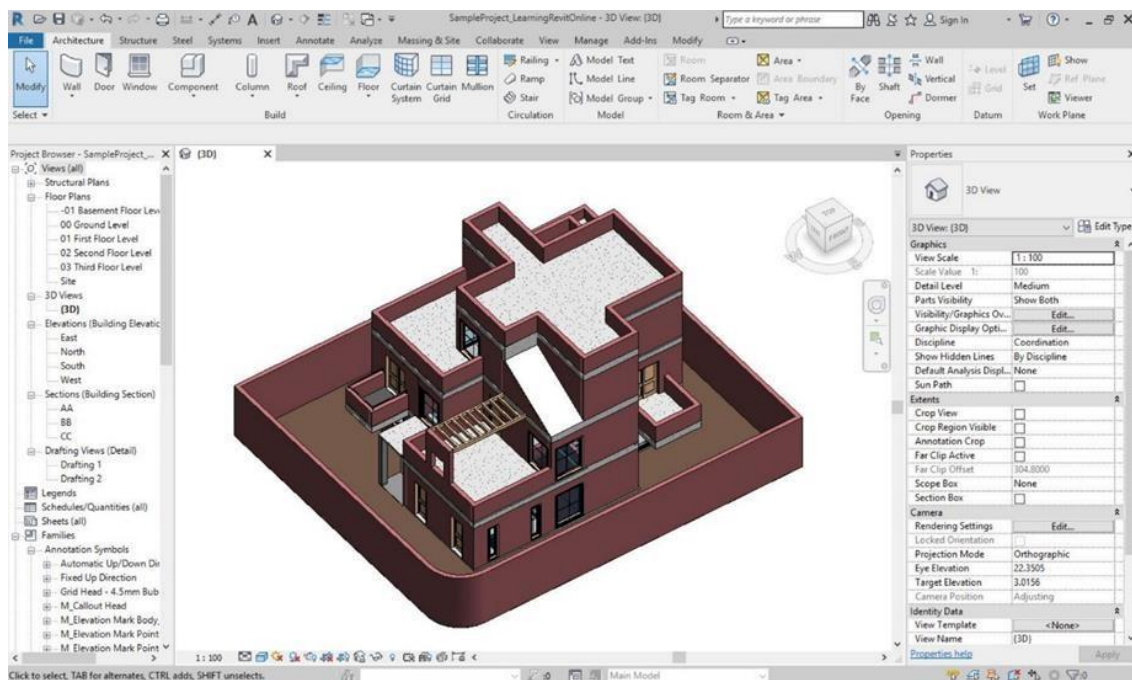
4 BIM

BIM (Bouwwerk Informatie 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. Figuur 1 geeft een voorbeeld.

De beschrijving van hoe een BIM-model aangeleverd moet worden (welke 3D- objecten moeten minimaal aanwezig zijn, en welke attribuutinformatie (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, etcetera). 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.

4.1 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 IFC is zowel het informatiemodel als het uitwisselingsformaat afgesproken.

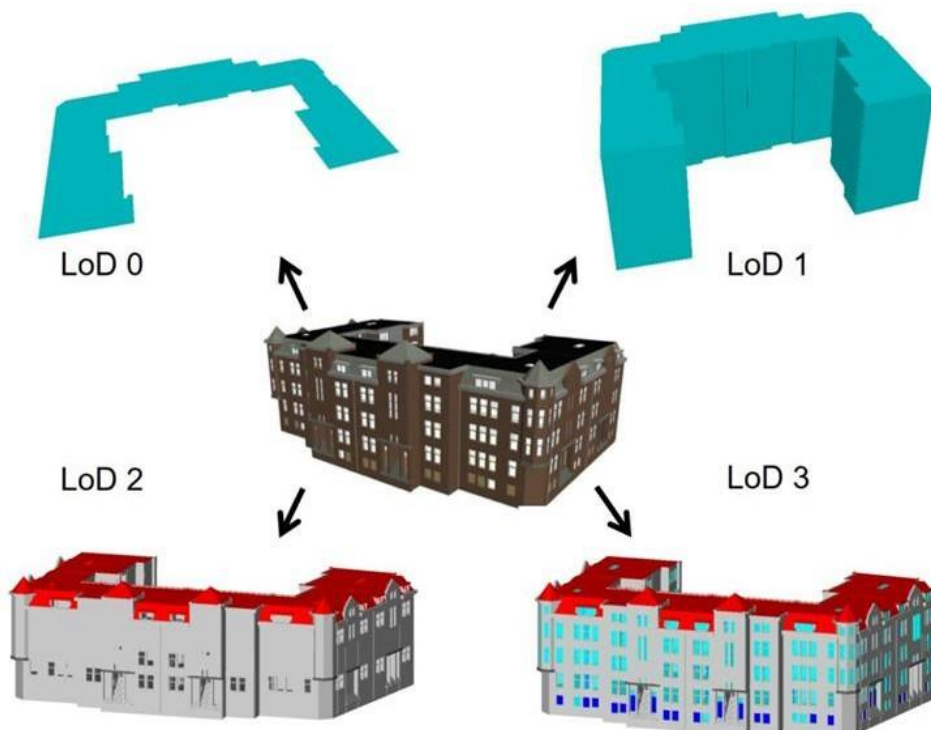


Figuur 1. Voorbeeld van een BIM

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-verwerkingsmodule¹. Die bestaat uit:

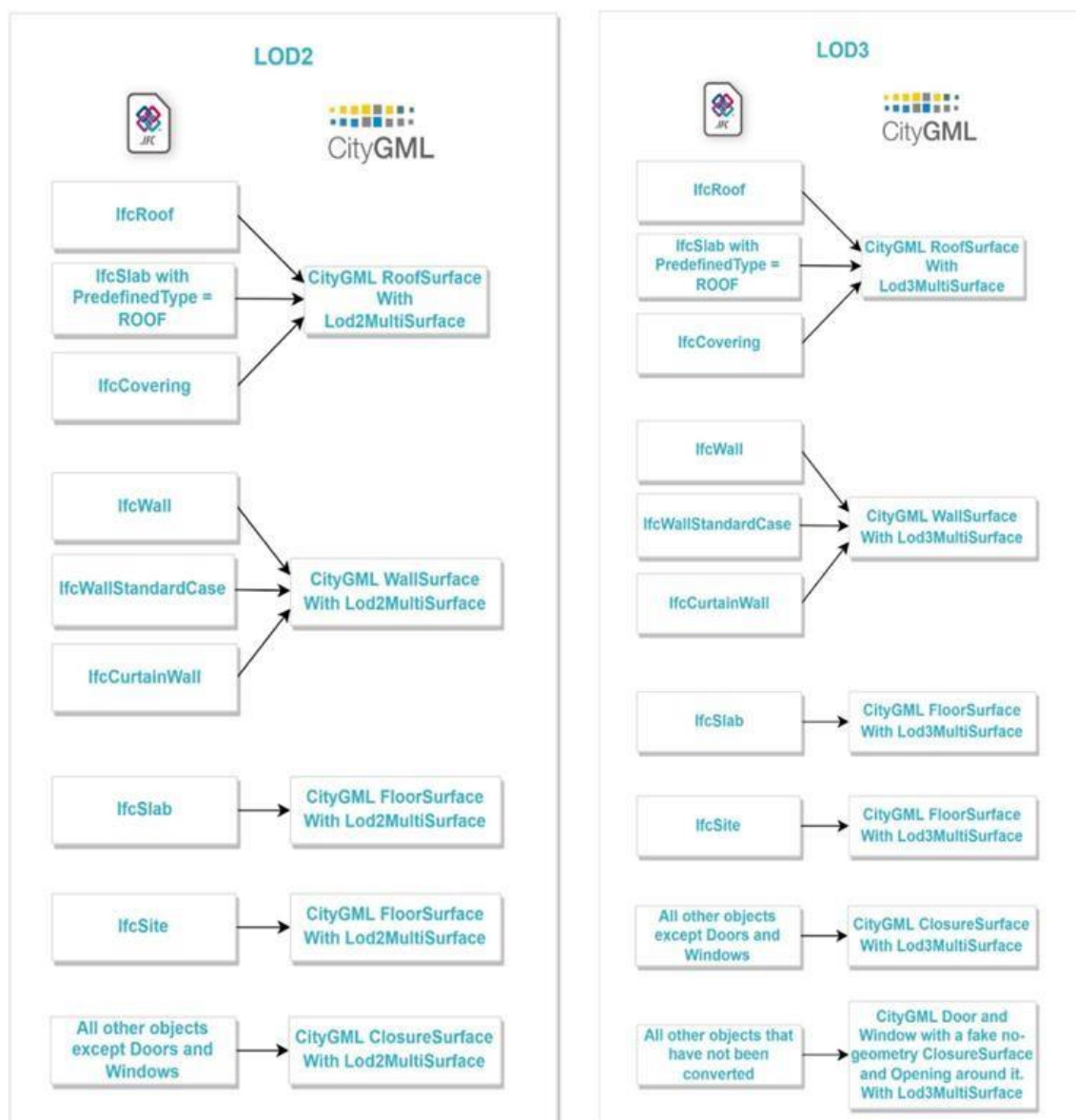
- Een (gedeeltelijke) transformatie van IFC (het informatiemodel voor BIM-bestanden) naar CityGML van de betrokken objecttypen.
- Een kwaliteitscontrole van BIM-bestanden.
- Visualisatie van de resultaten.
- Service die meetwaarden volgens NEN 2580 (meetinstructie oppervlakten) uit BIM-modellen aanlevert.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



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

¹ Voor details, zie Rapportage BIM verwerkingsmodule gemeente Den Haag, Future Insight 24 december 2021 [05]

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 Figuur 3.



Figuur 3 Voorbeeld van een mapping van IFC naar CityGML 2.0 en CityGML 3.0

4.2 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 usecase 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.

4.3 Vervolg

Op basis van de 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 doen naar de mogelijkheid om te voorzien in de eisen van WOZ-taxatie, specifiek gericht op een beschrijving van de methode om berekening van de gebruiksoppervlakte te verbeteren.

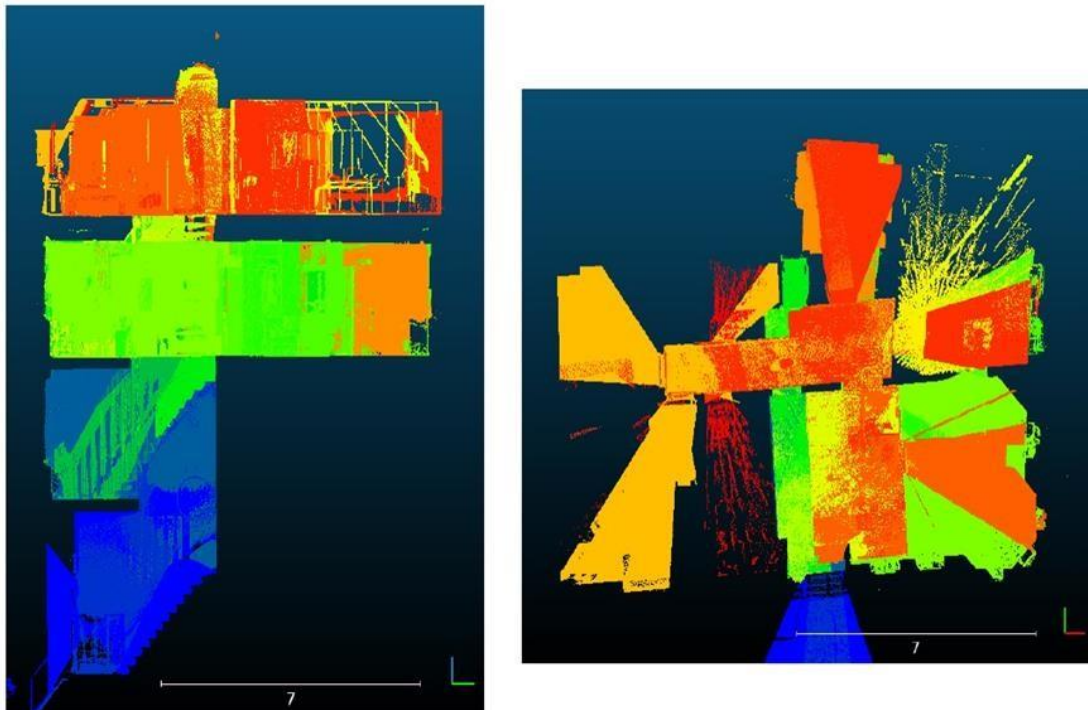
Tevens dient in samenwerking met het programma Digitaal Stelsel Gebouwde Omgeving (DSGO) onderzocht te worden hoe de T3D-keten gekoppeld kan worden aan het bredere ketenlandschap van de sector Gebouwde omgeving.

5 LiDAR-scanning

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. Voor details over het onderzoek wordt verwezen naar de rapportage van CGI [6].

5.1 LiDAR in T3D

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



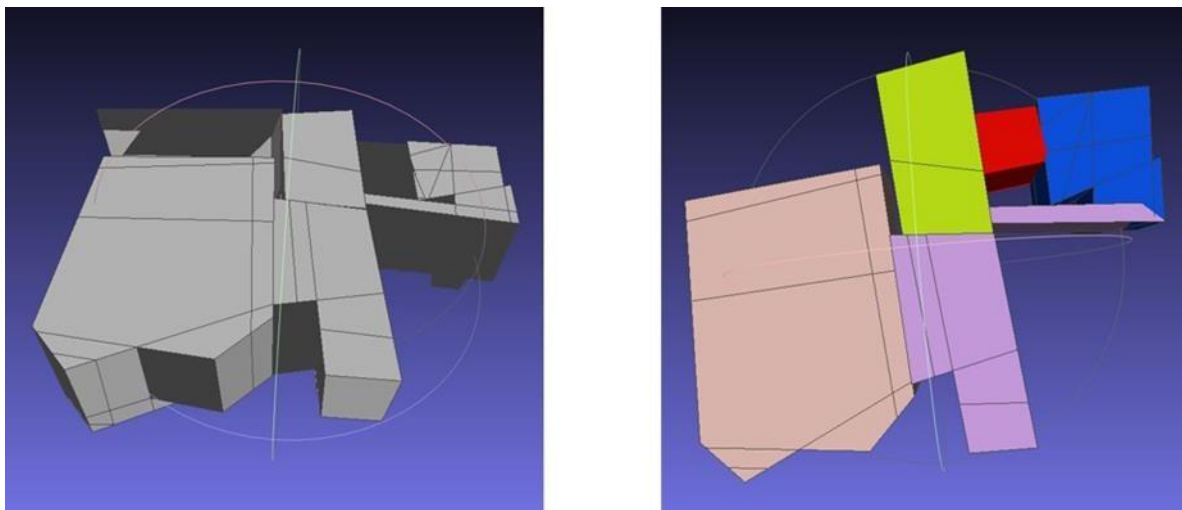
Figuur 4 Links een zijaanzicht, rechts een bovenaanzicht van de puntenwolk.

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 Figuur 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.



Figuur 5 Detectie ruimten vóór en na handmatige bewerking.

5.2 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.

5.3 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.

6 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. Voor details over het onderzoek wordt verwezen naar de rapportage van CGI [7].

6.1 Vergelijking LiDAR – BIM IN T3D

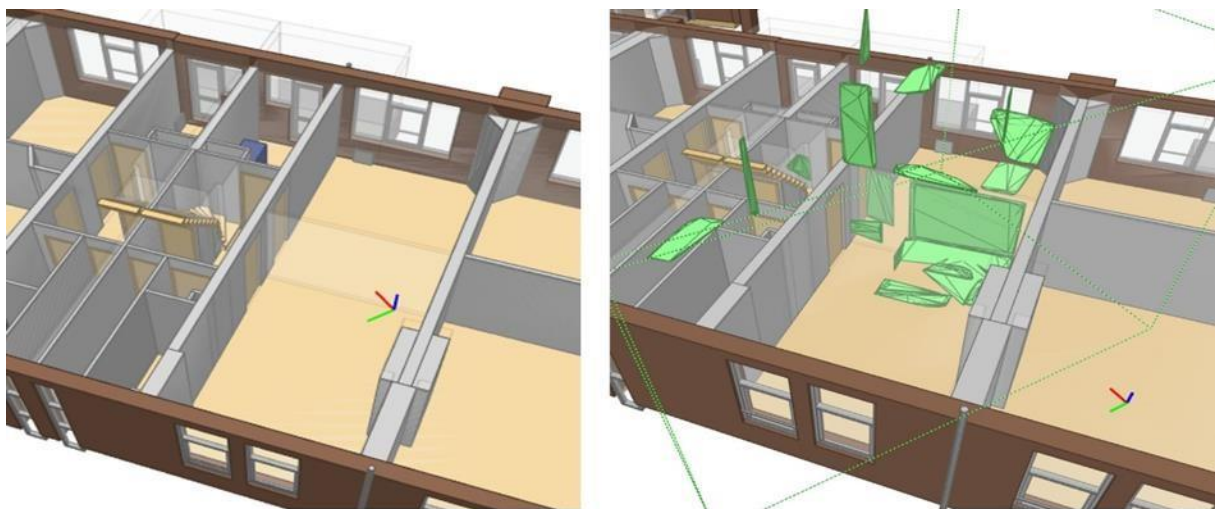
Samen met CGI is een vergelijkingsmodule BIM-LiDAR ontwikkeld, waarin een puntenwolk en een BIM-model geautomatiseerd worden vergeleken. De gedetecteerde verschillen worden uitgevoerd als IFC-bestand. De vergelijkingsmodule bestaat uit twee delen:

- 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 Figuur 6. Het is zichtbaar dat de wand is gedetecteerd.



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

- *wel in het BIM-model, niet 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 niet 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 figuur 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.



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

6.2 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.

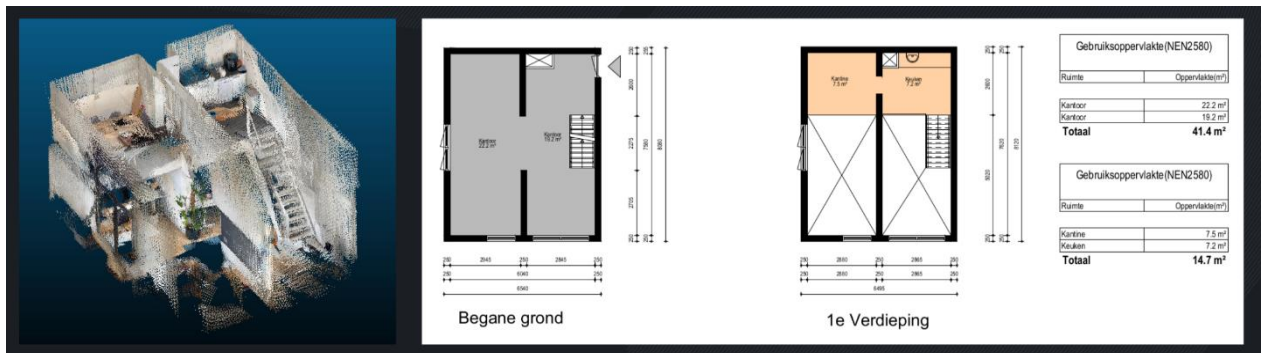
In het geval van de vergelijking puntenwolk-BIM zou in de toekomst nog onderscheid gemaakt kunnen worden tussen inrichtingselementen en gebouwelementen. In de toekomst is het mogelijk om irrelevant lijkende verschillen relevant te maken door deze te classificeren en daarmee de functie van de ruimten 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.

7 Beeldmateriaal

Ten behoeve van inspectie door de Haagse pandbrigade was de gemeente Den Haag geïnteresseerd in het in beeld brengen van de binnenzijde van een gebouw met behulp van fotogrammetrie en beeldherkenning. En dat met normale foto's en videobeelden, gemaakt door telefoon of tablet. Hiertoe is een project uitgevoerd door Readar [8].

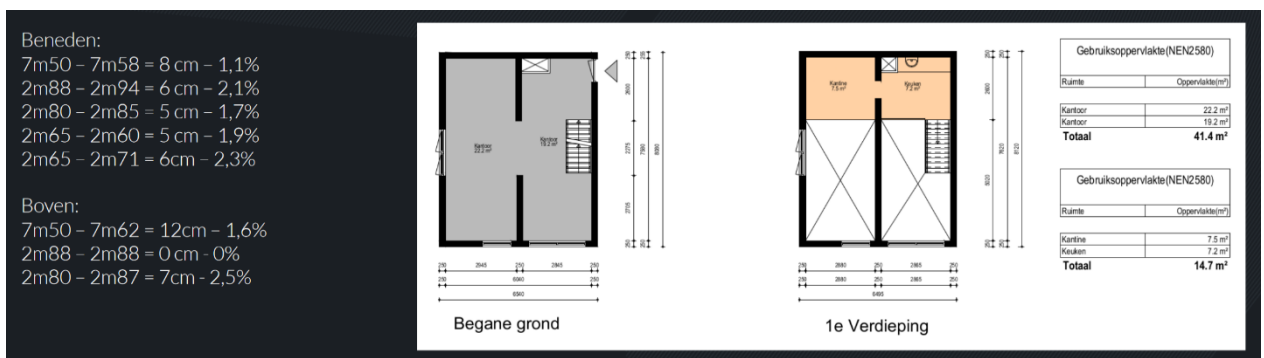
1.1 Procedure

De procedure omvatte (zie de figuren 8 en 9):



Figuur 8 Omzetting van puntenwolk naar plattegrond

1. Bepalen van een puntenwolk uit beeldmateriaal
Er kon geconcludeerd worden dat er apparaten beschikbaar zijn, waarmee resultaten verkregen worden, die nauwkeurig genoeg zijn voor de toepassing. i.c. Apple ARKit+ Depth API.
2. Classificeren van wanden in de puntenwolk
Er zijn een drietal technieken onderzocht om meetpunten op muren, vloeren en plafonds te classificeren. Alle technieken hebben voor- en nadelen. Een keuze voor een definitieve methode en instellingen zal moeten plaatsvinden op basis van een grotere dataset die door de pandbrigade in echte situaties is ingewonnen.
3. Vertaling van de puntenwolk naar plattegronden.



Figuur 9 Vergelijking van berekende en ingemeten resultaten

Een definitieve vectoriseringsmethode is afhankelijk van toetsing met in het veld ingewonnen data. In de praktijk zullen een visuele controle en zo nodig een handmatige correctie altijd nodig zijn.

De resultaten zijn vergeleken met afstanden, ingemeten met een rolmaat. Hieruit blijkt dat de nauwkeurigheid van de meting met een iPhone ruim voldoet voor het beoogde doel.

1.2 Conclusie

De nauwkeurigheid van het resultaat (1-3% afwijking) is ruim voldoende voor het beoogde doel. In de PDF-plattegrond is het bovenaanzicht van de puntenwolk zichtbaar zodat fouten in de classificatie of vectorisatie door de gebruiker herkend worden.

1.3 Aanbevelingen

1. Workflow:
 - a. scan de ruimte met een iPhone Pro of iPad Pro en maak daarbij gebruik van een bestaande app zoals PIX4D catch. Controleer tijdens het scannen op volledigheid;
 - b. zet de puntenwolk met behulp van de ontwikkelde software om naar een PDF plattegrond;
 - c. controleer de plattegrond aan de hand van de puntenwolk en corrigeer fouten handmatig.
2. Vervolg T3D: laat de pandbrigade systematisch praktijkervaring opdoen, zodat de specificaties van de gewenste service kunnen worden vastgesteld.
3. Onderzoek: doe nader onderzoek naar de toegepaste apparatuur en software, alsmede de toevoeging van extra elementen zoals ramen en deuren aan de inwinning, classificatie en vectorisering.

8 Texturering

Voor taxatie is het gebruik van een fototextuur enkel relevant als deze van uitzonderlijk hoge kwaliteit is. Dit is benodigd voor de inspecties die zij uitvoeren. Het is echter de vraag of dit haalbaar is en of de performance van de viewer nog voldoende is bij zo'n hoge kwaliteit textuur.

Het visualiseren van themadata aan de hand van kleuren is wel een laagdrempelige verschijningsvorm die waarde toevoegt in het taxatieproces. Hiermee kunnen bijvoorbeeld de objectsoort en de groepering gevisualiseerd worden. Hiervoor is het echter wel noodzakelijk dat, in het geval van stapelbouw, de afzonderlijke verblijfsobjecten in het 3D model opgenomen zijn in plaats van gehele panden. Een uitgebreide analyse van texturering in het 3D model is te vinden in de rapportage van de gemeente Rotterdam [9].

9 Conclusies en aanbevelingen

1.4 Slotconclusie

Op basis van het voorgaande kan geconcludeerd worden 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. Wel dienen er knelpunten opgelost te worden.

1.5 Knelpunten

- Ketenarchitectuur: de opslag van waaruit ingewonnen data worden aangeboden aan de keten. Deze omgeving moet gestructureerd zijn omdat data van objecten niet gelijktijdig worden ingewonnen en het genereren/verbeteren van informatie en objecten continu kan geschieden (tijd tussen leveren BIM en leveren LiDAR van hetzelfde object).
- Inwinning: het resultaat van de analyse (bepaling ruimtes en oppervlaktes) is sterk afhankelijk van de kwaliteit van aangeboden gescande data (LiDAR). Goede brondata zijn een voorwaarde.
- Verwerking (analyse): de bepaling van de begrenzing van de ruimte op 1,5 meter en hoger (t.b.v. gebruiksoppervlakte) wordt bemoeilijkt door andere objecten die zich in de ruimte bevinden (bijv. meubilair).
- Verwerking (analyse): de bepaling van functie van een ruimte is (nog) niet gerealiseerd. Wellicht is dat mogelijk en nader te onderzoeken met machine learning (herkenning van objecten in ruimten).
- In de beproevingen binnen het programma Totaal3dimensioneel is ervoor gekozen om alleen de technische mogelijkheden te onderzoeken. Het inwinnen van gegevens over de binnenkant van gebouwen werpt vragen op rond privacy en inbreuk op de persoonlijke levenssfeer door de overheid. Voorafgaand aan de inzet van de technische oplossingen uit het T3D-programma in de praktijk moeten hierover kaders worden geformuleerd.

1.6 Vereiste/gewenste verbeteringen

- Architectuur: bepaling van een (voorbeeld) omgeving waarin ingewonnen data kunnen worden verzameld voordat ze aan het proces worden aangeboden. Data van één object worden niet op hetzelfde moment aangeboden.
- Architectuur: inrichting van de omgeving waar de 3D resultaten (objecten) kunnen landen in het afgesproken formaat (CityGML).
- Inwinning: inwinning van goede voorbeelddata en beschrijving waar het inwinningsproces en de data aan moeten voldoen.
- Verwerking: verbeterde toetsing (op basis van kwalitatief goede data) en verbetering van de analyses.
- 3D Opslag: beschikbaarheid van een 3D Objectdatabase waar de resultaten kunnen worden opgeslagen.

Referenties

- [1] Hein Corstens, Gerlof de Haan, Jan van Velsen, 'Van 3D-brondata naar 3D-objectenregistratie', Geo-Info, 2022-2
- [3] VNG, Gemeenten Amsterdam, Den Haag en Rotterdam (Sandra Leijten), 'Concept Informatiemodel T3D. Uitwerking voor beproeving', v 0.6, 20 september 2021
- [4] Future Insight, VNG, Gemeenten Amsterdam, Den Haag en Rotterdam (Sandra Leijten, Rick Klosster, Bas Hoorn, John Joosten), 'Rapportage om te komen tot een informatiemodel T3D. Uitwerking voor beproeving in fase 3.' v 0.9, 24 juni 2022
- [5] Future Insight, 'Rapportage BIM verwerkingsmodule gemeente Den Haag', 24 december 2021
- [6] CGI, 'Eindrapport-Puntenwolken verwerking Gemeente Den Haag', 2021-11-25
- [7] CGI, 'Eindrapport LiDAR BIM Vergelijking Gemeente Den Haag', 2022-01-18
- [8] Readar, 'Rapportage T3D', 29 november 2021
- [9] Tjits Tuinhof, Christian Wisse, 'Texturering van het 3D model', Programma Totaal Driedimensionaal, gemeente Rotterdam, januari 2022

Bijlage: Eisen en wensen usecase Inwinning

Eisen

Object	Geometrie	Omschrijving
Verdiepingsvloer	2,5D-vlak	hoogte vloer om van 2D-inwinning naar 3D te gaan
Voetafdruk pand	2,5D-vlak	BGT-pandgeometrie
Gebouw / pand	3D-volume	buitencontouren op elk niveau maaiveld en per bouwlaag minimaal
Bouwlaag	3D-volume	dit is de binnenkant gebouw
Ruimte	3D-volume	dit is de binnenkant gebouw; incl gemeenschappelijke ruimten/verkeersruimten. Uitgesplitst per typen conform SOR.
Meterkast	2,5D / 3D	aspect veiligheid; aspect objectvorming
Gebouwzone	2,5D / 3D	dit is de binnenkant gebouw; een deel is verblijfsruimte; potentieel WOZ-deelobject of brandcompartiment
Verblijfsobject	2,5D / 3D	dit is de binnenkant gebouw
Toegangsdeur gebouw	1,5D	aspect veiligheid; aspect objectvorming
Toegangsdeur verblijfsobject	1,5D	aspect veiligheid; aspect objectvorming
Dragende muren	2,5D	voor oppervlakte metingen BVO en GO; VVO niet haalbaar; binnencontouren pand
Brandcompartimenten	2,5D / 3D	Ruimtes per brandcompartiment (modeleren als gebouwzone)

- ◆ geveloriëntatie
- ◆ raam
- ◆ deur/dorpelhoogte
- ◆ deur/draairichting
- ◆ bouwlaag
- ◆ ruimte
- ◆ gebouwzone
- ◆ dragende muren
- ◆ brandcompartiment
- ◆ trap
- ◆ vloerafscheiding

Wensen

Object	Geometrie	Omschrijving
Niet-dragende muren	2,5D	voor oppervlakte metingen BVO en GO; VVO niet haalbaar
Scheidingswanden	2,5D	voor oppervlakte metingen BVO en GO; VVO niet haalbaar

Voor de beschrijving van de directe attributen wordt verwezen naar de verschillende informatie-modellen waaruit de attributen voor de beproeving worden overgenomen:

- attributen SOR: <https://geonovum.github.io/disgeo-inhoud-2>
- attributen BAG: <https://imbag.github.io/catalogus/>
- attributen BGT: <https://docs.geostandaarden.nl/imgeo/catalogus/bgt/>
- attributen IMGeo: <https://docs.geostandaarden.nl/imgeo/catalogus/imgeo/>
- De attributen die de meta-informatie beschrijven worden niet meegenomen in de beproeving.
- Zie ook hst. 5 van het concept-informatiemodel T3D (specificatie van de 3D-objecten).