



Den Haag



Gemeente Rotterdam

## OP WEG NAAR EEN DRIEDIMENSIONALE DIGITALE GEMEENTE



*samenvattende rapportage over T3D*

1 mei 2023

# Inhoud

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| <b>SAMENVATTING.....</b>                       | <b>I</b>  |
| <b>1. INLEIDING.....</b>                       | <b>1</b>  |
| 1.1 T3D.....                                   | 1         |
| 1.2 SCOPE .....                                | 3         |
| 1.3 SPOREN .....                               | 3         |
| 1.4 USECASES .....                             | 4         |
| 1.5 PRODUCTEN .....                            | 5         |
| 1.6 T3D-TOOLKIT.....                           | 7         |
| 1.7 OVERZICHT VAN DE INHOUD.....               | 7         |
| <b>2. ARCHITECTUUR.....</b>                    | <b>8</b>  |
| 2.1 UITGANGSPUNTEN .....                       | 8         |
| 2.2 T3D-REFERENTIEARCHITECTUUR.....            | 10        |
| 2.3 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....          | 12        |
| <b>3. PROEFOPSTELLING.....</b>                 | <b>15</b> |
| 3.1 PROEFOPSTELLINGEN GEBRUIK .....            | 16        |
| 3.2 PROEFOPSTELLING REGISTRATIE.....           | 18        |
| 3.3 BEHEERPROCES .....                         | 21        |
| 3.4 3D BEHEERTOOL .....                        | 23        |
| 3.5 DATAFUNDAMENT .....                        | 25        |
| 3.6 3D OPENSOURCETOOLS .....                   | 27        |
| 3.7 PROEFOPSTELLING INWINNING .....            | 28        |
| 3.8 DATAORKESTRATOR .....                      | 28        |
| 3.9 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....          | 31        |
| <b>4. GEBRUIK.....</b>                         | <b>34</b> |
| 4.1 PRODUCTEN RONDOM VERGUNNINGVERLENING ..... | 35        |
| 4.2 OVERIGE PRODUCTEN EN ANALYSES.....         | 39        |
| 4.3 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....          | 41        |
| <b>5. REGISTRATIE.....</b>                     | <b>43</b> |
| 5.1 INFORMATIEMODEL.....                       | 43        |
| 5.2 AANVULLENDE ANALYSES .....                 | 47        |
| 5.3 BEPROEVINGEN .....                         | 51        |
| 5.4 WATERMANAGEMENT .....                      | 56        |
| 5.5 GEGEVENSMODEL VAN HET DATAFUNDAMENT.....   | 59        |
| 5.6 BEGRIPPENMODEL T3D .....                   | 61        |
| 5.7 THESAURUS/ONTOLOGIE.....                   | 61        |
| 5.8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....          | 63        |
| <b>6. INWINNING .....</b>                      | <b>66</b> |

|           |                                                                              |            |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.1       | VERGUNNINGVERLENING/ MUTATIEMELDING (CITYJSON) .....                         | 67         |
| 6.2       | BOUWWERKINFORMATIEMODELLEN (BIM) .....                                       | 68         |
| 6.3       | PUNTENWOLKEN (LIDAR) .....                                                   | 70         |
| 6.4       | DATAVERGELIJKING PUNTENWOLKEN – BOUWWERKINFORMATIEMODELLEN (LIDAR-BIM) ..... | 74         |
| 6.5       | SPLITSINGSTEKENINGEN (PDF2GIS) .....                                         | 75         |
| 6.6       | RIOLERINGSOBJECTEN .....                                                     | 76         |
| 6.7       | BEELDMATERIAAL .....                                                         | 77         |
| 6.8       | DATASETS INWINNING .....                                                     | 78         |
| 6.9       | T3D VIEWER .....                                                             | 80         |
| 6.10      | ILS INWINNING .....                                                          | 80         |
| 6.11      | HUISNUMMERBESLUIT .....                                                      | 83         |
| 6.12      | CONCLUSIES EEN AANBEVELINGEN .....                                           | 84         |
| <b>7.</b> | <b>SAMENHANG IN LANDELIJK VERBAND .....</b>                                  | <b>86</b>  |
| 7.1       | 3D KETENONTWERP .....                                                        | 86         |
| 7.2       | SOR .....                                                                    | 87         |
| 7.3       | GEMEENTEN IN DE ROL VAN BRONHOUDER .....                                     | 88         |
| 7.4       | IMPACTINDICATIE VAN 2D NAAR 3D WERKEN .....                                  | 92         |
| 7.6       | CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....                                            | 98         |
| <b>8.</b> | <b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....</b>                                     | <b>100</b> |
| 8.1       | CONCLUSIES .....                                                             | 100        |
| 8.2       | SLOTCONCLUSIE .....                                                          | 101        |
| 8.3       | AANBEVELINGEN .....                                                          | 101        |
| 8.4       | SLOT-AANBEVELING .....                                                       | 103        |
|           | <b>REFERENTIES .....</b>                                                     | <b>104</b> |
|           | <b>AFKORTINGEN .....</b>                                                     | <b>108</b> |
|           | <b>BIJLAGEN .....</b>                                                        | <b>110</b> |
|           | <b>BIJLAGE 1 ORGANISATIE T3D .....</b>                                       | <b>111</b> |
|           | <b>BIJLAGE 2 JURIDISCHE VRAGEN .....</b>                                     | <b>113</b> |
|           | <b>BIJLAGE 3 OVERZICHT PROJECTRAPPORTAGES .....</b>                          | <b>114</b> |
|           | <b>BIJLAGE 4 TECHNOLOGIEËN .....</b>                                         | <b>117</b> |
|           | <b>BIJLAGE 5 EISEN EN WENSEN VANUIT DE USECASES .....</b>                    | <b>129</b> |
|           | <b>COLOFON .....</b>                                                         | <b>133</b> |

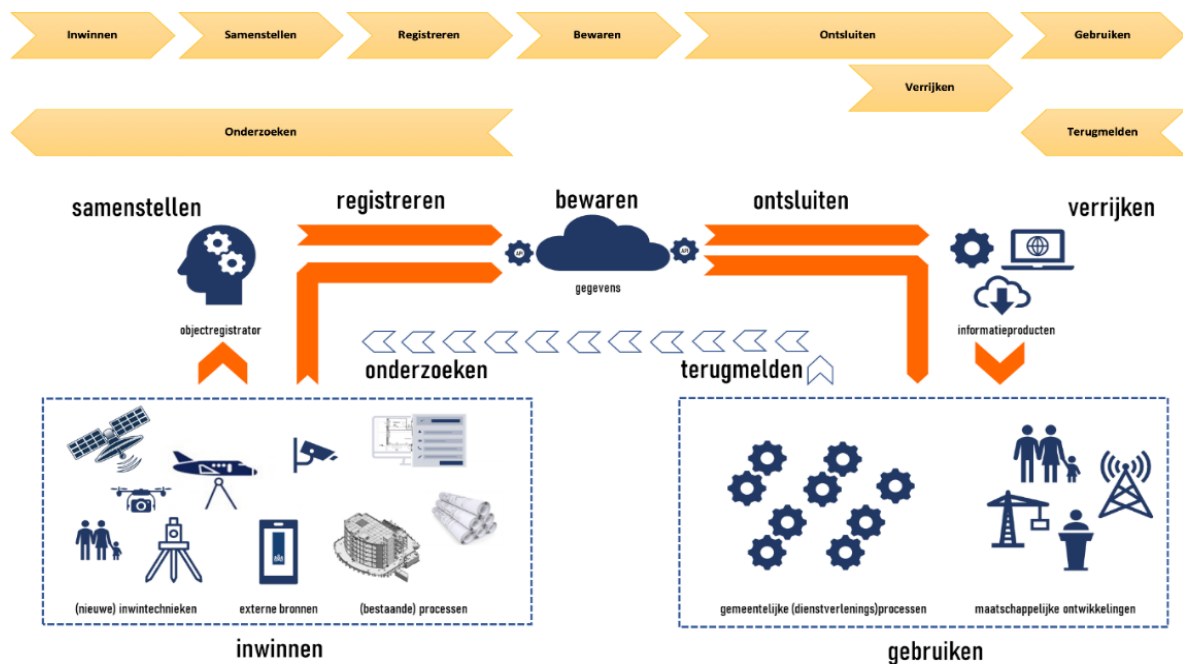
# Samenvatting

## OP WEG NAAR EEN DRIEDIMENSIONALE DIGITALE GEMEENTE

### Algemeen

In het programma Totaal Driedimensionaal (T3D) hebben de VNG en de gemeenten Amsterdam, Rotterdam en Den Haag samengewerkt aan praktische, innovatieve, schaalbare en efficiënte oplossingen voor het inwinnen, registreren en gebruiken van 3D gegevens over de fysieke leefomgeving. Dit heeft bijgedragen aan de beelden over de doorontwikkeling van de huidige geo-basisregistraties en de beoogde realisatie van een Samenhangende objectenregistratie (SOR). Er is een perspectief op een structurele vastlegging van 3D gegevens als een 3D digitaal model van de fysieke leefomgeving (ook wel Digital Twin of Digitale Spiegelstad genoemd). De daaruit te ontsluiten 3D objectinformatie wordt vervolgens gebruikt voor de taken en maatschappelijke uitdagingen waar de gemeenten voor staan.

Uitgangspunt voor een samenhangende 3D keten is de T3D-keten, die het programma ontleent aan de globale procesarchitectuur van de Samenhangende Objecten Registratie (zie figuur i).



Figuur i De globale processtappen van de samenhangende objectenregistratie (bron:[4])

In het programma T3D zijn de SOR-processtappen samengevat in drie sporen, aangevuld met een vierde spoor, 'Samenhang'. In de voorbereidingsfase van T3D is een proefopstelling gebouwd rond drie inhoudelijke usecases, die ieder hun zwaartepunt hadden in één van de sporen: 3D vergunningverlening in het spoor 3D gebruik, 3D watermanagement in het spoor 3D registratie, 3D (binnenkant) gebouw informatie ten behoeve van WOZ en toezicht & handhaving in het spoor 3D inwinning.

T3D heeft ruim dertig producten opgeleverd: softwareproducten, specificaties en rapportages. Het gaat hierbij om:

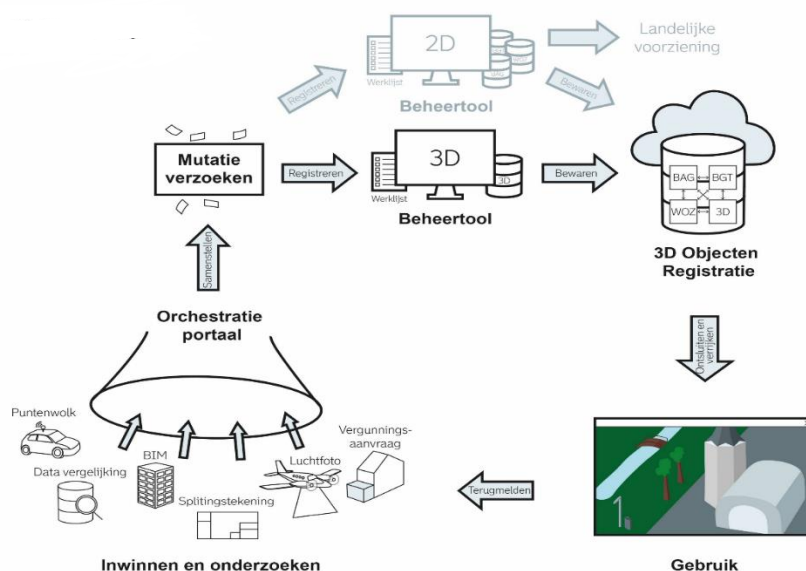
- referentiearchitectuur
- concept-informatiemodel en -ontologie;
- proefopstelling voor de 3D-keten op basis van een 3D-ketenontwerp;
- ingerichte ruimtelijke database;
- tools voor
  - ondersteuning van de vergunningverlening met tools om 3D-omgevingsplannen te toetsen en te verwerken tot objecten voor de 3D registratie;
  - 3D viewing;
  - ondersteuning van watermanagement, zoals simulatie van wateroverlastsituaties;
  - transformatie van inwindata in de vorm van bouwwerkmodellen (BIM), puntenwolken en tekeningen naar 3D geo-objecten volgens de standaard CityGML;
  - beheer van 3D data;
- testdatasets (BIM, puntenwolken);
- Informatieleveringsspecificaties voor in te winnen BIM-data;
- analyses en rapportages met betrekking tot:
  - centrale objectenregistratie;
  - semantische analyse;
  - impactanalyse;
  - opensource 3D beheertools,
  - interbestuurlijke samenhang, de samenhang met de wereld van de gebouwde omgeving en de relatie met bijzondere landelijke programma's;
  - usecases;
  - tools en beproeving ervan in projecten;
  - programma als geheel;
- interactief kennisportaal: <https://alkem.io/t3d>.

### *Referentiearchitectuur*

De T3D-referentiearchitectuur voor gemeenten die met 3D aan de slag willen is gepubliceerd op [GEMMA Online](#). Zij is gebaseerd op Common Ground, op het Federatief Datastelsel, op de architectuur van de Samenhangende Objectenregistratie (SOR) en op een in het kader van T3D ontwikkeld Ketenontwerp.

### *Proefopstelling*

In T3D is er een proefopstelling ingericht voor de vastlegging en het beheer van 3D geometrie van objecten. Deze maakt enerzijds gebruik van de 2D geometrie uit de bestaande registraties en levert anderzijds mutaties aan vanuit het 3D proces aan de 2D-registraties. Zie figuur ii.



Figuur ii Ketenproces T3D.

De T3D-proefopstelling bestaat feitelijk uit een samenstel van proefopstellingen bij de drie gemeenten. Deze zijn uiteindelijk geïntegreerd tot een samenhangende keten. Belangrijke onderdelen van de proefopstelling zijn:

- opstellingen van de gemeenten Amsterdam en Rotterdam voor experimenten rondom vergunningverlening;
- ruimtelijke database voor het beheer van objecten in 3D bij de gemeente Rotterdam;
- een database bij de gemeente Rotterdam voor 2D en 3D objectgegevens ten behoeve van rapportage en analyse, het 'Datafundament';
- inrichting van 3D viewers;
- een 3D beheertool bij de gemeente Rotterdam;
- proefopstelling voor inwinning bij de gemeente Den Haag met tools voor de vertaling van bouwwerkmodellen, puntenwolken en tekeningen naar de standaard CityGML en als integrerende component een dataorkestrator.

## Gebruik

Een 3D-stads- of regiomodel kan gebruikt worden voor een veelheid van gemeentelijke functies. Het programma T3D had de focus op vergunningverlening, toezicht & handhaving, waardebeoordeling (WOZ) en watermanagement. Als concrete producten zijn opgeleverd:

- 3D vergunningchecker: een tool, gericht op het vaststellen of een plan van een burger voor uitbreiding van zijn of haar woning vergunningsvrij uitgevoerd mag worden;
- terugmeldtool: hulpmiddel om fouten in het stadsmodel voor wat betreft BAG-panden door te geven aan de 3D registratie;
- Gemeentebled waar vergunningaanvragen in behandeling zijn weergegeven in een 3D viewer;

- converters, visualisers en exporters ten behoeve van de functionaliteiten rond vergunningverlening en terugmelding;
- vergunningcontroleservice, tool waarmee indieners en toetsers van nieuwbouwplannen deze alvast als een digitale toekomstige werkelijkheid kunnen plaatsen in het digitale 3D stadsmodel;
- inzet van beeldmateriaal binnenkant gebouwen ten behoeve van waardebeoordeling en toezicht & handhaving;
- applicaties ter ondersteuning van het watermanagement;
- onderzoek naar texturering;
- inrichting van viewers;
- datafundament, waarmee 3D data in combinatie met gegevens uit de basisregistraties ingezet kunnen worden voor analyses;
- huisnummerbesluit;
- berekening hittestress;
- oplossing voor bewonersparticipatie/ cocreatie.

### Registratie

In het kader van T3D is een concept-Informatiemodel opgesteld, uitgaande van het conceptuele model van de SOR, dat is voorbereid op 3D geometrie conform CityGML met aandacht voor transitie vanuit de huidige basisregistraties. Het model is verder ingevuld aan de hand van in het kader van de usecases geïdentificeerde eisen en wensen ten aanzien van 3D.

Aanvullende analyses zijn uitgevoerd met betrekking tot Centrale objectenregistratie (CORE), Gebouwenmodel, texturering en metadata.

Het model is vervolgens beproefd door implementatie van het concept-informatiemodel, watermanagementtoepassingen, de inrichting van een datafundament en de vastlegging van een begrippenmodel T3D. Daarnaast is een semantische analyse uitgevoerd voor een selectie van relevante begrippen.

### Inwinning

In het programmaspoor Inwinning zijn een zestal workflows voor de inwinning en verwerking van 3D informatie naar te registreren 3D objectinformatie onderzocht<sup>1</sup>:

1. Vergunningverlening/ Mutatiemelding (CityJSON)
2. Bouwwerkinformatiemodellen (BIM)
3. Puntenwolken (LiDAR)
4. Datavergelijking Puntenwolken – Bouwwerkinformatiemodellen (LiDAR-BIM)
5. Splitsingstekeningen (2D PDF)
6. Rioleringsobjecten

Deze workflows zijn componenten van de inwinningsketen, die op haar beurt een onderdeel is van de T3D-keten..

---

<sup>1</sup> Tussen haakjes de benaming als technische term; zie de bijlage 'Technologie' voor een toelichting

Bij gebouwen is specifiek aandacht besteed aan het inwinnen van 3D informatie over de binnenkant (indeling) om onder andere te voorzien in de informatiebehoefte voor WOZ-taxatie en Vergunningen & Toezicht en Handhaving.

Een belangrijke output is de ILS Inwinning als een set aanvullingen op de BIM Basis ILS, zoals bijvoorbeeld de wijze van georeferentie. De gemeente Den Haag heeft een matrix gemaakt, waarin per objecttype de in het model op te nemen kenmerken (Eenheid, Oppervlakte, Draairichting, enzovoorts) zijn aangegeven, inclusief de specificatie van het datatype. De ILS is toegepast op de voorbereiding van huisnummerbesluiten door verblijfsobjecten af te bakenen volgens de BAG-beslisboom en de toevoeging van extra gegevens - BAGid, straatnaam, huisnummer en huisnummertoevoeging, postcode en woonplaats – aan het bouwwerkinformatiemodel.

### *Samenhang in landelijk verband*

Binnen het programma T3D werd voor de samenhang in landelijk verband een apart spoor ingericht, waarvoor de verantwoordelijkheid lag bij de VNG. Resultaten zijn:

- 3D Ketenontwerp, het uitgangspunt voor de inrichting van de T3D-proefopstelling;
- vaststelling van de SOR-processen-, componenten- en gegevensarchitectuur als uitgangspunt;
- input en feedback van de gemeentelijke klankbordgroep T3D (in totaal 31 gemeenten, direct of via samenwerkingsverband vertegenwoordigd);
- input en feedback van het Gemeentelijk Geoberaad, met name input voor een visie op de vernieuwing van het bijhoudingsproces bij gemeentelijke bronhouders;
- een eerste globale indeling van gemeenten naar 3D volwassenheid;
- inzichten voor een impactindicatie van 2D naar 3D werken met consequenties voor personeel; nieuwe rollen met bijbehorende nieuwe kennis en vaardigheden;
- inzicht in en deelname aan landelijke ontwikkelingen, te weten: Interbestuurlijke klankbordgroep T3D, landelijke programma's (nationale Digitale Tweeling Fysieke Leefomgeving nDTFL), Netherlands3D (NL3D), 3D Basisvoorziening, 3D BAG, Digital Twin community, Digitaal Stelsel Gebouwde Omgeving (DSGO)).

### *Conclusies*

Resultaten van T3D

T3D heeft bruikbare resultaten opgeleverd. Het gaat om:

1. Een referentiearchitectuur, gericht op de integratie van 3D in een federatief datastelsel dat gebaseerd is op Common Ground en de Samenhangende Objectenregistratie.
2. Een werkende proefopstelling met bruikbare elementen voor: het invoeren van 3D objecten in diverse formaten, het verwerken daarvan in een 3D geo-registratie, een eerste versie van een Datafundament, dat kan doorgroeien tot een Samenhangende objectenregistratie, en een werkende omgeving voor dataorkestratie.
3. Bruikbare producten om bouwwerkgegevens, 2D riooldata, puntenwolken, foto- en videobeelden en splitsingstekeningen te vertalen naar CityGML/CityJSON, alsmede een specificatie voor een Informatieleveringsspecificatie (ILS) voor inwinningsinformatie.

4. Bruikbare input voor de vernieuwing van bijhoudingsprocessen en voor een nadere uitwerking van de gemeentelijke transitie naar een meer samenhangende en doelmatige bijhouding van geo-basisregistraties, alsmede evidentie dat het mogelijk is om eenmalig opgebouwde 3D bestanden te actualiseren op basis van mutaties in werkprocessen bij gemeenten.
5. Inzicht in eisen aan in te winnen gegevens (ILS), de kaders en eisen voor dataorkestratie, eisen aan geospecifieke open source beheertools en in de 3D informatiebehoefte.
6. Meerwaarde van het gebruik van 3D data in diverse toepassingen, met name vergunningverlening, watermanagement en bewonersparticipatie.
7. Een concept-informatiemodel ten behoeve van de registratie van de binnen de T3D-usecases verwerkte 3D brondata over gebouwen en openbare ruimte.
8. Tijdelijke invulling van een structurele landelijke samenwerking met betrekking tot 3D Geo-ontwikkelingen door middel van de interbestuurlijke klankbordgroep.
9. Kennisverspreiding over en enthousiasme voor 3D Geo-ontwikkelingen, zowel bij gemeenten als bij partijen, waarmee wordt samengewerkt, zoals de bouwwereld.

### ***Terugkoppeling naar de doelstellingen***

De belangrijkste doelstellingen van T3D waren:

1. Een effectieve en efficiënte 3D keten binnen de gemeenten.
2. Aansluiten van gemeenten op de 3D keten van de partijen binnen en buiten de overheid.
3. Bevordering van kwaliteit van de 3D informatievoorziening: qua registratie, qua gebruik en qua inwinning.

Wat is er bereikt van deze doelstellingen?

Ad 1. Een effectieve en efficiënte 3D keten binnen de gemeenten.

Er zijn een aantal hulpmiddelen ontwikkeld, die bijdragen aan een effectiever en efficiënter (samen: 'productiever') proces binnen de gemeente. Hierbij denken we met name aan: de dataorkestrator, het datafundament, ILS, vergunningscontroleservice, IFC-CityGML-transformatoren en meer. Belangrijk is dat een meer integrale toetsing van 3D objecten in het zicht gekomen is ('het object maar één keer raken'). Verder is er meer overzicht en beter inzicht gecreëerd, met als resultaat een architectuuraanzet voor een 3D keten binnen gemeenten. Het belangrijkste aandachtspunt wordt gevormd door het informatiemodel: er zijn concepten en analyses opgeleverd en er is een informatiemodel opgeleverd om de huidige basisdata te integreren met 3D data. Voor een algemeen geldend en toekomstvast informatiemodel voor een 3D objectenregistratie is echter nog een weg te gaan.

Ad 2. Aansluiten van de gemeenten op de 3D keten van de partijen binnen en buiten de overheid

Door de verbetering van de ILS en het in kaart brengen van de relaties met de bouwwereld zijn er kansen gecreëerd voor de aansluiting van de gemeenten op de 3D keten van de partijen in de gebouwde omgeving. Dit vormt een goede basis voor verdere ontwikkeling, interbestuurlijk en ook bijvoorbeeld in DigiGO-verband.

Ad 3. Bevordering van kwaliteit van de 3D informatievoorziening: qua registratie, qua gebruik en qua inwinning.

Er zijn een aantal hulpmiddelen ontwikkeld, die bijdragen aan meer kwaliteit van de 3D objecten binnen de gemeente: de inwinningstechnieken met behulp van BIM en LiDAR, PDF2GIS, T3D-ontologie. Het gaat hier om losse onderdelen. Van een integrale visie op kwaliteit is nog geen sprake.

### **Slotconclusie**

Als geheel is er een groot aantal direct bruikbare producten opgeleverd en ook enkele veelbelovende producten. Er is veel inzicht verkregen in de aanpak van 3D uitdagingen.

T3D is daarnaast een leerproces geweest voor gemeentelijke samenwerking. Duidelijk is geworden dat een collectieve aanpak van het vraagstuk het beste resultaat oplevert. Dat die aanpak niet vanzelf ontstaat, is gebleken: gemeenten zijn geneigd om primair eigen problemen aan te pakken en niet eerst te zoeken naar een gemeenschappelijke aanpak. Dit kwam ook naar voren in de structuur van het T3D-programma, waarin aanvankelijk usecases en deelketens over de drie deelnemende drie gemeenten verdeeld werden. Om de samenwerking te optimaliseren is vervolgens de focus verlegd naar usecases, die gericht waren op realisatie van de volledige keten. Tevens ontstond er meer aandacht voor de architectuur van de gehele keten. Dat heeft enorm bijgedragen aan een versnelling op samenhang in resultaten in fase 3.

Laat dit een les zijn voor de collectieve aanpak: er is veel behoefte aan landelijke standaarden, richtlijnen, doelstellingen en collectieve oplossingen. Ontwikkeling en implementatie ervan vergt collectieve samenwerking.

### **Aanbevelingen**

#### **Concrete acties**

De conclusies kunnen direct vertaald worden naar voorstellen voor concrete acties:

1. Werk met voorrang het concept-informatiemodel T3D uit tot een volledig conceptueel informatiemodel voor 3D registratie. Geef daarbij in aansluiting op de VNG-visie 'Beter, Anders en Minder' ('BAM') prioriteit aan een gebouwmodel inclusief 3D beschrijving.
2. Beoordeel de T3D-architectuur op de aansluiting op de bestaande praktijk van de bijhouding van de geobasisregistraties en werk die architectuur verder uit als integraal onderdeel van het Common Ground Stelsel, geïntegreerd met de Samenhangende Objectenregistratie als toekomstig onderdeel van het Federatieve Stelsel van Basisregistraties.
3. Werk verder (in iteratieve wisselwerking met het werken aan de kaders) aan concretisering van:
  - 3.1. uitwerking en toepassing van de ILS; ontwikkeling van de BIM-ILS tot standaard;
  - 3.2. verdere specificatie van mappings IFC-CityGML en implementatie ervan;
  - 3.3. uitbreiding en verbetering van de transformatieproducten, mede op basis van analyse van de achterliggende definitiestelsels;
  - 3.4. via de relevante standaardisatieorganisaties: aanpassing van de relevante standaarden (met name de Nederlandse standaarden en CityGML);
  - 3.5. inzicht in de consequenties van de bijhouding van 3D geometrie ten behoeve van het (geautomatiseerd) afleiden van 2D geometrie;
  - 3.6. verkenning van landelijke opschaling van het Datafundament;
  - 3.7. beproeving van open source tools voor 3D datamanagement;

- 3.8. uitbreiding van dataorkestratie naar de gehele keten van inwinning, beheer en gebruik;
  - 3.9. vergunningcheckers/ vergunningcontroleservice op basis van BIM-standaarden, zoals IFC;
  - 3.10. ontsluiting van de 3D Registratie, mede gericht op bepaalde toepassingen en gebruik door landelijke verstrekkingvoorzieningen;
  - 3.11. ontsluiten lokale 3D geometrie voor actualisatie/verbetering landelijke 3D basisdata;
  - 3.12. uitwerking van CityGML 3.0 NL;
  - 3.13. uitwerking van het 3D bouwwerkmodel (eventueel gedifferentieerd naar gebouwen en civieltechnische bouwwerken);
  - 3.14. uitvoering van vervolggexperimenten met nieuwe inwinningstechnieken;
  - 3.15. de resultaten van T3D confronteren met en toetsen aan de uitgangspunten van de invoering van een federatief datastelsel, gebaseerd op CG, SOR, gebaseerd op landelijke regie.
4. Consolidatie van de belangrijkste resultaten van T3D: houd contact met de gemeenten met behulp van de 3D klankbordgroep.

### ***Terugkoppeling naar de doelstellingen***

Ad 1. Een effectieve en efficiënte 3D keten binnen de gemeenten.

Werk op basis van de aanzetten voor een 3D gegevensmodel de architectuur van de 3D keten verder uit en pak vanuit dat overall-kader de ontwikkeling op van oplossingen volgens de Common Ground-principes (agile, vanuit een overall visie, waarnaar steeds teruggekoppeld wordt). Sluit bij de invoering van een 3D registratie zoveel mogelijk aan op de reguliere processen en op de korte termijn op de bijhouding van een 2D-registratie. Een bijzonder aandachtspunt is nadere precisering van de verwerking van de binnenkant van gebouwen. Zet tussenstappen op weg naar een 3D objectenregistratie door in eerste instantie de geometrie van BAG en BGT meer in samenhang naar 3D te laten bewegen. Breng daarnaast verschillen in definities in beeld en baseer daarop aanbevelingen voor afstemming. Besef dat de 'Keten' in werkelijkheid een geheel is van sterk verweven processen, met name de processen rond gebruik en inwinning. Die dienen dan ook gezamenlijk georkestreerd te worden.

Ad 2. Bevordering van kwaliteit van de 3D informatievoorziening: qua registratie, qua gebruik en qua inwinning.

Ontwikkel een kwaliteitskader vanuit de gebruikstoepassingen. Immers de definitie van kwaliteit is altijd afhankelijk van het gebruik. Voor bouwen heb je bijvoorbeeld preciezere gegevens nodig dan voor een planologische toepassing. Dus moet je kwaliteitsdefinities maken in relatie tot je toepassingen.

Ad 3. Aansluiten van gemeenten op de 3D keten van de partijen binnen en buiten de overheid

Werk samen met de relevante partijen binnen en buiten de overheid aan de interfaces van de 3D keten met de ketens van de omgeving.

### ***Slot-aanbeveling***

Werk aan verbetering en intensivering van landelijke samenwerking en een sterkere collectieve regie op basis van een federatief stelsel. Dat bestaat uit een gemeenschappelijke informatie-infrastructuur, waarin organisaties hun eigen gegevens beheren, inclusief de toegangsverlening of beschikbaarstelling aan derden. Het gegevensbeheer blijft daarmee een verantwoordelijkheid van de gemeenten zelf. Met die garantie kan de gemeenschappelijke gemeentelijke informatie-infrastructuur onderdeel zijn van een gemeenschappelijke overheidsinformatie-infrastructuur. Met als een mogelijk product: één gemeenschappelijk Nederlands 3D model, een basismodel, dat door alle gemeenten, maar ook andere overheidsorganisaties, gebruikt kan worden en op lokaal of regionaal niveau naar behoefte uitgebreid kan worden.

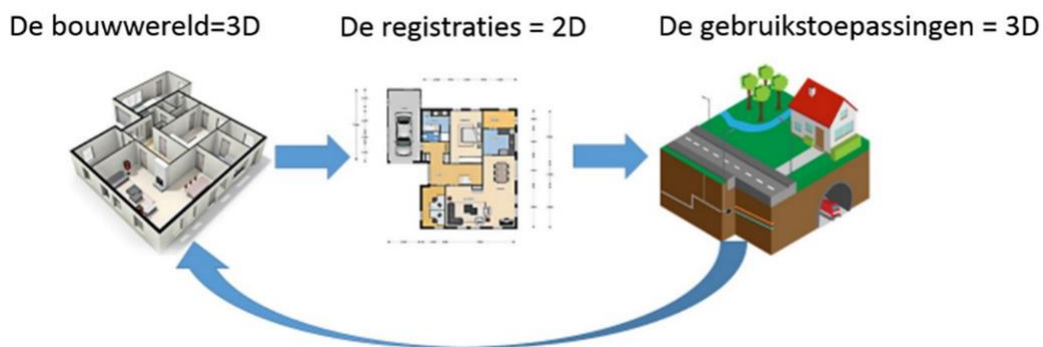
# 1. Inleiding

## 1.1 T3D

In het programma Totaal Driedimensionaal (T3D) hebben de VNG en de gemeenten Amsterdam, Rotterdam en Den Haag samengewerkt aan praktische oplossingen voor het in 3D inwinnen, registreren en gebruiken van basisgegevens over de fysieke leefomgeving<sup>2</sup>.

T3D heeft innovatieve, schaalbare en efficiënte oplossingen en standaarden beproefd en gerealiseerd voor het volledig in 3D inwinnen, registreren en gebruiken van informatie over fysieke objecten. Op basis daarvan heeft T3D bijgedragen aan de nadere uitwerking van het gemeentelijk perspectief op de doorontwikkeling van de huidige geo-basisregistraties en de realisatie van de Samenhangende objectenregistratie (SOR).

In de huidige praktijk (zie figuur 1) worden 3D modellen door de overheid meestal specifiek ontwikkeld voor een bepaald project of een specifieke toepassing. Het ontbreekt aan een proces en een re-



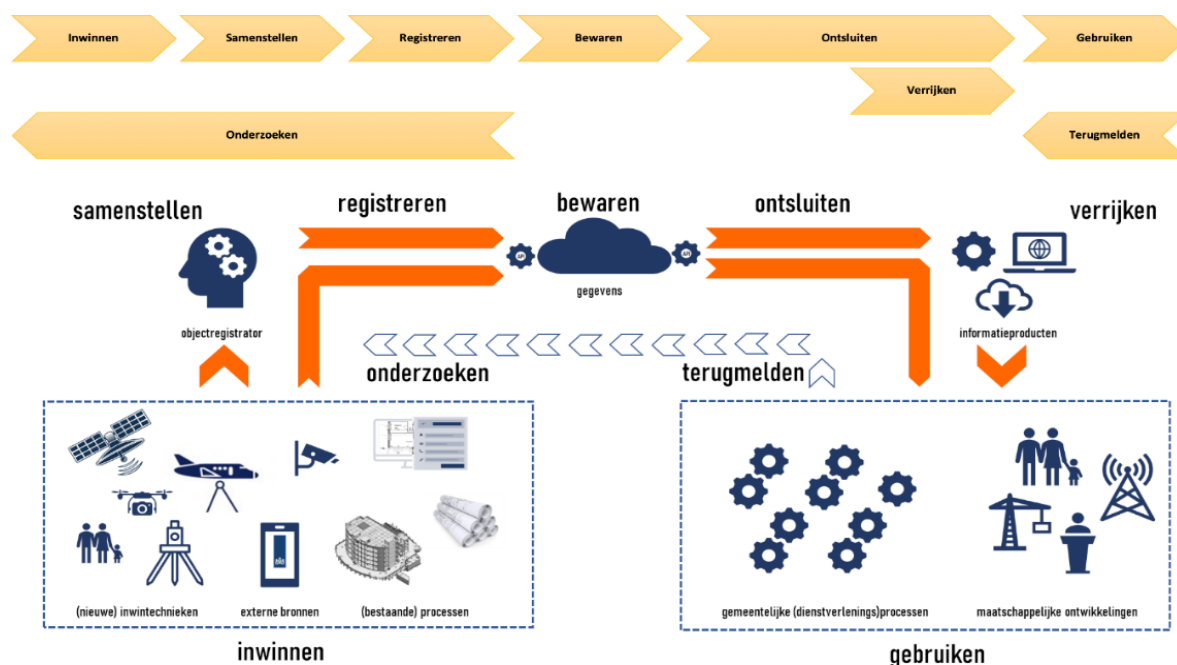
*Figuur 1. Huidige situatie*

gistratie waarin driedimensionale (3D) informatie structureel wordt vastgelegd en bijgehouden en die als basis kunnen dienen voor een 3D digitaal model van de fysieke leefomgeving (ook wel Digital Twin of Digitale Spiegelstad genoemd).

Totaal Driedimensionaal heeft zich gericht op het creëren van een doorbraak op het gebied van het inwinnen, registreren en gebruiken van 3D objectinformatie, door beschikbare 3D informatie op te nemen in overheidsregistraties. Deze informatie wordt vervolgens gebruikt voor de taken en maatschappelijke uitdagingen waar de overheid voor staat. Gemeenten hebben hierbij een bijzonder belang als bronhouder van verschillende geo-basisregistraties (zoals BAG en BGT) en als gebruiker daarvan voor verschillende taken en opgaven. Deze hebben betrekking op thema's als biodiversiteit, energietransitie, klimaatadaptatie, mobiliteit en volkshuisvesting.

Uitgangspunt voor een samenhangende 3D keten is de T3D-keten, die het programma ontleent aan de globale procesarchitectuur van de Samenhangende Objecten Registratie (zie figuur 2).

<sup>2</sup> Zie bijlage 1 voor een toelichting op de organisatie van T3D



Figuur 2. De globale processtappen van de samenhangende objectenregistratie (bron:[4])

Tabel 1 verschaft een toelichting op de processtappen.

| Processtap          | Omschrijving                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Inwinnen</b>     | Het door waarneming vanuit de werkelijkheid of uitvraag aan burgers en bedrijven vanuit werkprocessen beschikbaar maken van gegevens over objecten en/of eigenschappen daarvan in een gegevensbron.                         |
| <b>Samenstellen</b> | Het combineren van objectgegevens tot een samenhangende beschrijving conform hetgeen daarover is bepaald in inhoudelijke criteria en kwaliteitseisen aan de objectenregistratie.                                            |
| <b>Registreren</b>  | Het valideren en vastleggen van objectgegevens in de registratie.                                                                                                                                                           |
| <b>Bewaren</b>      | Het duurzaam beschikbaar houden van de gegevens over objecten en/of eigenschappen daarvan in de registratie.                                                                                                                |
| <b>Ontsluiten</b>   | Het beschikbaar stellen van de in de registratie opgenomen gegevens op een zodanige wijze dat deze als gegevens eenvoudig door afnemers kunnen worden benaderd.                                                             |
| <b>Verrijken</b>    | Het zodanig transformeren van in de registratie opgenomen gegevens dat een op afnemersbehoeften afgestemd gegevensproduct ontstaat.                                                                                         |
| <b>Gebruiken</b>    | Het ophalen van de beschikbaar gestelde gegevens en de toepassing daarvan binnen de werkprocessen waarvoor de gegevens zijn benodigd.                                                                                       |
| <b>Terugmelden</b>  | Het doorgeven van een mogelijk onjuist in de registratie opgenomen gegeven aan de bronhouder met daarbij een voldoende onderbouwing van de mogelijke onjuistheid om een onderzoek mogelijk te maken.                        |
| <b>Onderzoeken</b>  | Het analyseren van een mogelijk onjuist gegeven in de registratie naar aanleiding van een terugmelding. Na het verzamelen van aanvullende gegevens kan het al dan niet nodig zijn gegevens in de registratie aan te passen. |

Tabel 1 Processtappen volgens Samenhangende Objecten Registratie [4], par. 2.2]

Voor de inwinning, de registratie en het gebruik van 3D geometrie van objecten is een proefopstelling ingericht.

Tijdens de uitwerking van het T3D -programma zijn in het spoor Inwinning op basis van de input zes workflows voor de verwerking van objecten naar de te registreren 3D geo-objecten onderscheiden<sup>3</sup>:

1. Vergunningverlening/ Mutatiemelding (CityJSON)
2. Bouwwerkinformatiemodellen (BIM)
3. Puntenwolken (LiDAR)
4. Splitsingstekeningen (2D PDF)
5. Rioleringsobjecten
6. Datavergelijking Puntenwolken – Bouwwerkinformatiemodellen (LiDAR-BIM).

## 1.2 Scope

### *Binnen scope*

T3D was gezien de prioriteiten, de beschikbare gegevens en de beschikbare tijd, gericht op:

- zaken die meerwaarde opleveren voor het gebruik;
- beheerbare gegevens;
- digitaal ingewonnen gegevens;
- objecten in de SOR;
- voor wat betreft de ondergrond: de riolering.

### *Buiten scope*

T3D was gericht op de functionele en technische beproeving van direct op de fysieke objecten gerichte data en verwerking daarvan en niet op allerlei processen die daar indirect verband mee houden. Daarom zijn buiten scope:

- de met de usecases samenhangende processen zoals bijvoorbeeld het vergunningverleningsproces, het WOZ-waarderingsproces en het proces van toezicht en handhaving; het (technische) T3D-proces begint met de output van dergelijke processen, bijvoorbeeld een BIM-model;
- juridische vragen: bijlage 2 geeft juridische vragen weer, die tot nu toe in het programma T3D naar voren zijn gekomen en die van belang zijn om elders of later te behandelen.

Door de breedte van het programma was er ook geen prioriteit voor marktonderzoek naar alle mogelijke oplossingen voor de noodzakelijke en gewenste functionaliteiten. Het T3D-programma was vooral gericht op onderzoek naar te stellen eisen en de beproeving van mogelijkheden.

## 1.3 Sporen

In het programma T3D zijn de SOR-processtappen samengevat in drie sporen, aangevuld met een vierde spoor, 'Samenhang'. De sporen werden ieder door één van de partners van T3D getrokken [6]:

|                    |                                                                          |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Gebruik</b>     | verrijken, gebruiken en terugmelden;                                     |
| <b>Registratie</b> | registreren, bewaren en ontsluiten;                                      |
| <b>Inwinning</b>   | inwinnen, samenstellen en onderzoeken;                                   |
| <b>Samenhang</b>   | borging van de samenhang tussen de ketens van de ketens met de omgeving. |

---

<sup>3</sup> Tussen haakjes de benaming als technische term; zie de bijlage 'Technologie' voor een toelichting

Het **spoor 3D gebruik** was gericht op oplossingen die de gebruikers in de gelegenheid stellen de 3D informatie toe te passen bij het uitvoeren van hun werkprocessen, het oplossen van maatschappelijke vraagstukken en het terugmelden van mutaties aan de registratie. Trekker van dit spoor was de **gemeente Amsterdam**.

In het **spoor 3D registratie** is gewerkt aan de standaarden die nodig zijn om het volledig 3D vastleggen en -beheren van objectgegevens zowel organisatorisch als technisch mogelijk te maken, uiteindelijk als onderdeel van de Samenhangende objectenregistratie. Trekker van dit spoor was de **gemeente Rotterdam**.

Het **spoor 3D inwinning** was gericht op een structurele oplossing voor het digitaal kunnen overnemen van beschikbare informatie uit BIM-bestanden en andere 3D gegevens. Hiermee kunnen vergunningverlening en basisregistratiebeheer worden ondersteund. Trekker van dit spoor was de **gemeente Den Haag**.

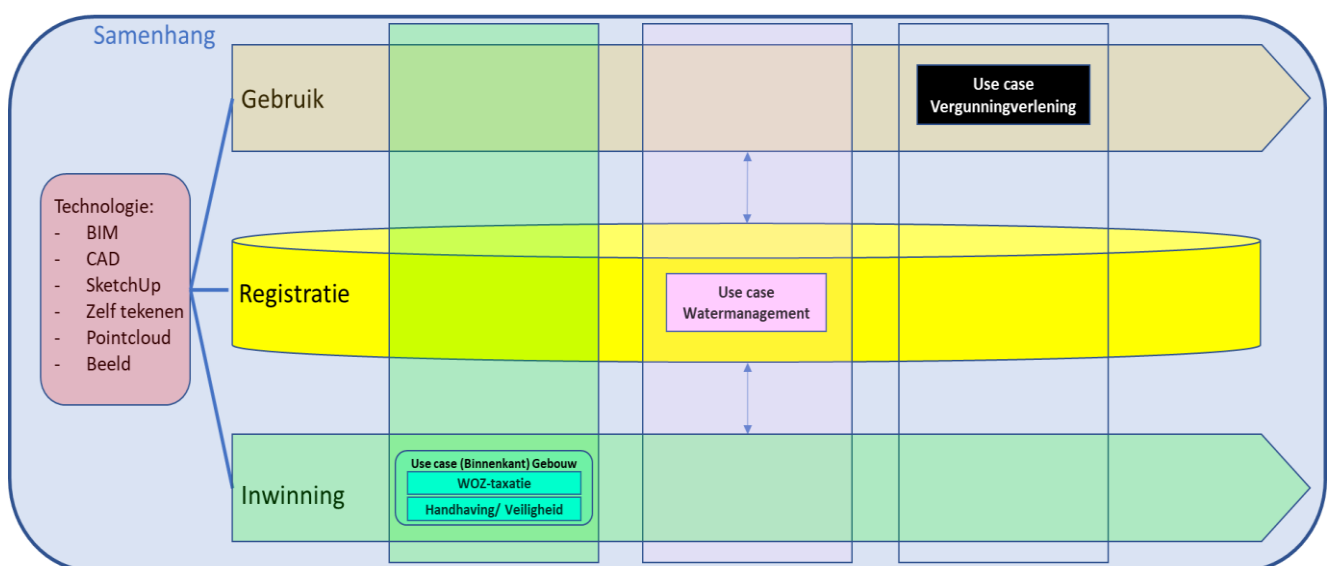
Het **spoor Samenhang** had tot doel de inhoudelijke ketensamenhang tussen de verschillende oplossingsrichtingen voor 3D gebruik, registratie en inwinning te borgen en daarnaast de betrokkenheid van andere gemeenten en overheden, die een rol hebben bij het gebruiken, registreren en inwinnen van 3D objectgegevens, te organiseren. Trekker van dit spoor was de **VNG**.

## 1.4 Usecases

In de voorbereidingsfase van T3D is een proefopstelling gebouwd rond drie inhoudelijke usecases, die ieder hun zwaartepunt hadden in één van de sporen:

- 3D vergunningverlening in het spoor 3D gebruik;
- 3D watermanagement (beheer openbare ruimte) in het spoor 3D registratie;
- 3D (binnenkant) gebouwinformatie voor WOZ en handhaving in het spoor 3D inwinning.

Figuur 3 geeft de drie sporen weer in relatie tot de usecases. In iedere usecase komen zowel inwinning als gebruik als registratie integraal aan de orde, maar iedere usecase heeft een accent op het spoor, waarin het geplaatst is.



Figuur 3. Sporen, usecases en technologie in T3D

In het kader van de sporen en de usecases zijn onderzoeksvragen geformuleerd en beantwoord. Dit document is het resultaat van die formulering en beantwoording in de vorm van een samenhangende beschrijving van de uitkomsten van onderzoeken en beproevingen.

## 1.5 Producten

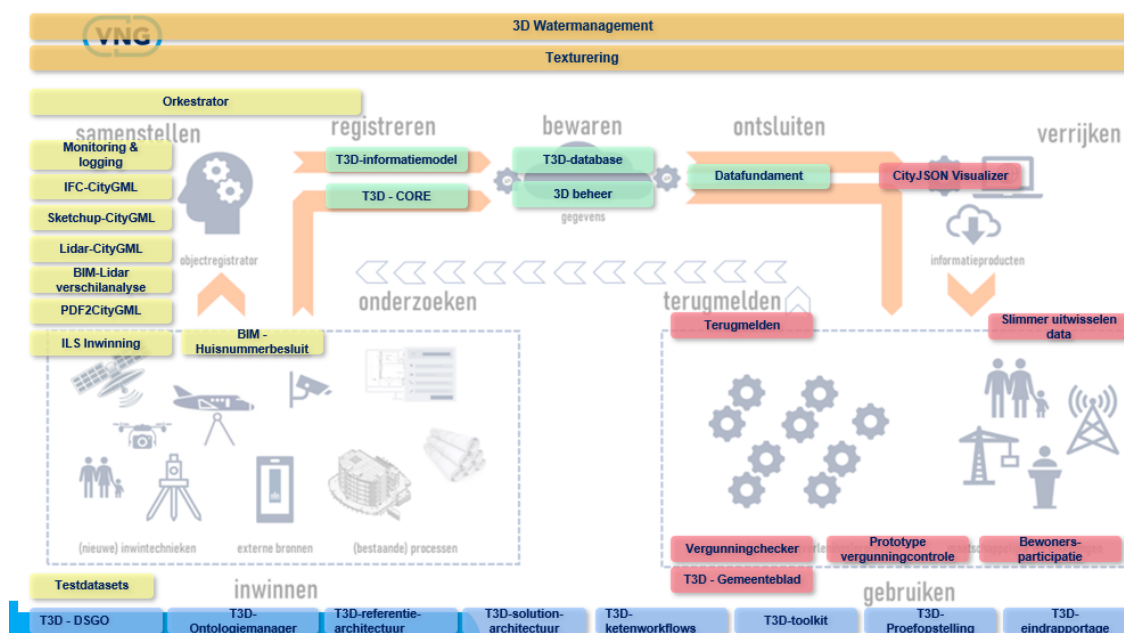
T3D heeft ruim dertig producten opgeleverd: softwareproducten, specificaties en rapportages. Deze staan, geordend naar keten, vermeld in tabel 2.

| <b><i>Naam</i></b>             | <b><i>Beschrijving</i></b>                                                                                                             | <b><i>Keten</i></b> |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 3D Terugmeldtool               | Tool om fouten in de 3D Omgeving, met name de 3D BAG, te melden aan de 3D beheerder, inclusief mutatieverzoek.                         | Gebruik             |
| 3D Vergunningchecker           | Tool om ontwerpen (1) te checken op vergunningsvrij bouwen en (2) te vertalen naar objecten voor de 3D Registratie.                    | Gebruik             |
| CityJSON Visualiser            | Tool om CityJSON bestanden in de Unity Game Engine te visualiseren en interactief te maken                                             | Gebruik             |
| T3D-Gemeentebld                | Aanvulling van de bekendmaking van verleende vergunningen met een 3D model.                                                            | Gebruik             |
| Vergunningcontroleservice      | Prototype-applicatie voor de toetsing van ontwerpen in IFC aan omgevingsvergunningseisen.                                              | Gebruik             |
| T3D-Viewer                     | Inrichting van 3D viewer(s), inzetbaar in de gehele 3D keten                                                                           | alle                |
| Texturering                    | Inzet van tools om de verschijningsvorm van het 3D model te bewerken en te beheren.                                                    | Gemengd             |
| 3D Watermanagement             | Set tools om 3D gegevens in te winnen, te registreren, te beheren en te ontsluiten ten behoeve van watermanagementsoftware.            | Gemengd             |
| BIM-Huisnummerbesluitchecker   | Applicatie om kwaliteitschecks op BIM-modellen uit te voeren op basis van een ILS en extra gegevens aan een IFC-bestand toe te voegen. | Inwinning           |
| Dataorkestrator                | Hulpmiddel om het laden, transformeren en ter beschikking stellen van objectgegevens te besturen.                                      | Inwinning           |
| Geometrie-City Json exporter   | Applicatie die Unity-data converteert naar een CityJSON 1.0-bestand.                                                                   | Inwinning           |
| ILS Inwinning                  | Specificatie van de eisen die gesteld worden aan aan Inwinning te leveren 3D objecten.                                                 | Inwinning           |
| Testdatasets                   | Puntenwolken en BIM-modellen van panden t.b.v. toetsing en verwerking in de inwinketen.                                                | Inwinning           |
| Transformator IFC-CityGML      | Tool die IFC-objecten vertaalt naar CityGML-objecten.                                                                                  | Inwinning           |
| Transformator LiDAR-CityGML    | Tool die puntenwolken vertaalt naar CityGML-objecten.                                                                                  | Inwinning           |
| Transformator PDF2CityGML      | Toepassing om een 2D-tekening te transformeren naar 3D CityGL-objecten.                                                                | Inwinning           |
| Transformator Sketchup-CityGML | Applicatie om Sketchup-bestanden te vertalen naar CityJSON                                                                             | Inwinning           |
| Verschil-analysator BIM-LiDAR  | Toepassing om verschillen tussen een ontwerp in BIM en een puntenwolk van de realisatie automatisch te detecteren.                     | Inwinning           |
| 3D Databeheer                  | Proefomgeving, gericht op het beheer en mutatie van een pand in 3D.                                                                    | Registratie         |
| Datafundament                  | Data-analyseplatform met basisregistratiedata voor kwaliteitscontrole en gezamenlijke bevraging van 3D objecten.                       | Registratie         |
| T3D-Informatiemodel            | Conceptueel model van het binnen T3D beschouwde deel van de Samenhangende Objecten Registratie                                         | Registratie         |
| T3D-CORE                       | Analyse van positionering en gebruik van een Centrale Objectenregistratie.                                                             | Registratie         |
| T3D-Database                   | Implementatie van het T3D-Informatiemodel in een 3D spatial database.                                                                  | Registratie         |

| Naam                                            | Beschrijving                                                                                                                           | Keten     |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Externe samenhang T3D                           | Analyse van en rapportage over de samenhang, verbreding en borging van de T3D-resultaten in landelijk verband <sup>4</sup> .           | Samenhang |
| Handreiking gebiedsgericht muteren <sup>5</sup> | Kennisdocument over gebiedsgericht muteren.                                                                                            | Samenhang |
| Ontologiemanager                                | Tool voor modellering, registratie, weergave en analyse van de semantiek van T3D-objecten.                                             | Samenhang |
| Proefopstelling T3D                             | Geheel van cloud-, database-, view-, en publiceercomponenten om de werking van de 3D keten te tonen en te beproeven.                   | Samenhang |
| T3D-Referentiearchitectuur                      | Door gemeenten toe te passen proces-, data- en componentenarchitectuur voor inwinning, registratie, beheer en gebruik van 3D objecten. | Samenhang |
| T3D- Solutionarchitectuur                       | Binnen T3D toegepaste proces-, data- en componentenarchitectuur voor inwinning, registratie, beheer en gebruik van 3D objecten.        | Samenhang |
| T3D-DSGO                                        | Analyse van de samenhang van T3D met het Digitaal Stelsel Gebouwde Omgeving                                                            | Samenhang |
| T3D-Rapportage                                  | Samenvattend rapport over de inhoud van T3D.                                                                                           | Samenhang |
| T3D-Toolkit (kennisportaal)                     | Publiek toegankelijk portaal met toegang tot de resultaten van T3D.                                                                    | Samenhang |

Tabel 2. Producten T3D

In figuur 4 zijn de producten afgebeeld op de T3D-keten<sup>6</sup>.



Figuur 4. Producten T3D in relatie tot de T3D-keten

<sup>4</sup> Onderdeel van de T3D-rapportage

<sup>5</sup> Dit onderzoek wordt in de loop van voorjaar 2023 opgeleverd

<sup>6</sup> De meest actuele versie van dit overzicht is te vinden op het kennisportaal T3D: <https://alkem.io/t3d>

## 1.6 T3D-Toolkit

Voor een interactieve kennismaking met de resultaten van T3D is een kennisportaal ingericht. Het is te vinden op <https://alkem.io/t3d>. Het portaal en deze rapportage hebben een vergelijkbare structuur: de informatie is geordend per spoor (in het portaal: ‘challenge’) en per spoor onderverdeeld in hoofdonderwerpen (in het portaal: ‘opportunities’) waar vervolgens beschrijvingen, demo’s, data-sets, enzovoorts per product of workflow worden gedeeld.

## 1.7 Overzicht van de inhoud

Om de resultaten per spoor in een kader te plaatsen worden vóór de behandeling van die resultaten in hoofdstuk 2 en 3 de T3D-architectuur en de T3D-proefopstelling besproken. Daarna worden in de hoofdstukken 4, 5, 6 en 7 de resultaten en de wijze waarop deze verkregen zijn per spoor behandeld, waarbij gekozen is voor de volgorde gebruik-registratie-inwinning-samenhang met als motivatie, dat het doel van registreren en inwinnen, namelijk gebruiken, voorop dient te staan. Uit het doel volgt welke data geregistreerd moeten worden. Daarna is de vraag aan de orde, welke data ingewonnen dienen te worden en hoe dat zou moeten gebeuren. Tenslotte worden de resultaten en analyses in aan landelijke samenhang geplaatst.

Per hoofdstuk worden hoofdconclusies en –aanbevelingen benoemd. Er zijn ook allerlei detailconclusies en -aanbevelingen. Deze zijn te vinden in de projectrapportages, waarvan in bijlage 3 een overzicht is opgenomen. Het rapport sluit af met eindconclusies en -aanbevelingen in hoofdstuk 8.

De usecases betreffende vergunningverlening, watermanagement en (binnenkant) gebouw worden als afgeronde gehelen behandeld in aparte documenten ([7], [8] respectievelijk [9]). Vanuit de beschrijving van de sporen wordt veelvuldig naar deze documenten verwezen.

Een korte beschrijving van de beproefde technologieën is in bijlage 4 opgenomen.

## 2. Architectuur

De in het kader van T3D ontwikkelde architectuur bestaat uit twee delen:

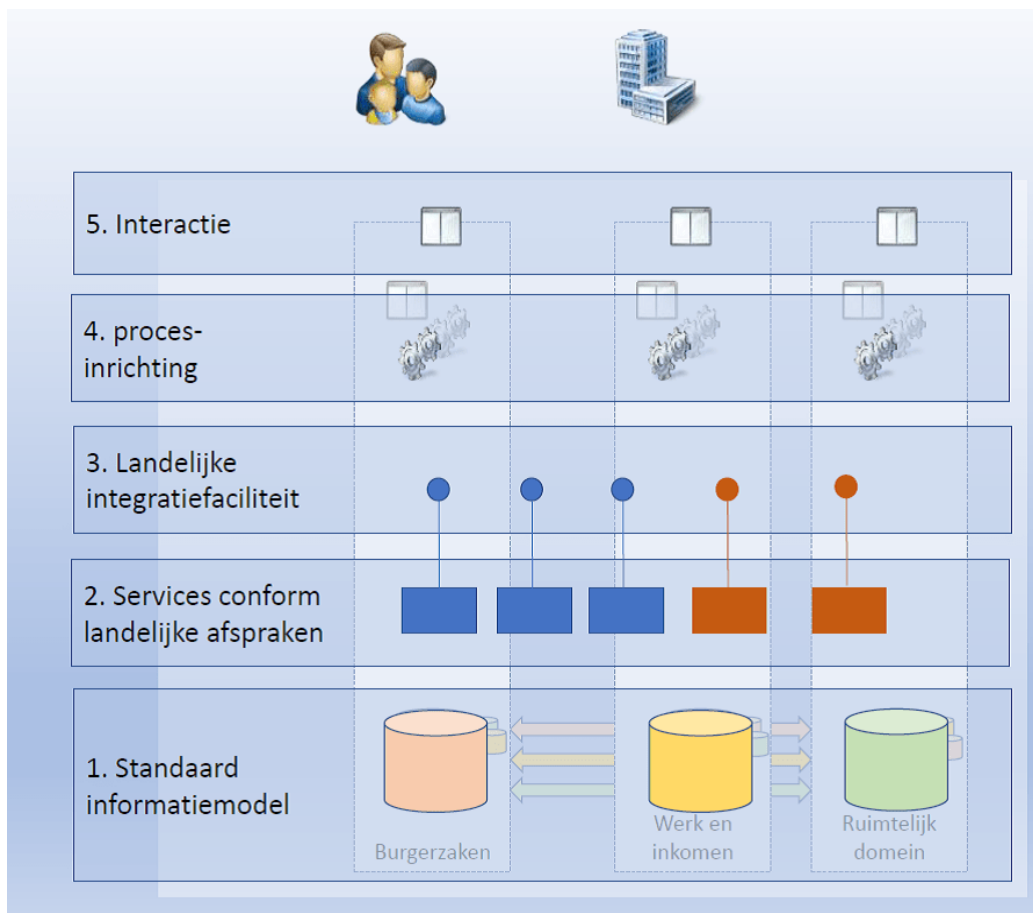
1. T3D-architectuur, een **referentiearchitectuur** voor gemeenten die met 3D aan de slag willen.
2. Architectuur van de T3D Pilots, de architectuur voor de in het kader van T3D ontwikkelde oplossingen in Den Haag, Rotterdam en Amsterdam.

In dit hoofdstuk wordt na de bespreking van enkele uitgangspunten de T3D-referentiearchitectuur toegelicht. De architectuur van de proefopstelling wordt toegelicht in het volgende hoofdstuk.

De volledige uitwerking en meer achtergrondinformatie is gepubliceerd op [GEMMA Online](#). Er is ook een rapportage gemaakt [10].

### 2.1 Uitgangspunten

#### Common Ground



Figuur 5. Common Ground

Het uitgangspunt voor de T3D-architectuur is Common Ground [11], de hervorming van de gemeentelijke informatievoorziening, gericht op het loskoppelen van data van werkprocessen en applicaties. Common Ground is onderdeel van 'Samen Organiseren', een beweging waarin gemeenten samenwerken aan één krachtige lokale overheid. De principes van Common Ground houden in:

1. eenmalige registratie en meervoudig gebruik door middel van één informatiemodel;
2. services op basis van een API-strategie;
3. één integratie-infrastructuur;
4. koppeling van services en data in de gewenste processen;
5. burgerportaal, waar de burger zelf de regie voert over haar/zijn data en zelf zijn/haar zaken regelt in interactie met de gemeente.

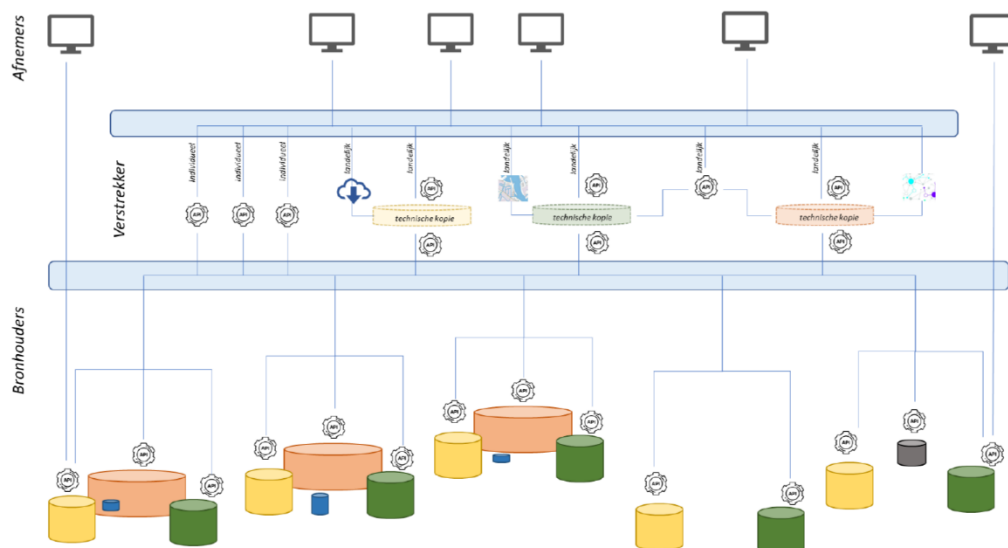
Figuur 5 schetst een beeld van de scheiding van de genoemde functies.

Uitgebreide informatie is te vinden op de website van Common Ground [11] en op GEMMA online.

### Federatief datastelsel

De visie van de VNG op de implementatie van de SOR gaat uit van een 'Federatief datastelsel' voor geo-basisregistraties. In een federatief datastelsel (zie figuur 6) worden data door de verstrekker direct bij de bron(houder) opgevraagd en verstrekt aan afnemers (via gestandaardiseerde services) en/of (indien nodig) met tussenkomst van een technische kopie. Een technische kopie is echter niet hetzelfde als een 'landelijke voorziening' of 'landelijke registratie'; de bron voor de data blijft de registratie bij de bronhouder. De 3D objectenregistratie is een lokale registratie van de 3D geometrie van objecten bij de bronhouder (gemeente) die wordt bijgehouden op basis van gemeentelijke inwinnen en bijhoudingsprocessen.

## Federatief datastelsel



Figuur 6. Federatief datastelsel

### SOR

Met de samenhangende objectenregistratie (SOR) wordt beoogd om meer samenhang aan te brengen tussen de verschillende objecttypen en de eigenschappen die daarover worden bijgehouden. Hiermee kunnen bijhoudingsprocessen worden vereenvoudigd, de informatievoorziening flexibeler worden opgezet en de wensen van gebruikers om meer samenhangende informatie worden ingewilligd. De Samenhangende Objectenregistratie is beschreven in '[Architectuurbeschrijving voorzieningen Samenhangende Objectenregistratie](#)' [4], een beschrijving van de afbakening, ICT-inrichtingsprincipes, componenten en verbindingen van de voorzieningen van de objectenregistratie. Het doel van

de beschrijving is dat doorontwikkeling van ICT-voorzieningen in samenhang kan plaatsvinden naar een duidelijke doelsituatie. De in dit document opgenomen referentiecomponenten vormen het vertrekpunt voor de T3D-componentenarchitectuur.

### *3D Ketenontwerp*

In fase 1 van het programma T3D is een 3D Ketenontwerp ontwikkeld [2]. De kern bestaat uit de processtappen inwinning, verwerking, opslag, verstrekking en gebruik. Het 3D ketenontwerp beschrijft de toekomstige keten rondom 3D (basis) geo-informatie in (landelijke) samenhang en geeft invulling aan standaarden, richtlijnen en afspraken die nodig zijn per onderdeel van deze keten.

## 2.2 T3D-referentiearchitectuur

Met de T3D-architectuur wordt richting gegeven aan initiatieven die gemeenten willen uitvoeren op het gebied van 3D objectbeheer. De T3D-architectuur beschrijft welke kaders er zijn en beschrijft daarnaast inrichtingsonafhankelijk wat er nodig is om 3D objectbeheer toe te passen. Er worden ook handreikingen gegeven aan gemeenten die willen beginnen met het registreren en beheren van 3D gegevens. Doel hierbij is niet om een strikte methodiek voor te schrijven omdat de verwachting is dat het beheren van 3D gegevens nog enige tijd een leerproces zal blijven. De T3D-architectuur bestaat uit een proces-, een gegevens- en een componentenarchitectuur.

### *T3D-Procesarchitectuur*

Figuur 7 geeft de bedrijfsprocessen voor het inwinnen, beheren, verstrekken en gebruiken van 3D objecten in samenhang weer. Belangrijk is op te merken dat de op 3D beheer gerichte processen gerelateerd zijn aan andere processen, die kunnen leiden tot 3D objectmutaties. Meerdere 3D processen kunnen betrokken zijn bij zo'n ander proces, zoals bijvoorbeeld vergunningverlening, waarin 3D objecten zowel gebruikt als gecreëerd en gemuteerd worden.

### *T3D-Gegevensarchitectuur*

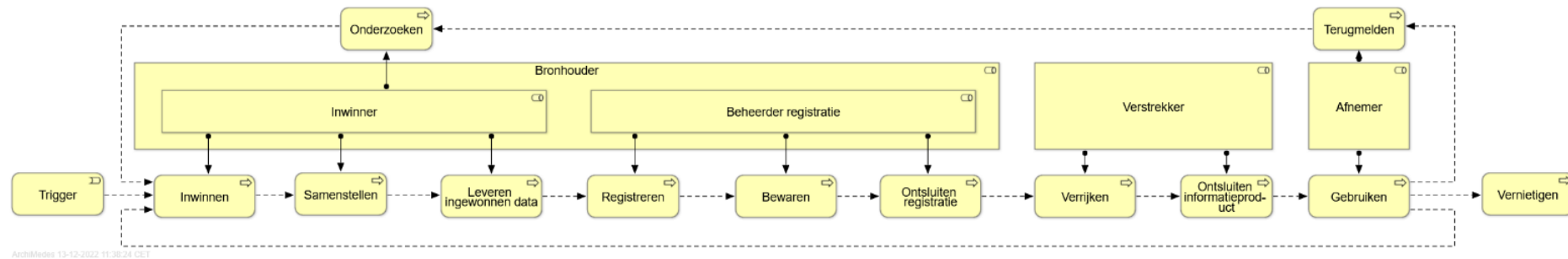
De T3D-gegevensarchitectuur (of 'begrippenarchitectuur') komt aan de orde in hoofdstuk 5.

### *T3D-Componentenarchitectuur*

Applicatiecomponenten betreffen producten van leveranciers, open-source-toepassingen of zelf te ontwikkelen oplossingen. Ze kunnen onderdeel zijn van een systeem waarin meerdere referentiecomponenten zijn gerealiseerd of het kunnen losse componenten zijn. In figuur 8 worden ze weergegeven in relatie tot Common Ground. Componenten die er specifiek voor T3D zijn, zijn rood gemarkeerd.

Dit zijn:

- transformatie: vertaling en conversie van gegevens van de ene naar de andere standaard;
- validatie: toetsing van de te verwerken objecten aan de van toepassing zijnde informatieleveringsspecificatie (ILS);
- workflowbeheer: procesbesturing van de gegevensbewerkingsstappen voor 3D gegevens;
- representatie: genereren van een 3D model;
- beslisregelbeheer: mogelijk maken van het geautomatiseerd nemen van beslissingen met betrekking tot het bewerken van gegevens;
- logging: vastleggen van de werking van componenten.



Figuur 7. Procesarchitectuur T3D

### legenda



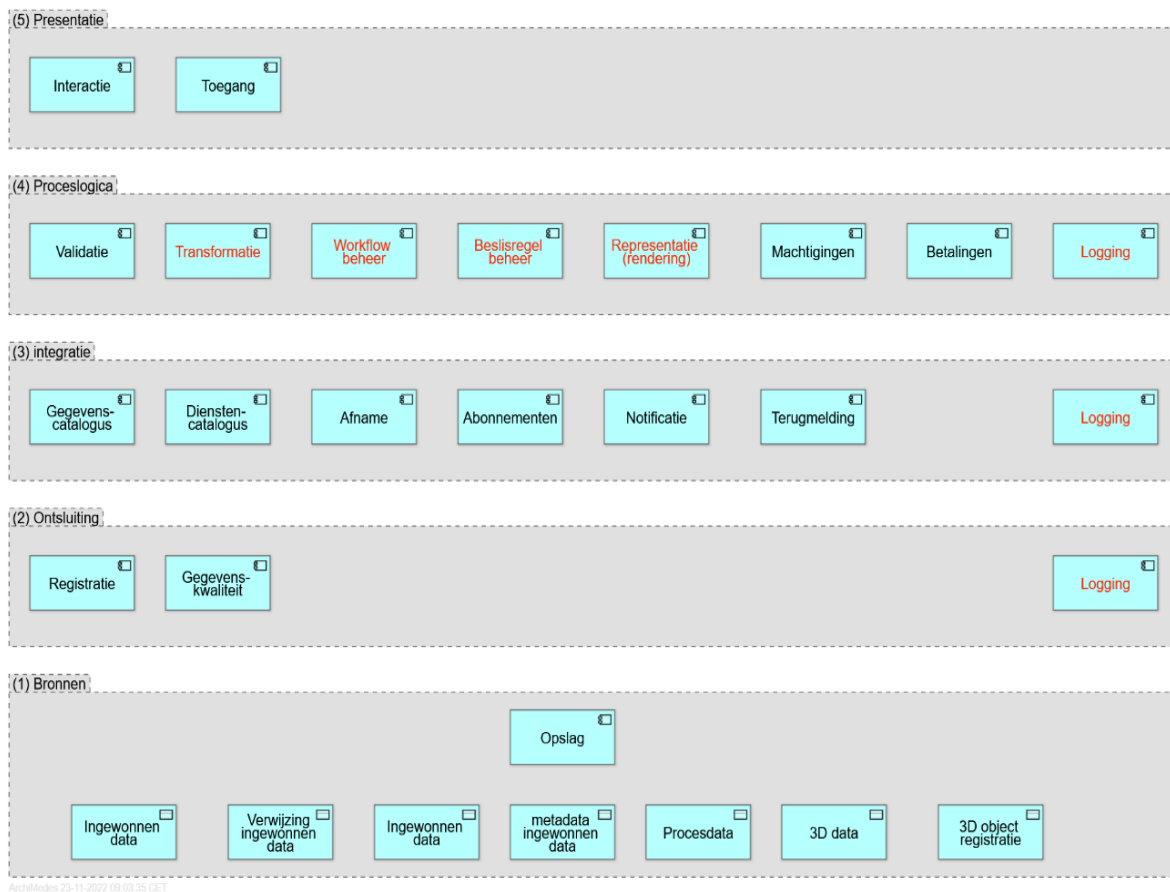
Rol



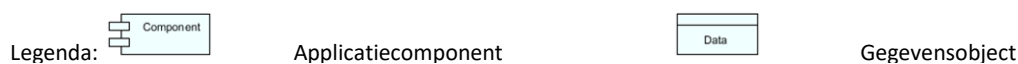
Bedrijfsproces



Gebeurtenis



Figuur 8. T3D Componentenarchitectuur



Op [GEMMA Online](#) is gespecificeerd welke componenten in welke processtappen ingezet worden.

## 2.3 Conclusies en aanbevelingen

### Conclusies

Het architectuurteam heeft de volgende conclusies getrokken uit het opstellen van de architectuur en het toetsen van de pilots aan de architectuur [10]:

1. Het ketenproces en de begrippen richten zich met name op het beheer van (3D) objectgegevens zoals die in de basisregistraties bekend zijn. Tegelijkertijd zijn er diverse gegevens die bij inwinning worden verzameld en die hun eigen beheer en hun eigen levenscyclus kennen, zowel intern als extern. Het gaat bijvoorbeeld om een BIM-bestand dat door een projectontwikkelaar wordt aangeboden bij vergunningverlening. Er is onvoldoende bij stilgestaan hoe hiermee omgegaan moet worden.
2. T3D volgt de ontwikkelingen rondom uitwerking SOR en daarmee de discussie rondom federatief databeheer. Federatief lijkt langs 2 assen uitgezocht te moeten worden: (1) vanuit decentraal beheer van basisregistratiegegevens, waarbij lokaal ook meer attributen worden vastgelegd en (2) het beheer van de verschillende soorten inwingegegevens (zie vorige punt), voordat ze

getransformeerd worden tot een soort gegeven dat kan worden beheerd ten behoeve van de basisregistratie. Deze gegevens volgen hun eigen levenscyclus. Bovendien zullen deze gegevens ook door verschillende organisaties worden beheerd (bijvoorbeeld een BIM-model bij een project-ontwikkelaar).

3. Er is een aantal aanvullingen aangebracht voor wat betreft de beschikbare SOR-architectuur, met name ten aanzien van de referentiecomponenten.
4. De solutionarchitecturen zijn vooral illustratief: de gekozen inrichtingen bij de gemeenten zijn niet in alle gevallen herbruikbaar. Wel kunnen ze een goede indruk geven van de haalbaarheid van bepaalde aspecten van inwinning en verwerking van 3D gegevens.
5. Een groot gedeelte van de architectuur is pas in het laatste half jaar van het programma ingevuld. Hiermee is er gedurende een groot gedeelte van het programma geen duidelijke sturing en betrokkenheid geweest vanuit architectuur. Daardoor is er een beperkte ervaring opgedaan voor wat betreft de het werken onder architectuur binnen de pilots.

Hieraan kan nog toegevoegd worden:

6. Processen betreffende inwinning, beheer en gebruik van 3D objecten zijn verstrengeld met andere processen, zoals vergunningverlening, dat zowel objecten gebruikt als muteert.
7. De relatie tussen processen en begrippen (c.q. bedrijfsobjecten) is nog niet geheel uit de verf gekomen. Hetzelfde geldt voor de relatie tussen componenten in de proefopstelling en de referentiecomponenten.
8. De 3D componenten en dataobjecten zijn in globale zin in te passen in de Common Ground-architectuur. De precieze relatie is echter nog niet duidelijk geworden.

### Aanbevelingen

Het architectuurteam doet de volgende aanbevelingen (verkort weergegeven):

1. Gebruik aanvullende usecases voor het werken met 3D data om de behoefte en de noodzakelijke kaders en richtlijnen voor een 3D objectregistratie beter in beeld te brengen.
2. Het is voor de inwinning van 3D gegevens goed om gemeentebreed te kijken naar leveringsspecificaties voor ingewonnen data (bijvoorbeeld BIM-modellen), zodat de markt volgens die specificaties kan gaan leveren. Op dit moment is er een te grote afhankelijkheid van wat toevallig al geleverd wordt of van de levering ten behoeve van een specifiek gemeentelijk proces (zoals toezicht en handhaving of het bijhouden van basisregistraties).
3. Het is aan te bevelen om, mede vanuit de SOR, nogmaals goed af te wegen wat er nu feitelijk wenselijk is om op landelijke schaal aan 3D gegevens te verstrekken. In hoeverre is een 3D model zoals de Technische Universiteit Delft dat nu op basis van de BGT en de AHN heeft gemaakt afdoende, of zijn de verschillende stadsmodellen die bij verschillende gemeenten leven ook landelijk een gewenste verrijking. Het is ook aan te bevelen om meer leveranciers te betrekken in deze ontwikkeling. Beheer van 3D gegevens is niet vanzelfsprekend en de verschillende oplossingen in de markt zijn vaak onvolwassen en vertonen ook zeer veel variatie. Het is afwachten waarnaar dit op termijn convergeert.

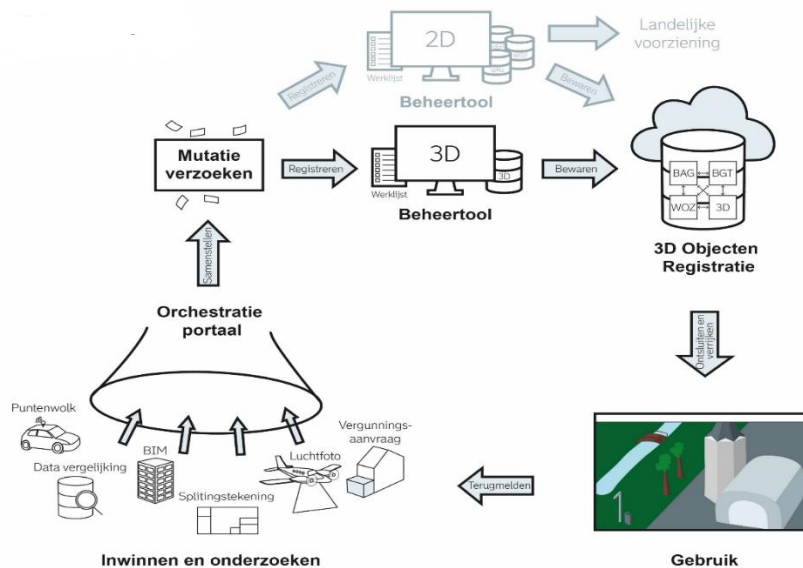
Hieraan kan nog toegevoegd worden:

4. Doe met behulp van process mining onderzoek naar het werkelijke verloop van aan 3D beheer gerelateerde processen en verwerk de resultaten in de T3D-architectuur.
5. Werk de relatie tussen de processen en de objecten verder uit (denk aan welke processen welke gegevens mogen raadplegen, creëren, muteren of verwijderen).

6. Werk de relatie tussen referentiecomponenten en de in de praktijk gerealiseerde componenten uit.
7. Preciseer de relatie componenten-dataobjecten-Common Ground en doe er op de aansluiting gerichte beproevingen mee.

### 3. Proefopstelling

In de huidige situatie worden de basis- en kernregistraties in 2D bijgehouden. In T3D is er naast deze registraties een proefopstelling ingericht voor de vastlegging en het beheer van 3D geometrie van objecten. Deze maakt enerzijds gebruik van de 2D geometrie uit de bestaande registraties en levert anderzijds mutaties aan vanuit het 3D proces aan de 2D-registraties. Zie figuur 9.



Figuur 9. Ketenproces T3D.

Het bouwen en inrichten van de proefopstelling had drie belangrijke doelen:

1. Ondersteuning van het opbouwen van inzicht en het beantwoorden van de onderzoeksvragen in de drie uitvoeringssporen.
2. Leveren van input voor het opstellen en nader uitwerken van de T3D-referentiearchitectuur.
3. Het laten 'landen' van de resultaten van de verschillende beproevingen in de proefopstelling en die daarmee beschikbaar maken voor communicatie over en overdracht van de opbrengsten van T3D.

Als gevolg van de eerste doelstelling bestaat de T3D-proefopstelling feitelijk uit een samenstel van proefopstellingen bij de drie gemeenten. Uiteindelijk zijn in fase 3 deze afzonderlijke proefopstellingen uitgewerkt tot een samenhangende keten aan de hand van de in paragraaf 1.1 genoemde workflows voor het inwinnen, verwerken en registreren van 3D.

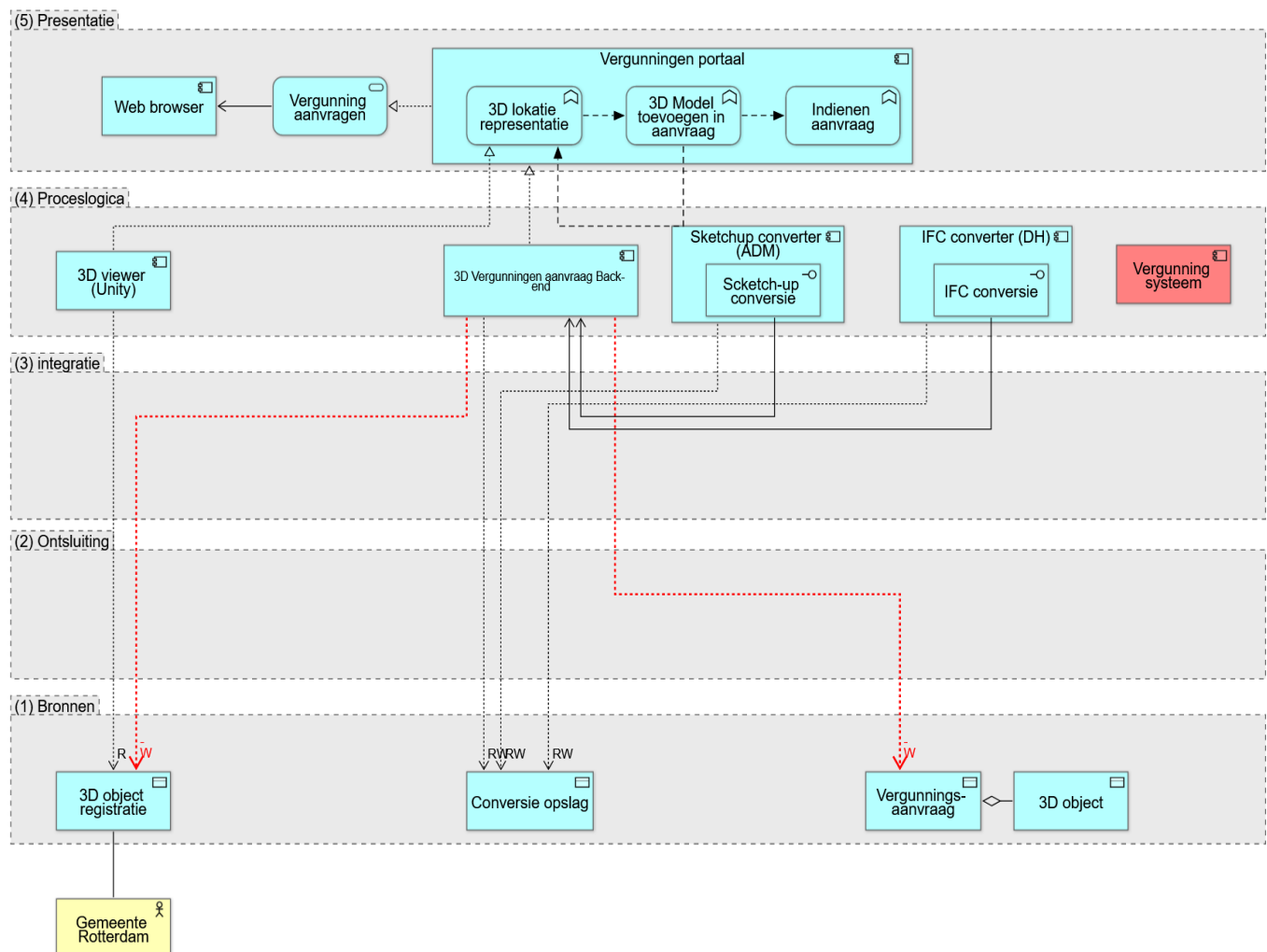
Hierna worden achtereenvolgens de proefopstellingen voor Gebruik, Registratie en Inwinning toege- licht en de ervaringen worden besproken. Daarbij wordt een aantal onderwerpen wat diepgaander behandeld, met name het 3D beheerproces en de dataorkestratie. Het hoofdstuk wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

## 3.1 Proefopstellingen Gebruik

### Amsterdam – Vergunningverlening

In het spoor Gebruik is het omgevingsvergunningsaanvraagproces de basis voor usecases. Een eerste usecase daarin betreft een oplossing voor het als 3D model indienen van een plan voor uitbouw of aanbouw van een bestaand pand en te bepalen of dat vergunningsvrij gerealiseerd mag worden: de 'vergunningchecker'. Daarbij kunnen zelf getekende eenvoudige 3D modellen, sketch-up bestanden of professionele BIM-modellen ingevoerd worden.

De benodigde 3D omgevingsgegevens worden geheel of gedeeltelijk betrokken uit landelijke voorzieningen, zoals BAG en BGT. In het algemeen zal er integratie van landelijke en lokale gegevens nodig zijn. Die integratie zal in de praktijk ondersteund worden door landelijke stelsels zoals het DSO en de SOR. In figuur 10 is de proefopstelling van de pilot Amsterdam weergegeven. Voor details wordt verwezen naar [GEMMA online](#).



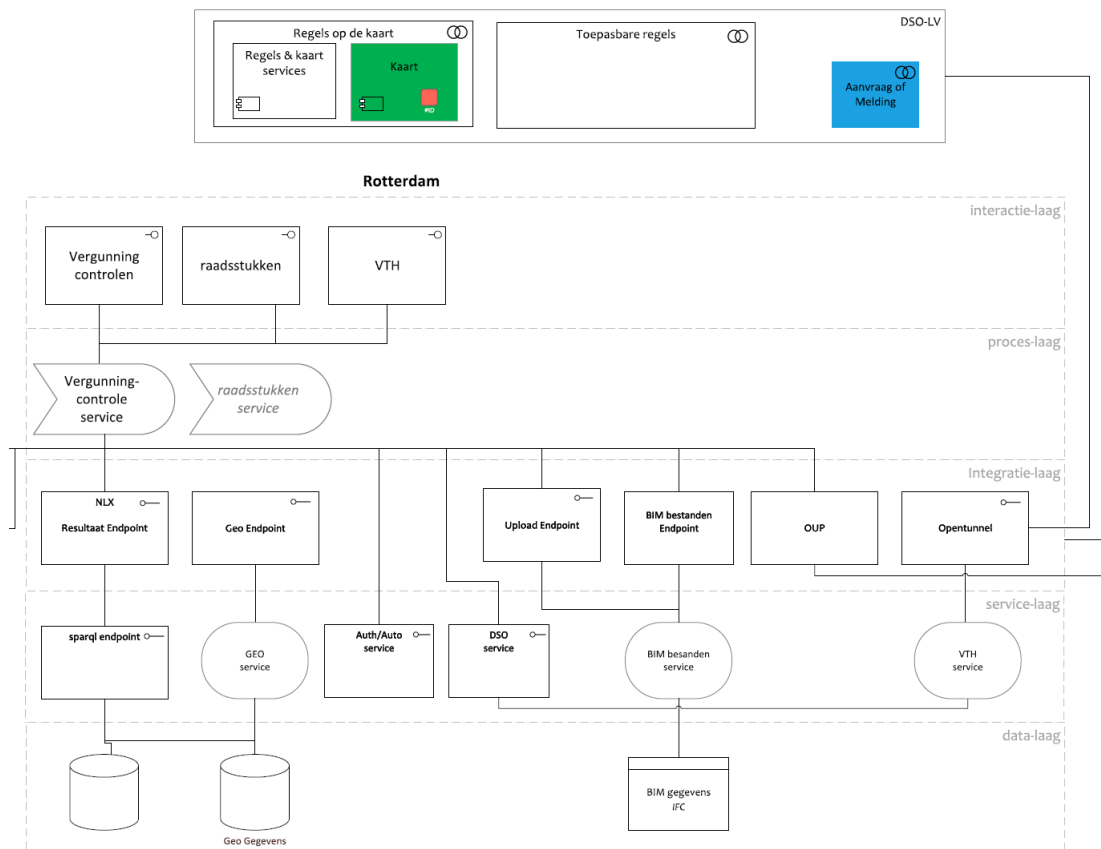
Figuur 10. Proefopstelling pilot Amsterdam

De proefopstelling in Amsterdam maakt gebruik van componenten uit de proefopstelling voor Registratie (in Rotterdam) en Inwinning (in Den Haag) om zo een sluitende T3D-keten over de verschillende proefopstellingen te beproeven. Een als plan ingediend 3D model wordt door middel van de IFC-transformator in Den Haag overgezet naar 3D geometrie en vervolgens als 3D mutatie

aangeboden aan de dataorkestrator in Den Haag. De dataorkestrator beoordeelt de mutatie en biedt deze aan voor registratie in de 3D objectregistratie bij Den Haag.

### Rotterdam-Vergunningcontroleservice

Rotterdam heeft de Vergunningcontroleservice ingebed in een vergelijkbare architectuur, maar is een stap verder gegaan in het integreren in de architectuur van Rotterdam, het Common Ground-



Figuur 11. Architectuur Vergunningcontroleservice Rotterdam (bron:[27])

vijflagenmodel en de DSO-LV. Dit om ervoor te zorgen dat andere applicaties gebruik kunnen maken van de uitkomsten van vergunningschecks. Figuur 11 laat dit zien.

### Vergelijking

De proefopstelling voor de Vergunningcontroleservice van Rotterdam is buiten T3D ontwikkeld en niet in de T3D keten geïntegreerd, maar we laten haar hier toch zien in verband met interessante verschillen met de Amsterdamse proefopstelling. Deze betreffen onder meer:

- andere benaming van de lagen: Rotterdam heeft het over een interactielaag in plaats van een presentatielaag en een servicelaag in plaats van een ontsluitingslaag: de invalshoek van het Rotterdamse model lijkt wat breder dan het Amsterdamse model;
- in de data-laag van Rotterdam zijn de vergunningaanvragen niet opgenomen;
- de integratie- en ontsluitingslagen van Amsterdam zijn leeg, terwijl bij Rotterdam allerlei componenten genoemd worden; dit lijkt in ieder geval voor een deel een interpretatiekwestie te zijn.

We spreken geen waardeoordeel uit over de twee modellen, maar concluderen wel, dat de afbeelding van de architectuur van de proefopstellingen op het 5-lagen model van Common Ground nog veel ruimte voor interpretatie kent.

## 3.2 Proefopstelling Registratie

De architectuur van de Rotterdamse proefopstelling voor het beheer van objecten in 3D wordt beschreven op GEMMA Online [14]. Figuur 12 geeft de proefopstelling weer. De centrale component is Virtual Citysystems (VCS) van Future Insight. Nieuw ontwikkelde componenten zijn hierop aangesloten, waarmee alle data in dezelfde database terechtkomen.

Merk op dat de proefopstelling Registratie gebruik maakt van componenten uit de hierna te behandelen proefopstelling Inwinning. Dit zijn de componenten aan de linkerzijde van het schema, die ondersteunend zijn aan het inwinnen, opslaan en samenstellen van 3D brondata.

Een korte toelichting op de belangrijkste componenten aan de rechterzijde:

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VC Database   | De 3D CityGML-data worden opgeslagen in de VC Database, gebaseerd op 3D CityDB. Daarmee wordt een basis gecreëerd voor een goed te onderhouden en te ontsluiten integraal en actueel 3D stadsmodel.                                                                                                                     |
| Datafundament | Ten behoeve van de ontsluiting met behulp van datawarehousefunctionaliteit zijn alle 3D en 2D objectbasis- en kerngegevens in samenhang (gericht op de SOR) opgeslagen in het 'Datafundament'. De data zijn in principe beschikbaar voor alle gebruiksdoeleinden, alsmede voor de kwaliteitscontrole van die data zelf. |
| Viewer        | De 3D viewers worden vanaf een aparte server ontsloten, zodat ze geen hinder ondervinden van berekeningen e.d. in de publiceersomgeving.                                                                                                                                                                                |
| 3D beheertool | Met behulp van door Sweco ontwikkelde tooling zijn objecten vanuit het DG Dialog-BGT- beheersysteem als CityGML geëxporteerd en getoond. Tevens is een proef gedaan met karteren (wijzigen van 3D geometrie) met behulp van hoogtebestanden (puntenwolken) in Omnibase.                                                 |

Figuur 13 geeft een toelichtend schema van de componenten in samenhang van het 3D objectbeheer rondom de centrale component VC Database.

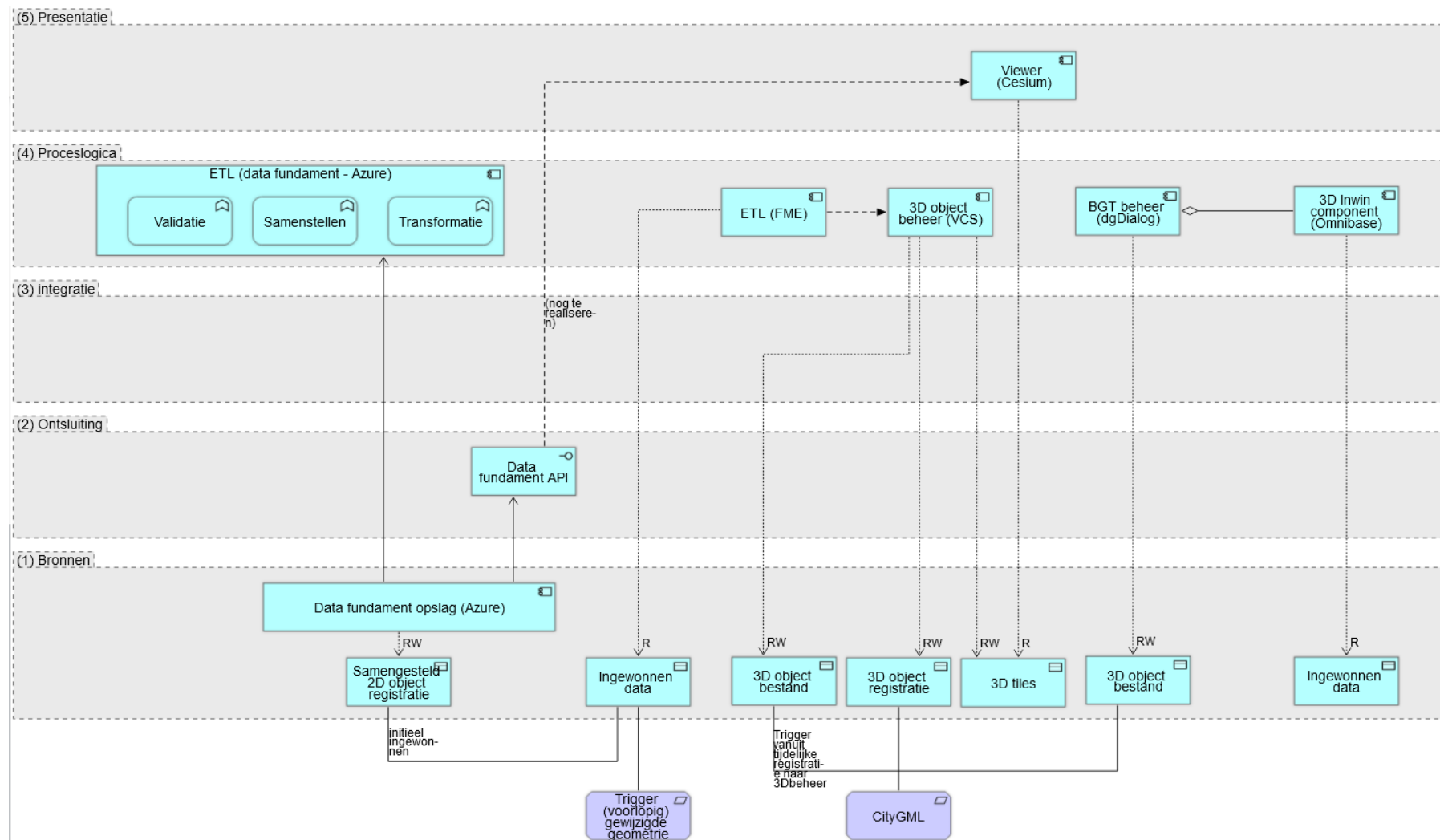
De proefopstelling heeft tijdens T3D technisch goed gewerkt. Het is mogelijk om voor verschillende thema's, al dan niet geautomatiseerd, gegevens op te halen bij de bron, te uploaden in externe applicaties en resultaten weer terug te lezen. Voorbeelden zijn:

- inlezen en tonen van de resultaten van de in de usecase Vergunningverlening ontwikkelde JSON-objecten;
- samenbrengen van de Rotterdamse data en landelijke data ten behoeve van het aanleveren aan een simulatieomgeving en het weer terughalen van de resultaten;
- ondersteunen van objectmutaties.

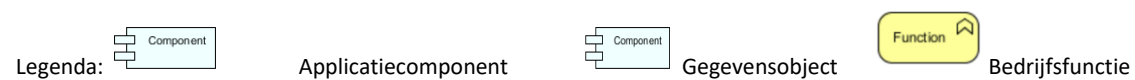
Het vergt de nodige technische kennis en afstemming tussen de betrokken partijen om alles goed in te richten.

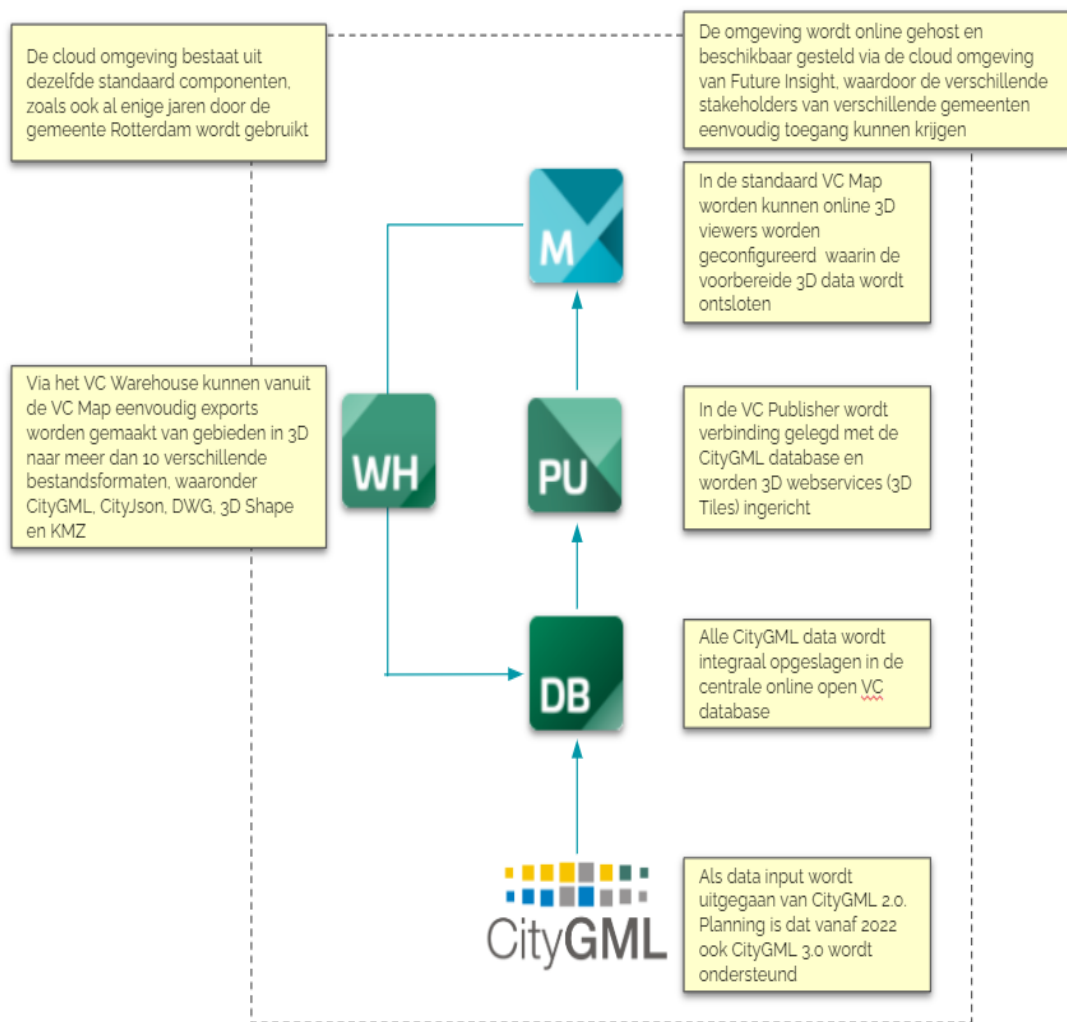
In het T3D Kennisportaal is het mogelijk een indruk te krijgen van de binnen T3D beproefde oplossingen voor het inwinnen, registreren en gebruiken van een 3D objectenregistratie: <https://www.totaal3d.nl/>. Het is ook mogelijk direct de resultaten te raadplegen met behulp van de Cesium viewer: <https://www.totaal3d.nl/viewer/#/>.

Merk op dat in relatie tot het 5-lagenmodel van Common Ground de viewer (M) is gepositioneerd in de lagen Interactie en Proces, de Publisher (PU) en het Warehouse (WH) in de lagen Ontsluiting en Integratie en de Database (DB) en het informatiemodel CityGML in de laag Data.



Figuur 12. Proefopstelling T3D Rotterdam





Figuur 13. Proefopstelling T3D-beheer (bron: [26])

Ter toelichting: M = viewer (Cesium), WH = ingewonnen data, DB = 3D Objectregistratie, PU = 3D tiles

### 3.3 Beheerproces

#### Huidige situatie Rotterdam

3D objecten worden verkregen uit diverse bronnen:

- Puntobjecten uit de BOR, zoals lichtmasten en bomen, zijn gemodelleerd op basis van gegevens in de 2D registratie. Nieuwe of gemuteerde objecten worden door middel van ETL maandelijks als nieuwe 3D CityGML-data aangemaakt waarna de 3DCityDB wordt bijgewerkt.
- Kabels en leidingen zijn als 3D lijnobject geregistreerd. Door middel van een ETL worden hier 3D solids van gemaakt op basis van in de registratie bekende diameters. Maandelijks worden gemuteerde objecten als 3D solid gemodelleerd en verwerkt in de 3DcityDB.

- Gebouwen, opslagtanks en bruggen worden door een marktpartij behandeld zodra er nieuwe LiDAR-puntenwolken en/of luchtfoto's beschikbaar zijn. Tot nu toe gebeurt dit elke twee jaar.

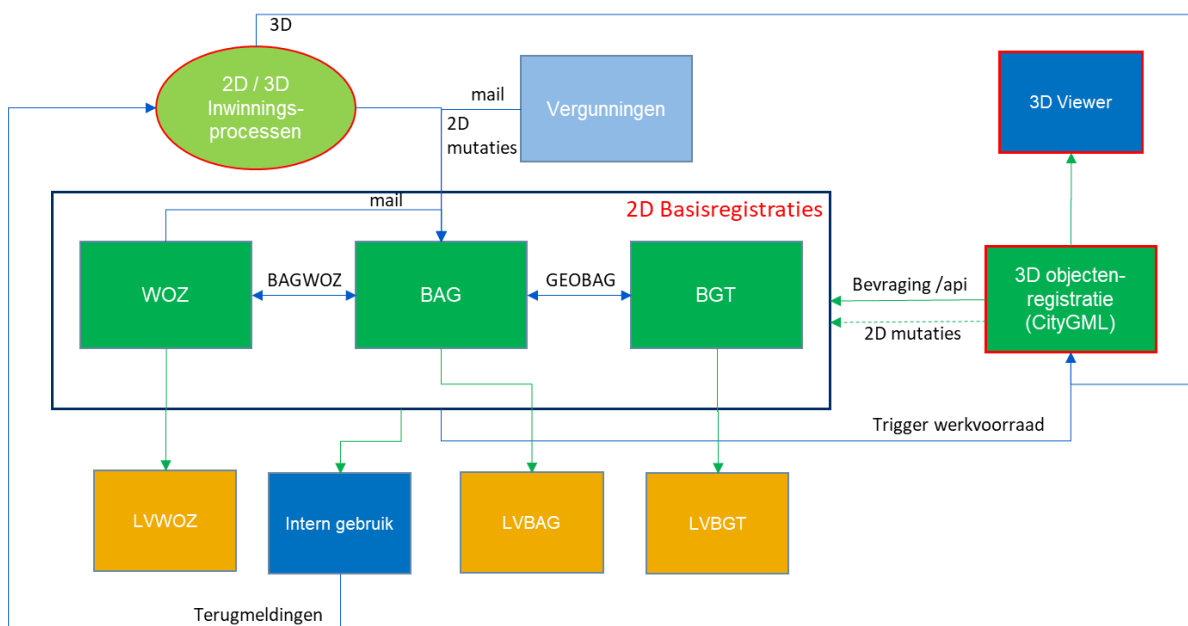
Voor nadere informatie wordt verwezen naar het Procesontwerp Rotterdam [13].

Met betrekking tot geometrische mutaties wordt zowel proactief als reactief gewerkt:

- proactief: signalering van mutaties in diverse bronnen: puntenwolk, panorama-, lucht-, obliek-foto's, iWOZ, constateren/ controle; er vindt datavergelijking plaats met de basisregistraties BAG, WOZ, BGT en BOR;
- reactief: beheer vanuit reguliere processen: mutaties op objecten door inlichtingenformulier/ vergunning/ bezwaar/ beroep/ terugmeldingen.

### Werkwijze in T3D

Zolang er geen wettelijke basis is voor een 3D registratie blijven de 2D basisregistraties leidend voor het beheer. Op basis van triggers (BAG-BGT-WOZ) in combinatie met het inwinningsproces (3D onderbouwing van de 2D mutatie) wordt de 3D geometrie bijgewerkt. De input komt primair uit BAG en BGT. Geleidelijk kan volledige 3D inwinning en registratie als aanvulling op of vervanging van bestaande processen worden ingebouwd. Vervanging bijvoorbeeld wanneer op basis van 3D inwinning 2D geometrie kan worden afgeleid. Dat kan in het proces zelf of als afgeleide van de 3D objectenregistratie. Het uitgangspunt is dat er één keer wordt ingewonnen. De vernieuwing van het mutatieproces voor geometrie, het mogelijk maken van 3D registratie op basis van 3D inwinning en het (tijdelijk) afleiden van 2D geometrie in dat mutatieproces is binnen scope van het programma T3D (zie figuur 14).



Figuur 14. Beheerproces T3D korte termijn (ondersteunend aan transitie richting volledige 3D registratie)

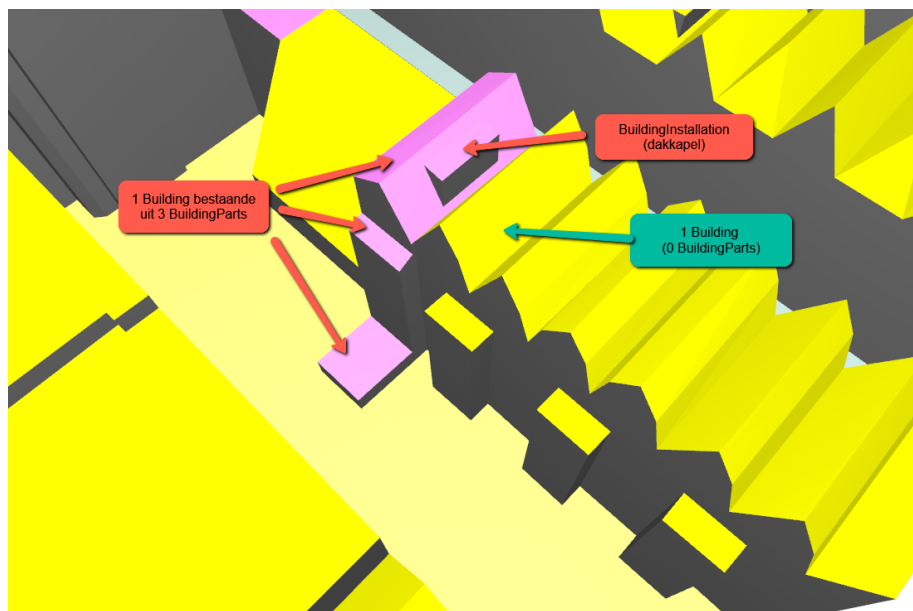
### Doorontwikkeling na T3D

De 'stip op de horizon' blijft uiteraard een doorontwikkeling van de huidige 2D Geo-basisregistraties naar een volledige 3D SOR, waarbij de 2D geometrie op termijn als een 'informatieproduct' kan worden afgeleid en geleverd aan gebruikers. Maar de geometrie zal wel altijd in 3D worden ingewonnen. De resultaten van T3D kunnen op basis daarvan worden gebruikt om de overgang van de huidige 2D Geobasisregistraties naar een 3D SOR inhoudelijk vorm te geven. Als voorbeeld: binnen T3D tonen we aan dat je via een mutatieproces voor het afleiden van 3D data uit BIM/ (mobiele) LiDAR in staat bent om een 3D beschrijving van een gebouw in de 3D objectenregistratie actueel te houden. Als het mogelijk is om daar vervolgens actuele 2D geometrie van af te leiden, kun je overwegen om gebouwen in het vervolg in 3D bij te houden en de 2D weergave niet apart in te winnen en bij te houden voor de 2D Basisregistraties. Dat is bruikbare input voor het ontwerpen van het transitieproces richting een 3D SOR. Tegelijkertijd betekent dit ook dat de bestaande basisregistraties moeten worden aangepast (o.a. wetgeving).

## 3.4 3D Beheertool

### Export naar CityGML

Met behulp van dg DIALOG BGT software en FME Workspaces heeft Sweco voor de gemeente Rotterdam een pilot uitgevoerd rondom het beheren van 3D topografie. De beheertool ontvangt meldingen over te muteren objecten, voert deze mutatie door in samenhang met de BGT- en BAG-geometrie en verstrekt de actuele objecten aan afnemers (BOR, BAG en 3DCityDB).

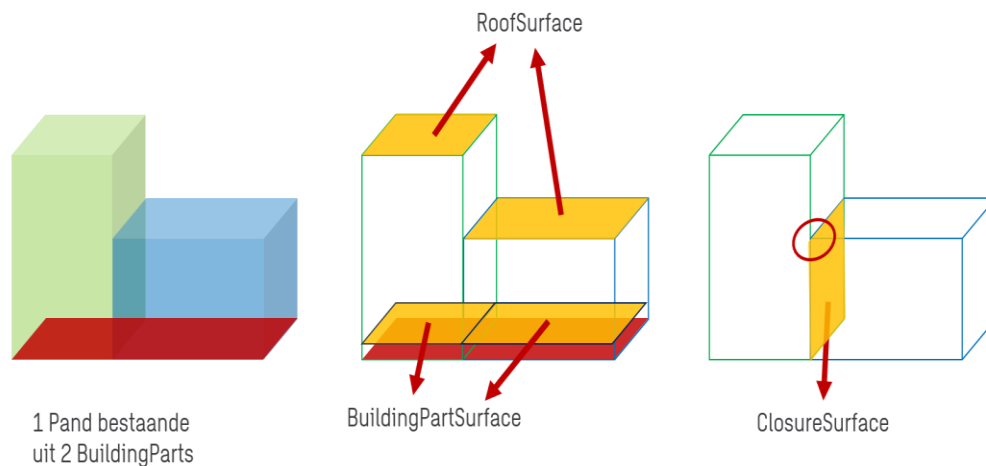


Figuur 15. Twee panden waarvan het linker pand (roze) is opgebouwd uit panddelen (mogelijke WOZ-deelobjecten). De gele panden aan de rechterzijde bestaan enkel uit één deel. (Bron: [43])

De input bestaat uit panden in CityGML-formaat. Het gaat om twee soorten panden: singuliere panden en samengestelde panden (bestaande uit BuildingParts). De samenhang van BGT-pand, BAG-pand, Buildings, BuildingParts en BuildingInstallations is in CityGML gebaseerd op het BAG-ID.

De output bestaat ook uit panden in CityGML-formaat, maar nu verwerkt tot objecten, die voldoen aan de geometrievoorwaarden van het CityGML-Informatiemodel en aan vereisten vanuit BAG en BGT. Tevens werd een aantal SOR-attributen voor de panden toegevoegd (zie figuur 15).

Het bepalen van een ClosureSurface tussen twee BuildingParts in een pand bleek een uitdaging te zijn om dit met FME voor elkaar te krijgen, maar het is toch gelukt (zie figuur 16).



Figuur 16. Visualisatie van problematiek ClosureSurface (gedeelde muur tussen 2 BuildingParts) (Bron: [43])

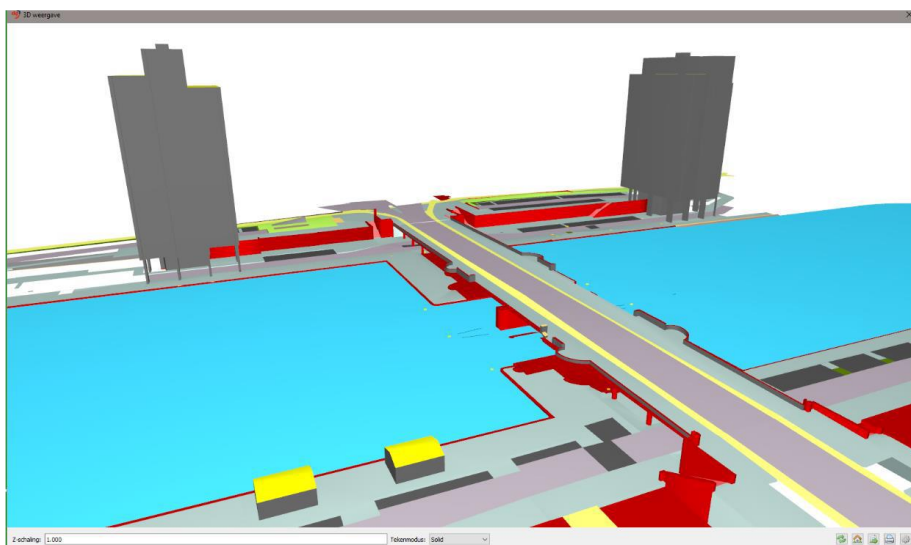
De output is gerealiseerd met behulp van dg DIALOG BGT in combinatie met Omnibase, een webapplicatie voor het beheer van puntenwolken. Met Omnibase [15] heeft Geodelta een oplossing ontwikkeld voor het visualiseren en gebruiken van puntenwolken, panoramafoto's en obliekfoto's binnen één omgeving.

Er is een koppeling tussen Omnibase en dg DIALOG BGT gerealiseerd. De doelstelling van deze koppeling is het bieden van een karteeromgeving waarin eenvoudig maar nauwkeurig geometrie kan worden gekarteerd en gemuteerd op basis van de puntenwolken en fotobeelden. Geconcludeerd werd, dat karteren in 3D verbeterd kon worden door het vinden van noklijnen met behulp van het toevoegen van profielopties en het bepalen van gebouwvolumes.

Hiernaast zijn er handmatig enkele complexe Rotterdamse panden opgebouwd en zijn bestaande panden uit het 3D stadsmodel verbeterd en aangevuld. Dit is gebeurd met inzet van Streetsmart van Cyclomedia en Omnibase van Geodelta. Verder is er uitgebreid getest met het Terrein. Er is een complexe situatie met onderdoorgangen, water en een brug opgebouwd (zie figuur 17).

### Verwerking BIM-modellen

Er is ook gekeken naar de vanuit Den Haag getransformeerde BIM-modellen. Geconcludeerd werd dat er in de afzonderlijke bestanden voor verwerking door dg Dialog te veel of te weinig data zaten. Dit geeft wederom het belang van een generieke standaard aan (ILS). Dit geldt voor zowel 'as designed' als ook voor 'as built' modellen.



Figuur 17. 3D terrein, interactief opgebouwd in dg DIALOG o.b.v. puntenwolken en foto's

### Overige bevindingen

- De CityGML-structuur (Building-BuildingPart-BuildingInstallation, enzovoorts) en de eigen attributen van de input konden behouden blijven in de export; alleen adressen konden niet geëxporteerd worden.
- Grootste uitdaging was het genereren van de juiste WallSurfaces en ClosureSurfaces;
- Ondersteuning van 3D bewerkingen met FME bleek lastig, omdat de beschikbare standaardtransformers te beperkt zijn of niet de gewenste resultaten geven waardoor nabewerking nodig is.
- In de nabije toekomst te ontwikkelen: import en export van schuine WallSurfaces, import van andere objecten dan Buildings, voltooiën van de export van terreinen, export van andere objecten dan Buildings en terreinen en simpele geometrie import van BIM (IFC) -bestanden op basis van een nog te ontwerpen en bij voorkeur landelijke standaard ILS.

Er zijn voorstellen gedaan voor de verbetering van de verwerking van de geometrie zoals het karteren/ genereren van noklijnen uit puntenwolken, het genereren van hoogtesprongen via Omnibase, het creëren van extra tussenpunten in BGT-objecten voor een betere 3D modellering, de ontwikkeling van een werkwijze voor het ver-3D-en van het terrein en voor de constructie van dakkapellen.

Geconcludeerd is dat het mogelijk is mutaties in panden door te voeren en de aangepaste panden vanuit dg DIALOG BGT naar CityGML te exporteren, maar dat het voor een kwalitatief rijke en efficiënte informatieoverdrach noodzakelijk is strakke richtlijnen te definiëren en aan te houden binnen CityGML en de mapping van BGT naar CityGML. Voor de verwerking van BIM wordt een praktische werkwijze aanbevolen, leidend tot te verwerken halffabricaten, waaruit de nodige details verwijderd zijn.

## 3.5 Datafundament

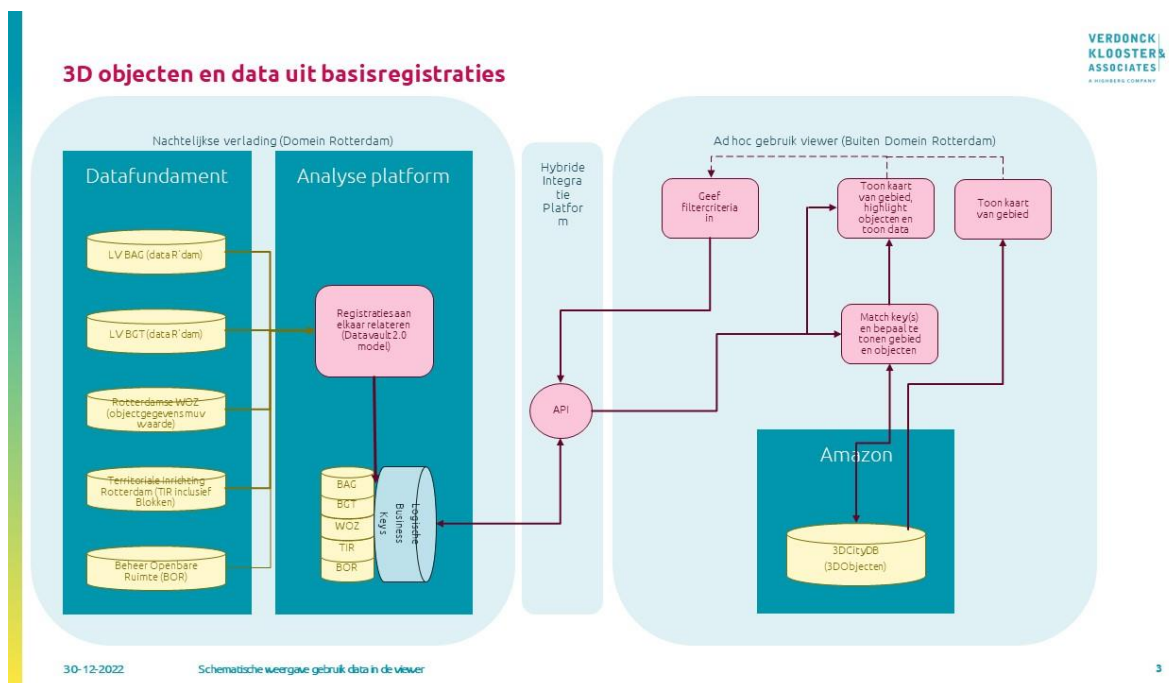
Rotterdam heeft een PoC uitgevoerd om 3D geo-objecten, in concreto de gestructureerde data over die objecten in de 3DCityDB, te laden in DAP'R (Data Analyse Platform van Rotterdam) [21], ook wel het Datafundament genoemd [13]. DAP'R is een analytisch platform, een aparte omgeving voor data

ten behoeve van operationele, tactische en strategische sturing, managementinformatie. Doel is de 3D data af te zetten tegen hetgeen bekend is uit de basisregistraties, kernregistraties en eventuele high value datasets, ze anders gezegd onderdeel te maken van kwaliteitscontroles en gezamenlijke bevraging.

Het gaat hier met name om data uit de registraties BAG, BGT, WOZ, TIR (Terrestrische Indeling Rotterdam) en BOR.

Er is een gegevensmodel ontwikkeld door koppeling van de gegevensmodellen van de betrokken basisregistraties. Dit onderdeel komt verder aan de orde in hoofdstuk 5. Logisch en technisch is het gegevensmodel geïmplementeerd in een Datavault 2.0 model. Dit geeft de mogelijkheid om de registratie in samenhang, alsook de verschillende registraties afzonderlijk, te bevragen. Het maakt het expliciet mogelijk om kwaliteitsissues aan het licht te brengen. Om uiteindelijk tot de landelijke SOR te komen zijn dit twee essentiële stappen om te doorlopen.

Ervan uitgaande, dat er bij een 3D Object altijd een BGT-ID is vastgelegd, is het mogelijk om vanuit een 3D object uit de viewer de bijbehorende gegevens uit het DAP'R te tonen. Ook andersom is mogelijk; dat er een query op het DAP'R wordt afgevuurd en dat de viewer visueel maakt, welke objecten aan de query voldoen. Figuur 18 geeft een schematische weergave hiervan. Daarin is uitgegaan van een toekomstige situatie waarin de omgeving een Hybride Integratie Platform bevat.



Figuur 18. Data Analyse Platform van Rotterdam (DAP'R) t.b.v. 3D-objecten en data uit de basisregistraties.

Met het Datafundament is in afwachting van de ontwikkelingen van de landelijke SOR ervoor gekozen om de verschillende registraties met elkaar in samenhang te brengen op conceptueel, logisch en technisch niveau. Deze kunnen nu in samenhang bevestigd worden. Kwaliteitsissues worden daarmee inzichtelijk en kunnen hersteld worden. Deze drie activiteiten lijken onontbeerlijk om tot een juiste Samenhangende Objecten Registratie te komen.

Aanbevolen wordt de analyse-omgeving buiten het domein van de gemeente in te richten, waarmee de 3D objecten ter beschikking komen van diverse viewers.

Figuur 19 geeft een voorbeeld van een analysesresultaat.



Figuur 19. Voorbeeldpresentatie Datafundament Rotterdam

## 3.6 3D Opensourcetools

De proefopstelling heeft gewerkt met de 3D CityDB-oplossing voor de opslag van 3D stadsmodellen. Deze oplossing zit dicht tegen de CityGML-standaard aan. Als beheertool zijn in de beproevingen 3D dg Dialog en beheercomponenten van Future Insight ingezet. In opdracht van de gemeente Den Haag is door 3DGI een inventariserend onderzoek gedaan naar alternatieve momenteel beschikbare opensourcetools [22]<sup>7</sup>. Uit het resultaat daarvan blijkt dat er veel oplossingen bestaan, maar in het algemeen geen kant-en-klare oplossingen. Niettemin geloven de opstellers van het rapport, dat de alternatieve instrumenten kunnen leiden tot een efficiënter beheer van 3D stadsmodellen dan de traditionele op CityGML gebaseerde benaderingen. Op dit moment is CityJSON de enige beschikbare encoding van CityGML 3.0. De GML-encoding wordt momenteel geëvalueerd door de OGC. Dit vormt

<sup>7</sup> 3D Citydb is overigens (ook) een OpenSource oplossing: <https://www.3dcitydb.org/3dcitydb/>. Future Insight maakt gebruik van deze database samen met een functionele schil die VirtualCitySystems er om heen heeft gebouwd.

geen ernstige belemmering, want CityJSON-bestanden zijn relatief klein en eenvoudig gestructureerd vergeleken met CityGML-bestanden. CityJSON wordt ook steeds meer gebruikt in het BIM- en GIS-domein. Het rapport heeft dan ook vooral betrekking op op CityJSON gebaseerde opensourcetools. De besproken tools zijn:

- Geoflow
- 3dcitydb
- cjdb
- val3dity
- cjval
- Up3date (een Blender add-on).

Alle tools hebben verschillende functionaliteiten en voor- en nadelen. Voor de details wordt naar het rapport verwezen. Het is belangrijk om ontwikkelingen met betrekking tot deze en wellicht nog meer tools te volgen en indien opportuun te beproeven en in te zetten.

### 3.7 Proefopstelling Inwinning

Figuur 20 geeft de proefopstelling in Den Haag weer. Deze wijkt als praktische invulling enigszins af van de T3D-componentenreferentiearchitectuur (figuur 8). Dat betekent dat bijvoorbeeld een component als Azure Data Factory (ADF) de rol van veel componenten in het T3D Common Groundmodel vervult.

Merk op dat de component ingewonnen data (linkerzijde schema) onder andere kan worden ingevuld door het resultaat van de proefopstelling Gebruik bij Amsterdam: een ingetekend of aangeleverd 3D model in een vergunningcheck of mutatiemeldproces. Op dezelfde wijze is voor de component 3D objectregistratie (rechterzijde) gebruik gemaakt van de componenten uit de proefopstelling Registratie.

ADF is een orkestratie- en ETL-tool van Microsoft die binnen Azure te gebruiken is. In het kader van het programma T3D in Den Haag is de tool vooral ingezet voor orkestratie. ADF strekt zich over meerdere lagen van het common ground model uit. Dat lijkt niet compliant, maar op elk niveau zijn API's beschikbaar waardoor de lagen theoretisch wel los te koppelen zijn.

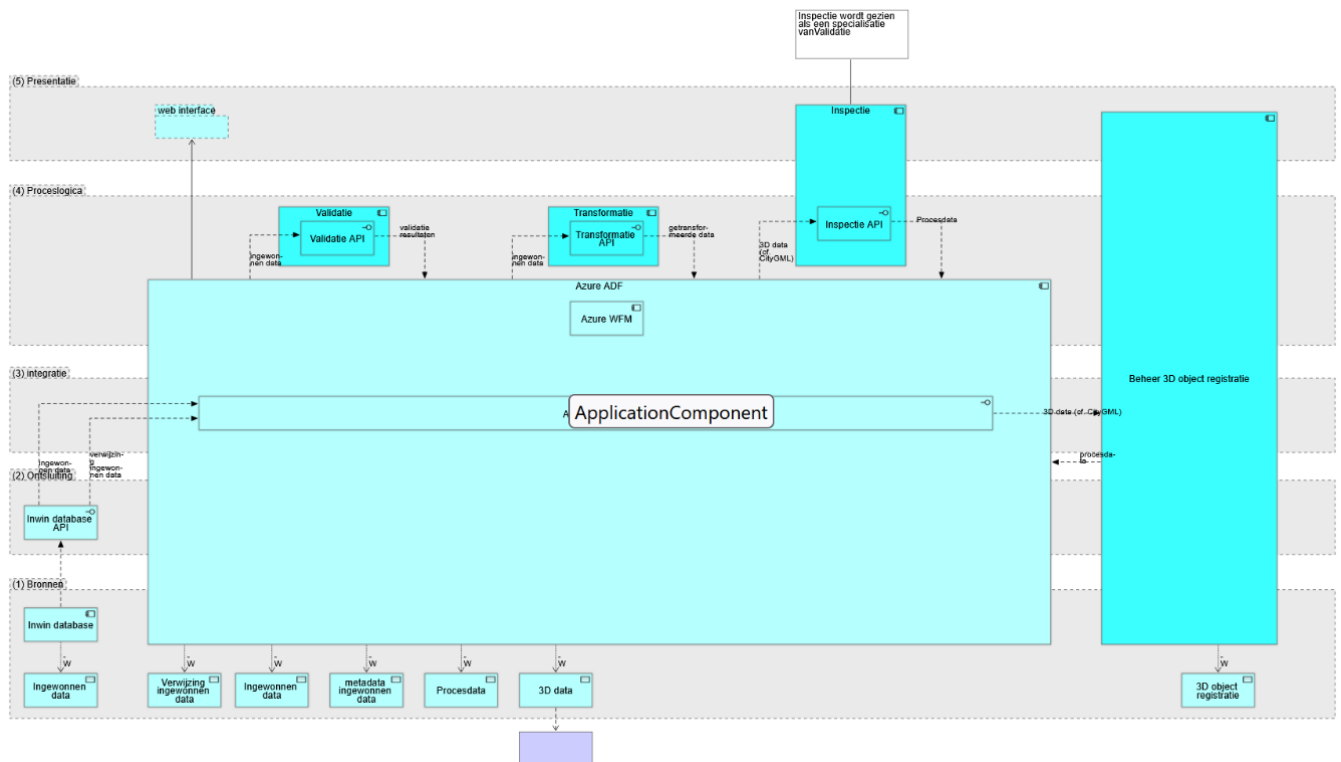
Ook de beheerregistratie bestrijkt meerdere lagen, sterker nog: alle lagen van Common Ground. Dit is omdat veel leveranciers van beheerregistraties de data vaak binnen de tooling trekken voor een zo efficiënt mogelijke verwerking. De data zijn dan vaak wel via een API voor andere applicaties beschikbaar. De applicatie gebruikt intern shortcuts, maar op elke laag is een API beschikbaar om specifiek die laag te ontsluiten. De applicaties lijken daarmee Common Ground compliant, maar die compliance zal niet out of the box beschikbaar zijn.

### 3.8 Dataorkestrator

#### *Dataorkestratie*

Dataorkestratie is een proces waarbij gegevens van verschillende gegevensopslaglocaties worden gehaald, gecombineerd en georganiseerd. In T3D is dataorkestratie ingezet om bronhouders te ondersteunen in de samenstelling van objectgegevens ten behoeve van opslag in de objectenregistratie. Dat betekent dat alle data die zo versnipperd binnenkomen naar één plek worden geleid, waar deze gefilterd, samengevoegd en getoetst kunnen worden.

In Den Haag is een dataorkestratieomgeving geselecteerd op basis van een onderzoek naar tools. De rapportage [1] is mede bedoeld als hulpmiddel voor de toekomstige beheerders van 3D data-ketens om zich het begrip dataorkestratie eigen te maken. Daarna is dataorkestratie in de geselecteerde tool (ADF) geïmplementeerd, ingericht en beproefd, waarover is gerapporteerd in december 2022 [23],[24].



Figuur 20. Architectuur proefopstelling inwinning

## Marktonderzoek

Op basis van een inventarisatie van eisen en wensen is een beoordelingsmatrix opgesteld, waarmee orkestratietools die op de markt aangeboden worden beoordeeld zijn. Er kwamen twee tools als beste uit de test: Azure Data Factory (ADF) en FME Server/Cloud. Uit een onderlinge vergelijking op basis van een testprotocol kwam ADF als beste uit de test, en wel omdat de tool niet domeinspecifiek is, beter aansluit bij de gemeentelijke cloudstrategie en relatief gemakkelijk in gebruik is. Opgemerkt moet worden dat de beoordeling heeft plaatsgevonden in de Haagse context. In andere gemeenten zou de afweging een andere uitkomst kunnen hebben. Andere gemeenten kunnen tot een onderbouwde keuze van dataorkestratiesoftware komen door het deelproject Dataorkestratie van T3D als een voorbeeld van een plan van aanpak te gebruiken. Bedacht moet worden dat veel dataorkestratietools hoge eisen stellen aan kennis en vaardigheden van de gebruikers en aan inpasbaarheid in de IT-infrastructuur.

### Eisen en kaders

Op dit moment zijn vanuit de gemeente Den Haag de onderstaande eisen en kaders voor een dataorkestratie omgeving gedefinieerd. Deze zijn aangepast op basis van de ontwikkelingen in de huidige fase van het programma T3D en de grenzen van de verschillende ketencomponenten binnen T3D.

**Eisen** voor de dataorkestratieomgeving:

1. Data van zowel interne als externe bronnen ophalen en verwerken.
2. Gangbare LiDAR, BIM en beeldmateriaal dataformaten verwerken.
3. Data filteren.
4. Monitoren en binnenhalen van wijzigingen in bronmateriaal.
5. Dataverwerking loggen en monitoren.
6. Dataverwerkingen beheren.

Daarnaast is bepaald dat idealiter de volgende **kaders** gelden:

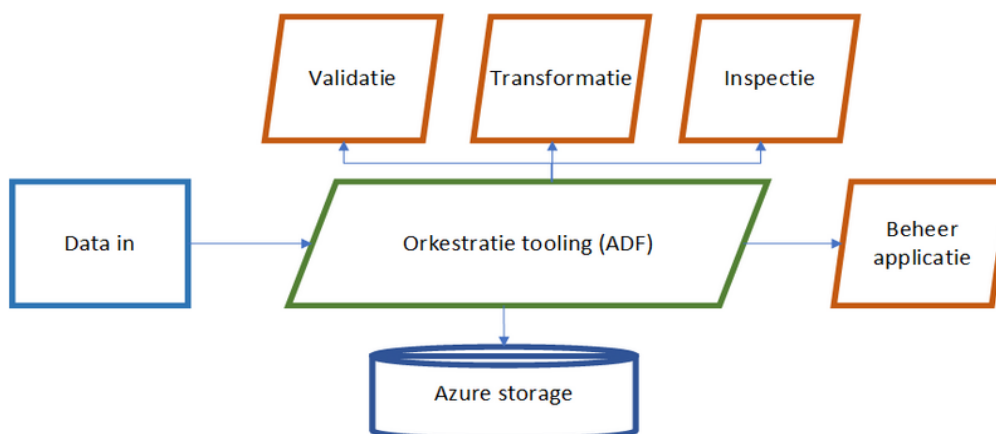
1. Geen domein lock-in.
2. Geen vendor lock-in.
3. Open source.
4. Cloud oplossing.

### Doel

Rekening houdend met de gestelde eisen en kaders moeten met behulp van de ingerichte dataorkestratie-keten de veelal versnipperde data ingewonnen worden op een centrale plek. Binnen de keten vinden er controles en validaties plaats en worden er gegevens gecombineerd en geconverteerd om ervoor te zorgen dat de verstuurde bestanden alle benodigde data bevatten en het juiste formaat hebben voor de beheerdatabase.

### Beschrijving

Figuur 21 geeft de centrale rol van ADF als workflow automation tool weer. De storage betreft veranderingen naar data – omdat men zo weinig mogelijk wil dupliceren – en data die speciaal worden ingewonnen voor 3D beheer, inclusief metadata en procesdata over de verwerking van de data. Voor een bespreking van de Azure-configuratie wordt verwezen naar de rapportage [23]. Aanvullend zijn enkele maatwerkfuncties ontwikkeld, met functies om de data naar de transformatietool en de beheerapplicatie te sturen, een functie om de data tussentijds op te slaan en een validatiefunctie.



Figuur 21. Architectuur dataorkestratie T3D

Voor de proefopstelling zijn vier dataketens ingericht in ADF, één voor elk type input: puntenwolken (LAS), 3D stadsmodel (CityJSON), BIM (IFC) en Rioned (CityGML). Deze ketens in ADF verbinden componenten van de proefopstelling met elkaar en waar er nog geen component beschikbaar is, wordt deze gesimuleerd (bijvoorbeeld een database, een transformatie of een validatie). Hieronder volgt in de figuren 22 t/m 25 een weergave van die dataketens. Voor de toelichting daarop wordt verwezen naar de rapportage [23].

Om inzicht te kunnen verschaffen in de datastromen in de dataorkestratieketen zijn monitoring- en loggingfuncties ingericht, inclusief dashboards voor beheerder en procesmanager. Voor details zie het rapport 'Inrichting en monitoring, inclusief dashboards' [24].

Geconcludeerd wordt dat het dataorkestratieproject met succes is afgerond: de ingerichte dataorkestratieketen voldoet aan de meeste gestelde kaders en eisen en er kunnen meerdere typen data centraal worden ingewonnen en verwerkt (LAS/IFC/JSON/GML). Meerdere externe services kunnen worden aangeroepen om ervoor te zorgen dat bestandstypen aan de gestelde eisen van de beheerdatabase voldoen (transformatieservices en validatieservice). Door het inrichten van triggers worden de processen volledig automatisch verwerkt. Metadata worden automatisch herkend en zijn intuïtief en overzichtelijk configureerbaar.

Wel heeft de documentatie binnen ADF beperkingen. En verder is er nog wel een klein beetje code nodig voor aansluitfunctionaliteit van ADF.

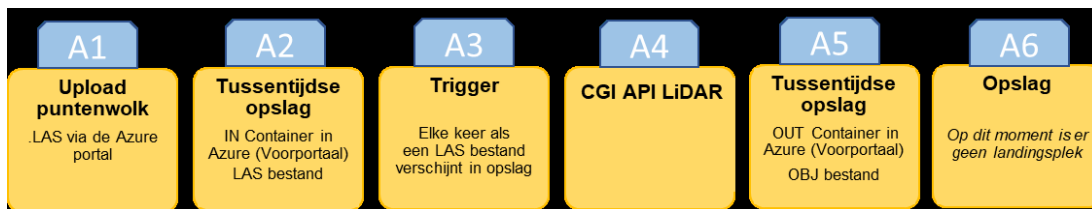
Voor het filteren en wijzigen van geodata zijn geo-specifieke beheertools nodig.

De inrichting van monitoring en logging maakt het mogelijk een veelvoud aan datastromen inzichtelijk weer te geven in dashboards, gericht reparaties uit te voeren en alle logs op te slaan met toepasselijke bewaartermijn.

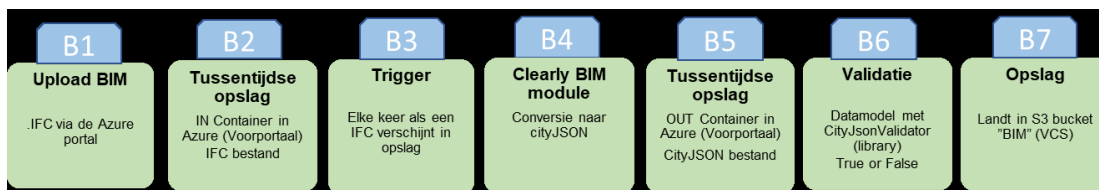
Aanbevolen wordt de gebruikte validators en transformers centraal vanuit de VNG beschikbaar te stellen voor iedere gemeente. Dit omdat ze veel generieke functionaliteit bevatten en voor iedere gemeente van meerwaarde kunnen zijn. ADF of gelijkwaardige tool dient voor algemene functies zoals Extract en Load gebruikt te worden, maar niet voor domeinspecifieke, zoals geospecifieke, transformaties. Monitoring en logging inclusief dashboard kan ingericht worden volgens eigen eisen en wensen en betrokken data. Daarbij is de JSON-export van de T3D-oplossing als handvat of inspiratie te gebruiken.

### 3.9 Conclusies en aanbevelingen

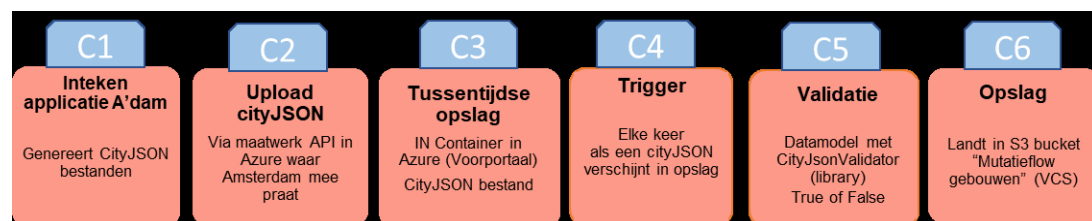
Het implementeren, beheeren en gebruiken van de proefopstelling heeft naast een aantal bruikbare componenten voor 3D management veel nieuwe kennis en inzicht opgeleverd. We vatten hieronder de conclusies samen, gevolgd door een aantal aanbevelingen.



Figuur 22. Dataorkestratieketen voor puntenwolken



Figuur 23. Dataorkestratie voor BIM



Figuur 24. Dataorkestratieketen voor CityJSON



Figuur 25. Dataorkestratieketen voor CityGML

## Conclusies

1. De Common Ground architectuur laat nog veel ruimte voor interpretatie open. Dat blijkt uit de verschillende manieren voor invulling van de proefopstellingen voor zowel gebruik als registratie als inwinning van 3D data.
2. De proefopstelling heeft tijdens T3D technisch goed gefunctioneerd.
3. In T3D is aangetoond dat het mogelijk is uit BIM-modellen en andere inwinningsdata 3D stadsobjecten te maken en daar te gebruiken om een 3D registratie bij te houden.
4. Mutaties doorvoeren in panden is mogelijk onder voorwaarde van strakke richtlijnen voor de aan te leveren objecten (ILS) en de transformatie ervan naar het op CityGML gebaseerde datamodel van de 3D registratie.
5. Het Datafundament is een kansrijk concept om vanuit de bestaande registraties geleidelijk door te groeien richting een SOR.
6. Naast de in T3D gebruikte tools bestaan er potentieel diverse andere oplossingen voor 3D management, ook als open source.

7. Dataorkestratie met behulp van ADF werkt goed, inclusief monitoring en logging. Wel zijn aanvullend geospecifieke beheertools nodig.

### *Aanbevelingen*

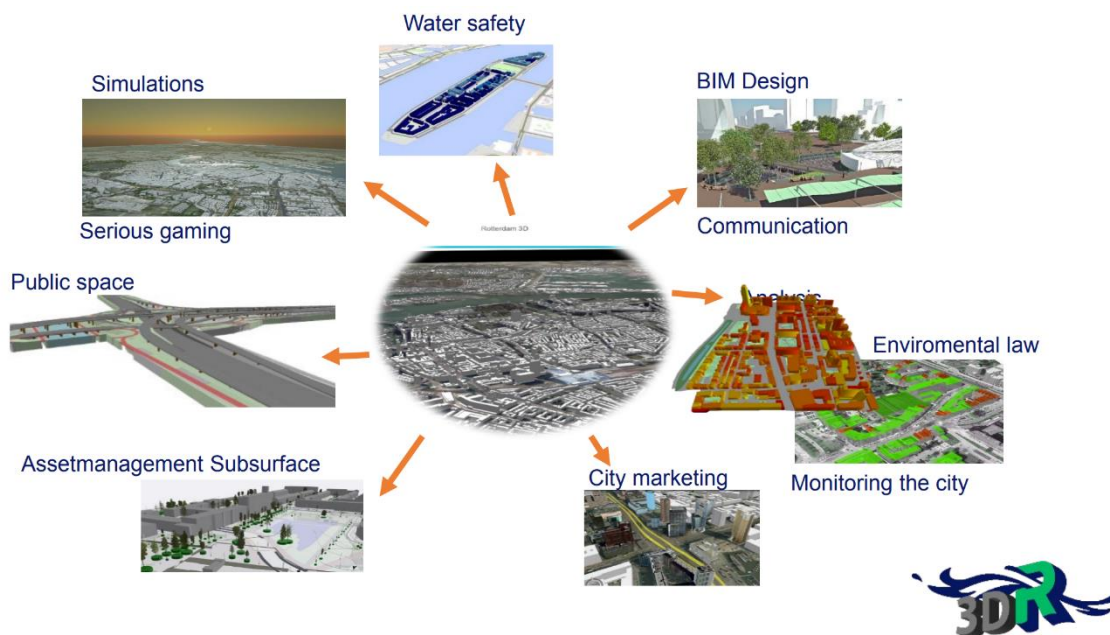
1. Preciseer de Common groundarchitectuur van 3D gebruik, registratie en inwinning en experimenteer ermee teneinde enerzijds de grenzen van het model te leren kennen en anderzijds binnen die grenzen tot een landelijk uniforme invulling te komen.
2. Gebruik de ervaringen met de proefopstelling bij het inrichten van een definitieve informatie-infrastructuur voor 3D gegevensverwerking.
3. Streef naar bijhouding van 3D geometrie van gebouwen en andere objecten en het daaruit afleiden van 2D geometrie.
4. (a) Geef prioriteit aan het uitwerken, vaststellen en communiceren van de ILS voor inwinning. (b) Specificeer de mappings IFC-CityGML nader en implementeer deze.
5. Onderzoek de landelijke opschaalbaarheid van het Datafundament.
6. Richt een omgeving in voor beproeving van open sourcetools voor 3D management.
7. Onderzoek annex de inzet van het landelijke datafundament de uitbreiding van orkestratie naar de gehele 3D keten.

## 4. Gebruik

Het spoor Gebruik betreft:

- Verrijken:** Het zodanig transformeren van in de registratie opgenomen gegevens dat een op afnemers-behoefte afgestemd gegevensproduct ontstaat.
- Gebruiken:** Het ophalen van de beschikbaar gestelde gegevens en de toepassing daarvan binnen de werkprocessen waarvoor de gegevens zijn benodigd.
- Terugmelden:** Het doorgeven van een mogelijk onjuist in de registratie opgenomen gegeven aan de bronhouder met daarbij een voldoende onderbouwing van de mogelijke onjuistheid om een onderzoek mogelijk te maken.

Een 3D-stads- of regiomodel, vaak ook als 'digital twin' aangeduid, kan gebruikt worden voor allerlei gemeentelijke functies, zoals vergunningverlening, belastingheffing, stedenbouw, beheer van de openbare ruimte, enzovoorts. Figuur 26 illustreert dat.



Figuur 26. Gebruiksmogelijkheden van een 3D-stadsmodel (bron: Jane Hermans, gemeente Rotterdam)

Het programma T3D had de focus op vergunningverlening, toezicht & handhaving, waardebepaling (WOZ) en watermanagement.

Centraal stond een usecase Vergunningverlening, uitgevoerd door de gemeente Amsterdam. Daarin is de mogelijkheid onderzocht van het uploaden of zelf tekenen van 3D ontwerp van een uitbouw van of aanbouw aan een woning door een initiatiefnemer. Dit ontwerp wordt vervolgens getoetst aan omgevingsregels en gepubliceerd ter beoordeling door belanghebbenden. Het resultaat wordt na transformatie in het juiste formaat ingevoerd in de 3D Registratie. Verder is een terugmeldtool ontwikkeld om fouten in het stadsmodel voor wat betreft BAG-panden door te geven aan de 3D registratie. Rotterdam heeft in T3D de ontwikkeling van een vergunningcontroleprototype ingebracht. De

met vergunningverlening samenhangende projecten en producten worden behandeld in paragraaf 4.1.

Naast de direct op de deelketen Gebruik gerichte projecten hebben andere producten en analyses belangrijke resultaten opgeleverd voor gebruik. Het gaat hier om de usecase (binnenkant) Gebouw (ten behoeve van toezicht & handhaving en waardebeoordeling (WOZ)), de usecase Watermanagement, het onderzoek naar texturering, het datafundament, het huisnummerbesluit, de hittestressberekening, het experiment met bewonersparticipatie/cocreatie en de inrichting van een aantal viewers. Deze resultaten komen aan de orde in paragraaf 4.2.

## 4.1 Producten rondom vergunningverlening

### 3D Vergunningchecker

De gemeente Amsterdam heeft in het kader van T3D een 'vergunningchecker' ontwikkeld. Deze is gericht op het vaststellen of een plan van een burger om zijn of haar woning uit te breiden met een uitbouw of een aanbouw<sup>8</sup> vergunningsvrij uitgevoerd mag worden. De ontwikkeling had twee doelen:

1. (gebruiksdoelstelling) Onderzoek van de (technische) haalbaarheid van een te ontwikkelen vergunningchecker en een tekentool in Unity.
2. (inwindsdoelstelling) Onderzoek van de mogelijkheid een uit het vergunningverleningsproces verkregen 3D model te gebruiken om de landelijke 3D database van de proefopstelling bij te werken.

In dit hoofdstuk richten we ons op de gebruiksdoelstelling. De inwindsdoelstelling komt aan de orde in hoofdstuk 6. Voor details wordt verwezen naar de verslaglegging van de gemeente Amsterdam [49].

Op basis van een interactieontwerp (Zie figuur 27) is kwalitatief onderzoek uitgevoerd bij burgers, ambtenaren en architecten, zijn er aannames getoetst, is er feedback op verschillende concepten opgehaald en is er inzicht verkregen in de situatie waar burgers tegenaan lopen bij het aanvragen van



Figuur 27. Scherm uit prototype gebruikerstest Vergunningchecker (bron: [25])

<sup>8</sup> Een uitbouw is een uitbreiding van het pand, waarbij de buitengevel opengedoken wordt en de constructie van de gevel aangepast moet worden. Een aanbouw is een toevoeging waarbij de buitengevel intact blijft.

een vergunning voor een uitbouw. Vervolgens is een proefopstelling (demo) ontwikkeld voor technische beproevingen.

Als brondata zijn gebruikt: BAG (panden), BRK (percelen), Maaiveld (terrein), BGT en luchtfoto's. In de proefopstelling is een eenvoudige tekentool ontwikkeld. Hiermee kan de gebruiker in twee stappen een rechthoekig bouwwerk intekenen en voorzien van ramen en deuren. In de tekentool zit een objectenbibliotheek van ramen en deuren, schuifpuien en dakramen in verschillende aanpasbare maten (zie figuur 28).



Figuur 28. Tekentool, uitbouw ingetekend, voorzien van ramen en deuren (bron: [49])

Toetsing vond plaats op de criteria status monument/ beschermd stadsgezicht, bebouwingsoppervlakte, maximale afmetingen en ligging binnen de perceelsgrenzen.

### Gemeentebld

Naast de vergunningchecker is een concept van een 3D Gemeentebld beproefd, waar vergunningaanvragen in behandeling zijn weergegeven in een 3D viewer. Belanghebbenden kunnen in 3D zien wat het effect is van een toekomstig bouwplan op de eigen leefomgeving.

### Terugmeldtool

De ontwikkeling van een vergunningchecker is vroegtijdig gestaakt. De belangrijkste redenen waren het ontbreken van data om de checks te kunnen doen en de complexiteit van het ontwikkelen van een tekentool. Met de ontwikkelde code heeft Amsterdam besloten een andere noodzakelijke functie te ontwikkelen, die van een 'terugmeldtool'.

Wanneer gebruikers een fout in de getoonde 3D modellen constateren (gebruikers binnen een Unity CityJSON-viewer) kunnen zij hiervan een melding maken door aan de bronhouder aan te geven wat niet correct is. In de proefopstelling bestaat een foutmelding uit annotaties, een 3D object waarop de melding van toepassing is en (persoons)gegevens van de melder in de vorm van metadata. De melding wordt als CityJSON-file verstuurd. De functionaliteit is vervat in een Unity-Package, die als plugin toegevoegd kan worden aan de NL3D Unity-viewer.

### *Unity CityJSON visualiser en exporter*

Omdat ten tijde van het ontwikkelen van de vergunningchecker de T3D-brondata nog niet gereed was, heeft Amsterdam gewerkt met 3D Tiles (van Amsterdam). Hierbij worden tegels van een vierkante kilometer met data met panden getoond in de viewer.

Om ten behoeve van de terugmelder nieuwe geometrie in te tekenen voor terugmeldingen en die via de viewer te versturen is een CityJSON exporter ontwikkeld.

### *Sketchup Converter*

De proefopstelling voor de vergunningchecker is gebruikt om te onderzoeken hoe vanuit een dergelijke toepassing 3D modellen kunnen worden ingewonnen. Om de nieuwe geometrie te kunnen registreren moet het in te winnen 3D model voldoen aan een formaat dat geschikt is voor de 3D Registratie. Gekozen is voor het CityJSON 1.0 formaat, hetwelk zowel in de de Unity-viewer als de Cesium CityJSON-viewer te gebruiken is.

### *Conclusies Vergunningchecker*

Samenvattend wordt door het team van de gemeente Amsterdam geconcludeerd:

1. Een 3D visualisatie van de wet- en regelgeving helpt zowel burgers als ambtenaren bij het toetsen van wat vergunningsvrij gebouwd mag worden. Die hulp betreft zowel kwaliteit als snelheid van afhandeling als bevordering van een gelijke informatiepositie.
2. De combinatie van webpagina's en een Unity viewer is niet ideaal qua gebruiksvriendelijkheid en ontwikkeltijd. Een web-native applicatie is in deze een beter alternatief.
3. Een adequate vergunningcheck vergt meer objecten en details dan die de gerealiseerde toepassing levert, zowel in de omgeving als in het ontwerp.
4. Het CityJSON formaat is adequaat voor opname in de 3D objectenregistratie, die voldoet aan CityGML.
5. Een open source viewer is noodzakelijk om vergunningverlening op basis van het invoeren en exporteren – als voorlopige geometrie - van een eigen ontwerp mogelijk te maken.

### *Aanbevelingen Vergunningchecker*

Samenvattend beveelt het team van de gemeente Amsterdam aan:

1. Definieer in de SOR standaarden voor de nodige panddetails, die nodig zijn voor geautomatiseerde vergunningchecks (binnenmuren, verdiepingshoogte, dakoverhang, ramen, texturering, type dak, etcetera).
2. Denk verder na over de op te nemen metadata. In de proefopstelling van de vergunningchecker zijn als metadata opgenomen: Pand ID, NAW gebruiker, datum, sessienummer.
3. Als Unity wordt ingezet als visualisatie-omgeving dient er geïnvesteerd te worden in het geschikt maken van die visualisatie in een web-omgeving.

### *Vergunningcontroleservice*

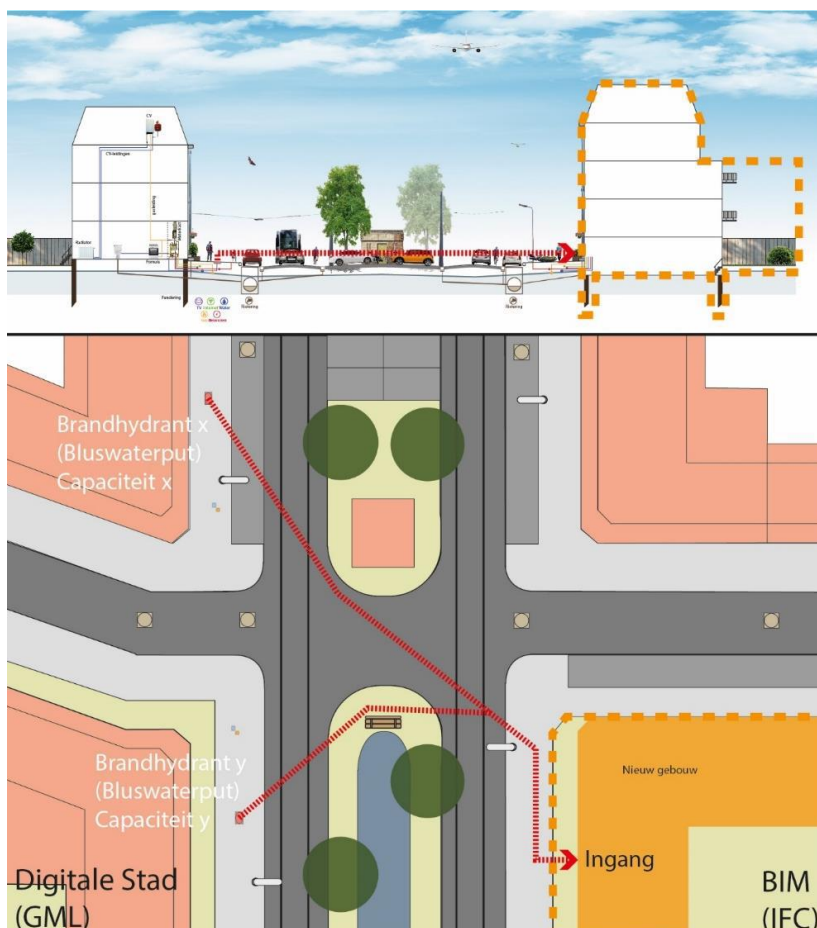
De gemeente Rotterdam heeft – op basis van een samen met de TU Delft gebouwd prototype – in samenwerking met Building Bits een 'Vergunningcontroleservice' ontwikkeld, waarmee indieners en toetsers van nieuwbouwplannen deze alvast als een digitale toekomstige werkelijkheid kunnen plaatsen in het digitale 3D stadsmodel [27]. Met één druk op de knop is te zien wat deze voorgestelde toekomstige werkelijkheid doet met de omgeving en of deze voldoet aan de afspraken.

Het doel van de Vergunningcontroleservice is verkorting van het vergunningsproces in het kader van de eisen die de Omgevingswet gaat stellen. Het resultaat is een prototype-applicatie die voor een beperkt aantal usecases en locaties zoveel mogelijk het proces ondersteunt, waarbij 3D informatie een essentiële rol vervult.

De opgeleverde vergunningscontrole-applicatie biedt de aanvrager de mogelijkheid een IFC-model te uploaden, waarna meteen (na plaatsing op de juiste locatie) een aantal checks automatisch wordt uitgevoerd. Het prototype betreft de volgende usecases:

- bestemmingsplan, de bestemmingsregels;
- welstand, de ruimtelijke inpassing;
- brandveiligheid, de bluswatervoorziening;
- bouwfysica, de bescherming van geluid van buiten.
- constructies, de buitengewone belastingcombinaties.

Eén voorbeeld: het Bouwbesluit eist voor de bluswatervoorziening een afstand tussen de brandweeringang van een gebouw en de brandhydrant een afstand van ten hoogste 40 m. Dit wordt getoetst door te zoeken naar de locaties van de brandweeringang en de brandhydrant binnen 100m van het gebouwmodel in het stadsmodel. Op basis van zoeken en vinden van obstakels wordt een mogelijke route en de kortste route van brandhydrant naar brandweeringang bepaald. Figuur 29 visualiseert dit.



Figuur 29. Visualisatie van de usecase Brandveiligheid in de Vergunningcontroleservice van Rotterdam (bron: [27])

Er is een variant beproefd, waarin het proza van de regelgeving is vertaald naar SHACL/SPARQL (gebaseerd op onderzoek van TNO). Dit wordt ‘datagedreven regelgeving’ genoemd.

### Conclusies

Geconcludeerd wordt:

1. De gebruikers zijn redelijk tevreden en zien potentie. Wel is het zo dat met de service meer moet kunnen om echte meerwaarde te hebben, dus uitbreiding is gewenst.
2. Een belangrijk aspect is de implementatie van de verschillende ILS-voorwaarden.
3. De T3D-transformatie-app van de gemeente Den Haag wordt gezien als mooie aanvulling op de vergunningscontroleservice, waarmee BIM-informatie in de digitale stad hergebruikt kan worden.

### Aanbevelingen

Hieronder is een selectie van de aanbevelingen over dit onderwerp opgenomen, Voor details wordt verwezen naar hoofdstuk 12 van de eindrapportage over de vergunningcontroleservice [27].

1. Bouw het prototype verder uit – tot een MVP - om voor gebruikers echt van meerwaarde te kunnen zijn.
2. Voorzie in de mogelijkheid de voor toetsing nodige details zoals nok- en goothoogte, dak-oriëntatie af te leiden uit de 3D CityDatabase.
3. Gebruik voor de analyse van de omgeving het CityJSON-formaat: dat is compacter en makkelijker in gebruik dan CityGML.
4. Maak per vakgebied een beheerde ontologie voor Linked Data, die aansluit op de bestaande beheersystemen van de gemeente en de hierin gehanteerde definities en metadata en publiceer vervolgens de benodigde datasets als Linked Data via een SPARQL endpoint.
5. Verder worden inhoudelijke aanbevelingen gedaan, zoals bijvoorbeeld voor het te hanteren geluidsbelastingsmodel. Deze aanbevelingen leiden in een aantal gevallen tot eisen aan het stadsmodel en aan de aan te leveren bouwplannen.

## 4.2 Overige producten en analyses

### Binnenkant gebouwen

De Gemeente Den Haag heeft beeldmateriaal over de binnenkant van gebouwen ingezet ten behoeve van waardebeoordeling in het kader van de WOZ en ten behoeve van Toezicht & Handhaving. Dit onderwerp komt uitgebreid aan de orde in hoofdstuk 6 en de rapportage over de usecase (binnenkant) Gebouw [9].

### Watermanagement

In het kader van de usecase Watermanagement (zie paragraaf 5.4) zijn diverse applicaties beschikbaar gekomen. Zie hiertoe paragraaf 5.4 en de rapportage over de usecase Watermanagement [8]).

### Texturering

Een realistische weergave van de werkelijkheid is van groot belang voor de gebruikerservaring en opent de deur naar nieuwe toepassingsmogelijkheden, zoals visualisatie, communicatie en participatie. Daarom is het van waarde om aandacht te besteden aan de verschijningsvorm van het 3D model. In de gesprekken met gebruikers die gevoerd zijn in het ontwikkelproces van de vergunningstool kwam naar voren dat een herkenbaar model bijdraagt aan de gebruikerservaring. Per

verschijningsvorm zijn er verschillende mogelijke **gebruikstoepassingen** naar boven gekomen in het onderzoek Texturering [66]:

- geen textuur: berekeningen en analyses, gebied waar niet de focus op ligt;
- textuur met panoramafoto's: weergave op straatniveau, huidige situatie, communicatie, visualisaties nieuwe infraplannen, inspectie gevels, taxatie;
- textuur met oblique foto's: weergave in vogelperspectief, inzicht in huidige situatie, communicatie, vergunningverlening;
- grafische textuur met kleur: beheer van registratie, inzicht in thema's, communicatiethematiek;
- grafische textuur met materiaaltexturen: visualisatie nieuwe plannen, vergunningverlening;
- LOD3-model met ramen en deuren: basisregistratie, mutatiedetectie, communicatie, lokaliseren verduurzamingskansen, taxatie.

Opmerking: voor taxatie is het gebruik van een fototextuur enkel relevant als deze van uitzonderlijk hoge kwaliteit is. Voor WOZ is het visualiseren van themadata aan de hand van kleuren (voor bijvoorbeeld typering van verblijfsobjecten) wel een laagdrempelige verschijningsvorm die waarde toevoegt aan het taxatieproces. 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.

### *T3D-viewers*

In het kader van T3D zijn meerdere viewers ingezet, die alle geschikt zijn voor inzet ten behoeve van gebruikstoepassingen:

- T3D Viewer <https://www.totaal3d.nl/viewer/#/>; deze door Future Insight ingerichte Cesium-viewer is als centrale viewer gebruikt en met behulp van de VC Publisher gekoppeld aan de centrale 3D objectregistratie en het datafundament in de proefopstelling; de viewer toont zowel 3D geo-objecten als BIM-modellen;
- NL3D Unity viewer, gebruikt door de gemeente Amsterdam ten behoeve van de usecase Vergunningverlening;
- T3D Viewer, door Iagem in opdracht van de gemeente Den Haag ingerichte viewer voor het laden van IFC- en LAS-bestanden.

### *Datafundament*

Door Rotterdam is een Datafundament ingericht, waarmee 3D data in combinatie met gegevens uit de basisregistraties ingezet kunnen worden voor analyses. Zie voor een beschrijving de paragrafen 3.5 en 5.5.

### *Huisnummerbesluit*

Om het proces van de uitgifte van huisnummerbesluiten te versnellen is een applicatie ontwikkeld voor de toetsing van BIM-objecten. Zie voor een beschrijving paragraaf 6.11.

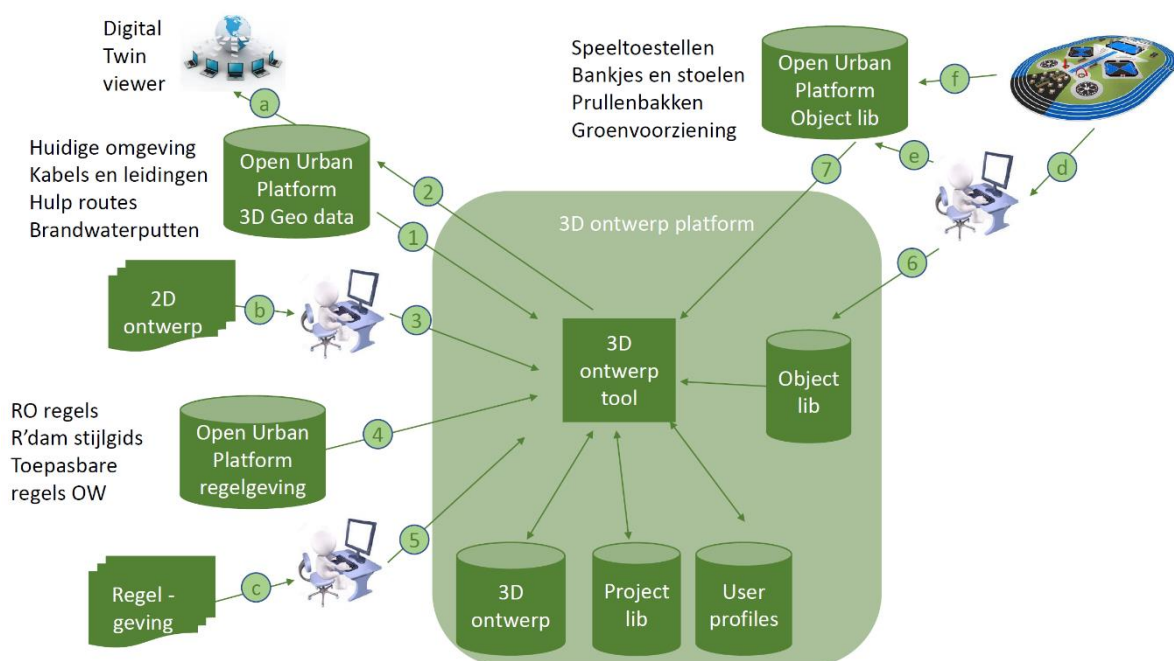
### *Berekening hittestress*

De gemeente Rotterdam heeft in dit deelproject gekeken welke data nodig zijn om hittestress te berekenen (o.a. gebouwen, bomen en maaiveldtypering) en hoe deze data kunnen stromen van de data-infrastructuur naar het softwareplatform Tygron en de proefopstelling van Rotterdam met gebruik van open datastandaarden. Het bleek mogelijk de berekeningen in Tygron volledig

geautomatiseerd te publiceren in de proefopstelling T3D. Dit is mede gebaseerd op overeenstemming over de te hanteren principes. Details zijn te vinden in de rapportage [52].

### Bewonersparticipatie/ Cocreatie Digitale stad

In deze usecase werkten de gemeente Rotterdam en de startup Furban samen en konden bewoners en belanghebbenden in cocreatie zelf 3D ontwerpen maken van de buitenruimte in een 3D omgeving. Dit op basis van een eenvoudige user-interface. Het definitieve ontwerp is teruggeleverd aan de proefopstelling. De tool van Furban ondersteunt het exporteren van een 3D ontwerp, dat is in te lezen met een viewer zoals Cesium (zie ook figuur 30). Het ontwerp werd door Furban overgezet naar een AR-publicatie-omgeving, te benaderen via smartphone. Het project leverde enthousiaste bewoners op: in 3D is een ontwerp duidelijker, men kon zelf ontwerpen en afwegingen maken en het bereik van AR is groter dan van bewonersavonden.



Figuur 30. 3D Ontwerpplatform Furban/gemeente Rotterdam (bron: [51]).

Met betrekking tot de van T3D werd aanbevolen:

- zorg ervoor dat er een 'startcanvas' geleverd kan worden van het gebied dat wordt heringericht;
- maak afspraken met leveranciers van straatmeubilair, speeltoestellen, straatwerk en dergelijke over het databaseer van deze objecten.

Voor details zie het verslag [51].

## 4.3 Conclusies en aanbevelingen

### Conclusies

1. Het gebruik van 3D heeft grote voordelen voor het vergunningverleningsproces: het geeft de gebruikers meer inzicht in de toepassing van de regels, het bevordert de proceskwaliteit en kan leiden tot een gelijkwaardige informatiepositie voor burgers en ambtenaren.

2. Uit diverse uitgevoerde onderzoeken en PoC's is bevestigd dat de toepassing van 3D gegevens veel meerwaarde oplevert.

### Aanbevelingen

1. Ontwikkel de door Amsterdam en Rotterdam opgeleverde producten verder. Dit betreft: verbetering van de viewers, het toevoegen van meer objecten en meer detail, uitbreiding van de functionaliteit. Baseer die ontwikkeling op een integraal programma van eisen voor een 3D vergunningchecker. En de ontwikkeling dient uiteraard aan te sluiten bij de ontwikkelingen rondom de Omgevingswet en de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen. Doe ook onderzoek naar bestaande oplossingen in de markt, met name naar op BIM gebaseerde regelcheckers.
2. Maak zo mogelijk landelijk per vakgebied een beheerde ontologie voor Linked Data, die aansluit op de bestaande beheersystemen van de gemeente en de hierin gehanteerde definities en meta-data en publiceer vervolgens de benodigde datasets als Linked Data via een SPARQL endpoint.
3. Ontwikkel gemakkelijk toegankelijke oplossingen voor de ontsluiting van 3D data uit stadsmodellen, gebaseerd op standaarden. Zorg dat gebruikers de gegevens zodanig kunnen raadplegen en betrekken, dat ze passen in hun toepassingen (bijvoorbeeld een op de ontwikkeling van een woonwijk toegesneden set 3D gegevens).
4. Specificeer de te ontsluiten 3D gegevens. Het is gewenst dat de gegevens uit de 3D Registratie op een gemakkelijke en flexibele manier in te zetten zijn voor allerlei gebruikstoepassingen. Er zou een specificatie opgesteld kunnen worden voor een soort grootste gemene deler, aangevuld met uitwerkingen in specifieke richtingen, zoals watermanagement, vergunningverlening en bewonersparticipatie bij stedenbouwkundige planvorming, met onder meer kwaliteitseisen die kunnen variëren per toepassingsgebied. De gemeente Rotterdam heeft in het kader van de PoC Vergunningcontroleservice geconstateerd, dat om een machine, zoals de vergunningscontroleservice, te laten beoordelen of een plan al dan niet goedgekeurd kan worden eenduidige afspraken vergt tussen de betrokken partijen<sup>9</sup>. Randvoorwaarde is dat de bij vergunningverlening vereiste andere gegevens, met name indieningsgegevens en wetgevingsgegevens, aan specificaties voldoen. Voor de inwinningsgegevens is dat de ILS, waarvoor in hoofdstuk 6 een handreiking is te vinden.

---

<sup>9</sup> in de rapportage wordt deze set specificaties een ILS, Informatieleveringsspecificatie, genoemd, maar dit is wellicht verwarrend, omdat deze tem min of meer exclusief gebruikt wordt voor het specificeren van BIM-data bij vergunningverlening en opdrachtverlening. Een alternatief is de term 'geo-ILS', die op die manier duidelijk te onderscheiden is van 'BIM ILS'.

## 5. Registratie

Het spoor Registratie betreft:

|                    |                                                                                                                                                                 |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Registreren</b> | Het valideren en vastleggen van objectgegevens in de registratie.                                                                                               |
| <b>Bewaren</b>     | Het duurzaam beschikbaar houden van de gegevens over objecten en/of eigenschappen daarvan in de registratie.                                                    |
| <b>Ontsluiten</b>  | Het beschikbaar stellen van de in de registratie opgenomen gegevens op een zodanige wijze dat deze als gegevens eenvoudig door afnemers kunnen worden benaderd. |

De volgende vragen zijn aan de orde:

1. Hoe moeten de objecttypen, attributen en relaties worden opgeslagen ofwel: wat is het informatiemodel?
2. Hoe wordt dit informatiemodel technisch geïmplementeerd?
3. Hoe zit het beheerproces in elkaar?

De beantwoording van de gestelde vragen is uitgemond in een groot aantal analyses en beproevingen. Deze hadden betrekking op informatie- en gegevensmodellen, databasetechnologie, watermanagement, 3D beheer en meer. In dit hoofdstuk ligt de nadruk op de eerste vraag: behandeling van het conceptuele informatiemodel en de beproevingen daarmee. De technische implementatie en het beheerproces zijn behandeld in hoofdstuk 3: proefopstelling.

In de volgende paragraaf komt het conceptinformatiemodel aan de orde, gevolgd door specifieke analyses met betrekking tot watermanagement, texturering, centrale objectenregistratie, gebouwenmodel en metadata.

### 5.1 Informatiemodel

#### *Informatiemodellering*

De relatie tussen te registreren objecten in de werkelijkheid en een registratie of uitwisseloplossing wordt vastgelegd in een informatiemodel. Er zijn grofweg twee soorten informatiemodellen:

- conceptuele informatiemodellen: die beschrijven de objecten in termen van betekenis, zodat er met een gebruiker over gecommuniceerd kan worden; een conceptueel informatiemodel specificeert op een logische manier objecten, hun kenmerken en relaties in een bepaald domein; naast of als voorbereiding op uitgewerkte conceptuele modellen worden ook meer schetsmatige modellen gebruikt, zoals een model van begrippen, een geheel van termen en definities;
- logisch-technische gegevensmodellen: die vertalen de conceptuele informatiemodellen naar specificaties van realiseerbare en onderhoudbare gegevensregistraties of uitwisselprotocollen; een logisch model is implementatie-onafhankelijk, een technisch model is gebaseerd op bestaande software en/of hardware (bijvoorbeeld een PostgreSQL databasestructuur).

Zie de metamodelleringsstandaard van Geonovum [30] voor een uitgebreide toelichting op de in informatiemodellering te onderscheiden niveaus.

## Concept-informatiemodel T3D

In september 2021 is een concept-informatiemodel opgeleverd [3], dat later is verwerkt tot een nieuw document [69], waarin het oorspronkelijke document is aangevuld met annotaties als basis voor de ontwikkeling van een definitief informatiemodel. Uitgangspunt is het conceptuele model van de SOR, dat is voorbereid op 3D geometrie conform CityGML met aandacht voor transitie vanuit de huidige basisregistraties. Geconcludeerd wordt dat de CityGML-standaard goed aansluit bij de gedefinieerde SOR-objecten, met name CityGML 3.0.

## Conceptueel model SOR

De behoefte aan basisgegevens is bepaald in het kader van de ontwikkeling van het conceptueel model van de Samenhangende Objectenregistratie [16]. Dat model is dan ook uitgangspunt voor de 3D Objectenregistratie van T3D [69]. De Objecttypen zijn weergegeven in tabel 3.

| <b>SOR-Objecttypen en -subtypen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reëel object</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oppervlaktewater <ul style="list-style-type: none"> <li>• Watervlakte</li> <li>• Watergang</li> <li>• Bron</li> <li>• Getijdengebied</li> </ul> </li> <li>• Begroeiing <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bos</li> <li>• Bomenrij</li> <li>• Houtsingel</li> <li>• Boom</li> <li>• Fruit- of kweekboom</li> <li>• Tuunwal</li> <li>• Struiken</li> <li>• Gras- of kruidachtige</li> <li>• Akkerland</li> <li>• Moeras</li> <li>• Rietland</li> <li>• Heide</li> <li>• Onbegroeide grond)</li> </ul> </li> <li>• Gebouw <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebouw</li> <li>• Bouwlaag</li> <li>• Ruimte</li> <li>• Gebouwcomponent</li> <li>• Toegangsdeur</li> <li>• Open bouwwerk</li> </ul> </li> <li>• Verharding</li> <li>• Kunstwerk <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overbrugging</li> <li>• Ondertunneling</li> <li>• Waterstaatkundig kunstwerk</li> <li>• Kunstwerkdeel</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Andere constructie<sup>10</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afvalcontainer</li> <li>• Dok</li> <li>• Geleideconstructie</li> <li>• Installatie</li> <li>• Mast Muur</li> <li>• Omheining</li> <li>• Opslagtank</li> <li>• Paal</li> <li>• Putdeksel</li> <li>• Reservoir</li> <li>• Scherm</li> <li>• Straatmeubilair</li> <li>• Zwembad</li> </ul> </li> <li>• Onbepaald terrein</li> <li>• <b>Functionele ruimte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportruimte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weg</li> <li>• Spoorweg</li> </ul> </li> <li>• Functioneel gebouwobject <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verblijfsobject</li> <li>• Gebouwzone</li> </ul> </li> <li>• Functionele zonering <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkeerskundig functionele zone</li> <li>• Wegzone</li> <li>• Spoorzone</li> <li>• Luchtvaartzone</li> <li>• Begraafplaats</li> <li>• Recreatiezone</li> <li>• Complex</li> <li>• Oeverzone</li> <li>• Waterbergingsgebied</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebruikszone oppervlaktewater</li> <li>• Oppervlaktewaterlichaam</li> <li>• Kering</li> <li>• Reducering</li> <li>• Afscheiding</li> <li>• <b>Registratieve ruimte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestuurlijk gebied <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rijk</li> <li>• Provincie</li> <li>• Waterschap</li> <li>• Gemeente</li> <li>• Veiligheidsregio</li> </ul> </li> <li>• Bestuurlijk gebied op zee <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nederlandse territoriale zee</li> <li>• Nederlandse aansluitende territoriale zone</li> <li>• Nederlandse exclusieve economische zone</li> <li>• Nederlands continentaal plat</li> </ul> </li> <li>• Woonplaats</li> <li>• Wijk</li> <li>• Buurt</li> <li>• Openbare ruimte</li> <li>• Nummeraanduiding</li> <li>• Benoemde plaats</li> <li>• <b>Geografische ruimte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bebouwingskern</li> <li>• Streek</li> <li>• Landschappelijk gebied</li> <li>• Reliëfzone</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |

Tabel 3. SOR-objecttypen en -subtypen

<sup>10</sup> oorspronkelijke term: 'overige constructie'

### 3D Eisen en wensen

De eisen en wensen zijn bepaald vanuit de usecases. Ze zijn weergegeven in bijlage 5. In het hierna volgende overzicht zijn de specifieke informatiebehoeften, voortgekomen uit usecases Vergunningverlening (uc V), (Binnenkant) Gebouw (uc G; WOZ en Toezicht&Handhaving) en Watermanagement (uc W) toegevoegd aan de SOR-objecttypen en attributen (in **blauw**; geometrie in **rood**).

- **Reëel object**
  - Oppervlaktewater (Watervlakte, Watergang, Bron, Getijdengebied)
    - Waterdeel, Ondersteunend waterdeel;
      - attributen: **BGT-geometrie**, **BGT-Id**, **BGT-bronhouder**, **BGT-type**
  - Begroeiing
    - Boom
      - attributen: **BOR-Id**, **Geometrie**, **BOR-boomsoort**, **BOR-boomhoogte**, **BOR-kroondiameter**
    - Bos, Bomenrij, Houtsingel, Fruit- of kweekbomen, Tuunwal, Struiken, Gras- en kruidachtigen, Akkerland, Moeras, Rietland, Heide, Onbegroeide grond
  - Gebouw
    - Gebouw
      - attributen: **ID**, **BAG ID**, **geometrie (3D volume)**, **type**, **aard**, **oorspronkelijk bouwjaar**, **naam**, **status**, **BAG-status**, **BAG-geconstateerd**, **BAG-documentdatum**, **BAG-documentnummer**, **geveloriëntatie (uc V)**, **gevelmateriaal (uc V)**, **gevelkleur (ucV)**
      - Buitengeometrie (eis Vergunningverlening):
        - **Dak (vlak)**
        - **Muur (vlak)**
        - **Grondvlak (vlak)**
          - **Voetafdruk (vlak; eis WOZ?T&H?) - 2,5D-vlak**
        - **Raam (opening)**
        - **Deur (opening)**
        - **Buitencontour op elk niveau (volume; eis WOZ?T&H?)**
      - overig (wens Vergunningverlening):
        - **Trap**
        - attributen: **Id**, **geometrie**, **status**
        - **Vloerafscheiding**
        - attributen: **Id**, **geometrie**, **status**
        - **Ventilatiooroster (geometrie)**
        - **Raam/Deur**
        - attributen: **ID**, **Geometrie**, **open (j/n)**, **draairichting**, **bijbehorend object**, **status**, **dorpelhoogte (uc W)**
        - **Riolering, Hemelwaterafvoer/Aansluitpunt**
        - **Rookgasafvoerkanaal (geometrie)**
        - **Meterkast (volume; eis T&H?)**
    - Bouwlaag
      - attributen: **ID**, **geometrie 2,5D**, **geometrie 3D volume (uc G)**, **bouwlaagnummer**, **status**
      - **Bouwlaag (volume (binnenkant); eis WOZ)**
      - **Verdiepingsvloer (vlak; eis WOZ?) – 2,5D-vlak**
      - **Brandcompartiment (volume; eis T&H)**
        - attributen: **Id**, **geometrie 2,5D/3D**, **status**
    - Ruimte
      - attributen: **Id**, **geometrie 2,5D**, **geometrie 3D volume (uc G)**, **bouwlaagnummer**, **oppervlakte**,

- type, status
  - Ruimte in aanbouw met functieaanduiding (eis Vergunningverlening)
  - Ruimte (**volume**; uitgesplitst per SOR-type; eis WOZ)
- Gebouwcomponent
- Toegangsdeur
  - Toegangsdeur (**vlak**; eis T&H):
    - attributen: ID, **geometrie**, toegangsoort, gebruiksaard, bijbehorend object, status, **dorpelhoogte** (uc W), **draairichting** (uc V)
- Open bouwwerk
  - attributen: ID, BAG ID, **geometrie**, type, naam, status, BAG status, BAG oorspronkelijk bouwjaar, Bag geconstateerd, BAG documentdatum, BAG documentnummer
- Verharding
  - Wegdeel, Ondersteunend Wegdeel (eis Watermanagement)(**vlak**)
    - attributen: BGT-bronhouder, BGT-klasse, BGT-niveau, BGT-status, BGT-fysiek voorkomen, BGT-functie, BOR-bovenste verharding, BOR-ondergrond, BOR-sstraat, BOR-beheerder, BOR-ligging, BOR-wegtype
  - Verkeersdrempel (**vlak**)
  - Trottoirband (**lijn**)
  - Fietspad, Voetpad, parkeervlak, inrit, rijbaan, verbindingsweg(**vlak**)
- Kunstwerk
  - Overbrugging
    - attributen: Id, BGT-Id, **geometrie**, type, naam, beweegbaar (j/n), status
  - Ondertunneling
    - attributen: Id, **geometrie**, status
  - Waterstaatkundig kunstwerk
  - Kunstwerkdeel
    - attributen: **BGT-geometrie**, BGT-Id, BGT-bronhouder, BGT-type
- Overige constructies
  - Put, Kolk, Kast (CAI-last, Elektrakast, Gaskast, Telecomkast, Rioolkast, openbare verlichtingskast, Verkeersregelinstallatiekast, GMS-kast)(punt; eis WaterManagement)
    - **Hoogteligging**, straatniveau **hoogteligging** kastdeur
  - Opslagtank
    - attributen: Id, **geometrie**, status
  - Afvalcontainer, Dok, Geleideconstructie, Installatie, Mast, Muur, Omheining, Paal, Putdeksel, Reservoir, Scherm, Straatmeubilair, Zwembad
    - **Lichtmast**
      - attributen: BOR-Id, **geometrie**, masttype, lichtpunttype, armatuurtype
- Onbepaald terrein\*)
  - Onbegroeid terreindeel, Begroeid terreindeel
    - attributen: **BGT-geometrie**, BEGT-Id, BGT-bronhouder, BGT-klasse, BGT-niveau, BGT-stsatus, BGT-fysiek voorkomen, BOR-ondergrond, BOR-sstraat, BOR-ligging
- Functionele ruimte
  - Transportruimte (Weg, Spoorweg)
  - Functioneel gebouwobject
  - Verblijfsobject
    - attributen: Id, BAG-Id, **geometrie** 2,5D/3D, gebruiksdoel, feitelijk gebruik, gebruiksoppervlakte, status, BAG-status, BAG-gebruiksdoel, BAG-oppervlakte, BAG-geconstateerd, BAG-documentdatum, BAG-documentnummer

- 'Binnenkant gebouw' (eis WOZ + T&H)
  - Binnengeometrie (wens Vergunningverlening):
    - Vloer (vlak)
    - Binnenmuur (vlak)
    - Plafond (vlak)
    - Toegangsdeur (vlak; eis T&H) 1,5D
    - Dragende muur (volume; eis WOZ)
      - attributen: Id, geometrie 2,5D, status
    - Niet-dragende muur (volume; wens WOZ) 2,5D
    - Scheidingswand (volume; wens WOZ) 2,5D
  - Gebouwzone
    - Gebouwzone (volume; eis WOZ + T&H)
      - attributen: afkomstig uit, Id, geometrie 3D, geometrie oppervlakte 2,5D, bouwlaagnummer, bouwjaar, type, aard, gebruiksoppervlakte, status
  - Functionele zonering (Verkeerskundig functionele zone Wegzone, Spoorzone, Luchtvaartzone, Begraafplaats, Recreatiezone, Complex, Oeverzone, Waterbergingsgebied, Gebruikszone oppervlaktewater, Oppervlaktewaterlichaam, Kering, Reducering, Afscheiding)
    - Scheiding
      - attributen: BGT-geometrie, BGT-Id, BGT-bronhouder, BGT-subtype
  - **Registratieve ruimte** (Bestuurlijk gebied (Rijk, Provincie, Waterschap, Gemeente, Veiligheidsregio), Bestuurlijk gebied op zee (Nederlandse territoriale zee, Nederlandse aansluitende territoriale zone, Nederlandse exclusieve economische zone, Nederlands continentaal plat), Woonplaats, Wijk, Buurt, Openbare ruimte, Nummeraanduiding, Benoemde plaats)
  - **Geografische ruimte** (Bebouwingskern, Streek, Landschappelijk gebied, Reliëfzone)
- en verder:
- **Riolering – functioneel en reëel (cf. GWSW)**
  - **BIM-object aan te leveren met coördinaat in RD-NAP (EPSG 28992) of WGS '84 (EPSG:4326).**
- \*) **Particuliere terreinen** vanuit de usecase watermanagement is er in principe behoefte aan meer inzicht in de particuliere terreinen. Vooralsnog wordt met het oog op de huidige BAG en BGT [19] en de toekomstige SOR [16] uitgegaan van alleen openbaar toegankelijke terreinen (zoals parkeerterreinen en binnentuinen rondom wooncomplexen). Een voor- en achtertuin bij een rijtjeshuis wordt niet ingewonnen. Dit wordt geclassificeerd als **Terrein**.

## 5.2 Aanvullende analyses

### Centrale Objectenregistratie (CORE)

Door een aantal gemeenten wordt in samenwerking met Unafact gewerkt aan een Centrale Objectenregistratie. Dat is een registratie van gegevens over alle objecten in de openbare ruimte, gebaseerd op IMBOR en andere relevante standaarden, gedurende hun gehele levenscyclus. Om die reden is in het kader van T3D door Unafact onderzocht hoe zo'n centrale objectenregistratie binnen het landschap van landelijke modellen en registraties voor (3D) objecten gepositioneerd zou moeten worden en erover gerapporteerd [64]. Hierna volgt een korte weergave van de resultaten.

Het onderzoek betrof eigenlijk de verhouding van de inhoud van T3D, de CORE en de SOR. Omdat de CORE gebaseerd is op IMBOR betrof de vraagstelling in feite de relatie tussen T3D, IMBOR en SOR. Geconcludeerd werd dat met een 3D versie van de CORE op basis van IMBOR: 2022 een centrale SPOT (Single Point of Truth) voor 3D objectinformatie gerealiseerd zou kunnen worden. CityGML

bevat echter slechts 20% van de IMBOR-objecttypen en zou dus uitgebreid moeten worden. Er wordt verder geconcludeerd dat de SOR niet toereikend is als centraal informatiemodel voor de CORE, omdat de SOR slechts één derde van alle IMBOR-objecttypen bevat.

Daarnaast is een beschrijving opgeleverd van relevante standaarden, 3D modellen en digital twins van gemeenten en andere organisaties, alsmede initiatieven, gerelateerd aan speltechnologie.

Unafact concludeert, dat de integratie van IMBOR 2022 in CityGML praktisch haalbaar is met behulp van 3DCityDB. Praktisch gesproken zou dit kunnen door een CORE-ADE te realiseren voor alle IMBOR-objecttypen, die nog niet direct in CityGML passen.

Na een gedachtewisseling tussen de rapporteurs van Unafact en experts binnen T3D wordt vanuit T3D samenvattend geconcludeerd:

1. T3D is uiteindelijk gericht op een 3D stadsmodel, implementeerbaar als centrale fysieke objectendatabase, vergelijkbaar met CORE. Net als CORE wordt uitgegaan van open standaarden.
2. De SOR is bedoeld als een basisregistratie en dekt daarmee in tegenstelling tot de verwachting van CORE niet de volledige gemeentelijke informatiebehoefte af.
3. De ontwikkeling van CORE als centraal (al dan niet virtueel) gegevensmagazijn, waaruit onder meer de basisgegevens betrokken worden is zinvol.
4. De mapping van IMBOR naar CityGML 3.0 is een startpunt om specifieke mappings te gaan maken.
5. In de toekomst is misschien een gestandaardiseerde IMBOR-ADE aan te bevelen. Een andere weg is om de OGC te adviseren IMBOR als geheel te integreren in CityGML.

Aanbevolen wordt nader onderzoek te doen naar de relatie van IMBOR met CityGML, gericht op integratie van IMBOR in CityGML, hetzij direct in de standaard, hetzij door realisatie van een IMBOR-ADE.

### Gebouwenmodel

Eén van de onderzoeksvragen luidde: behoren reële objecten als bouwlaag en ruimte en functionele ruimten als verblijfsobject en gebouwzone tot het stadsmodel opgenomen in de T3D beproeving (CityGML-modellering), of zijn dit concepten die meer passen bij binnenkant gebouw (BIM-modellering)[3]?

Er kan geconcludeerd worden dat sommige objecten wellicht beter in een 'gebouwenmodel' (als BIM) opgeslagen moeten worden en niet in het stadsmodel. Uit de PoC BIM-verwerkingsmodule van Future Insight komt naar voren, dat het niet zinvol is om té gedetailleerde informatie - ten behoeve van toepassingen als vergunningenchecks, energieanalyses, materialenpaspoort - op te nemen in het Stadsmodel. Dit is alleen niet nodig, maar ook ongewenst in verband met performance en beheer. 'Het lijkt slimmer om onderscheid te maken tussen enerzijds een stadsmodel dat gebaseerd is op CityGML en dat gebruikt wordt voor toepassingen die betrekking hebben op een wat groter gebied, en anderzijds een gebouwmodel, gebaseerd op BIM/ IFC dat veel gedetailleerdere informatie bevat over het gebouw.' [9]. In deze wordt ook verwezen naar een rapport van BuildingSmart en OGC hierover [75]. Ook in [26] wordt aanbevolen CityGML en IFC te combineren voor detailgegevens.

De vraag is wat dan de inhoud en het detail worden van zo'n gebouwenmodel. Een versimpelde afgeleide van het BIM-model in een stadsmodel voor analyse op grotere schaal voor een groter gebied heeft zeker veel toegevoegde waarde. De registratie van de binnenkant gebouwen zal in ieder geval uniform moeten zijn door het hele stadsmodel. Er zal dus ergens een grens ontstaan van welke objecten overgenomen moeten/kunnen worden in het CityGML-model. Dit zal afhankelijk zijn van grenzen van CityGML en beoogde toepassingen, maar ook van mogelijke bijhouding. Op basis van de

usecase Inwinning in Den Haag waarbij de CityGML-objecten afgeleid worden van BIM-modellen lijkt op dit moment de grens uit te komen op **verblijfsobjecten**, eventueel **gebouwzones** en **ruimten** en **verdiepingen**. Uit de T3D-projecten LiDAR-CityGML en PDF2CityGML (zie hoofdstuk 6) is naar voren gekomen dat naast BIM ook puntenwolken en bouwtekeningen als bron beschikbaar zijn voor dit detailniveau, zowel voor nieuwe als bestaande gebouwen.

Het stadsmodel en het gebouwenmodel bevatten beide een representatie van een fysiek model en daarom wil je wel de link ertussen behouden.

Later is in een beproeving verkend op welke wijze een gevisualiseerde IFC-versie van een gebouwmodel kan worden geïntegreerd in een 3D stadsmodel. Concreet betekent dit dat (een afgeleide) van het IFC-model **zonder conversie** en met de juiste geo-referentie wordt geplaatst in een bestaand 3D model op basis van CityGML. Dit is een interessante toepassing voor ondersteuning van participatie en communicatie binnen projecten voor ruimtelijke vernieuwing. In de T3D-proefopstelling zijn hiervan voorbeelden te zien (zie figuur 31).



Figuur 31. IFC-model zonder conversie (kleur) geplaatst in een 3D CityGML stadsmodel (grijs) met schaduwanalyse

### Texturering

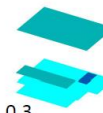
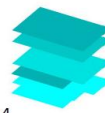
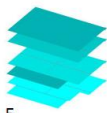
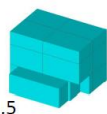
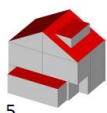
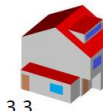
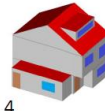
Op basis van het onderzoek Texturering wordt geconcludeerd dat visualisatiekenmerken van toegevoegde waarde kunnen zijn. Van welke kenmerken het gewenst is deze op te nemen in de 3D registratie precies opgenomen is afhankelijk van de wensen van de gebruikers van de textureringsmethode die gekozen wordt.

Vanuit de usecases Gebouw en het onderzoek naar Texturering is er vraag geconstateerd naar meer gedetailleerde modellen, waarbij het toevoegen van fototexturen zou kunnen helpen. Je zou bijvoorbeeld de 3D objecten kunnen opnemen, waarmee LOD 2.3 uitgebreid wordt tot LOD 3.3 (zie figuur 32).

In de pilot beeldherkenning van ramen en deuren uitgevoerd door Spotr.ai is een verkenning gedaan naar mogelijke gebruikstoepassingen van een LOD3 model waaruit geconcludeerd kan worden dat deze data zeker meerwaarde hebben ten opzichte van enkel een fototextuur [61],[66]. In het

conceptinformatiemodel wordt gesteld dat een afspraak over een basislaag voor texturering wenselijk is, die projectspecifiek uitbreidbaar is. In het concept-informatiemodel staan nu als attributen van Gebouw onder meer: Geveloriëntatie, Gevelmateriaal en Gevelkleur (alle drie vanuit de Usecase vergunningen).

Dan nog iets over de terminologie. CityGML ziet 'appearance' (in het Nederlands 'verschijningsvorm') als overkoepelende term voor de waarneembare eigenschappen van oppervlakten, welke verdeeld zijn in twee categorieën: 'material' (kleur, transparantie en glans) en 'textures' (rasterafbeeldingen). Dit wijkt af van de te onzent gehanteerde terminologie, waar textuur de overkoepelende term is. Aanpassing of afstemming is gewenst.

|      | Extents                                                                                  | BAG                                                                                       |                                                                                           | Dak                                                                                         | BGT                                                                                         | Verdiepingen                                                                                 | VBO's                                                                                        |                                                                                              |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| LoD0 | <br>0.0 | <br>0.1A | <br>0.1B | <br>0.2    | <br>0.3   | <br>0.4   | <br>0.5   |                                                                                              |
| LoD1 | <br>1.0 | <br>1.1  |                                                                                           | <br>1.2    | <br>1.3   | <br>1.4   | <br>1.5   |                                                                                              |
| LoD2 |                                                                                          |                                                                                           |                                                                                           | <br>2.2A | <br>2.2B | <br>2.3  | <br>2.4 | <br>2.5 |
| LoD3 |                                                                                          |                                                                                           |                                                                                           |                                                                                             | <br>3.3 | <br>3.4 | <br>3.5 |                                                                                              |

Figuur 32. Overzicht Level of Detail Gebouwmodel Totaal 3 Dimensionaal (bijlage 1 bij conceptinformatiemodel T3D versie 17-9-21)

## Metadata

Uitgangspunt zijn de metadata volgens de SOR [16, par. 3.4]. Daarin worden de volgende aspecten onderscheiden:

1. Definities
2. Tijdsaspecten (historie en levensfase)
3. Bronverwijzing
4. Autorisatie
5. Kwaliteitseisen
6. Kwaliteit
7. Status

### Bijzonderheden:

- Een kwaliteitsindicatie kan op objectniveau opgeslagen worden op het moment dat een object wordt aangemaakt.
- Dit geldt niet voor losse lijnen en punten waaruit deze objecten zijn opgebouwd; deze zouden wel

als Generic Attribute toegevoegd kunnen worden of er zou een uitbreiding (ADE) voor gemaakt kunnen worden.

- Momenteel kunnen meestal alleen de attributen van het hoofdobject (bijvoorbeeld gebouw) opgevraagd worden in viewers en niet van de onderliggende objecten (bijvoorbeeld muren). Door de werkgroep Informatiemodel is een voorbeeld uitgewerkt, waarin kwaliteitsverschillen tussen bouwgegevens (met name die tussen uitbouw/dakkapel en de rest van het gebouw) zichtbaar gemaakt worden. Voor deze problematiek zouden nog keuzes gemaakt moeten worden in het informatiemodel [26].
- Herleidbaarheid: conform BGT.
- Aanbevolen wordt alleen metadata op te slaan die echt bij de geometrie van het stadsmodel horen en de rest dynamisch te koppelen via een unieke identifier (UOI) met toepassing van technieken als Linked Data en WFS.

## 5.3 Beproevingen

### *Implementatie van het concept-informatiemodel*

Het conceptuele model van de SOR is voorbereid op 3D vastlegging van objecten. Dit is uitgewerkt tot modelleringsprincipes op basis van CityGML 2.0 en CityGML 3.0 (concept). Op basis van deze modelleringsprincipes zijn voorbeeldmodellen gemaakt voor objecten uit de BAG (panden), BGT (weg-, terrein en waterdeel) en GWSW (rioolputten en -leidingen). Voor het vastleggen van de samenhang tussen de registraties zijn de identificatiecodes vastgelegd in het 3D model, zodat de kenmerken en administratieve data uit de registraties verbonden kunnen worden aan het 3D model en zo in samenhang getoond kunnen worden.

Oorspronkelijk was het doel van het programma om vanuit 3D inwinning en -registratie de huidige basisregistraties te voeden met de afgeleide producten, met andere woorden een eerste aanzet te ontwikkelen van een 3D SOR. Halverwege het programma is de doelstelling bijgesteld naar het in samenhang brengen van de huidige 2D registraties (BAG, WOZ, BGT en GWSW) en de 3D registratie.

Voor de proefopstelling is een CityGML database gebruikt. Een database op basis van CityGML 3.0 zou optimaal zijn, maar daar waren nog geen encodings voor beschikbaar, dus is er gewerkt met een CityGML 2.0-implementatie. Met behulp van verschillende encodings en API's, werd er een eenvoudige aansluiting op deze database gerealiseerd voor 3D data. Er kon gekozen worden voor verschillende bestandsformaten zoals bijvoorbeeld CityGML en CityJSON. Met andere woorden: de algemene werking en bijhoudings- en ontsluitingsprincipes konden worden getest met een CityGML 2.0 database. Bij experimenten met specifieke CityGML 3.0 objecttypen kon gebruik gemaakt worden van CityJSON 1.1, dat al wel voorbereid is op CityGML 3.0<sup>11</sup>. De registratie was zo opgezet dat er naadloos kan worden geschakeld tussen CityGML en CityJSON.

In het project 'T3D Ondersteuning en inrichting Database' [65] is ten behoeve van het bijwerken van het centrale 3D Stadsmodel de exacte mapping tussen de relevante basisregistraties en CityGML uitgezocht met behulp van een praktische aanpak, die aansluit bij de dagelijkse werkprocessen van de gemeente.

Vanuit het ontwikkelde concept-informatiemodel [3],[69] zijn concrete voorbeelden uitgewerkt, die werden ingeladen in de centrale database van de proefopstelling en gevisualiseerd in een viewer,

---

<sup>11</sup> CityJSON kan ook de basis zijn voor een alternatieve implementatie in een database. Vanaf v1.1 biedt CityJSON ondersteuning voor een deelverzameling van CityGML 3.0 (<https://www.cityjson.org/>).

waarmee de opgebouwde 3D modellen gedeeld kunnen worden, de T3D Sprintviewer (zie figuur 33)<sup>12</sup>.

### Bevindingen

De relevante objecten kunnen worden opgeslagen in CityGML 3.0, inclusief details zoals de ramen en deuren conform de detectie door SPOTR [61]). Allerlei input is mogelijk: BIM-modellen, puntenwolken, opgewerkte gescande plattegronden, zij het met beperkingen: de BIM-modellen en andere modellen zoals die uit Vergunningverlening dienen te voldoen aan het datamodel en correct getransformeerd te worden; verwerking van gedetailleerde puntenwolken levert een hoge verwerkingstijd op.

De viewer zorgt ervoor dat er veel getoond kan worden, zoals complete BIM-modellen (met behulp van een open 3D service (3D Tiles)) en in de openbare ruimte alle relevante BOR- en BGT- attributen in één overzicht op objectniveau.

Een belangrijke conclusie met betrekking tot het model is, dat aanvullende modellering nodig is voor riolering (een ADE) en tunnels & bruggen.



Figuur 33. Voorbeeld van een visualisatie van een opgebouwd 3D model in de T3D-Sprintviewer

Er is een voorbeeld uitgewerkt, waarmee kwaliteitsinformatie van 3D BGT-objecten zichtbaar gemaakt wordt.

<sup>12</sup> <https://www.totaal3d.nl/viewer/sprint/#/legend>

## Beschouwingen met betrekking tot het informatiemodel

### Gebouwen

Er is een beter beeld ontstaan van de kansen en mogelijkheden in het CityGML 3.0 model. De volgende mapping wordt voorgesteld (tabel 4):

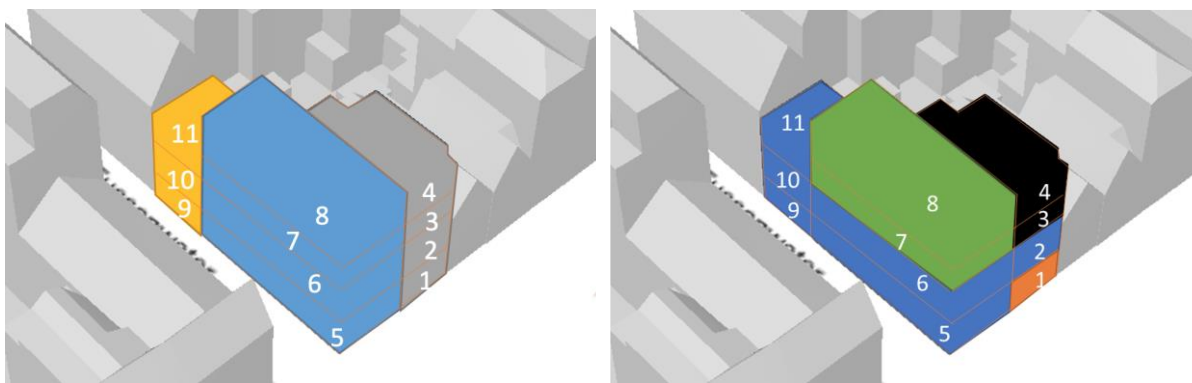
| <b>BGT</b>        | <b>CityGML</b>       |
|-------------------|----------------------|
| Pand (Gebouw)     | Building             |
| Bouwlaag (SOR)    | Storey               |
| Gebouwinstallatie | BuildingInstallation |
| <b>BAG</b>        | <b>CityGML</b>       |
| Pand              | BuildingPart         |
| Verblijfsobject   | BuildingUnit         |
| <b>WOZ</b>        | <b>CityGML</b>       |
| WOZ Object        | BuildingUnit         |
| WOZ Deelobject    | BuildingRoom         |

Tabel 4. Mapping Gebouwobjecten - CityGML

Er zijn drie voorbeelden uitgewerkt:

1. Standaardrijtjeshuis
2. Appartementengebouw
3. Complexer gebouw met meerdere functies

Hier laten we het derde voorbeeld zien (Figuur 34).

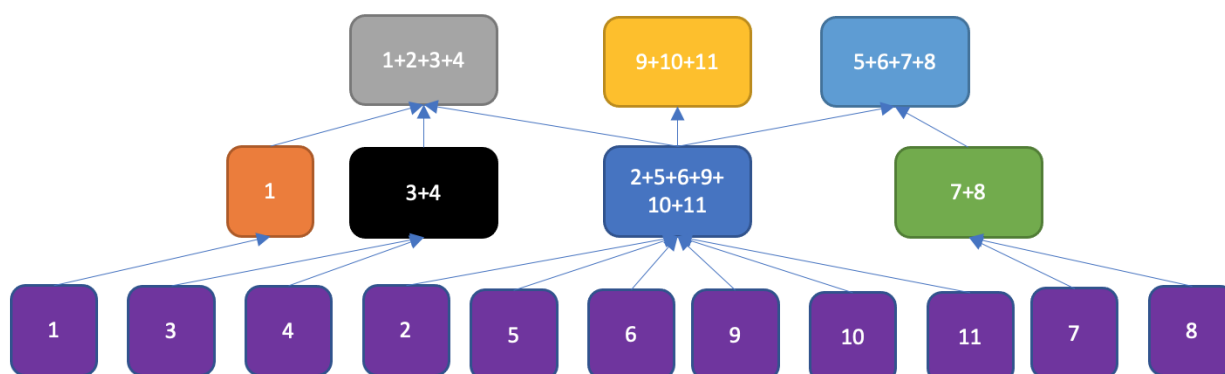


Figuur 34. Mapping BAG/BGT/WOZ - CityGML

Het gebouw bevat 11 BAG-panden. Een verblijfsobject kan uit meerdere buildingunits bestaan, over meerdere BAG-panden verdeeld. De verdeling van de verblijfsobjecten en de WOZ-deelobjecten is aangegeven in tabel 5 en figuur 35.

| Nr | BAG Pand/BGT Pand | BAG VBO          | WOZ Object  | WOZ Deelobject               |
|----|-------------------|------------------|-------------|------------------------------|
| 1  | 0599100010007014  | -                | berging     | berging / schuur onderpandig |
| 2  |                   | 0599010000143553 | winkel      | winkel / verkoopruimte       |
| 3  |                   | 0599010000105923 | bovenwoning | woning                       |
| 4  |                   |                  |             | woning                       |
| 5  | 0599100000701572  | 0599010000143553 | winkel      | winkel / verkoopruimte       |
| 6  |                   |                  |             | winkel / verkoopruimte       |
| 7  |                   | 0599010000105924 | bovenwoning | woning                       |
| 8  |                   |                  |             | woning                       |
| 9  | 0599100000767278  | 0599010000143553 | winkel      | winkel / verkoopruimte       |
| 10 |                   |                  |             | winkel / verkoopruimte       |
| 11 |                   |                  |             | winkel / verkoopruimte       |

Tabel 5. Verdeling Verblijfsobjecten en WOZ-deelobjecten



Figuur 35. Verdeling Verblijfsobjecten en WOZ-deelobjecten

In alle drie de voorbeelden was de 3D geometrie van de verblijfsobjecten identiek met die van de WOZ-objecten. Dat hoeft echter niet altijd het geval te zijn en in dat geval wordt de opbouw van het gebouwmodel nog wat complexer.

Verder is er een mapping gemaakt van SOR naar CityGML. Zie tabel 4.

| <b>SOR (functionele ruimte)</b> | <b>CityGML</b>       |
|---------------------------------|----------------------|
| Verblijfsobject                 | BuildingUnit         |
| Gebouwzone                      | BuildingRoom         |
| <b>SOR (reëel object)</b>       | <b>CityGML</b>       |
| Gebouw                          | Building             |
| Bouwlaag                        | Storey               |
| Gebouwcomponent                 | Buildinginstallation |
| Toegangsdeur                    | Door                 |

Tabel 2 Mapping Gebouwobjecten SOR-CityGML

Opmerking: hierin is niet de volledige definitie van de WOZ opgenomen. De WOZ-deelobjecten zouden dan opgebouwd kunnen worden door Gebouwzones te hergebruiken.

Conclusies:

1. Er is veel inzicht ontstaan in de verschillende invalshoeken en de consequenties voor het model.
2. Voor meer gedetailleerde informatie lijkt een opslag in een gebouwenmodel in IFC beter, omdat er standaardoplossingen voor bestaan.
3. Gedetailleerde 3D opslag geeft meer inzicht en biedt daardoor kansen voor kwaliteitsverbetering van de registraties.

### Buitenruimte

Ten behoeve van de Rotterdamse watermanagement usecase is gekeken in hoeverre een meer gedetailleerde modellering van het maaiveld in objecten betere resultaten oplevert bij wateroverlastsimulaties. Hiervoor is voornamelijk een meer nauwkeurige beschrijving van het maaiveld nodig. Denk hierbij aan stoepranden en verkeersdrempels die invloed hebben op de stroming van het water. Qua structuur en nieuwe objecten verandert er verder weinig en is de structuur van de BGT

aangehouden. Nader onderzoek is nodig naar het verschil in nauwkeurigheid en definitie van de geometrieën bij BGT en BOR, als men die wil combineren.

Bij de verdere uitwerking van het informatiemodel moet zeker nog gekeken worden naar de nieuwe mogelijkheden van CityGML voor wat betreft 'Transportation', zoals het definiëren van 'free spaces' boven de weg.

Tabel 5 laat de mapping zien.

| <b>BGT</b>              | <b>CityGML</b>       |
|-------------------------|----------------------|
| Wegdeel                 | TrafficArea          |
| Ondersteunend wegdeel   | AuxiliaryTrafficArea |
| Onbegroeid terreindeel  | Landuse              |
| Waterdeel               | Landuse              |
| Ondersteunend waterdeel | Waterbody            |
| Kunstwerkdeel           | Construction         |
| Scheiding               | OtherConstruction    |

Tabel 3. Mapping BGT/Buitenruimte - CityGML

### **Riolering**

Het is wenselijk dat CityGML in de toekomst wordt uitgebreid met ondergrondse infrastructuurobjecten.

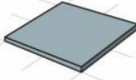
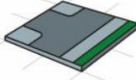
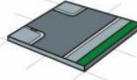
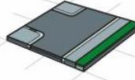
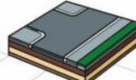
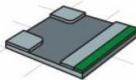
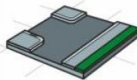
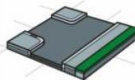
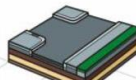
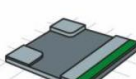
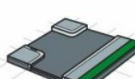
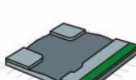
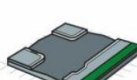
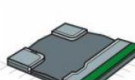
### **Aanbevelingen**

1. Stel bij de OGC de voorgestelde aanpassingen van de CityGML-standaard aan de orde.
2. Combineer IFC en CityGML óf gebruik slechts één standaard waar dat zinvol is (bijvoorbeeld kamers als ifcSpace én BuildingRoom dan wel alleen als ifcSpace).
3. CityGML 3.0 is de juiste standaard voor het informatiemodel van de toekomstige 3D SOR. Stimuleer de ontwikkeling van technische implementaties en neem een proactieve rol.
4. Bevorder de verbetering van BIM-bronbestanden door onder meer vaststellen én controleren en handhaven van een Informatie Leverings Specificatie (ILS) voor BIM-modellen.
5. Onderzoek of de aanpak voor de opbouw van de 3D openbare ruimte in de open source tool voor 3D objecten [3D Fier](#), ontwikkeld door de TU Delft, geïntegreerd kan worden óf stel een script via een FME-Cloudomgeving beschikbaar, zodat iedereen een conversie zelf online kan starten.
6. Kijk naar de mogelijkheid om een uitbreiding op te stellen voor kabels en leidingen/riolering.

## **5.4 Watermanagement**

Watermanagement wordt hier nader belicht, omdat daarvoor door de gemeente Rotterdam een aparte usecase is uitgevoerd. Er is in een afzonderlijke rapportage uitvoerig over gerapporteerd [8]. Er is een proefopstelling ontwikkeld, gericht op het voorzien in adequate informatie voor het managen van straatwaterafvoer en het uitvoeren van wateranalyses. Geconcludeerd kon worden dat voor gedetailleerde wateroverlastanalyses veel meer detailniveau gewenst is dan het huidige 2,5 achtige voorstel uit de SOR. Dit is op zich ook mogelijk in CityGML en zeker in versie 3.0 zijn hiervoor de mogelijkheden enorm uitgebreid. Om het hydrologische model voor de usecase watermanagement op te kunnen bouwen is informatie uit verschillende (basis)registraties en beheersystemen gebruikt.

Voor het in kaart brengen van het proefgebied zijn de BAG, de BGT en het GWSW bij elkaar gebracht. De registraties zijn opgewerkt en verrijkt naar 3D. Uit onderzoek is een voorstel voortgekomen voor

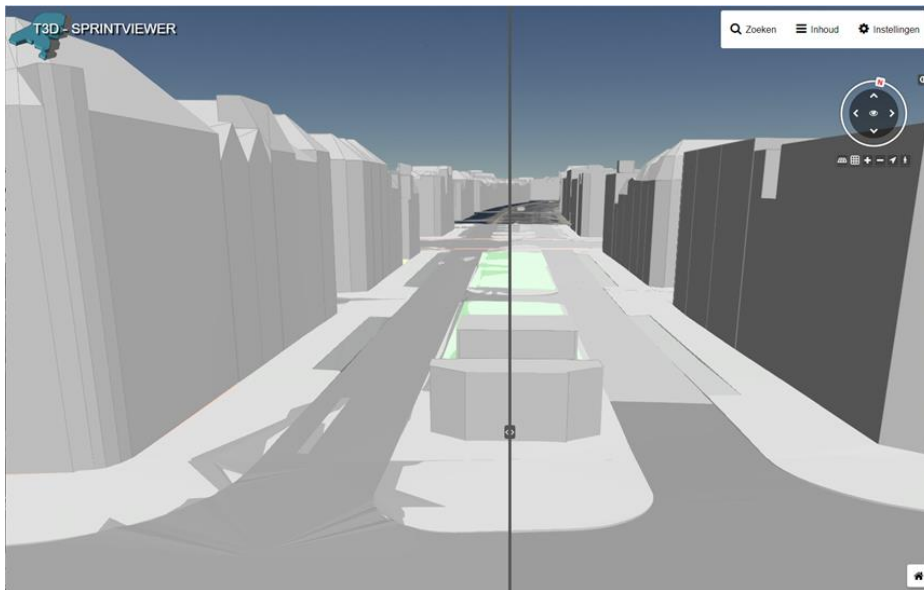
|       | LoD x.0<br>bbox                                                                   | LoD x.1<br>BGT contour                                                            | LoD x.2<br>IMBOR detaillering                                                     | LoD x.3<br>IMBOR + onderdelen                                                     | LoD x.4<br>BRO                                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| LoD 0 |  |  |  |  |  |
| LoD 1 |                                                                                   |  |  |  |  |
| LoD 2 |                                                                                   |  |  |  |  |
| LoD 3 |                                                                                   |  |  |  |  |

*Figuur 36 .Voorstel LoD's openbare ruimte*

het standaardiseren van 'Level of Details' voor het inwinnen en modelleren van 3D openbare ruimte (zie figuur 36).

Voor het opwerken van de 2D-registraties naar een 3D BGT is in de usecase uiteindelijk gekozen voor LOD 2.1 . Deze mate van detail past het beste bij de informatiebehoefte. Voor het genereren van een verbeterde 3D BGT is vervolgens een FME workbench ontwikkeld, waarmee het mogelijk is om ook geringe hoogteverschillen rondom bijvoorbeeld trottoirbanden en drempels goed te modelleren (zie figuur 37).

Future Insight en Stichting RIONED hebben een conversie van GWSW naar CityGML gemaakt. Deze is beschikbaar gesteld op <https://apps.gwswnl>. Hiermee kunnen alle gemeenten die zijn aangesloten op GWSW, beschikken over 3D rioleringsdata.

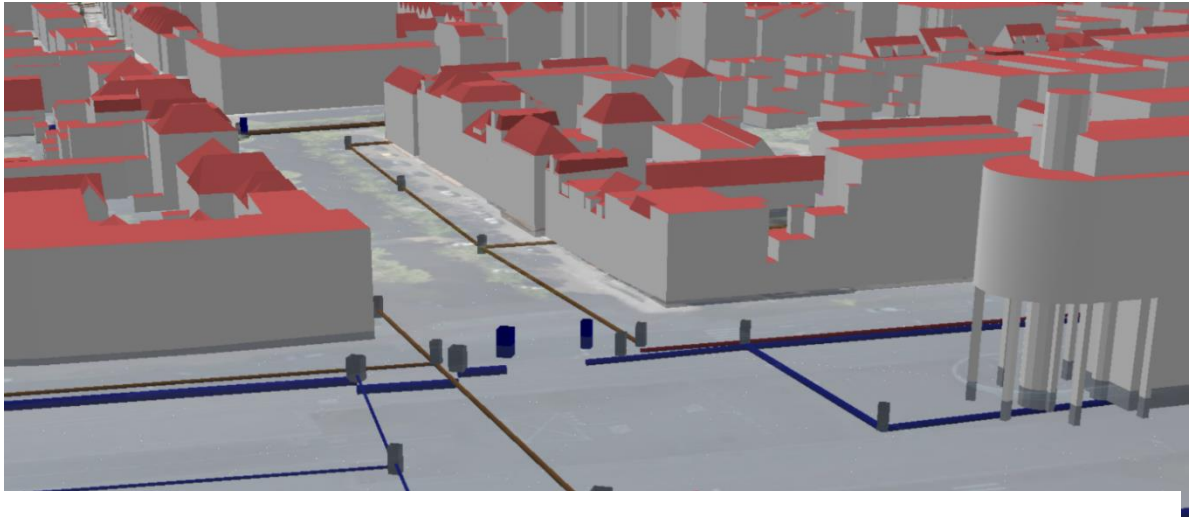


Figuur 37. 3D BGT originele en net FME verbeterde versie

Omdat rioleringsobjecten in CityGML (2.0) in geen enkel ander thema passen, zijn ze geïmplementeerd met behulp van *Generic city objects*. Het coördinatensysteem is EPSG:5109 (RD+NAP). Buizen, leidingen en overige objecten zijn opgenomen met behulp van het type *CompositeSurface*, met specifieke doorsneden per LOD en kleuren per type object.

De belangrijke meerwaarde van een dergelijke landelijk gestandaardiseerde conversie is dat 3D rioleringsdata van alle gemeenten die zijn aangesloten op het GWSW beschikbaar zijn. Daarmee valt op een efficiënte manier de stap van 2D naar 3D te maken voor gebruik van rioleringsgegevens in een 3D Digital Twin.

Uiteindelijk is een goed beeld ontstaan van de behoefte aan en de mogelijkheden voor detailinformatie die nodig is voor watermanagement. Opbouw en bijhouding van een 3D BGT kan heel goed in samenhang met de reguliere beheerprocessen van de BGT. Randvoorwaardelijk hierbij is de aanwezigheid van een compleet en actueel 3D model van de buitenruimte. Door het beheersysteem voor riolering aan te sluiten op de GWSW-server van Rioned heeft een gemeente eenvoudig en altijd de beschikking over dezelfde actuele rioleringsgegevens. Het is mogelijk de onderliggende ketenarchitectuur toe te passen op andere ruimtelijke adaptatieprocessen, zoals hittestress. Geadviseerd wordt de benodigde entiteiten en attributen vast te leggen in een registratie en gebruik te maken van de nieuwe mogelijkheden van CityGML om watermanagement daarin te integreren.



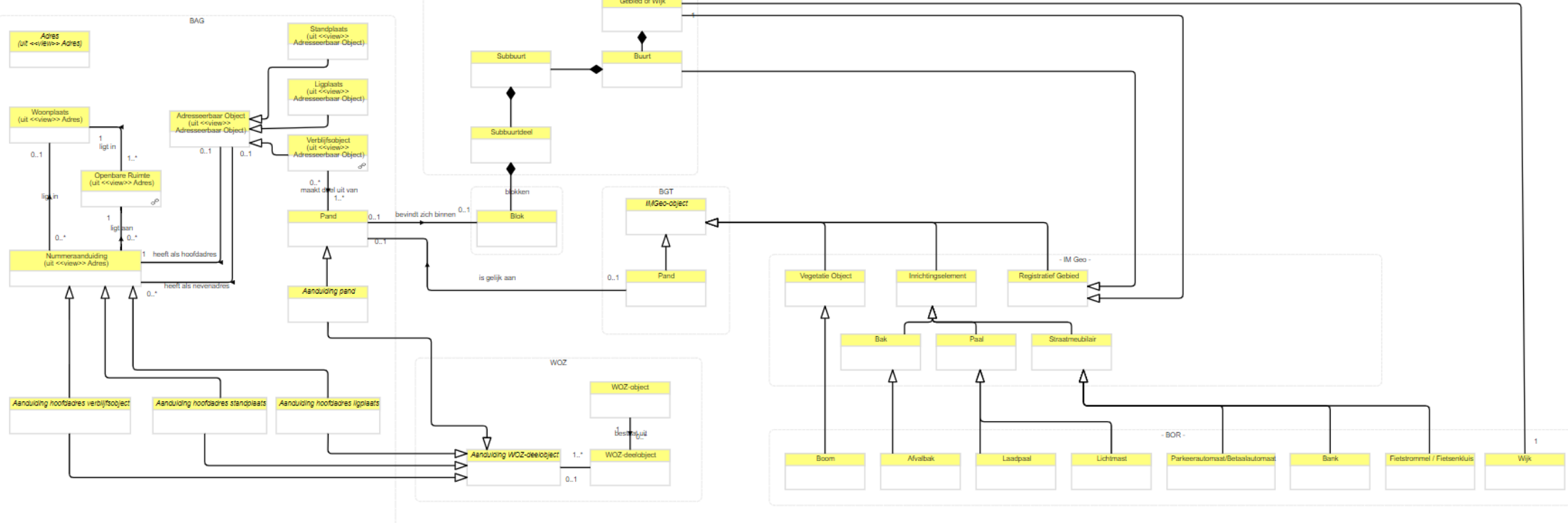
Figuur 38. GWSW-rioleringsdata in CityGML. Bron [49],[57]

## 5.5 Gegevensmodel van het datafundament

Door Rotterdam is een Datafundament ingericht, waarmee 3D data in combinatie met gegevens uit de basisregistraties ingezet kunnen worden voor analyses. Er is een gegevensmodel ontwikkeld door koppeling van de gegevensmodellen van de betrokken basisregistraties (zie figuur 39). Dit wordt *Minimal Viable Product SOR* (MVP SOR) genoemd. [21]. Door de samenhang tussen deze registraties door middel van conceptuele datamodellen inzichtelijk te maken, kon deze via logische en technische modellen op dit platform geïmplementeerd worden. Dit maakt het mogelijk om bij een 3D object op een kaart de bijbehorende gegevens in samenhang op te vragen, eventuele discrepanties te signaleren en vervolgens corrigerende maatregelen te nemen.

Conceptueel gegevensmodel: Minimal viable Product Samenhangende Object Registratie  
Auteur(s): Elma Malthoff  
Laatste wijziging: 29-12-2022  
Doel: weergave van de relaties tussen de BAG, BGT, WOZ en de TIR  
Het 'details'-model bevat per object ook de bijbehorende attributen.

MVP SOR  
(details)

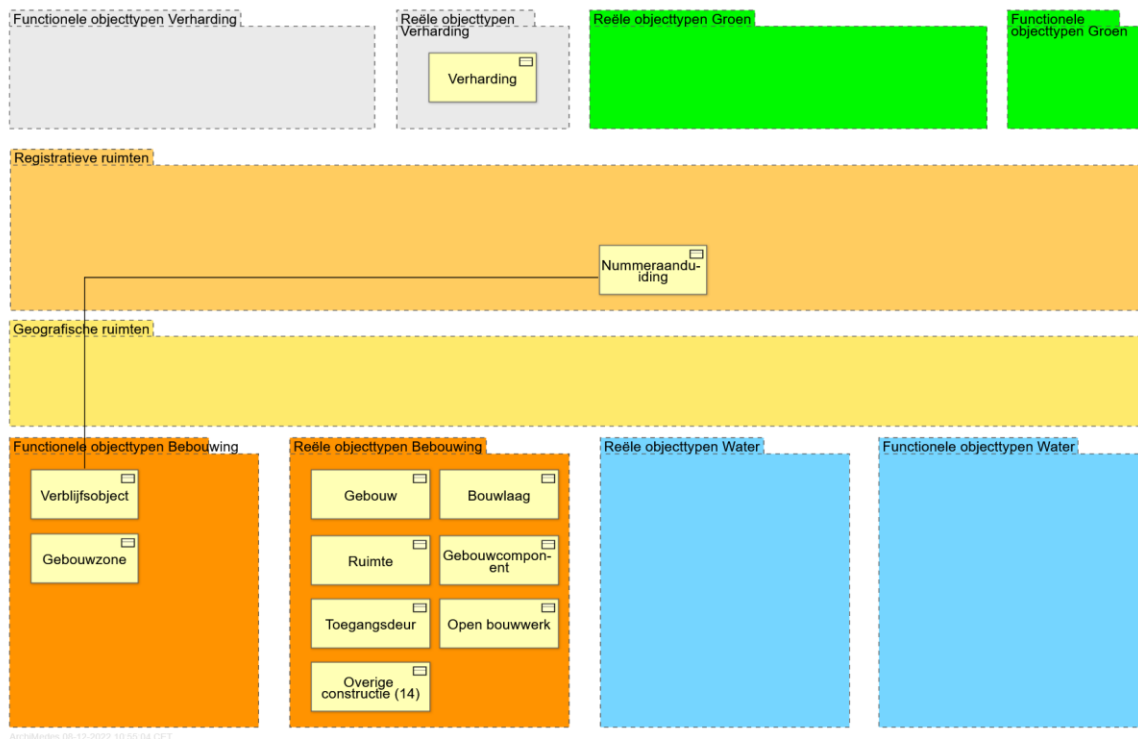


Figuur 39. Conceptueel gegevensmodel MVP SOR

## 5.6 Begrippenmodel T3D

Voor het T3D begrippenmodel is uitgegaan van het actuele SOR-begrippenmodel [16]. Voor T3D is een subset van begrippen geselecteerd die voor de pilots relevant zijn geweest. Een verdere toelichting is te vinden op [https://www.gemmaonline.nl/index.php/Thema\\_Totaal\\_3D/T3D\\_begrippen](https://www.gemmaonline.nl/index.php/Thema_Totaal_3D/T3D_begrippen). Figuur 40 geeft een overzicht. De begripsdefinities zijn te vinden op GEMMA Online.

Het begrippenmodel kan beschouwd worden als een ontologie, het is namelijk een taxonomie, aange-



Figuur 40. Begrippenmodel T3D

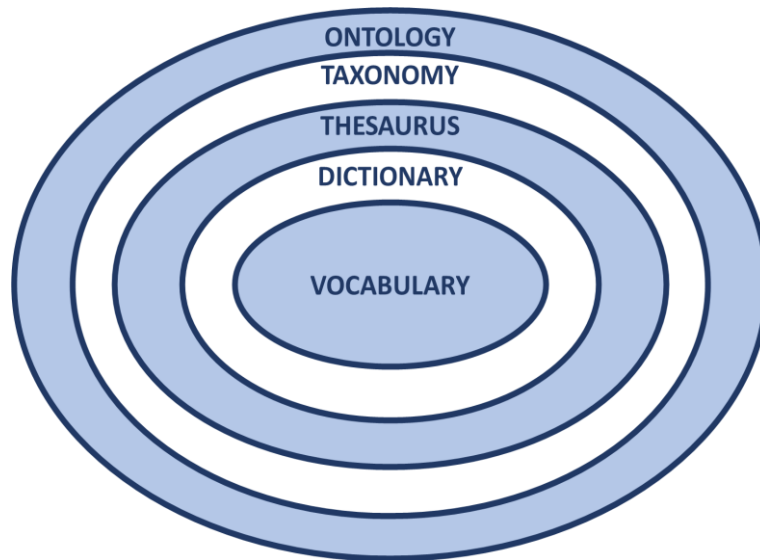
vuld met eigenschappen van en relaties tussen begrippen, op een zo formeel mogelijke manier. De begrippen (bedrijfsobjecten) kunnen worden geclassificeerd, kunnen eigenschappen hebben en hebben onderlinge relaties. Bovendien is er een metamodel opgesteld waarmee er een formele beschrijving is gerealiseerd voor de vastlegging. Zie voor een nadere toelichting hierop hoofdstuk 2 van de rapportage van het T3D-ontologieproject [74].

## 5.7 Thesaurus/ontologie

Een thesaurus is een verzameling termen met definities en onderlinge semantische relaties. Nadere specificatie van een thesaurus leidt tot een ontologie<sup>13</sup>, een semantisch informatiemodel, dat geïmplementeerd kan worden in het semantisch web. Een ontologie is een expliciete specificatie van concepten in een bepaald domein. Een ontologie is gestructureerd opgebouwd. Er kunnen de volgende lagen – weergegeven in figuur 41 - worden onderscheiden:

<sup>13</sup> In de bouwwereld ook wel 'OTL', 'Object Type Library', genoemd

1. Vocabulaire: woordenlijst
2. Dictionary: gegevenswoordenboek: termen met definities
3. Thesaurus: dictionary, aangevuld met een beschrijving van relaties tussen termen
4. Taxonomie: classificatie van begrippen, d.w.z. een ordening ervan in klassen en subklassen.
5. Ontologie: taxonomie, aangevuld met eigenschappen van en relaties tussen begrippen, op een zo formeel mogelijke manier.



*Figuur 41. Opbouw van een ontologie*

Binnen het programma T3D golden de volgende doelstellingen:

1. Het laagdrempelig als thesaurus of ontologie beschikbaar stellen van het informatiemodel van T3D.
2. Het verkrijgen van helderheid in terminologie en definitie van de T3D-begrippen, zowel voor de mens als de computer.

Hieruit zijn twee producten voortgekomen:

1. T3D-Ontologie.

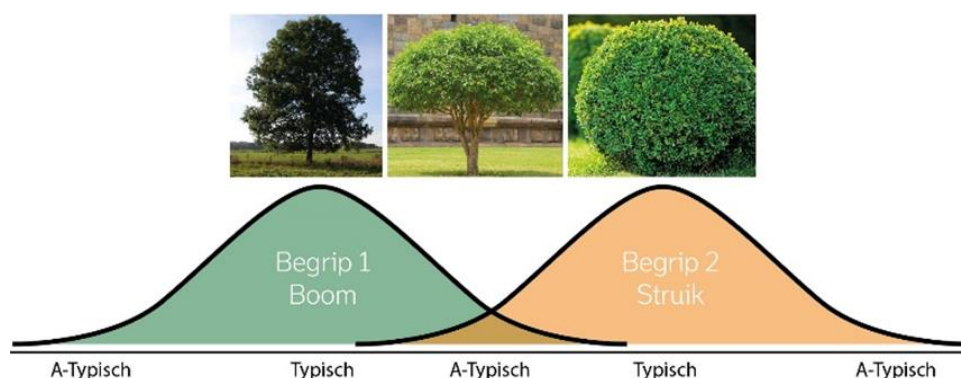
De T3D-begrippen zijn grotendeels gebaseerd op het model van de Samenhangende Objectenregistratie (SOR). Die begrippen zijn met behulp van Archimate gemodelleerd tot een ontologie. Het resultaat is te vinden op [GEMMA online](#). Zie ook paragraaf 5.6.

2. T3D-Semantische analyse

De begrippen, die gebruikt worden om 3D objecten te beschrijven en te vertalen in data-objecten, worden in verschillende omgevingen veelal verschillend gedefinieerd. Dat is een belemmering voor het bereiken van de FAIR-doelstellingen Findability, Accesibility, Interoperability en Reusability. Om dit op te lossen is het is het eerst zaak de definities te inventariseren en te analyseren op overeenkomsten en verschillen. Dat is in dit project gebeurd voor enkele belangrijke begrippen in het 3D domein: Geometrie, Gebouw, Weg, Kolk en Boom. De termen en definities uit verschillende contexten zijn geïnventariseerd en geordend in een ontologievorm. Voor de omgeving is gekozen voor GWSW. Het resultaat is te vinden op <https://data.gwswnl/1.6/t3d/index.html> en de rapportage [74].

Er wordt geconcludeerd dat de diversiteit aan definities en vaak ook van de terminologie van (bijna) dezelfde objecttypen groot is. Om de onderliggende data uit te wisselen dient er veel werk gestoken te worden in vertaling om fouten bij de overdracht van gegevens te voorkomen. De kosten voor deze inspanningen dienen te worden afgezet tegen de verwachte schade die dergelijke fouten kunnen veroorzaken.

Verder lijkt de in het project bedachte semantische analysemethode veelbelovend als hulpmiddel om te komen tot inzicht in overeenkomsten en verschillen tussen definities met hun consequenties en een basis te leggen voor het opheffen ervan (harmonisatie) dan wel het tenietdoen van de negatieve consequenties door gegevens in hun juiste context te gebruiken. Zie als voorbeeld figuur 42: in het onderzoek naar wat een boom is volgens de OTL T3D zien we dat de begrippen in elkaar overlopen. Er zijn voorbeelden van instanties waar men discussie over zal krijgen of die van het type boom of van het type struik zijn. Dit zijn a-typische instanties van het concept.



Figuur 42. Overlappende begrippen

Aanbevolen wordt de T3D-ontologie verder uit te werken, te completeren en te publiceren in Linked data formaat op het Internet. Verder verdient het aanbeveling de semantische analyse te verbreden en te verdiepen en deze te beproeven met POC's. In deze dient er samengewerkt te worden in het kader van lopende initiatieven zoals Common Ground en CB-NL.

## 5.8 Conclusies en aanbevelingen

### Conclusies

1. Er is een concept-informatiemodel opgesteld in de vorm van een tekstueel overzicht op basis van het conceptueel informatiemodel voor de Samenhangende Objectenregistratie, aangevuld met een aantal entiteiten en attributen, die als eisen en wensen resulteerden uit de usecases en enkele nadere analyses. Dat model geeft een goed overzicht van de informatiebehoefte en kan dienen als basis voor beproevingen.
2. Een (3D) Centrale objectenregistratie (CORE) als conceptueel informatiemodel voor gegevens over alle objecten in de buitenruimte zoals door sommige gemeenten wordt ingevoerd is een zinvolle oplossing, zij het dat het informatiemodel van CityGML daartoe wel uitgebreid zou moeten worden.

3. Het is niet zinvol ál te gedetailleerde informatie in een 3D stadsmodel op te nemen. Het is efficiënter en effectiever detailgegevens voor gebouwen en infrastructuur in BIM-modellen op te slaan, gelinkt aan het stadsmodel. Het maximale detailniveau voor gebouwen in het stadsmodel wordt geïndiceerd door verblijfsobjecten, gebouwzones, ruimten en verdiepingen. De verdere detaillering hoort thuis in gebouwmodellen. Het is ook mogelijk om een (afgeleide van) een BIM (IFC) zonder conversie op de juiste locatie te visualiseren en te combineren in een 3D Stadsmodel op basis van CityGML.
4. Opneming van texturering in stadsmodellen levert een aanzienlijke meerwaarde op. Een deel daarvan dient in het informatiemodel opgenomen te worden.
5. Er is inzicht verkregen in de te bij te houden metadata. Met name over kwaliteitsgegevens dienen nog keuze gemaakt te worden.
6. Uit de beproevingen is naar voren gekomen dat de meeste relevante objecten kunnen worden opgeslagen en getoond. Er is aanvullende modellering nodig, in het bijzonder met betrekking tot riolering en tunnels en bruggen. Er zijn mappings uitgewerkt van de basisregistraties en SOR naar CityGML. Duidelijk is dat gedetailleerde 3D opslag kansen levert voor verbetering van de kwaliteit van de registraties, maar dat er grenzen zijn in verband met performance en beheerbaarheid. Voor de buitenruimte zijn in verband met watermanagement zeker meer details nodig. Ook dient CityGML met ondergronds infrastructuur te worden uitgebreid.
7. In het kader van de usecase watermanagement zijn flinke stappen gezet in de richting van een benodigde digital twin. Dit op basis van opwerking van 2D registraties naar 3D en de conversie van GWSW naar CityGML. Voor watermanagement in het bijzonder is meer detail nodig dan in het informatiemodel van de SOR voorzien is.
8. Het gegevensmodel van het Datafundament, gebaseerd op koppeling van de geo-kernregistraties en basisregistraties, maakt het mogelijk om bij een object in de verschillende gemeentelijke registraties, zowel de 3D en 2D geometrie als de bijbehorende beschrijvende gegevens in samenhang op te vragen, te analyseren en te corrigeren.
9. Het is gelukt een eerste versie van een begrippenmodel via Gemma Online toegankelijk te maken.
10. Er is met behulp van de GWSW-server een semantische analyse uitgevoerd van enkele belangrijke begrippen. Het is gebleken dat de diversiteit aan definities en terminologie groot is met alle consequenties voor communicatie en gegevensoverdracht van dien.
11. Een adequate 3D Registratie moet aan allerlei eisen voldoen. Deze variëren van gegevenskwaliteit tot het hebben van de juiste formaten, van het voldoen aan semantische standaarden tot aan tijdige beschikbaarheid. Het is lastig een compleet beeld van die eisen te verkrijgen.

### Aanbevelingen

1. Werk met voorrang het concept-informatiemodel T3D uit tot een volledig conceptueel informatiemodel.
2. Doe nader onderzoek naar de mogelijke integratie van IMBOR in CityGML, hetzij direct in de standaard (via advisering aan de OGC), hetzij door realisatie van een IMBOR-ADE.
3. Doe nader theoretisch en experimenteel onderzoek naar de op te nemen detailgegevens in enerzijds het stadsmodel en anderzijds daaraan gekoppelde gebouwmodellen en de modellering daarvan.
4. Specificeer texturering in het informatiemodel nader. Werk aan afstemming van terminologie met CityGML.

5. Specificeer de op te nemen metadata nader, mede vanuit een kwaliteitskader voor 3D gegevens, en bepaal welke metadata opgenomen moeten worden in het stadsmodel zelf en welke dynamisch gekoppeld moeten worden.
6. Zie CityGML als dé standaard voor implementatie van het informatiemodel en werk aan de uitwerking door de ontwikkeling van technische implementaties, door het nemen van een proactieve rol in de ontwikkeling van de standaard, de verbetering van de kwaliteit van de inwinmodellen (zoals BIM) en de vertaling daarvan naar CityGML en stel centraal hulpmiddelen voor gemeenten beschikbaar om een 3D stads- en regiomodel op te bouwen en te onderhouden.
7. Werk het voor watermanagement benodigde detailniveau van de buitenruimte verder uit. Zorg dat het ook geschikt wordt voor andere toepassingen.
8. Maak het datafundament landelijk toegankelijk als hulpmiddel voor data-analyse en -verbetering.
9. Completeer het begrippenmodel op Gemma Online en stel dit als ontologie in RDF/OWL beschikbaar.
10. Verbreed en verdiep de semantische analyse van T3D-begrippen en beproef deze met PoC's. Werk daarbij samen met initiatieven zoals Common Ground en CB-NL.
11. Vat de eisen die Registratie stelt aan Inwinning samen op een vergelijkbare manier als een ILS dat doet voor inwinningsgegevens. De basis voor zo'n eisenspecificatie wordt gelegd door:
  - conceptueel informatiemodel;
  - logisch en technisch gegevensmodel met daaruit voortvloeiende consequenties voor formaten e.d.;
  - kwaliteitseisen.

## 6. Inwinning

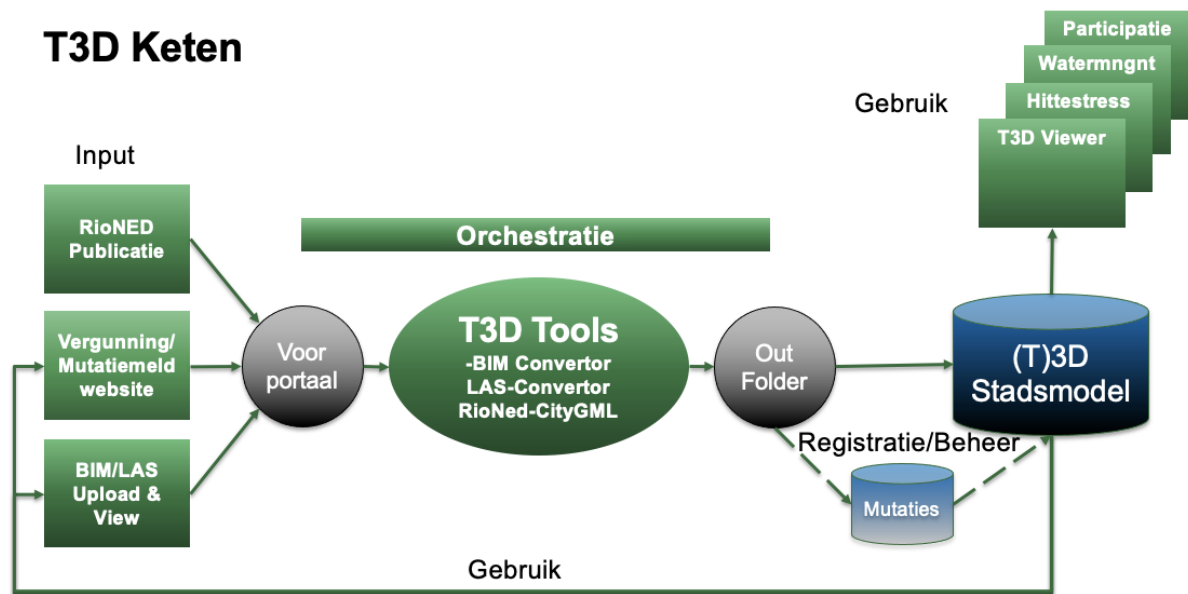
In het spoor Inwinning zijn de volgende stappen in de keten aan de orde:

- Inwinnen** Het door waarneming vanuit de werkelijkheid of uitvraag aan burgers en bedrijven vanuit werkprocessen beschikbaar maken van gegevens over objecten en/of eigenschappen daarvan in een gegevensbron.
- Samenstellen** Het combineren van objectgegevens tot een samenhangende beschrijving conform hetgeen daarover is bepaald in inhoudelijke criteria en kwaliteitseisen aan de objectenregistratie.
- Onderzoeken** Het analyseren van een mogelijk onjuist gegeven in de registratie naar aanleiding van een terugmelding. Na het verzamelen van aanvullende gegevens kan het al dan niet nodig zijn gegevens in de registratie aan te passen.

In het programmaspoor Inwinning zijn een zestal workflows voor de inwinning en verwerking van 3D informatie naar te registreren 3D objectinformatie onderzocht<sup>14</sup>:

1. Vergunningverlening/ Mutatiemelding (CityJSON)
2. Bouwwerkinformatiemodellen (BIM)
3. Puntenwolken (LiDAR)
4. Datavergelijking Puntenwolken – Bouwwerkinformatiemodellen (LiDAR-BIM)
5. Splittingstekeningen (2D PDF)
6. Rioleringsobjecten

Deze workflows zijn onderdelen van de inwinningsketen, die op haar beurt een onderdeel is van de T3D-keten, zoals weergegeven in figuur 43. De orkestratie van die inwinningsketen is behandeld als onderdeel van de proefopstelling in hoofdstuk 3.



Figuur 43. T3D Keten als cyclus van inwinning, beheer en gebruik van 3D gegevens.

<sup>14</sup> Tussen haakjes de benaming als technische term; zie de bijlage 'Technologie' voor een toelichting

Bij gebouwen is specifiek aandacht besteed aan het inwinnen van 3D informatie over de binnenkant (de indeling) om onder andere te voorzien in de informatiebehoefte voor WOZ-taxatie en Vergunningen & Toezicht. Zie voor een uitgebreide beschrijving het rapport 'T3D Usecase (binnenkant) Gebouwen' [9].

In de volgende paragrafen komen eerst de genoemde workflows aan de orde (paragraaf 6.1 t/m 6.6). Vervolgens wordt aandacht besteed aan een extra onderzoek, namelijk naar de inzet van beeldmateriaal (par. 6.7). Als input voor en als resultaat van de beproevingen zijn een aantal datasets tot stand gebracht. Deze worden behandeld in paragraaf 6.8. Daarna wordt de specifiek voor inwinning ingerichte viewer besproken (par. 6.9). Een concreet resultaat van alle inspanningen is een Informatieveringsspecificatie (ILS) voor de inwinning van BIM-modellen. Deze wordt behandeld in paragraaf 6.10, gevolgd door een toepassing van de ILS op huisnummerbesluiten in paragraaf 6.11. Het hoofdstuk wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen par. 6.12).

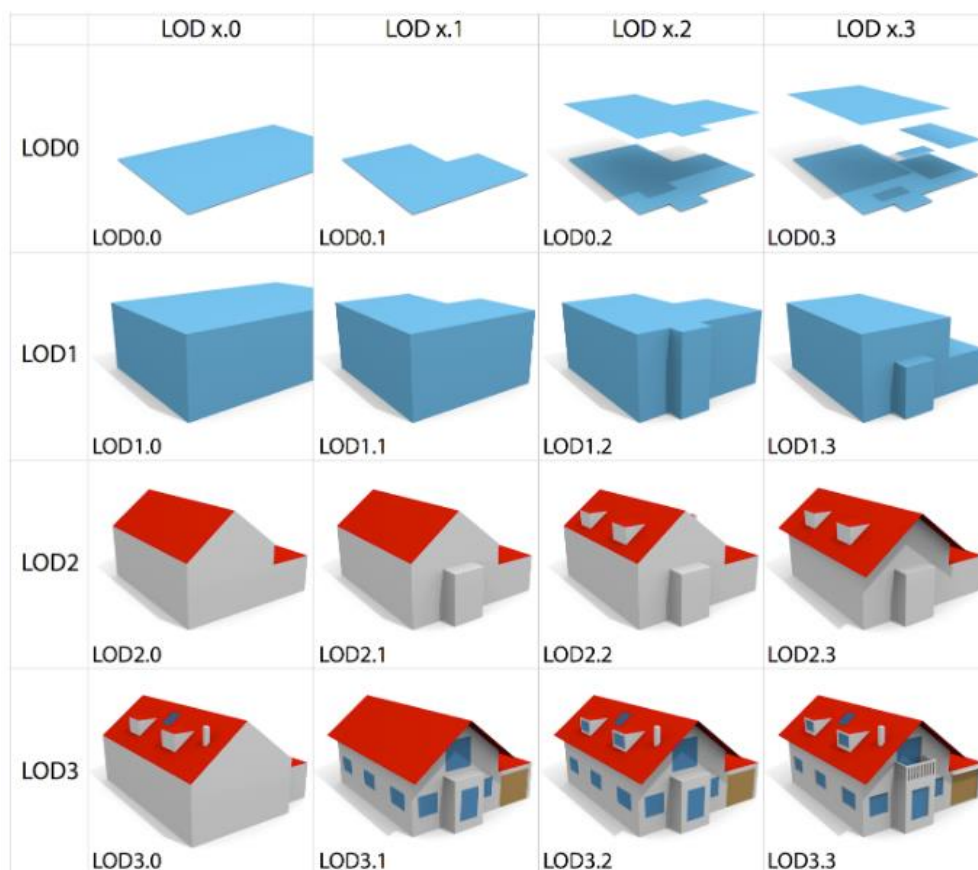
## 6.1 Vergunningverlening/ Mutatiemelding (CityJSON)

### *Transformator Sketchup-CityGML ('Sketchup Converter')*

De gemeente Amsterdam heeft met de proefopstelling voor de vergunningchecker onderzocht hoe 3D modellen kunnen worden ingewonnen. Om de nieuwe geometrie te kunnen registreren moet het in te winnen 3D model voldoen aan een formaat dat geschikt is voor de 3D Registratie. Gekozen is voor het CityJSON 1.0 formaat, dat zowel in de de Unity-viewer als de Cesium CityJSON-viewer te gebruiken is. Het te muteren CityJSON-model wordt in de proefopstelling van de T3D-keten vanuit de vergunningchecker naar de orkestratietool gestuurd en direct bijgewerkt in de bron. In de definitieve oplossing dient het object uiteraard eerst naar de 3D-beheeromgeving gestuurd te worden ter verwerking in de bron. De nieuwe geometrie van de uitbouw én het bestaande pand worden in één CityJSON-bestand geëxporteerd. Via een API wordt een verbinding gemaakt tussen de versturende en ontvangende applicatie van het CityJSON-object. Een aandachtspunt is nog het LOD: de nieuwe geometrie heeft LOD-3, terwijl de bestaande geometrie een combinatie is van LOD-0, LOD-1 en LOD-2 (zie figuur 44 voor de LOD levels).

### *Geometrie-CityJSON Exporter*

Om nieuwe geometrie in te tekenen en via de viewer te kunnen versturen is door de gemeente Amsterdam een CityJSON exporter ontwikkeld. Deze is onderdeel van de CityJSON visualiser & Exporter, waarmee CityJSON-bestanden in Unity ingelezen, gevisualiseerd, interactief gemaakt, bewerkt en vervolgens weer geëxporteerd kunnen worden. De Geometrie-CityJSON Exporter zet de bewerkte Unity-bestanden om naar CityJSON-bestanden, die aan de dataorkestrator worden aangeboden voor verdere verwerking.



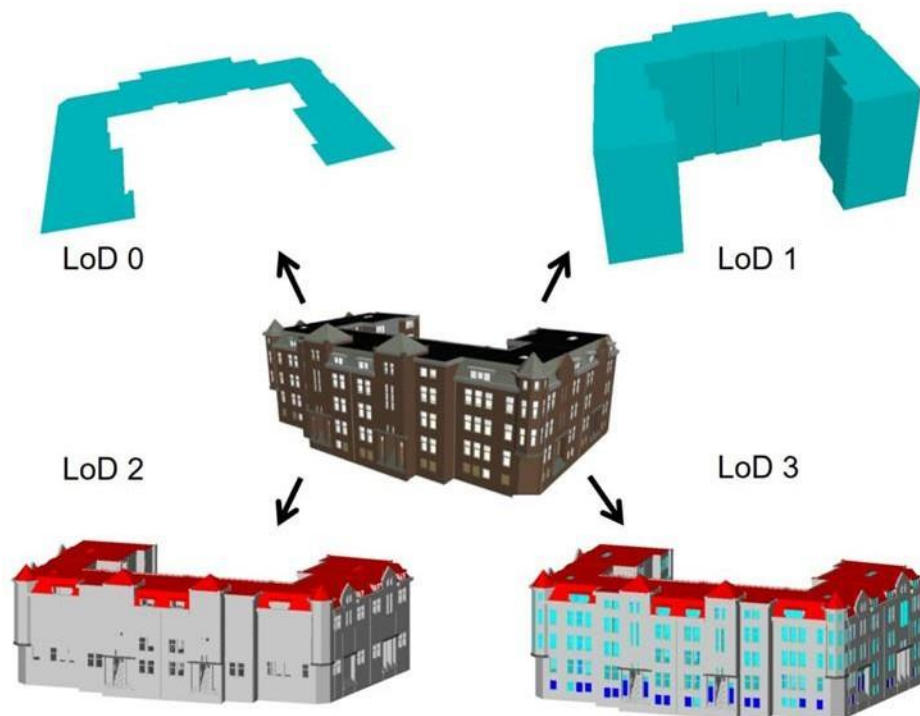
Figuur 44. Levels of Detail (bron: TU Delft)

## 6.2 Bouwwerkinformatiemodellen (BIM)

De gemeente Den Haag heeft samen met Future Insight een PoC uitgevoerd die resulteerde in een opzet voor een BIM-verwerkingsmodule [09] op basis van het BIM-uitwisselformaat IFC en de informatieleveringsspecificatie Basis-ILS van BIM Iloket. Deze module bestaat uit:

1. Een (gedeeltelijke) transformatie van IFC naar CityGML van de betrokken objecten.
2. Een kwaliteitscontrole van IFC-bestanden.
3. Visualisatie van de resultaten.
4. Service die meetwaarden volgens NEN 2580 (meetinstructie oppervlakten) uit BIM-modellen aanlevert.
5. Een online interface, met functies en data die ook benaderbaar zijn via een webservice, en die het mogelijk maakt om IFC-bestanden te uploaden.

In Figuur 45 is een voorbeeld te zien van de wijze waarop objectgegevens uit een IFC-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 Figuur 46.



*Figuur 45. Van IFC naar 3D-object in CityGML (verschillende LOD's)*

De conversieservice is specifiek voor de gemeente Den Haag geconfigureerd binnen het online Clearly.BIM-platform van Future Insight. Tevens is aan de service een grafische user interface toegevoegd, gericht op het krijgen van zicht op de kwaliteit van de BIM-modellen en op de vergelijking van de IFC's en de conversieresultaten in CityGML. De essentiële functionaliteiten zijn tevens te benaderen via open API calls.

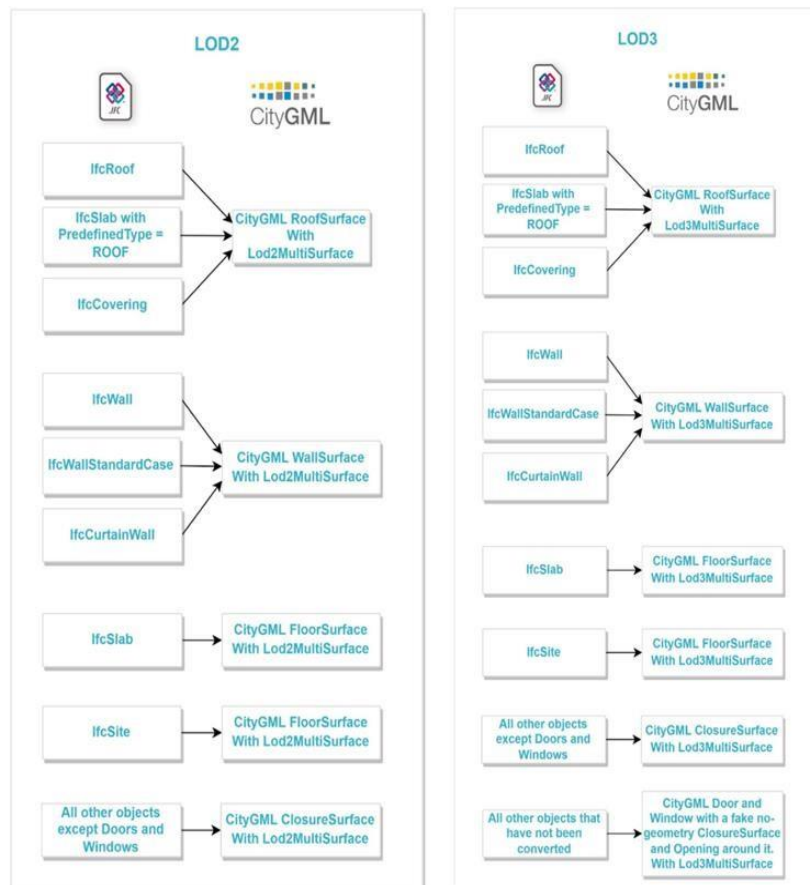
De PoC heeft de volgende inzichten opgeleverd:

1. Vertaling van het IFC-model naar het CityGML-model is zeer goed mogelijk, echter niet voor alle gedetailleerde objectdata.
2. De huidige in het onderzoek gebruikte standaard informatieleveringsspecificaties (ILS) van het BIM-loket en de woningcorporaties (Aedes) bieden nog te veel interpretatieruimte.
3. De structuur van aangeleverde BIM-modellen verschilt nog te veel.
4. Bepaling van de waarden die nodig zijn voor de WOZ-taxatie in de gekozen usecase, stelt extra eisen aan de informatieleveringsspecificatie (ILS).
5. CityGML 2.0 biedt nog geen mogelijkheid voor de vastlegging van de binnenkant van gebouwen. Een mapping naar CityGML versie 3.0 is vereist.

Uit de PoC werd geconcludeerd dat voor conversie naar CityGML aan een IFC-bestand de volgende eisen gesteld moeten worden:

1. Ruimten
  - 1.1. Het model moet IfcSpaces bevatten met een realistische geometrie.
  - 1.2. De objecten in het IFC model moeten geometry bevatten.
  - 1.3. De GeoLocatie dient op de juiste manier in het IFC-bestand opgeslagen te zijn.

- 1.4. Het IFC-model dient te specificeren of muren dragend zijn.
2. Er moet een mogelijkheid zijn om appartementen te identificeren.
3. Er moet een mogelijkheid zijn om panden te identificeren
4. Er moet tenminste 1 IfcProject, 1 IfcSite en 1 IfcBuilding in het model zitten
5. Functies van ruimten dienen gespecificeerd te zijn.



Figuur 46. Voorbeeld mapping IFC naar CityGML 2.0 en CityGML 3.0

Op basis van deze bevindingen is de ILS Inwinning nader uitgewerkt (zie hierna paragraaf 6.10) en is in samenwerking met architecten een BIM-model aan de aangescherpte ILS getoetst met behulp van een usecase Huisnummerbesluit (zie hierna paragraaf 6.11).

In de toekomst zou in samenwerking met het programma Digitaal Stelsel Gebouwde Omgeving (DSGO) onderzocht moeten worden hoe de T3D-keten gekoppeld kan worden aan het bredere keten-landschap van de sector Gebouwde omgeving.

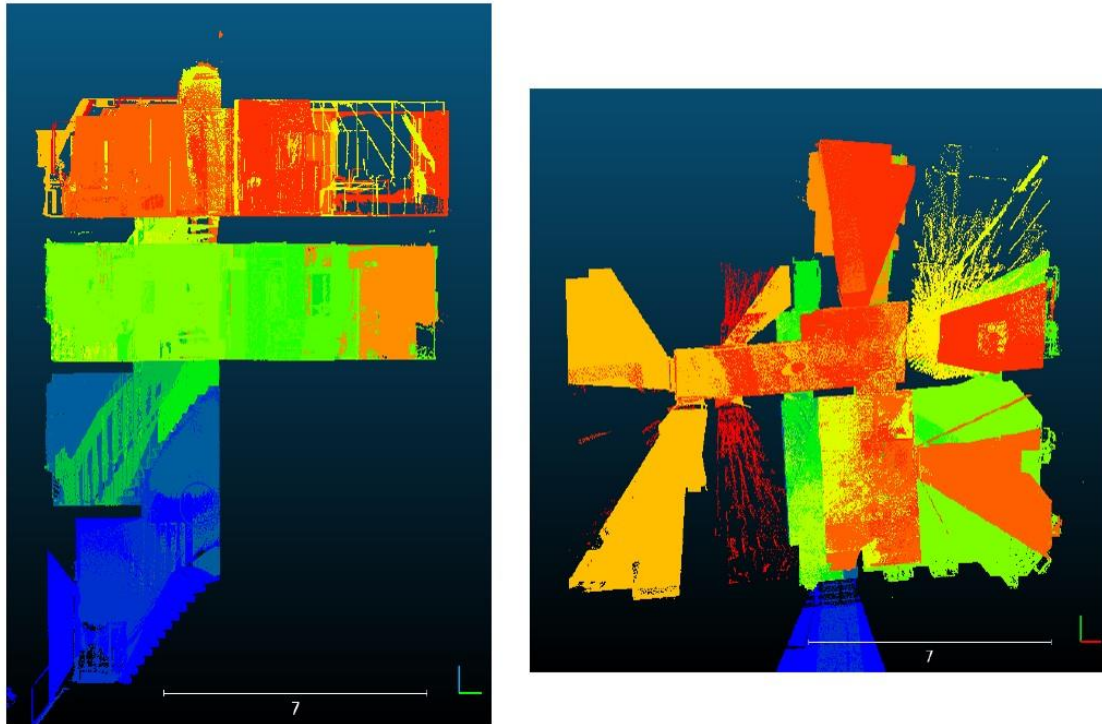
Voor de details zie de rapportage van Future Insight [53].

## 6.3 Puntenwolken (LiDAR)

Er is onderzocht of LiDARtools helpen om in de informatiebehoefte van WOZ-taxatie en Vergunningen & Toezicht te voorzien en om de ingewonnen objecten in de juiste vorm aan te bieden aan een 3D objectenregistratie. De rapportage van CGI is te vinden in [50]. Een korte beschrijving van de technologie LiDAR is te vinden in bijlage 3.

### Verwerkingsmodule LiDAR

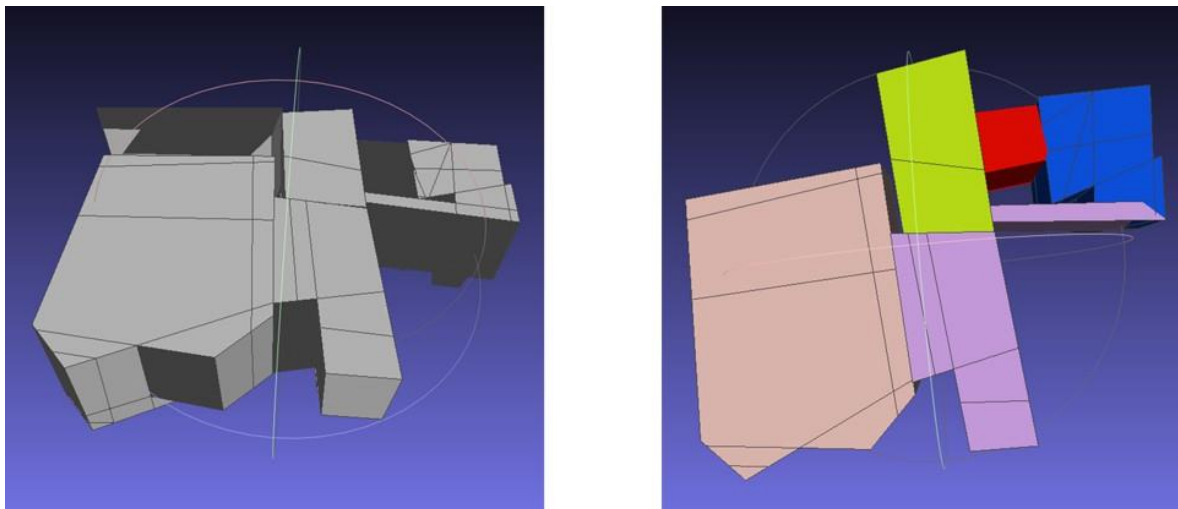
In het T3D-project LiDAR is een ingewonnen puntenwolk van een woongebouw onderzocht op de mogelijkheid automatisch afmetingen van en binnenin gebouwen te bepalen ten behoeve van WOZ-taxatie. Zie figuur 47.



Figuur 47. Links een zijaanzicht, en rechts een bovenaanzicht van de puntenwolk (bron:CGI [50])

Samen met CGI en Readar 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.
3. Uitvoer: het resultaat wordt vertaald naar een IFC-bestand met 3D objecten en een rapportage van de oppervlakten en volumens van de ruimten.



Figuur 48. Detectie ruimten vóór en na handmatige bewerking. (bron: CGI [50])

Het resultaat van het reconstrueren van de ruimten in stap 2 is weergegeven in figuur 48 links vóór en rechts na handmatige bewerking. 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.

### **Bevindingen**

De verwerkingsmodule is in staat een puntenwolk in ongeveer 20 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.

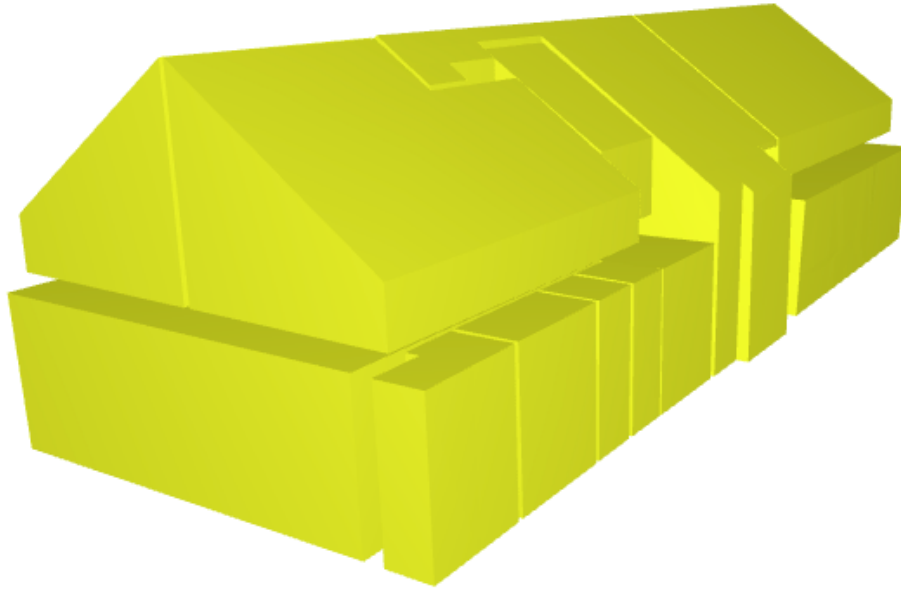
Niet alle gebouwcomponenten zijn gemakkelijk te bepalen vanuit een puntenwolk, onder meer omdat extra semantische informatie nodig is. Neem bijvoorbeeld het verschil tussen een dragende en een niet-dragende muur. Andere gebouwcomponenten lenen zich echter wel voor detectie uit een puntenwolk, zoals Voetafdruk Pand en Toegangsdeur Pand.

### **Transformator LiDAR-CityGML**

De gemeente Amsterdam heeft de PoC van de gemeente Den Haag verder verbeterd en uitgebreid [76]. De volgende verbeteringen zijn gerealiseerd:

1. De verbeterde code is robuuster in het splitsen van verdiepingen en kamers en kan omgaan met schuine daken.
2. De losse componenten zijn samengevoegd in één enkele pipeline, met als invoer een 3D puntenwolk en als uitvoer een 3D model.
3. Het 3D model wordt nu automatisch opgeslagen in CityJSON formaat.

De resultaten zijn te vinden in een [GitHub repository](#). De applicatie is ontwikkeld door Falke Boskijon.



*Figuur 49. Verbeterd resultaat LiDAR-CityGML.*

### **Conclusie**

Het is mogelijk om geautomatiseerd vanuit een 3D puntenwolk van de binnenruimte van een (woon)huis een 3D model te genereren dat gebruikt kan worden voor visualisatie en registratie van vloeroppervlak en inhoud. In veel gevallen gaat dit volledig zonder tussenkomst van de gebruiker, maar in uitzonderingsgevallen moeten er nog correcties doorgevoerd worden in het 3D model.

### **Aanbevelingen**

Om optimale resultaten te realiseren moet de puntenwolk aan een aantal minimale eisen voldoen:

1. Kamers dienen volledig gescand te zijn, zonder obstructies, die muren geheel of gedeeltelijk onzichtbaar doen zijn.
2. Open deuren kunnen een probleem vormen wanneer deze een groot deel van de muur in beslag nemen, het algoritme kan dan geen model van de betreffende muur maken.
3. Om het 3D model automatisch op de juiste werkelijke locatie te plaatsen moet de puntenwolk een georeferentie hebben.

Details zijn te vinden in de rapportage van Falke Boskijon [60].

## 6.4 Datavergelijking Puntenwolken – Bouwwerkinformatiemo- dellen (LiDAR-BIM)

### *Verschil-analysator BIM-LiDAR*

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. 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:

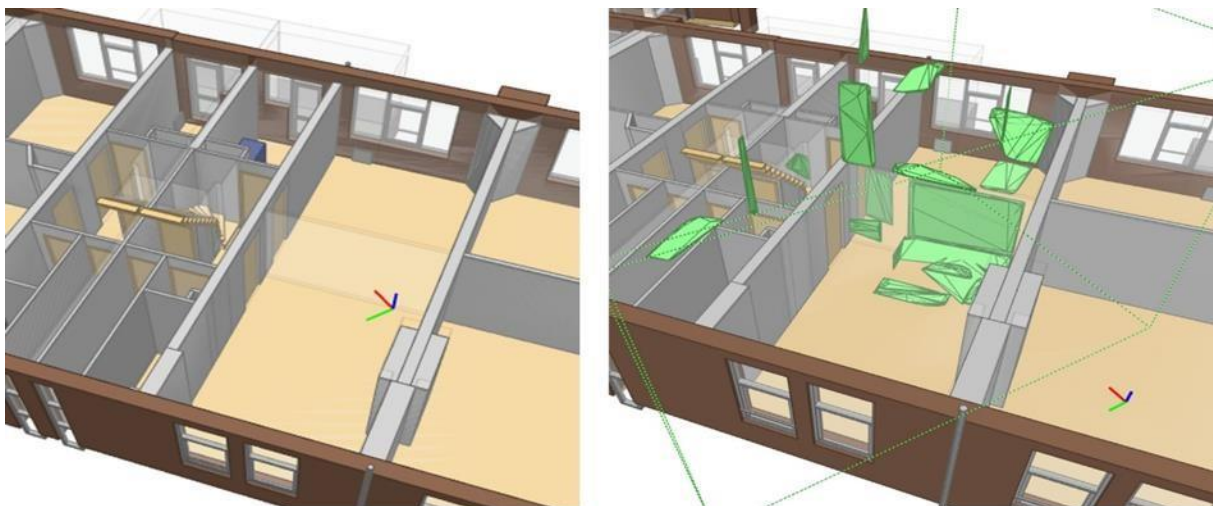
- Bepaling van wat in de puntenwolk zit en niet in het BIM-model.
- Bepaling van wat in het BIM-model zit en niet in de puntenwolk.

De rapportage van CGI over dit project is te vinden in [28].

### *Berekening van wat in de puntenwolk zit en 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 uitgefilterd. Daarna worden, van de van het BIM-model afwijkende punten, 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 50. Het is zichtbaar dat de wand is gedetecteerd.

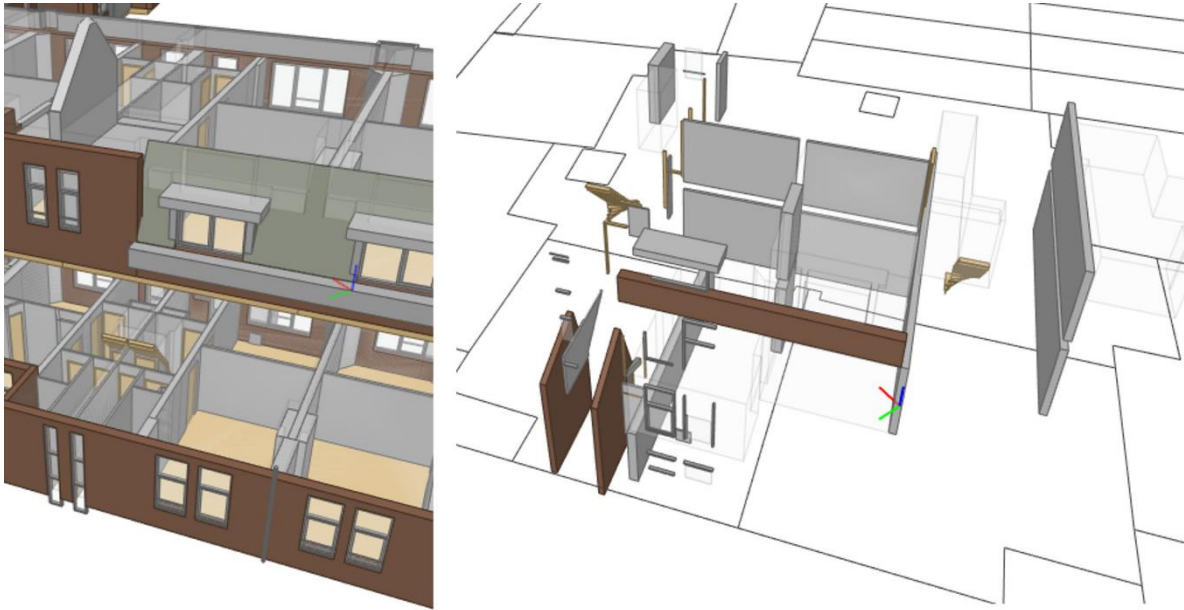


*Figuur 50. Links: BIM-model zonder scheidingswand. Rechts: het verschil puntenwolk ten opzichte van het BIM-model als IFC-bestand.*

### Berekening van wat in het BIM-model zit en 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 51. Uiteindelijk zijn alle IFC-objecten die nog geen overeenkomstig punt hebben in de puntenwolk, overgebleven. De verwijderde wand en andere ont-



Figuur 51. Links het originele BIM-model, en rechts de resterende BIM-objecten van het BIM-model die niet aanwezig zijn in de puntenwolk (bron: CGI [28])

brekende 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. In het geval van de vergelijking puntenwolk met BIM zou in de toekomst nog onderscheid gemaakt kunnen worden tussen inrichtings-elementen 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 van nu 30 minuten.

## 6.5 Splitsingstekeningen (PDF2GIS)

In Rotterdam zijn kadastrale appartementsrechttekeningen vertaald naar CityGML en is gewerkt aan het plaatsen van die objecten in de 3D omgeving, in casu het huidige 3D stadsmodel van Rotterdam. Tevens zijn in de appartementsgebouwen per bouwlaag de verblijfsobjecten afgeleid uit een positiebepaling van de geometrieën van de huisnummeraanduidingen. Hierbij werd voortgebouwd op een eerdere pilot van de gemeente Den Haag. Er is afgerond met een voorbeeld waarin aan verblijfsobjecten attributen uit verschillende registraties worden gekoppeld en integraal worden weergegeven.

Daarnaast is er een thematische weergave voor het gebouw gemaakt, waarin de verblijfsobjecten volgens de functie worden getoond. De software die gebruikt wordt is van Coders Co. Zie figuur 52 voor het resultaat.

Aanbevolen wordt de succesvol afgeronde PoC te vervolgen met:

- een implementatie van de resultaten in CityGML 3 teneinde de betreffende gebouwen correct en conform standaarden te modelleren;
- contacten te leggen met woningcorporaties om objecten, waarvoor geen tekeningen beschikbaar zijn, om te zetten naar 3D Geo.

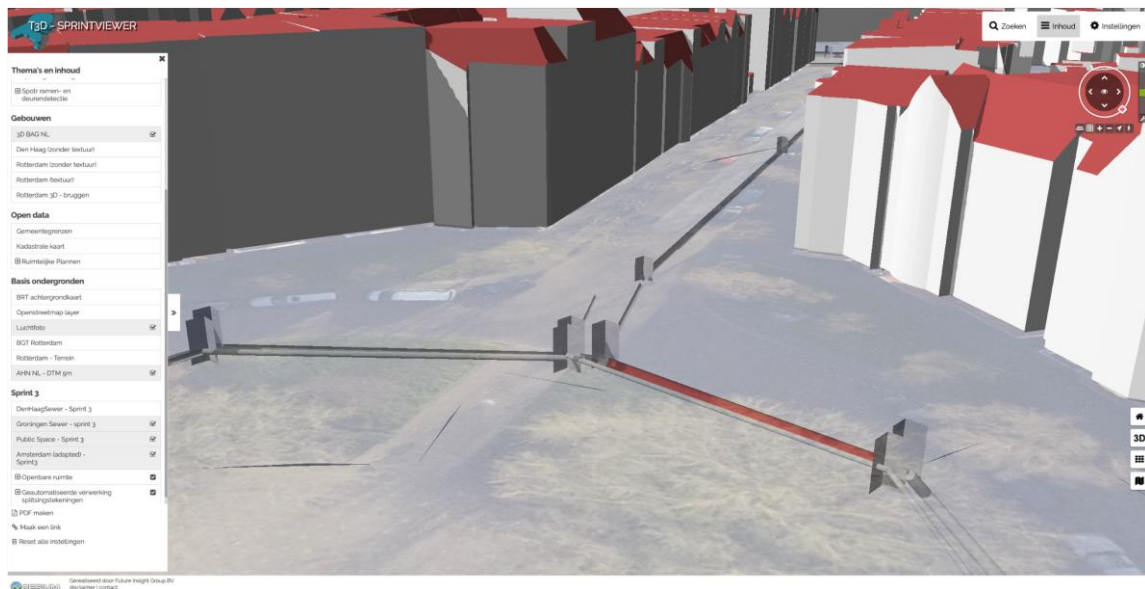


Figuur 52. Appartementengebouw in 3D op basis van PDF2GIS

## 6.6 Rioleringsobjecten

Voor watermanagement in een 3D geo-omgeving is een werkende keten van inwinning en verwerking van 3D riooldata ingericht (figuur 53 illustreert dat). Voor deze workflow worden bestaande 2D riooldata opgewerkt naar 3D rioleringsobjecten in CityGML op basis van de gegevensstandaard Gegevenswoordenboek Stedelijk Water (GWSW). De opgebouwde data zijn ingezet voor analyse en simulatie van wateroverlast. Het resultaat is een laagdrempelige gebruikersomgeving voor watermanagement op straatniveau in een 3D stadsmodel.

Aandachtspunt is dat een echte integratie in CityGML niet mogelijk is, omdat kabels en leidingen daarin niet ondersteund worden. In de gerealiseerde oplossing worden 'Generic Objects' gebruikt. Een nettere oplossing is het maken van een ADE. Zie paragraaf 6.4 voor een uitgebreidere behandeling van dit onderwerp.



Figuur 53. Voorbeeld 3D Riolering

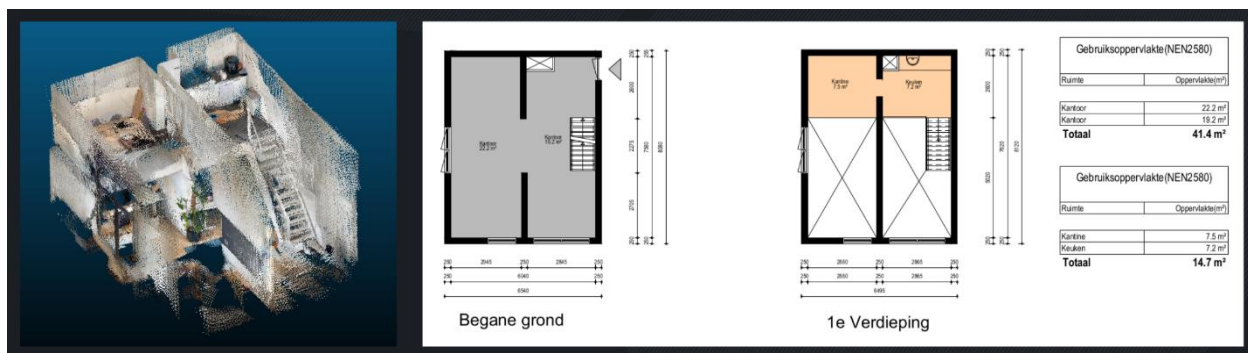
## 6.7 Beeldmateriaal

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. Hier toe is een project uitgevoerd door Readar [48].

### Procedure

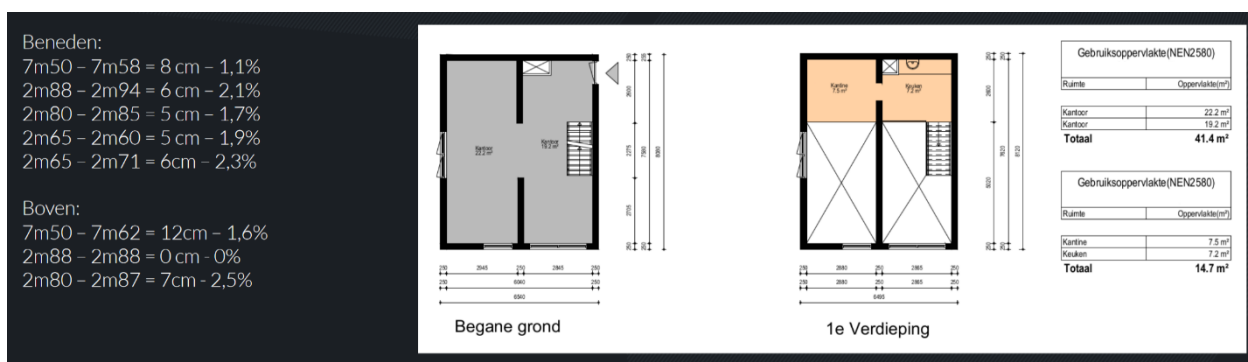
De procedure omvatte (zie de figuren 54 en 55):

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. Een keuze voor een definitieve methode en instellingen zal moeten plaatsvinden op basis van een grotere door de pandbrigade in te winnen dataset.
3. Vertaling van de puntenwolk naar plattegronden.  
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.



Figuur 54. Omzetting van puntenwolk naar plattegrond

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



Figuur 55. Vergelijking van berekende en ingemeten resultaten

## Conclusie

De nauwkeurigheid van het resultaat (1 à 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.

## Aanbevelingen

1. Workflow:
  - 1.1. 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.
  - 1.2. Zet de puntenwolk met behulp van de ontwikkelde software om naar een PDF-plattegrond
  - 1.3. 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 toevoeging van extra elementen zoals ramen en deuren aan de inwinning, classificatie en vectorisering.

## 6.8 Datasets inwinning

De gemeente Den Haag heeft van een vijftal panden datasets opgeleverd, bestaande uit puntenwolk-metingen en BIM-modellen, ten behoeve van de toetsing aan de T3D-ILS.

Van elk product is beschreven waar dit gesitueerd is met behulp van RD-referentiepunten en hoogten. Bovendien is van elk object een impressie van het BIM-model toegevoegd. Doordat de panden variëren in grootte, complexiteit en functie kon de ILS breed getoetst worden.

De puntenwolkmetingen zijn gedaan met een mobiele laserscanner. De BIM-modellen zijn geconstrueerd vanuit 2D-bouwtekeningen<sup>15</sup>.

Per object worden vastgelegd

- Identificatie
- Hoofdadres (j/n)
- Adres
- Type (bijvoorbeeld 'Verblijfsobject')
- Gebruiksdoelen (bijvoorbeeld 'woonfunctie')
- Oppervlakte (m2)
- Pandidentificatie
- Plattegrond (bron?) RD-waarden perceel; NAP-waarde dakrand, nokhoogte.
- Impressie BIM-model.

Zie figuur 56 voor een impressie.



*Figuur 56. Impressie BIM Stadskwekerij Den Haag*

De modellen kunnen gedownload worden via een link op het T3D-[kennisportaal](#).

### **Conclusies**

1. Het is mogelijk om data van panden in te winnen door middel van een (mobiele) laserscanner. Het is nog steeds noodzakelijk om achteraf na het scannen van een pand/object de nodige werkzaamheden handmatig uit te voeren.

---

<sup>15</sup> Die bouwtekeningen moeten daartoe wel geschikt voor zijn. Eisen ervoor zijn opgesteld

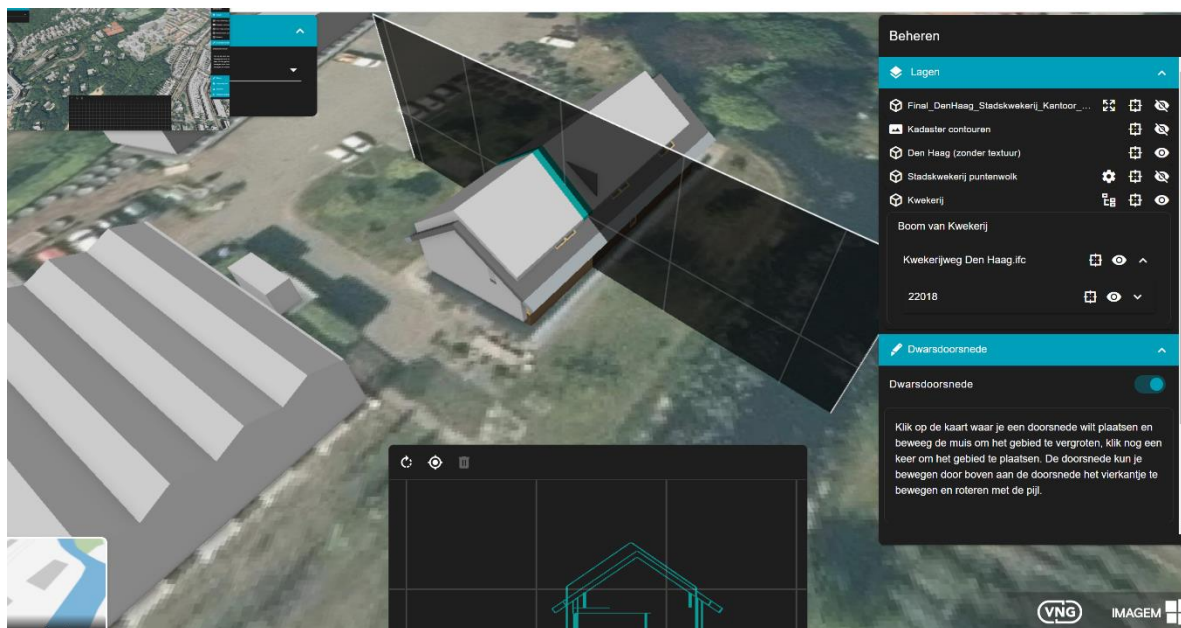
2. Het is mogelijk een BIM-model te maken van een bestaand of nieuw pand met behulp van bouwtekeningen in PDF. Deze tekeningen dienen wel aan een aantal eisen te voldoen. Verder moet rekening gehouden worden met auteurswet en AVG.
3. De gevraagde criteria zijn voor alle typen en grootten panden toepasbaar.

### Aanbevelingen

1. Onderzoek als gemeente aan welke voorwaarden BIM-modellen moeten voldoen zodat ze gebruikt kunnen worden voor toetsing na de oplevering van het bouwwerk.
2. Inventariseer – om dubbel werk te voorkomen - beschikbare BIM-modellen binnen de gemeente.
3. Stel vooraf vast welke gegevens van een pand openbaar gemaakt mogen worden.

## 6.9 T3D viewer

In opdracht van de gemeente Den Haag is door Igem een oplossing ontwikkeld voor het laden en viewen van IFC- en LAS-bestanden. Na visuele controle worden ze ter verwerking aangeboden aan de keten. Figuur 57 illustreert deze functionaliteit.



Figuur 37. T3D viewer Inwinning

## 6.10 ILS Inwinning

Een Informatieleveringsspecificatie ofwel ILS is een – veelal contractueel vastgelegde - specificatie van de informatie die tussen partijen in het ontwerp-, bouw- en beheerproces over de betrokken bouwwerken wordt uitgewisseld. In principe kan een ILS op alle typen ingewonnen objecten van toepassing zijn. Hier concentreren we ons op BIM-modellen, omdat daarbij voortgebouwd kan worden op bestaande ILS-standaarden. Vandaaruit kunnen later Informatieleveringsspecificaties voor andere objecttypen zoals puntenwolken ontwikkeld worden.

Door marktpartijen in gemeentelijke werkprocessen in te zetten BIM-modellen moeten aan bepaalde eisen voldoen. In een project van de gemeente Den Haag zijn die eisen geformuleerd met als

uitgangspunt de bestaande in de gebouwde omgevingssector gehanteerde standaarden. De relevante standaard is hier de BIM basis ILS (Informatieleveringsspecificatie) [29]. Door ROOT is een handreiking opgesteld voor de aspecten, waarin de gemeente Den Haag afwijkt van deze standaard of deze verder specificeert [54]. Daarbij is uitgegaan van de Aedes ILS [56].

### BIM Basis ILS

De BIM Basis ILS specificeert op een heel duidelijke en communicatieve wijze de eisen aan BIM-modellen, uitgaande van de principes uitwisselbaarheid, gestructureerdheid, correctheid, volledigheid en herbruikbaarheid [29]. De eisen zijn gerubriceerd naar:



1. Waarom we informatie uitwisselen: dit betreft met name eenduidigheid en efficiënt en effectief (her)gebruik.
2. Hoe we informatie uitwisselen: gebruik de open standaard IFC en niets anders!
3. Wat we afspreken over eenduidig uitwisselen: dit gaat over naamgeving, positionering, classificatie, en dergelijke.
4. Welke informatie minimaal nodig is in één van de aspectmodellen: afspraken over informatielevering met betrekking tot ruimten, installaties, materialen, enzovoorts.

Voor rubriek 3 is een uitgebreide aanscherping ontwikkeld.

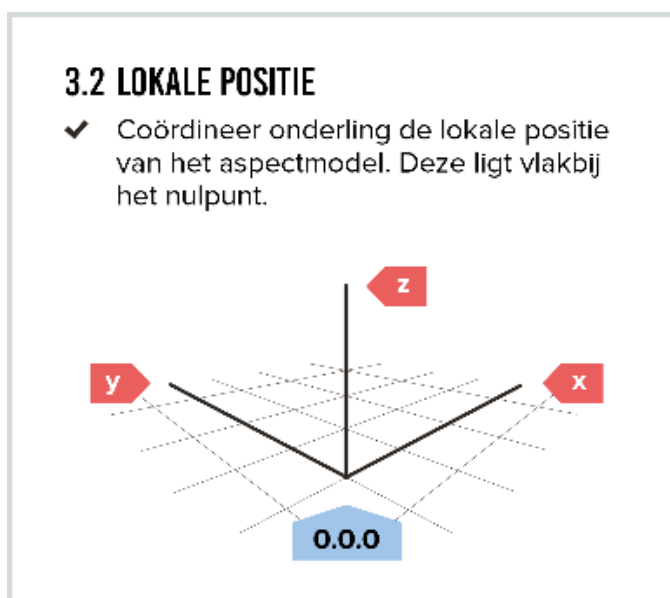
Belangrijk om op te merken is dat er handleidingen beschikbaar zijn voor alle veel gebruikte softwarepakketten én handleidingen, waarmee getoetst kan worden of aan de BIM Basis ILS voldaan wordt.

De BIM Basis ILS wordt beheerd door enthousiaste professionals, die vanuit verschillende groepen samenwerken: beheercommissie, expertcommissie, toepassingscommissie en een klankbordgroep.

### Aanvullingen op de BIM Basis ILS

De gemeente Den Haag en ROOT stellen de volgende aanvullingen en nadere specificaties voor.

1. Lokale positie (BimBasisILS rubriek 3.2)



De BIM Basis ILS specificeert een nulpunt als coördinatiehulpmiddel voor de positie van alle aspectmodellen. Aanvullend specificeert ILS Den Haag:

- de locatiewaarden van de IfcSite dienen overeen te komen met de geolocatie van het nulpunt;
- het bouwwerk dient op de juiste wijze noord-zuid georiënteerd te zijn;
- het bouwwerk ligt in het eerste kwadrant (alle locatiecoördinaten zijn dan positief).

## 2. Structuur en naamgeving (BimBasisILS rubriek 3.5)

Volgens de BIM Basis ILS zouden objecttypen uniek aan objecten toegewezen kunnen worden op basis van de combinatie Name en Type. Er is echter meer standaardisatie in de termen voor Property's nodig.

## 3. Gebruik BimBasisILS PropertySets (rubriek 3.7)

Voor het vastleggen van specifieke property's van de gemeente Den Haag dient gebruik gemaakt te worden van de UserDefinedPset met de naam 'ILS'.

## 4. Ruimten (BimBasisILS rubriek 4.1)

Volgens de BIM Basis ILS wordt een ruimte een IfcSpace en een groep van ruimten een IfcZone. Toe te voegen volgens de gemeente den Haag:

- gebruiksoppervlakteclassificatie (conform WOZ)
- gebruiksfunctie (conform Bouwbesluit)
- algemene ruimte (in complexen; j/n)
- overdekt (j/n)

## 5. Projectspecifiek (BimBasisILS rubriek 4.8)

Toevoeging EenheidId ten behoeve van een extra kenmerk om gebouwobjecten in een model te groeperen (bouwnummer, verblijfsobject, enzovoorts).

De gemeente Den Haag heeft een matrix gemaakt, waarin per Objecttype/IfcEntityClass de in het model op te nemen kenmerken (Eenheid, Oppervlakte, Draairichting, enzovoorts) zijn aangegeven [55]. Deze lijst hoort eigenlijk in een OTL thuis. Per kenmerk wordt een specificatie van het datatype gegeven.

### *Aanbevelingen/overwegingen*

Gemeente Den Haag en ROOT geven in overweging:

- Sluit aan bij de bestaande standaarden en maak de markt duidelijk dat je dat doet.

- Probeer voor de lijst met waarden voor Objecttype zoveel mogelijk aan te sluiten aan een bestaande standaard.
- Stel een toetsingsmechanisme beschikbaar aan de markt waarmee eenvoudig getoetst kan worden of de modellen voldoen aan de gevraagde voorwaarden.
- Ga geen handreikingen en tooling leveren voor native software, deze wil je als gemeente niet zelf samenstellen, laat staan onderhouden.
- Probeer marktpartijen te stimuleren zich aan de aanvulling op de Basis ILS te conformeren. . Kijk niettemin ook naar bepaalde manieren tot verplichting.
- Voor publicatie is het belangrijk te zijner tijd een opgeschoonde ILS aan te leveren.

De uitwerking van de ILS wordt ondersteund door de ervaringen met de Vergunningcontroleservice, die Rotterdam ontwikkeld heeft en die is besproken in hoofdstuk 4 (Gebruik). De vergunningcontroleservice vergt een aanscherping van de ILS. In het prototype is uitgegaan van de BIM basis ILS en de ILS Ontwerp & Engineering van het BIM-loket. Dit zijn extra kernmerken en details, maar bevat ook een specificatie van de geocoördinaten. In Rotterdam dient dit te gebeuren volgens het RD-stelsel (Netherlands RD New EPSG:28992) zonder afronding.

## 6.11 Huisnummerbesluit

De gemeente Den Haag heeft in samenwerking met Future Insight een PoC gerealiseerd om kwaliteitschecks uit te voeren op BIM-modellen op basis van een ILS. Deze checks worden doorvertaald naar een door computers te interpreteren structuur, de internationale BuildingSmart Information Delivery Checker (IDS), aangevuld met extra checks voor verblijfsobjecten gebaseerd op de BAG-beslisboom voor het afbakenen van verblijfsobjecten.

Er is gebruikgemaakt van een mapping van objecttypen naar IFC-entiteiten (Pand → IfcBuilding, Bouwlaag → IfcBuildingStorey, etc.). Na uitvoering van de checks zijn extra gegevens – BAGid, straatnaam, huisnummer en huisnummertoevoeging, postcode en woonplaats - aan het IFC-bestand toegevoegd. Deze gegevens worden vervolgens meegenomen in de CityGML-export ter invoering in het 3D stadsmodel. Daardoor worden appartementen individueel klikbaar en zoekbaar in dat stadsmodel.

### Bevindingen

De modellen zijn met succes getoetst aan de ILS, mede door de eisen uit de ILS eerst om te zetten in een IDS. Ook de validiteit van verblijfsobjecten kon bepaald worden, hoewel een nadere uitwerking, vooral van de naamgeving van de attributen nog nodig is. Nog lastig te automatiseren checks betreffen de functie van deuren (voordeur, toegangsdeur) en opstelplaatsen voor aanrechten e.d. Koppeling van adressen met CityGML lastig.

### Aanbevelingen

1. Denk als gemeente en VNG mee met de relevante standaardisatie-organisaties over invulling van de standaarden voor checks (IDS, ILS).
2. Werk de relatie met het toekennen van BAG-ID's aan verblijfsobjecten in het kader van BIM verder uit (toevoeging van extra kenmerk?).
3. Integreer de checks in de keten, plaats de verschillende checks op een logische plek.
4. Sluit de ILS aan op de BIM-praktijk.
5. Leg de ILS vast in inkoop- en/of vergunningvoorwaarden.

## 6.12 Conclusies en aanbevelingen

### Conclusies

1. Er zijn met redelijk succes softwareproducten ontwikkeld en ingericht voor de transformatie van SKP- en IFC-objecten. Wel zijn er diverse aandachtspunten, zoals:
  - de afstemming van de LOD van een uitbouw of aanbouw aan een pand en die van het pand zelf;
  - vertaling van IFC naar CityGML vergt meer standaardisatie in de BIM-modellen dan in de huidige situatie; hiertoe dient de ILS verscherpt te worden (hiermee is een begin gemaakt, zie hierna).
2. LiDAR - puntenwolken konden vertaald worden naar IFC. De objecten zijn bruikbaar voor berekening van oppervlakte en inhoud. Voor de vertaling van sommige componenten is extra semantiek nodig (bijvoorbeeld de dragendheid/niet-dragendheid van wanden).
3. LiDAR – puntenwolken zijn verder te transformeren naar CityGML/CityJSON. Dit gebeurt vrijwel geheel automatisch.
4. Het is in de basis mogelijk een automatische vergelijking te maken tussen een puntenwolk en een BIM-model van hetzelfde gebouw.
5. Het is goed mogelijk gebleken splitsingstekeningen in PDF te vertalen naar CityGML op een zodanige manier, dat aan verblijfsobjecten relevante objectinformatie gekoppeld en getoond kan worden.
6. Het is gelukt 3D riooldata in CityGML te genereren vanuit 2D registraties en GWSW. Aandachtspunt is dat een echte integratie in CityGML niet mogelijk is, omdat kabels en leidingen erin niet ondersteund worden.
7. De binnenzijde van gebouwen kon voor het doel (inspectie van panden) voldoende nauwkeurig in kaart gebracht worden door verwerking van normale foto's en videobeelden, gemaakt door telefoon of tablet.
8. T3D heeft kwalitatief goede en goed gedocumenteerde datasets opgeleverd, die gebruikt kunnen worden in verdere beproevingen.
9. Een belangrijk product van T3D-Inwinning is een ILS, waarin de al in de praktijk gebruikte ILS's van BIM Loket en Aedes uitgebreid zijn met specifiek voor 3D registratie benodigde specificaties. Deze hebben betrekking op georeferentie en vast te leggen kenmerken.
10. Uit een PoC met huisnummerbesluiten kon geconcludeerd worden dat BIM-modellen met succes, maar nog niet compleet, getoetst kunnen worden aan de ontwikkelde ILS.

### Aanbevelingen

1. Werk verder aan de transformatieproducten IFC-CityGML. Enerzijds door met behulp van experimenteren de bestaande oplossingen te verbeteren en anderzijds door analyse en afstemming van definities en de verankering daarvan in formaten en software.
2. Werk in samenwerking met DSGO de koppeling van de T3D-keten met het bredere ketenlandschap van de sector Gebouwde omgeving verder uit.
3. Optimaliseer de kwaliteit van inwinning met puntenwolken door scanning zonder obstructies en zorg dat de puntenwolken een georeferentie hebben.
4. Werk verder aan oplossingen voor vergelijking van BIM en puntenwolk door toevoeging van extra semantiek (zoals de functies van ruimten), vergroting van de punt dichtheid e.d.
5. Vervolg de PoC PDF2GIS in samenwerking met de woningcorporaties.
6. Werk aan een uitbreiding van CityGML met rioleringsobjecten.

7. Breid het in kaart brengen van de binnenzijde van gebouwen met behulp van scanning met telefoon of tablet uit. Laat de pandbrigade er systematisch praktijkervaring mee opdoen, gericht op verbetering van de specificaties en de procedure.
8. Stel de geproduceerde datasets beschikbaar voor alle gemeenten (is intussen gebeurd).
9. Probeer marktpartijen te stimuleren zich aan de aanvulling op de Basis ILS te conformeren. Stel onder meer toetsingsmechanisme beschikbaar aan de markt waarmee eenvoudig getoetst kan worden of de modellen voldoen aan de gevraagde voorwaarden. Kijk niettemin ook naar bepaalde manieren tot verplichting.
10. Verfijn de ontwikkelde ILS verder aan de hand van theorie en praktijk. Denk mee met de relevante standaardisatie-organisaties.

## 7. Samenhang in landelijk verband

In het programma T3D is specifiek invulling gegeven aan de samenhang, verbreding en borging van de voorgestelde oplossingsrichtingen (de T3D-producten) in landelijk verband. Specifiek, omdat dit een nadrukkelijk andere invalshoek betreft dan die van het realiseren van de **inhoudelijke** samenhang van deze producten binnen een keten van inwinnen, registreren en gebruiken van 3D geo-informatie. Binnen het programma werd hiervoor een apart spoor ingericht, waarvoor de verantwoordelijkheid lag bij de VNG.

Beide invalshoeken staan niet los van elkaar: de aansluiting op landelijke ontwikkelingen resulteert in borging van de T3D-producten en de doorontwikkeling ervan na oplevering van het programma.

Hierna gaan we in op de belangrijkste resultaten in het kader van de samenhang in landelijk verband.

### 7.1 3D Ketenontwerp

Als resultaat van fase 1 van het programma is een [3D ketenontwerp](#) opgeleverd [2]. Het 3D ketenontwerp vormde het uitgangspunt voor de inrichting van de proefopstelling voor de 3D keten in fase 2 en 3 van het programma Totaal Driedimensionaal. Aan de basis van het (T)3D ketenontwerp ligt het in 2020 opgestelde ketenontwerp 3D van de gemeente Rotterdam.

Het 3D ketenontwerp beschrijft de toekomstige keten rondom 3D (basis) geo-informatie in (landelijke) samenhang en geeft invulling aan standaarden, richtlijnen en afspraken die nodig zijn per onderdeel van deze keten.

De toenmalige inzichten rond het werken met 3D geo-informatie stonden aan de basis van deze beschrijving. De 3D keten wordt in het document beschreven vanuit verschillende niveaus:

#### Bestuurlijk

Op bestuurlijk niveau beschrijft het ketenontwerp vanuit welke noodzaak er wordt gewerkt aan de 3D geo-informatievoorziening en met welk gewenst resultaat. Ook wordt bekeken welke verschillende initiatieven en kaders er zijn die invloed hebben of richting geven aan de uitwerking van de keten.

#### Business

Op het niveau van de business kijkt het ketenontwerp vanuit de gegevensbeheerders van de bestaande geo- en basisregistraties, maar ook vanuit de gebruikers van deze basisgegevens naar de eisen en wensen die er zijn rondom de informatie-inwinning, -opslag en -gebruik. Ook een ring



### 3D Ketenontwerp



Documentnaam  
Projectleider / auteurs

Datum  
Versie

3D Ketenontwerp  
Kernteam T3D bestaande uit:  
- Eveline Vos (Spoor inwinning)  
- Jane Hermans (Spoor registratie)  
- Melanie August-de Meijer (Spoor gebruik)  
- Gerlof de Haan (Spoor samenhang)  
- Eduard Renger (Programmamanagement)  
1 februari 2021  
1.0

daarbuiten wordt beschouwd: andere stakeholders en belanghebbenden die input kunnen geven op de invulling van de keten.

### **Proces**

Hier beschrijft het ketenontwerp de verschillende stappen in het ketenproces. In elke stap beschrijft het wat er gebeurt op het gebied van data, proces en tooling. Ook wordt het verband gelegd tussen levering en gebruik.

### **Gegevens**

In dit onderdeel beschrijft het ketenontwerp de inhoud van een 3D model, de eisen die er worden gesteld aan de 3D gegevens en de beschikbaarheid en bruikbaarheid van (open) standaarden.

### **Systeem**

Uiteindelijk zullen er oplossingen moeten worden gerealiseerd waarin de gegevens opgeslagen, gebruikt en uitgewisseld kunnen worden. Gezien de hoeveelheid en de verscheidenheid van informatie en gebruikers zal dit niet één systeem zijn, maar een samenhangende ketenarchitectuur van voorzieningen. Het ketenontwerp beschrijft een oplossingsrichting met relevante kaders.

## **7.2 SOR**

De adoptie van 3D in het landelijke stelsel van basisregistraties is een belangrijke stap bij een gestructureerde en brede invoering van 3D. De belangrijkste ontwikkeling op dat gebied, waarbij ook naar 3D gekeken wordt is het BZK-programma DiSGeo en de SOR (Samenhangende objectenregistratie). Bij de start van het programma Totaal Driedimensionaal is de toen bekende uitwerking van de Samenhangende objectenregistratie als uitgangspunt genomen. Het programma heeft zich vervolgens ten doel gesteld de 3D uitwerking te toetsen in beproevingen en usecases. Het gaat dan om de uitwerkingen van de SOR die in de loop van 2020 en 2021 zijn ontwikkeld. Deze worden in de onderstaande onderdelen besproken.

### *Globale procesarchitectuur SOR*

De globale procesarchitectuur voor de SOR (zie voor toelichting ook paragraaf 1.1) vormt de kapstok voor de structuur van het programma. De drie uitvoeringssporen zijn hieraan opgehangen: Inwinning, Registratie en Gebruik. Voor de uitwerking van de usecases en de verkenning van de verschillende onderzoeksvragen vormen deze hoofdfasen en de processtappen daarbinnen als referentiekader. Zowel de referentiearchitectuur als de gerealiseerde producten zijn gepositioneerd op dit referentiekader met in de documentatie /beschrijving een toelichting op de rol binnen het totale ketenproces (zie ook de inleiding). Een willekeurige bronhouder kan zo beoordelen wanneer en met welk verwacht resultaat een T3D-product is in te zetten ten behoeve van het vernieuwen van het bijhoudingsproces (3D bijhouding) op basis van de toekomstige procesarchitectuur van de SOR. Deze methode is ook gebruikt voor het beschikbaar stellen van de T3D producten in de [Toolkit T3D](#). Zie voor een toelichting ook paragraaf 1.6.

### *DiS Geo: Architectuurbeschrijving Voorzieningen Samenhangende Objectenregistratie*

De [Architectuurbeschrijving voorzieningen van de Samenhangende Objectenregistratie](#) [4] is een beschrijving van de afbakening, ICT-inrichtingsprincipes, componenten en verbindingen van de voorzieningen van de objectenregistratie. Het doel van de beschrijving is dat doorontwikkeling van ICT-voorzieningen in samenhang kan plaatsvinden naar een duidelijke doelsituatie. Dit document is als uitgangspunt gebruikt voor het verder uitwerken, beschrijven en toetsen van de referentie- en oplossingenarchitectuur T3D. Dit heeft geleid tot een aantal aanscherpingen en aanbevelingen voor nader

onderzoek. Voor de concrete resultaten wordt verwezen naar hoofdstuk 2 van deze eindrapportage (Architectuur).

### *Conceptueel model SOR: Eisen aan model samenhangende objectenregistratie*

Het conceptueel model voor de SOR [16] is nadrukkelijk een document dat is opgesteld door inhoudelijke experts en informatiemodel-experts vanuit de verschillende bronhouderorganisaties en BzK, Kadaster en Geonovum. Over de beschreven inhoud van het conceptueel model heeft nog geen besluitvorming plaatsgevonden. Dat betekent dat de in dit document opgenomen ordening en beschrijvingen als gevolg van besluitvorming nog min of meer ingrijpende aanpassingen, aanscherpingen en nadere uitwerkingen kunnen ondergaan. Dit geldt in het bijzonder voor de nu opgenomen eerste indicatie van de mate waarin bepaalde gegevens verplicht in de registratie zullen worden vastgelegd. De nu opgenomen definities, waardelijsten en aansluitingstabellen moeten dan ook niet worden gelezen als definitief of vastgesteld.

De inhoud van het conceptueel model SOR is, met inachtneming van de bovenstaande kanttekening, als uitgangspunt genomen voor de verkenningen en beproevingen binnen T3D. De binnen het conceptueel model gehanteerde begrippen en definities (objecttypen) zijn voor zover mogelijk en nodig overgenomen in het T3D-informatiemodel. Daarnaast zijn er vanuit de specifieke informatiebehoefte aanvullende begrippen toegevoegd. Op basis van de in T3D uitgevoerde beproevingen zijn ten aanzien van de inhoud van het conceptueel model uitspraken gedaan over de haalbaarheid en wenselijkheid van het inwinnen en bijhouden van 3D geometrie. Meer hierover in hoofdstuk 5.

## 7.3 Gemeenten in de rol van bronhouder

### *Gemeentelijke klankbordgroep T3D*

De samenhang met ontwikkelingen bij andere gemeenten is geborgd in de gemeentelijke klankbordgroep T3D, die gedurende het programma in totaal 23 keer bij elkaar is gekomen. De tussentijdse resultaten van het programma zijn voorgelegd aan de klankbordgroep en daar besproken. Input en feedback is teruggegeven. Figuur 58 geeft een overzicht van de gemeenten die (volledig of gedeeltelijk) zitting hebben gehad in de gemeentelijke klankbordgroep T3D.

Uit een evaluatie van de klankbordgroep tijdens de laatste bijeenkomst op 5 december 2022 is het volgende opgetekend:

- de bijeenkomsten van de gemeentelijke klankbordgroep waren erg leerzaam en de discussies en kennisuitwisseling werden zeer op prijs gesteld; een aantal deelnemers is al gedurende het programma in de eigen organisatie aan de slag met de resultaten van T3D;
- de deelnemers willen deze vorm van kennisuitwisseling op het gebied van 3D geo-informatie ook na afronding van het programma graag voortzetten in 2023; daarbij mag nadrukkelijk worden gezocht naar verbreding (nieuwe deelnemers);
- het accent kan dan verschuiven naar het delen van praktijkvoorbeelden uit de deelnemende gemeenten;
- voor extra verdieping kan natuurlijk altijd als ‘spin-off’ van de klankbordgroep in kleinere groepjes verder worden gewerkt aan kennisuitwisseling en/of oplossingen; dat kunnen andere collega’s zijn;
- een maandelijkse frequentie, zoals in het programma is aangehouden, in 2023 is prima.

|                                          |                                     |
|------------------------------------------|-------------------------------------|
| Gemeente Utrecht                         | Gemeente Nijmegen                   |
| Gemeente Groningen                       | Gemeente Leeuwarden                 |
| Meerinzicht (samenwerking)               | Gemeente Capelle aan den IJssel     |
| • Gemeente Harderwijk                    | Gemeente Almelo                     |
| • Gemeente Zeewolde                      | Gemeente Breda                      |
| • Gemeente Ermelo                        | Gemeente Barneveld                  |
| Gemeente Waalre                          | Gegevenshuis Limburg (samenwerking) |
| Werkorganisatie HLT samen (samenwerking) | • Gemeente Beekdaelen               |
| • Gemeente Hillegom                      | • Gemeente Brunssum                 |
| • Gemeente Lisse                         | • Gemeente Eijsden-Margraten        |
| • Gemeente Teylingen                     | • Gemeente Heerlen                  |
| Gemeente Almere                          | • Gemeente Kerkrade                 |
| Gemeente Velsen                          | • Gemeente Landgraaf                |
| Gemeente Eindhoven                       | • Gemeente Simpelveld               |
| Gemeente Zaanstad                        | • Gemeente Sittard-Geleen           |
| Gemeente Amstelveen                      | • Gemeente Vaals                    |
| Gemeente 's Hertogenbosch                | • Gemeente Voerendaal               |
| Gemeente Zoetermeer                      | Gemeente Tilburg                    |

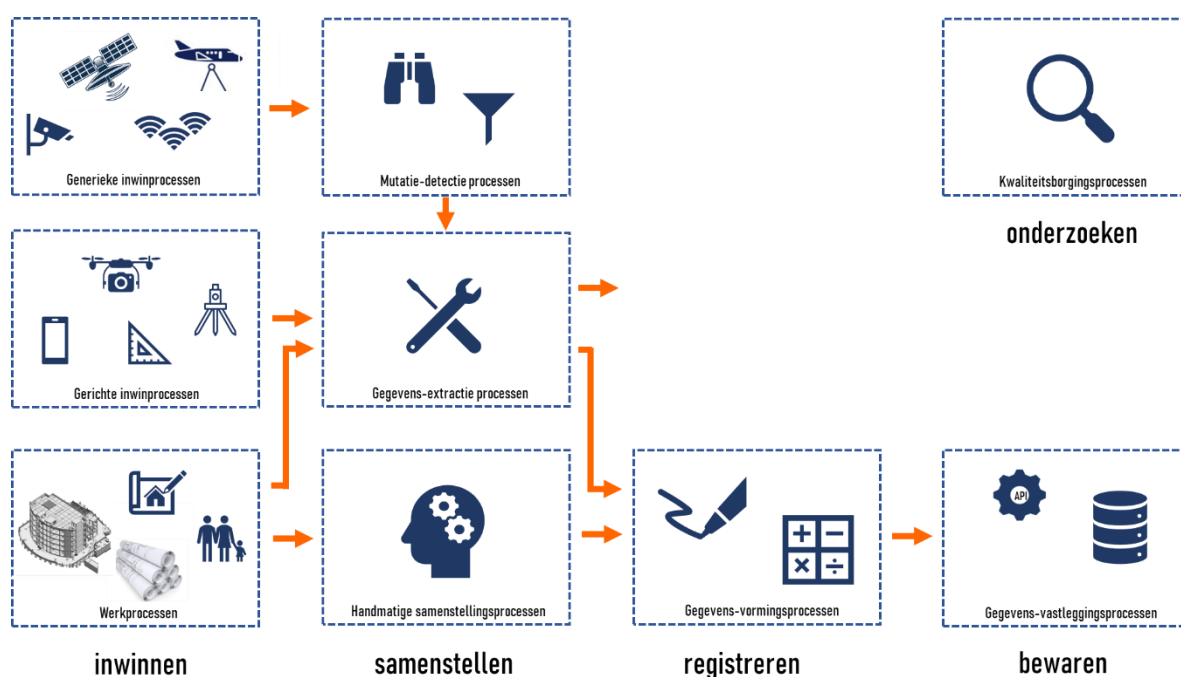
Figuur 58. Deelnemers gemeentelijke klankbordgroep T3D en spreiding over Nederland

## Gemeentelijk Geoberaad

### Bijhouding van 3D geometrie in relatie tot de SOR

Op de halfjaarlijkse regionale bijeenkomsten van het Gemeentelijk Geoberaad (GGB)<sup>16</sup> zijn gedurende de looptijd van het programma korte presentaties gegeven over de tussenresultaten van het programma Totaal Driedimensionaal. Daarbij zijn de resultaten van het programma nadrukkelijk gepositioneerd als onderdeel van de gemeentelijke uitwerking van de Samenhangende Objectenregistratie.

Dit heeft onder andere bijgedragen aan een aanscherping van de toekomstbeelden rond de transitie naar een meer samenhangende bijhouding van geobasisregistraties vanuit gemeentelijk perspectief. De resultaten van de T3D beproevingen zijn concreet gebruikt als input voor een visie op de vernieuwing van het bijhoudingsproces bij gemeentelijke bronhouders (zie figuur 59).



Figuur 59. Gemeentelijke perspectief op toekomstige samenhangende bijhouding geo-basisregistraties (bron VNG / GGB)

Deze visie kan worden gezien als een nadere uitwerking van de globale procesarchitectuur van de SOR (zie hiervoor) waarin specifiek is ingezoomd op de veranderende werkzaamheden in de processtappen bij de bronhouder van geo-basisregistraties (Inwinnen – Samenstellen – Registreren en Bewaren) [67] en [68].

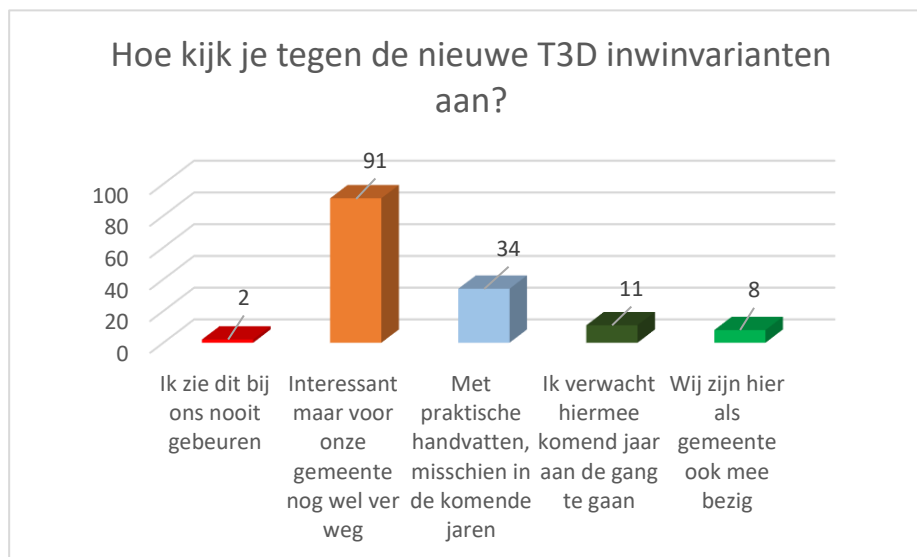
<sup>16</sup> Het Gemeentelijk Geo-Beraad (GGB) is het intergemeentelijk kennisplatform op het gebied van geo-informatie. Het GGB is in 2011 opgericht door de VNG, DataLand en gemeenten om de kennisuitwisseling tussen gemeenten te bevorderen en tot gezamenlijk gedragen standpunten te komen. Per 1 juli 2019 is secretariaat GGB belegd bij VNG-R.

### Verwachtingen bij gemeenten

Op de regionale voorjaarsbijeenkomsten van het GGB in 2022 is een uitvraag gedaan naar de verwachtingen van gemeenten over het invoeren van de binnen T3D beproefde innovatieve 3D inwinvarianten:

- 3D brondata (geautomatiseerde) inwinning uit BIM-bestanden;
- 3D (geautomatiseerde) inwinning en mutatiedetectie op basis van (mobile) LiDAR scanning (puntenwolken);
- 3D brondata uit (geautomatiseerde) inwinning uit 2D bouw- en splitsingstekeningen (PDF);
- 3D brondata inwinning op basis van zelf tekenen of uploaden van 3D modellen door belanghebbende (sketchup).

146 gemeenten hebben hierop gereageerd. Op basis daarvan ontstaat het volgende beeld zie figuur 60):



Figuur 60. Resultaten enquête GGB over nieuwe T3D inwinvarianten – voorjaar 2022 (bron: VNG/GGB)

### Archetypen 3D volwassenheid

Onder andere op basis van deze resultaten is in het kader van T3D wordt een eerste indeling van gemeenten naar 3D volwassenheid voorgesteld (figuur 61). Deze indeling kan gemeenten helpen bij het beoordelen van de impact van de transitie naar een driedimensionale digitale gemeente voor de eigen situatie. In de nadere uitwerking van de transitie naar een meer samenhangende bijhouding van geo-basisregistraties vanuit gemeentelijk perspectief worden deze archetypen ingebracht.

#### De kopgroep



Deze foto van Onbekende auteur is gelicentieerd onder [CC BY-SA](#)

- Rijden als eerste over het parkoers
- Doelgerichte ketenaanpak
- Heeft visie vastgesteld over 3D-geoinformatie die is ingebed in de organisatie
- Heeft een eigen 3D stadsmodel gemaakt of aangeschaft
- Voert 3D-analyses uit
- Heeft medewerker(s) in dienst met uitgebreide kennis van 3D
- Heeft inzicht in leverancierslandschap

#### Het peloton



Deze foto van Onbekende auteur is gelicentieerd onder [CC BY-SA](#)

- In het spoor van de kopgroep, kunnen van hen leren.
- Efficiënte, procesgerichte aanpak
- Maakt gebruik van een 3D model, zoals BAG3D van Kadaster
- Heeft medewerker(s) in dienst met goede kennis van 3D
- Gebruikt 3D-model vooral voor visualisaties
- Heeft wens om meer met 3D te gaan doen

#### De grupetto



Deze foto van Onbekende auteur is gelicentieerd onder [CC BY-SA](#)

- Blijven steady doorfietsen om ervoor te zorgen dat ze op tijd binnen zijn.
- Pragmatische aanpak
- Maakt nog geen gebruik van 3D model
- Heeft geen kennis in huis
- Heeft wens om "iets" met 3D te gaan doen
- Gaat ervan uit dat de (huis-) leveranciers dit wel oppakken

Figuur 61. Archetypen 3D volwassenheid gemeenten

## 7.4 Impactindicatie van 2D naar 3D werken

### Wijzigingen bijhoudingsproces

De beproevingen binnen T3D hebben bijgedragen aan meer begrip van de verwachte impact van het werken in 3D versus de huidige wijze van werken in 2D. Voor een gedetailleerder inzicht in de consequenties voor kosten en baten is echter nader onderzoek nodig. Hieronder geven we op hoofdlijnen de impact weer van het binnen T3D beproefde bijhoudingsproces ten opzichte van het huidige bijhoudingsproces van 2D geometrie. We sluiten hierbij aan op de in de impactindicatie SOR opgenomen beschrijving van de IST en de SOLL. Deze is uitgesplitst naar de processtappen uit figuur 2. Cursieve aspecten zijn binnen T3D niet beproefd.

#### Inwinnen

| Huidige situatie                                                                                                 | T3D bijhoudingsproces                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2D inwinning                                                                                                     | 3D inwinning (inclusief z-coördinaat / hoogte), naast 3D opbouwen uit 2D brondata                                                                                                                                   |
| Inwinning door middel van beeldmateriaal en terrestrische metingen (en nieuwe technieken alleen op projectbasis) | Structurele toepassing van (nieuwe) generieke inwinmethoden als (mobiele) puntenwolken, digitaal beeldmateriaal en drones en "externe" databronnen (zoals ingetekende of geuploade 3D modellen van belanghebbenden) |
| Koppeling tussen inwinnende werkprocessen door organisatorische afspraken of uitwisseling tussen systemen        | Configuratie en integratie van 3D geometrie inwinnende werkprocessen en datastromen met behulp van dataorkestratie                                                                                                  |

## Samenstellen

| Huidige situatie                                                                                                                                      | T3D bijhoudingsproces                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Handmatige vertaling van individuele (meet)gegevens naar ruwe objectgegevens ten behoeve van de registratie van definitieve objecten en gegevens      | Geautomatiseerde extractie van objecten en gegevens door toepassing data science technieken op ingewonnen digitale gegevens uit verschillende 2D / 3D databronnen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- BIM</li> <li>- LiDAR</li> <li>- 2D plattegronden of splitsingstekeningen</li> </ul> |
| Binnengemeentelijke distributie van objectgegevens en werkbestanden ten behoeve van de bijhouding van 2D geometrie in afzonderlijke basisregistraties | Directe opname van alle relevante informatie in een lokale gegevensverzameling ten behoeve van de bijhouding van een 3D objectenregistratie                                                                                                                                                     |

## Registreren

| Huidige situatie                                                                                                                              | T3D bijhoudingsproces                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Veel handmatige registratiehandelingen om objecten en gegevens vast te leggen volgens de informatiemodellen van de verschillende registraties | Valideren en controleren van semi-geautomatiseerde processen om tot definitieve 3D geometrie volgens het T3D-informatiemodel te komen                                 |
| Inrichting van registratieprocessen is sterk afhankelijk van de gebruikte applicatie (omdat gegevens en functionaliteit geïntegreerd zijn)    | Registratieprocessen kunnen flexibel worden ingericht door toepassing functionele modules in plaats van applicaties en door scheiding van gegevens en functionaliteit |

## Bewaren

| Huidige situatie                                                                                | T3D bijhoudingsproces                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gegevens worden bewaard in zowel een lokale bron als in een centrale voorziening                | Bronhouder verzorgt volledig het bewaren van de gegevens in de bron (lokale 3D objectenregistratie)                          |
| Aanleveren gegevens aan landelijke voorziening en herstel door bronhouders van eventuele uitval | Ophalen van gegevens door de verstrekker direct vanuit de bron al dan niet op basis van notificatieberichten bij wijzigingen |

## Onderzoeken

| Huidige situatie                                                 | Beeoogde nieuwe situatie                                                                     |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kwaliteitsborging van gegevens en processen is een ad-hoc proces | Kwaliteitsborging 3D geometrie is een volwaardig en integraal onderdeel van de werkprocessen |

| Huidige situatie                                                                                               | Beoogde nieuwe situatie                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Werken aan kwaliteit beperkt zich vooral tot terugmeldingen en het wegwerken van landelijke verschillenlijsten | Continue proactieve geautomatiseerde controles op de lokale 3D geometrie als integraal onderdeel werkzaamheden en in samenhang met de overige (2D-) gegevens in de bestaande (basis-)registraties (Datafundament) |
| <i>Sturing is vooral gericht op het wegwerken van verschillen en het afleggen van verantwoording met ENSIA</i> | <i>Sturing is gericht op het continu voldoen aan afgesproken kwaliteitsnormen en het waar nodig aanpassen van bijhoudingsprocessen</i>                                                                            |

### Consequenties voor personeel

Als we kijken naar het toekomstige bijhoudingsproces, zoals is weergegeven in figuur 59 dan zien we ten opzichte van de huidige situatie een aantal belangrijke wijzigingen:

- Traditionele 2D inwinning wordt geleidelijk aangevuld en vervangen door het organiseren van de input en output van nieuwe inwintechnieken en databronnen als onderdeel van één integraal proces van bijhouding van een 3D objectenregistratie. Voor wat betreft de inwinketen gebruiken we hiervoor binnen T3D het begrip dataorkestratie.
- Het handmatig samenstellen/afleiden van 3D geometrie verschuift richting transformatie (conversie) en afleiding van 3D geometrie uit ingewonnen data met behulp van algoritmen in een geautomatiseerd proces. Binnen T3D gebruiken we hiervoor het begrip workflow.
- Het handmatig verwerken van nieuwe of aangepaste 3D geometrie in de registratie verschuift richting het controleren en valideren van de output van semi-geautomatiseerde processen.
- 2D Basisgegevens over objecten worden in samenhang beheerd, gekoppeld aan en gesynchroniseerd met de 3D geometrie van de objecten.

### Rollen

Deze wijziging leidt naar verwachting tot splitsing van de werkzaamheden van de bronhouder in de volgende rollen [12]:

- **objectregisseur:** deze rol beoordeelt nieuwe databronnen en inwintechnieken, voegt nieuwe workflows toe en configureert deze. Een workflow omvat de inwinning van data tot en met de transformatie en afleiding tot 3D geometrie;
- **objectregistrator:** valideert getransformeerde data en verwerkt deze in de 3D objectenregistratie;
- **kwaliteitscoördinator:** bewaakt de kwaliteit van de 3D data, inclusief het verbeteren van transformatie-algoritmen en de afstemming en synchronisatie met de (2D-) registraties.

### Kennis en vaardigheden

Nieuwe inwintechnieken, databronnen en methoden vragen om andere kennis en vaardigheden bij de bronhouder. Het gaat dan onder andere om kennis en vaardigheden op het gebied van:

- nieuwe inwintechnieken en dataformaten:

- BIM (IFC);
- LiDARscanning (zowel mobiel als airborne) (Laz);
- Digitaal beeldmateriaal met 3D hoogtegegevens;
- Sketchup als brondata;
- CityGML als conceptueel informatiemodel voor een 3D objectenregistratie;
- CityGML /CityJSONals uitwisselformaat voor 3D geometrie;
- 3D tiles als uitwisselmechanisme voor 3D geometrie.
- orkestratie (workflows organiseren en configureren);
- ontwikkelen en beoordelen van (de output van) algoritmen voor het afleiden en samenstellen van 3D geometrie;
- synchronisatie en koppeling van 2D registraties met 3D geometrie in een 3D objectenregistratie;
- muteren en bewerken van 3D geometrie in een 3D database (conform CityGML);
- navigeren, zoeken en selecteren binnen een 3D viewer;
- inrichting van een technische infrastructuur en functionele componenten voor het bewerken, opslaan, ontsluiten en raadplegen van 3D geometrie.

## 7.5 Landelijke ontwikkelingen 3D keten

### *Interbestuurlijke klankbordgroep T3D*

De samenhang met ontwikkelingen bij andere bronhouders en ketenpartijen is geborgd in de interbestuurlijke klankbordgroep T3D, die gedurende het programma in totaal 9 keer bij elkaar is gekomen. De tussentijdse resultaten van het programma zijn voorgelegd aan de klankbordgroep en daar besproken. Input en feedback is teruggegeven. In deze klankbordgroep zaten voornamelijk experts op het gebied van (3D) geo-informatie uit de volgende organisaties:

|                                        |                   |
|----------------------------------------|-------------------|
| TU Delft                               | RIVM              |
| Geonovum                               | Rijkswaterstaat   |
| Kadaster                               | TNO               |
| Instituut Fysieke Veiligheid (nu Nipv) | Stichting RIONED  |
| BIM-loket / CROW                       | Provincie Zeeland |
| Informatiehuis Water                   | Kadaster          |
| IPO / Provincies                       | CROW              |

T3D heeft gedurende de looptijd van het programma verbinding en samenhang gezocht met een aantal landelijke ontwikkelingen rond 3D (zie ook hierna), onder andere langs de inhoudelijke lijn van deze interbestuurlijke klankbordgroep. Die rol werd zeer gewaardeerd door betrokken partijen. In de klankbordgroep is de behoefte aan meer en vooral structurele landelijke regie op 3D Geo-ontwikkelingen nadrukkelijk uitgesproken. Zonder landelijke regie dreigt een versnipperd landschap van 3D-ontwikkelingen in Nederland.

### *Aansluiting landelijke programma's*

Gedurende het programma is met een aantal relevante ontwikkelingen aansluiting gezocht met als doel de borging van (de doorontwikkeling van) de resultaten van T3D in landelijke ontwikkelingen.

### ***nDTFL (nationale Digitale Tweeling Fysieke Leefomgeving)***

Binnen het programma nDTFL wordt gewerkt aan een nationale infrastructuur voor digital twins voor de fysieke leefomgeving. Het gaat dan om het verzamelen en delen van praktijkvoorbeelden van publieke waarde met Digital Twin toepassingen, realiseren van herbruikbare bouwblokken voor Digital Twin toepassingen en het opstellen van een referentiearchitectuur/afsprakenstelsel voor een nationale digital twin. Het programma wordt getrokken door Geonovum.

De aansluiting met T3D loopt onder andere via de Digital Twin community (zie hierna) en deelname namens VNG / T3D aan de werkgroep Architectuur binnen nDTFL. In de laatstgenoemde werkgroep wordt op dit moment nog gewerkt aan een architectuurraamwerk en een afsprakenstelsel voor digitale tweelingen. De T3D-keten (en de output in de vorm van ontsluiting van 3D geometrie) kan binnen dit ecosysteem worden gepositioneerd als een generieke datadienst met betrekking tot een specifiek domein (geo-informatie).

Een concrete borging en opschaling van de resultaten van T3D vindt onder andere plaats aan de hand van de resultaten van de usecase 3D Watermanagement. De usecase Watermanagement kan worden uitgelegd als een overzichtelijke en concrete praktijkverkenning van de werking van het genoemde ecosysteem. Het gaat dan onder andere om het verkennen van de afspraken die nodig zijn voor het realiseren van een federatief ecosysteem waarbinnen verschillende afgebakende functionele componenten (3D geometrie en rekenmodel wateranalyse) als modulaire bouwstenen flexibel kunnen worden ingezet en gecombineerd.

### ***Netherlands3D (NL3D)***

Amsterdam, Utrecht en Rotterdam werken aan een OpenSource Digital Twin, die is opgebouwd uit modulaire, functionele bouwblokken. Het platform dat hiervoor wordt gebruikt is Unity, tevens het platform waarop 3D Amsterdam en 3D Utrecht zijn gebouwd. Unity is een 'gaming engine' en specifiek uitgerust voor het werken met en bewegen door een virtuele 3D gemodelleerde wereld. Netherlands3D biedt organisaties een snelle, laagdrempelige start met Digital Twintoepassingen.

Als 3D basismodel voor Netherlands3D geldt de 3D BAG (zie hierna). Deze is landsdekkend beschikbaar. De usecase van T3D Amsterdam, 3D Terugmelden, is als Open Source bouwblok opgenomen in Netherlands3D. Op basis daarvan kan een organisatie, die Netherlands3D gebruikt, een terugmeldingproces inrichten voor onjuistheden in de 3D Basisgegevens.

### ***3D Basisvoorziening***

Het Kadaster stelt een landelijke 3D Basisvoorziening beschikbaar. Dit is een jaarlijks gegenereerd 3D model van Nederland op basis van 2D BAG en BGT geometrie en het Algemeen Hoogtebestand van Nederland (AHN). De 3D Basisvoorziening bevat gebouwen en terreinen (3D BGT). Voor de ontwikkeling van de 3D Basisvoorziening werkt het Kadaster samen met de TU Delft (zie ook 3D BAG).

In de usecases bij Rotterdam en Amsterdam is de informatiebehoefte voor een betrouwbare weergave van het 3D maaiveld nader uitgewerkt. Dit heeft geleid tot een semi-geautomatiseerde workflow voor een verbeterde opbouw van een 3D maaiveld op basis van de 2D BGT en een puntenwolk naar keuze (AHN of een door een bronhouder zelfstandig gevlogen of mobiel ingewonnen puntenwolk).

Als vervolg op de T3D beproevingen ten aanzien van een 3D BGT is het wenselijk dat in overleg met het Kadaster en de TU Delft onderzocht wordt in hoeverre de resultaten kunnen worden gebruikt voor landelijke afspraken over modelleren en genereren van een 3D maaiveld en een 3D BGT. De eerste afspraken over deze afstemming zijn op initiatief van T3D inmiddels gemaakt.

### **3D BAG**

De TU Delft biedt als resultaat van onderzoek een landsdekkende 3D versie van de BAG aan. Dit is een tweejaarlijks gegenereerd bestand met BAG-panden op basis van 2D BAG geometrie en AHN. In dit bestand zit geen 3D BGT. De methoden voor het genereren van de 3D BAG zijn ook onderdeel van de 3D Basisvoorziening bij het Kadaster. Voor de usecase van Amsterdam en in de T3D database is gebruik gemaakt van de 3D BAG met het oog op de landsdekkende beschikbaarheid en daarmee op-schaalbaarheid van de oplossingsrichtingen. In de verschillende T3D-beproevingen is aangetoond dat het mogelijk is om een landelijk gegenereerde 3D BAG te actualiseren op basis van actuele, ingewonnen 3D data uit werkprocessen bij een bronhouder.

### ***Digital Twin community***

T3D heeft als deelnemer bijeenkomsten bijgewoond van de Digital Twin samenwerking tussen VNG, IPO, Waterschapshuis en Digicampus. De Digital Twin community richt zich op het ontwikkelen en stimuleren van innovatieve Digital Twin toepassingen in de samenwerking tussen overheid en markt door middel van het delen van praktijkvoorbeelden.

T3D heeft een duidelijke andere focus, namelijk het verkennen van oplossingsrichtingen voor een actueel en betrouwbaar 3D datafundament voor gebruik in Digital Twin toepassingen. Er is over en weer een belang. Enerzijds kunnen Digital Twin toepassingen niet zonder actuele, betrouwbare 3D basisgegevens. Anderzijds komt de verantwoording voor hogere kosten van het 3D datafundament ten opzichte van de huidige wijze van 2D bijhouden voor een belangrijk deel uit de meerwaarde van Digital Twin toepassingen.

### ***Digitaal Stelsel Gebouwde Omgeving (DSGO)***

Het DSGO is een programma van digiGO, een convenant van 37 partijen in de gebouwde omgeving (overheid als bevoegd gezag en vastgoedbeheerder, de brancheverenigingen van de bouwsector, de technieksector en de toeleverende industrie), waarin afspraken gemaakt zijn over deelbare, herbruikbare en toegankelijke informatie, nieuwe businessfuncties die hierdoor mogelijk worden en geavanceerde werkwijzen en innovatie[38]).

Het [DSGO](#) is een set van uniforme afspraken die zorgt voor veilige, betrouwbare en gecontroleerde toegang tot data in de gebouwde omgeving. Met deze uniforme afspraken maken alle ketenpartners die actief zijn in de verschillende fases van de levenscyclus van een bouwwerk makkelijk en veilig gebruik van reeds beschikbare data. Daardoor zijn zij in staat om hun onderlinge – digitale - samenwerking te verbeteren, en efficiënter en duurzamer te werken.

Het DSGO wil de afspraken over data delen baseren op '**federatief data delen**'. Deze methode wordt toegepast in de logistieke en industriële sectoren. De basis is het realiseren van een

vertrouwensnetwerk en een afsprakenstelsel, waarin elke organisatie met andere organisaties data kan delen. Deze methode sluit aan op de principes van Common Ground, die binnen T3D als uitgangspunt worden gehanteerd.

In DSGO staan 3D objecten centraal. In principe is een relatie tussen DSGO en de T3D-keten waarschijnlijk. Uit begin 2022 met het DSGO-project Ketenlandschap gevoerde gesprekken is geconcludeerd dat zowel DSGO als T3D baat hebben bij goede afspraken over de data over 3D objecten. In het kader van T3D wordt dan al snel gedacht aan de vertaling van IFC naar CityGML en vice versa, aan afspraken over gegevensstandaarden, aan Vergunningverlening, aan Informatieleveringsspecificaties, aan de opslag van BIM-modellen en aan de levering door gemeenten van geschikte 3D informatie aan initiatiefnemers

Binnen het DSGO ketenlandschap wordt een integraal overzicht gecreëerd van het ketenlandschap waar standaardisatie en versnelling voor data delen mogelijk is en de prioriteit van ontwikkeling bepaald. In eerste instantie is de T3D-keten in dit ketenlandschap opgenomen en uitgewerkt in kansen voor versnelling. Deze exercitie heeft geleid tot een concreet vervolgvorstel voor het starten van een versnellingsproject in 2023 onder de vlag van DSGO. Dit versnellingsproject is gericht op het komen tot een BIM-standaard voor vergunningverlening en registratie op basis van de inzichten en resultaten van de binnen T3D ontwikkelde IFC-CityGML conversie module. Voor een uitgebreidere rapportage, zie [63].

## 7.6 Conclusies en aanbevelingen

### Conclusies

1. Het programma T3D heeft waardevolle resultaten opgeleverd voor de landelijke doorontwikkeling van de Samenhangende Objectenregistratie:
  - een referentiearchitectuur, die is afgebeeld op de Common Ground architectuur;
  - een eerste versie van een T3D informatiemodel en een database-implementatie, die aansluit op de begrippen in het conceptueel model van de SOR;
  - praktische voorbeelden van 3D modellering op basis van het T3D-informatiemodel in een database, in de vorm van:
    - een nadere verdieping van een 3D Gebouwmodel;
    - een nadere verdieping van het 3D Maaiveld / 3D BGT.
  - bruikbare input voor de vernieuwing van bijhoudingsprocessen en een nadere uitwerking van de gemeentelijke transitie naar een meer samenhangende bijhouding van geo-basisregistraties ('het object maar 1 keer raken').;
  - evidentie dat het mogelijk is om de huidige landelijke 3D bestanden te actualiseren op basis van mutaties in werkprocessen bij bronhouders:
    - in de vorm van praktijkvoorbeelden en tooling (en het delen ervan);
    - als input voor afspraken die nodig zijn voor het ontsluiten en uitwisselen van data uit een lokale 3D registratie.
2. De bijeenkomsten van de gemeentelijke klankbordgroep hebben bijgedragen aan verbreding van de kennis over inwinning, registratie en gebruik van 3D geometrie. Deelnemers wensen deze samenwerking in 2023 voort te zetten.
3. T3D heeft via het Spoor Samenhang en onder andere langs de lijn van de interbestuurlijke klankbordgroep tijdelijk invulling gegeven aan een behoefte aan structurele landelijke samenwerking op 3D Geo-ontwikkelingen.

## Aanbevelingen

Op basis van de conclusies naar aanleiding van de activiteiten in Spoor Samenhang, verbreding en borging komen we tot de volgende inhoudelijke aanbevelingen:

1. Onderzoek de mogelijkheden van het ontsluiten van lokale 3D geometrie voor actualisatie en verbetering van landelijk verstrekte 3D basisdata.
2. Werk CityGML 3.0 Nederlandse implementatie verder uit.
3. Ontwikkel in samenwerking met DigiGO de opgeleverde BIM-ILS tot een standaard, gedifferentieerd naar nieuwbouw en bestaande bouw. Begin met een basisset vergunningchecks en minimale registratievereisten (in relatie tot de ontwikkeling van de checker).
4. Werk het 3D gebouwmodel verder uit op basis van gemeentelijke informatiebehoeften.
5. Doe vervollexperimenten, gericht op inpassing van de nieuwe inwintechnieken in reguliere bijhoudingsprocessen in combinatie met het opstellen van gerichte business cases.
6. Experimenteer met de principes van Common Ground (data ontsluiten bij de bron) in het licht van het federatief datastelsel en het verstrekken van (landelijke) informatieproducten op basis van 3D geo-informatie
7. Continueer de maandelijkse bijeenkomsten van de gemeentelijke klankbordgroep, gericht op inhoudelijk kennisuitwisseling en samenwerking op het gebied van 3D geo-informatie en verbreding van de gemeentelijke deelname.
8. Organiseer landelijke regie op samenhang van de 3D keten en ontwikkeling, waarbij gemeenten hun visie op 3D kunnen inbrengen en toetsen aan die van de andere ketenpartners.

## 8. Conclusies en aanbevelingen

### 8.1 Conclusies

#### *Resultaten van T3D*

T3D heeft bruikbare resultaten opgeleverd. Het gaat om:

1. Een referentiearchitectuur, gericht op de integratie van 3D in een federatief datastelsel dat gebaseerd is op Common Ground en de Samenhangende Objectenregistratie.
2. Een werkende proefopstelling met bruikbare elementen voor: het invoeren van 3D objecten in diverse formaten, het verwerken daarvan in een 3D geo-registratie, een eerste versie van een Datafundament, dat kan doorgroeien tot een Samenhangende objectenregistratie, en een werkende omgeving voor dataorkestratie.
3. Bruikbare producten om bouwwerkgegevens, 2D riooldata, puntenwolken, foto- en videobeelden en splitsingstekeningen te vertalen naar CityGML/CityJSON, alsmede een specificatie voor een Informatieleveringsspecificatie (ILS) voor inwinningsinformatie.
4. Bruikbare input voor de vernieuwing van bijhoudingsprocessen en voor een nadere uitwerking van de gemeentelijke transitie naar een meer samenhangende en doelmatige bijhouding van geo-basisregistraties, alsmede evidentie dat het mogelijk is om eenmalig opgebouwde 3D bestanden te actualiseren op basis van mutaties in werkprocessen bij gemeenten.
5. Inzicht in eisen aan in te winnen gegevens (ILS), de kaders en eisen voor dataorkestratie, eisen aan geospecifieke open source beheertools en in de 3D informatiebehoefte.
6. Meerwaarde van het gebruik van 3D data in diverse toepassingen, met name vergunningverlening, watermanagement en bewonersparticipatie.
7. Een concept-informatiemodel ten behoeve van de registratie van de binnen de T3D-usecases verwerkte 3D brondata over gebouwen en openbare ruimte.
8. Tijdelijke invulling van een structurele landelijke samenwerking met betrekking tot 3D Geo-ontwikkelingen door middel van de interbestuurlijke klankbordgroep.
9. Kennisverspreiding over en enthousiasme voor 3D Geo-ontwikkelingen, zowel bij gemeenten als bij partijen, waarmee wordt samengewerkt, zoals de bouwwereld.

#### *Terugkoppeling naar de doelstellingen*

De belangrijkste doelstellingen van T3D waren:

1. Een effectieve en efficiënte 3D keten binnen de gemeenten.
2. Aansluiten van gemeenten op de 3D keten van de partijen binnen en buiten de overheid.
3. Bevordering van kwaliteit van de 3D informatievoorziening: qua registratie, qua gebruik en qua inwinning.

Wat is er bereikt van deze doelstellingen?

Ad 1. Een effectieve en efficiënte 3D keten binnen de gemeenten.

Er zijn een aantal hulpmiddelen ontwikkeld, die bijdragen aan een effectiever en efficiënter (samen: 'productiever') proces binnen de gemeente. Hierbij denken we met name aan: de dataorkestrator, het datafundament, ILS, vergunningscontroleservice, IFC-CityGML-transformatoren en meer. Belangrijk is dat een meer integrale toetsing van 3D objecten in het zicht gekomen is ('het object maar één keer raken'). Verder is er meer overzicht en beter inzicht gecreëerd, met als resultaat een

architectuuraanzet voor een 3D keten binnen gemeenten. Het belangrijkste aandachtspunt wordt gevormd door het informatiemodel: er zijn concepten en analyses opgeleverd en er is een informatiemodel opgeleverd om de huidige basisdata te integreren met 3D data. Voor een algemeen geldend en toekomstvast informatiemodel voor een 3D objectenregistratie is echter nog een weg te gaan.

Ad 2. Aansluiten van de gemeenten op de 3D keten van de partijen binnen en buiten de overheid

Door de verbetering van de ILS en het in kaart brengen van de relaties met de bouwwereld zijn er kansen gecreëerd voor de aansluiting van de gemeenten op de 3D keten van de partijen in de gebouwde omgeving. Dit vormt een goede basis voor verdere ontwikkeling, interbestuurlijk en ook bijvoorbeeld in DigiGO-verband.

Ad 3. Bevordering van kwaliteit van de 3D informatievoorziening: qua registratie, qua gebruik en qua inwinning.

Er zijn een aantal hulpmiddelen ontwikkeld, die bijdragen aan meer kwaliteit van de 3D objecten binnen de gemeente: de inwinningstechnieken met behulp van BIM en LiDAR, PDF2GIS, T3D-ontologie. Het gaat hier om losse onderdelen. Van een integrale visie op kwaliteit is nog geen sprake.

## 8.2 Slotconclusie

Als geheel is er een groot aantal direct bruikbare producten opgeleverd en ook enkele veelbelovende producten. Er is veel inzicht verkregen in de aanpak van 3D uitdagingen.

T3D is daarnaast een leerproces geweest voor gemeentelijke samenwerking. Duidelijk is geworden dat een collectieve aanpak van het vraagstuk het beste resultaat oplevert. Dat die aanpak niet vanzelf ontstaat, is gebleken: gemeenten zijn geneigd om primair eigen problemen aan te pakken en niet eerst te zoeken naar een gemeenschappelijke aanpak. Dit kwam ook naar voren in de structuur van het T3D-programma, waarin aanvankelijk usecases en deelketens over de drie deelnemende drie gemeenten verdeeld werden. Om de samenwerking te optimaliseren is vervolgens de focus verlegd naar usecases, die gericht waren op realisatie van de volledige keten. Tevens ontstond er meer aandacht voor de architectuur van de gehele keten. Dat heeft enorm bijgedragen aan een versnelling op samenhang in resultaten in fase 3.

Laat dit een les zijn voor de collectieve aanpak: er is veel behoefte aan landelijke standaarden, richtlijnen, doelstellingen en collectieve oplossingen. Ontwikkeling en implementatie ervan vergt collectieve samenwerking.

## 8.3 Aanbevelingen

### *Concrete acties*

De conclusies kunnen direct vertaald worden naar voorstellen voor concrete acties:

1. Werk met voorrang het concept-informatiemodel T3D uit tot een volledig conceptueel informatiemodel voor 3D registratie. Geef daarbij in aansluiting op de VNG-visie 'Beter, Anders en Minder' ('BAM') prioriteit aan een gebouwmodel inclusief 3D beschrijving.
2. Beoordeel de T3D-architectuur op de aansluiting op de bestaande praktijk van de bijhouding van de geobasisregistraties en werk die architectuur verder uit als integraal onderdeel van het Common Ground Stelsel, geïntegreerd met de Samenhangende Objectenregistratie als toekomstig onderdeel van het Federatieve Stelsel van Basisregistraties.

3. Werk verder (in iteratieve wisselwerking met het werken aan de kaders) aan concretisering van:
  - 3.1. uitwerking en toepassing van de ILS; ontwikkeling van de BIM-ILS tot standaard;
  - 3.2. verdere specificatie van mappings IFC-CityGML en implementatie ervan;
  - 3.3. uitbreiding en verbetering van de transformatieproducten, mede op basis van analyse van de achterliggende definitiestelsels;
  - 3.4. via de relevante standaardisatieorganisaties: aanpassing van de relevante standaarden (met name de Nederlandse standaarden en CityGML);
  - 3.5. inzicht in de consequenties van de bijhouding van 3D geometrie ten behoeve van het (geautomatiseerd) afleiden van 2D geometrie;
  - 3.6. verkenning van landelijke opschaling van het Datafundament;
  - 3.7. beproeving van open source tools voor 3D datamanagement;
  - 3.8. uitbreiding van dataorkestratie naar de gehele keten van inwinning, beheer en gebruik;
  - 3.9. vergunningcheckers/ vergunningcontroleservice op basis van BIM-standaarden, zoals IFC;
  - 3.10. ontsluiting van de 3D Registratie, mede gericht op bepaalde toepassingen en gebruik door landelijke verstrekkingvoorzieningen;
  - 3.11. ontsluiten lokale 3D geometrie voor actualisatie/verbetering landelijke 3D basisdata;
  - 3.12. uitwerking van CityGML 3.0 NL;
  - 3.13. uitwerking van het 3D bouwwerkmodel (eventueel gedifferentieerd naar gebouwen en civieltechnische bouwwerken);
  - 3.14. uitvoering van vervollexperimenten met nieuwe inwinningstechnieken;
  - 3.15. de resultaten van T3D confronteren met en toetsen aan de uitgangspunten van de invoering van een federatief datastelsel, gebaseerd op CG, SOR, gebaseerd op landelijke regie.
4. Consolidatie van de belangrijkste resultaten van T3D: houd contact met de gemeenten met behulp van de 3D klankbordgroep.

### *Terugkoppeling naar de doelstellingen*

Ad 1. Een effectieve en efficiënte 3D keten binnen de gemeenten.

Werk op basis van de aanzetten voor een 3D gegevensmodel de architectuur van de 3D keten verder uit en pak vanuit dat overall-kader de ontwikkeling op van oplossingen volgens de Common Ground-principes (agile, vanuit een overall visie, waarnaar steeds teruggekoppeld wordt). Sluit bij de invoering van een 3D registratie zoveel mogelijk aan op de reguliere processen en op de korte termijn op de bijhouding van een 2D-registratie. Een bijzonder aandachtspunt is nadere precisering van de verwerking van de binnenkant van gebouwen. Zet tussenstappen op weg naar een 3D objectenregistratie door in eerste instantie de geometrie van BAG en BGT meer in samenhang naar 3D te laten bewegen. Breng daarnaast verschillen in definities in beeld en baseer daarop aanbevelingen voor afstemming. Besef dat de 'Keten' in werkelijkheid een geheel is van sterk verweven processen, met name de processen rond gebruik en inwinning. Die dienen dan ook gezamenlijk georkestreerd te worden.

Ad 2. Bevordering van kwaliteit van de 3D informatievoorziening: qua registratie, qua gebruik en qua inwinning.

Ontwikkel een kwaliteitskader vanuit de gebruikstoepassingen. Immers de definitie van kwaliteit is altijd afhankelijk van het gebruik. Voor bouwen heb je bijvoorbeeld preciezere gegevens nodig dan

voor een planologische toepassing. Dus moet je kwaliteitsdefinities maken in relatie tot je toepassingen.

Ad 3. Aansluiten van gemeenten op de 3D keten van de partijen binnen en buiten de overheid

Werk samen met de relevante partijen binnen en buiten de overheid aan de interfaces van de 3D keten met de ketens van de omgeving.

## 8.4 Slot-aanbeveling

Werk aan verbetering en intensivering van landelijke samenwerking en een sterkere collectieve regie op basis van een federatief stelsel. Dat bestaat uit een gemeenschappelijke informatie-infrastructuur, waarin organisaties hun eigen gegevens beheren, inclusief de toegangsverlening of beschikbaarstelling aan derden. Het gegevensbeheer blijft daarmee een verantwoordelijkheid van de gemeenten zelf. Met die garantie kan de gemeenschappelijke gemeentelijke informatie-infrastructuur onderdeel zijn van een gemeenschappelijke overheidsinformatie-infrastructuur. Met als een mogelijk product: één gemeenschappelijk Nederlands 3D model, een basismodel, dat door alle gemeenten, maar ook andere overheidsorganisaties, gebruikt kan worden en op lokaal of regionaal niveau naar behoefte uitgebreid kan worden.

# Referenties

- [1] VNG, Gemeenten Amsterdam, Den Haag en Rotterdam, 'Faseplan Totaal Driedimensionaal. Voorbereidingsfase', v 1.0, 1 februari 2021
- [2] VNG, Gemeenten Amsterdam, Den Haag en Rotterdam, '3D Ketenontwerp', v 1.0, 1 februari 2021
- [3] VNG, Gemeenten Amsterdam, Den Haag en Rotterdam (Sandra Leijten), 'Concept Informatiemodel T3D. Uitwerking voor beproeving', v 0.6, 20 september 2021
- [4] Geonovum, 'DiS Geo: Architectuurbeschrijving Voorzieningen Samenhangende Objectenregistratie', Versie ter vaststelling 16 juni 2021; <https://docs.geostandaarden.nl/disgeo/arch/>
- [5] NORA, 'Raamwerk gegevenskwaliteit', [https://www.noraonline.nl/wiki/Raamwerk\\_gegevenskwaliteit](https://www.noraonline.nl/wiki/Raamwerk_gegevenskwaliteit)
- [6] VNG, 'Programma Totaal Driedimensionaal', 2019, <https://vng.nl/projecten/totaal-driedimensionaal>
- [7] Gemeente Amsterdam/ Iris Wilbrink, Bart Burkhardt, Tom Simons, Alex Peters, 'Een 3D vergunningchecker op CityJSON data', (T3D Usecase Vergunningverlening), december 2022
- [8] T3D/Corné Helmons, Gerlof de Haan, Hein Corstens, 'T3D Usecase Watermanagement', 1 februari 2023
- [9] T3D/Hein Corstens m.m.v. Marloes Graaumans, Gerlof de Haan, Jan van Velsen, Guido Ypenburg, 'T3D Usecase (Binnenkant) Gebouwen', 3 februari 2023
- [10] T3D/Architectuurteam (Peer Molenaar, Maarten Vermeij, Jan Stedehouder, Marcel Moerman, Bart den Dulk), 'Rapport T3D architectuur', 2022
- [11] Common Ground . : <https://commonground.nl/>
- [12] Gemeente Den Haag/ Kotryna Valečkaitė , Tinsley Wolfs, Nick Murre, 'Dataorkestratietools. Totaal 3D rapport fase 2b', voorlopige versie 1, december 2021
- [13] Gemeente Rotterdam, 'Rotterdam 3D Procesontwerp. Huidige procesgang. Concept. Versie 0.1, 20-07-2020
- [14] GEMMA Online-Thema Totaal 3D: [https://www.gemmaonline.nl/index.php/Thema\\_Totaal\\_3D](https://www.gemmaonline.nl/index.php/Thema_Totaal_3D)
- [15] Geodelta/ Marin Kodde, 'Omnibase Pilot Rotterdam', 14 oktober 2022 (versie 1.1)
- [16] Geonovum, 'DiS Geo : Eisen aan model samenhangende objectenregistratie', 16 juni 2021, <https://docs.geostandaarden.nl/disgeo/emso/>
- [17] OGC City Geography Markup Language (CityGML) Part 1: Conceptual Model Standard, version 3.0.0, 13-09-2021, <https://docs.ogc.org/is/20-010/20-010.html#toc45>
- [18] OGC City Geography Markup Language (CityGML) 3.0 Conceptual Model Users Guide, 13-09-2021, <https://docs.ogc.org/guides/20-066.html>

- [19] Geonovum, 'Wijzigingsvoorsel IMGeo 2.2', 1 juli 2020 <https://docs.geostandaarden.nl/imgeo/wijzigingsvoorstel/>
- [20] Gemeente Amsterdam/ Robert-Jan van Diepen, 'T3D Onderzoeksverslag vs 3', 19 april 2022
- [21] Elma Molthoff, 'Visie op datastromen van geo objecten', Verdonck, Klooster & Associates, in opdracht van gemeente Rotterdam, 30 december 2022
- [22] 3DGI/Balázs Dukai, Ravi Peters, 'Open Source Tools for 3D management', 16-12-2022
- [23] gemeente Den Haag/Nick Murre, Kotryna Velckaite, Tinsley Wolfs, 'T3D Data orchestrator', 15-12-2022
- [24] gemeente Den Haag/Nick Murre, Kotryna Velckaite, Tinsley Wolfs, 'Inrichting monitoring & logging, inclusief dashboards', 15-12-2022
- [25] Iris Wilbrink, Bart Burkhardt, Tom Simons & Alex Peters, 'Een 3D vergunningchecker op CityJSON data. Verslag bevindingen technische demo.', gemeente Amsterdam, december 2022
- [26] Gemeente Rotterdam, Future Insight, 'Rapportage werkgroep T3D Ondersteuning en inrichting Database', juli 2022
- [27] Gemeente Rotterdam, 'Eindrapportage Digitale Stad: Omgevingswet Pilot 3 – Vergunningen – Fase 3 – De vergunningcontroleservice', 2022
- [28] CGI, 'Eindrapport LiDAR BIM Vergelijking Gemeente Den Haag', 2022-01-18
- [29] BIM Lokaal, 'BIM BASIS ILS' <https://www.bimloket.nl/bimbasisils>
- [30] Geonovum, 'Metamodel Informatiemodellering (MIM)', Geonovum standaard, 23 oktober 2020, <https://docs.geostandaarden.nl/mim/def-st-mim-20201023/>
- [31] Unafact BV, 'Vergelijking tussen de SOR, de CORE en het IMBOR', 11 maart 2022
- [32] Unafact BV, 'Beschouwing van actuele 3D initiatieven', 11 maart 2022
- [33] Unafact BV, 'Relatie tussen de Centrale Objectenregistratie en 3D informatie', 11 maart 2022
- [34] 'NEN 3610:2022. Basismodel geo-informatie', NEN, 2022
- [35] Geonovum, 'Basisregistratie Grootchalige Topografie. Gegevenscatalogus BGT 1.2', Geonovum Informatiemodel, Vastgestelde versie 01 juli 2020
- [36] Geonovum, 'Basisregistratie Grootchalige Topografie. Gegevenscatalogus IMGeo 2.2, Geonovum Informatiemodel, Vastgestelde versie 01 juli 2020
- [37] Ministerie van BZK, 'Catalogus Basisregistratie Adressen en Gebouwen', ('Catalogusn BAG 2018'), 2018
- [38] digiGO, 'Programmaplan Digitaal Stelsel Gebouwde Omgeving (DSGO)', versie 1.0, 20-12-2021 [https://digigo.nu/bibliotheek2/downloads\\_getfilem.aspx?id=1387207&forcedownload=true](https://digigo.nu/bibliotheek2/downloads_getfilem.aspx?id=1387207&forcedownload=true)

- [39] DSGO, 'Businesslaag gemeenten', <bron nog vinden en aangeven>
- [40] DSGO, 'Motivatielaag gemeenten' <bron nog vinden en aangeven>
- [41] Gemeente Rotterdam, 'Programma van Eisen Ontwikkelen prototype vergunning-  
controle-service Omgevingswetpilot 2-D-20568-21
- [42] Gemeente Amsterdam/ Bastiaan Du Pon, 'Totaal3D – "Tussenbak" Amsterdam, de-  
cember 2021
- [43] Sweco/Bart van der Lely, 'Verslag experiment T3D beheer – Rotterdam/Sweco. Be-  
schrijving van uitgevoerde experiment met dg DIALOG BGT', in opdracht van ge-  
meente Rotterdam, 6 oktober 2022
- [44] Future Insight/Rick Klooster, Bas Hoorn, 'Rapportage om te komen tot een informa-  
tiemodel T3D. Uitwerking voor beproeving in fase 3', v 0.8 25 januari 2022
- [45] Geonovum, 'DiS Geo: Hoofdlijnen inhoud samenhangende objectenregistratie', 17  
juni 2020
- [46] VNG & BIM Lokaal/ Hein Corstens, Joseph Steenbergen, Henny Stolwijk, '[Routekaart  
Gemeenten en BIM](#)', 31-01-2019
- [47] Hein Corstens, Gerlof de Haan, Jan van Velsen, 'Van 3D brondata naar 3D objecten-  
registratie', Geo-Info, 2022-2
- [48] Readar, 'Rapportage T3D', 29 november 2021
- [49] Future Insight, 'T3D Eindrapportage Usecase Watermanagement', 2021
- [50] CGI, 'Eindrapport-Puntenwolken verwerking Gemeente Den Haag', 2021-11-25
- [51] Gemeente Rotterdam, 'Co-creatie DS Toelichting tbv T3D', v 1, december 2022
- [52] Tygron/Future Insight, 'Slim data uitwisselen', T3D-Rapportage september 2022
- [53] Future Insight, 'Rapportage BIM verwerkingsmodule gemeente Den Haag', 24 de-  
cember 2021
- [54] ROOT/Wilco Kelder, 'Handreiking BIM informatie uitvraag gemeente Den Haag'  
(Toelichting ILS), 15 december 2022
- [55] ROOT/gemeente Den Haag, '20221130 ILS Den Haag v 0.2' (spreadsheet)
- [56] Aedes ILS 2.0: <https://aedes.nl/digitalisering-en-informatievoorziening/aedes-ils-20>,  
februari 2022
- [57] Future Insight, 'RIONED – GWSW naar CityGML conversie, v 1.0, 20-12-2021
- [58] Nieuwland, 'T3D gemeente Rotterdam, casus watermanagement', 2021
- [59] Gemeente Rotterdam/P.L. de Ruijter, 'Splitsingstekeningen Kadaster mbt Meerge-  
zinswoningen', Notitie 29 maart 2022
- [60] Falke Boskaljon, 'Totaal 3 Dimensionaal Binnenruimte, NEKLAF Media, 2022

- [61] Spotr.ai, 'T3D Pilot voor het verkennen van de mogelijkheid om 3D modellen te upgraden met classificaties van elementen (bijvoorbeeld ramen en deuren) met behulp van beeldherkenning', december 2021
- [62] Nelen&Schuurmans, 'Totaal 3-Dimensionaal Rotterdam. Effect van hoge resolutie geodata op hydrodynamisch modelleren.', Opleverrapport T3D', 20-12-2021
- [63] T3d/Hein Corstens, Gerlof de Haan, 'T3D en DSGO', 30-09-22
- [64] T3D/Hein Corstens, 'T3D-CORE', 10-01-23
- [65] Gemeente Rotterdam/Future Insight, 'Rapportage werkgroep T3D Ondersteuning en inrichting Database', oktober 2022
- [66] Tjits Tuinhof, Christian Wisse, 'Texturering van het 3D model', Programma Totaal Driedimensionaal, gemeente Rotterdam, januari 2022
- [67] VNG, 'Beelden bij een implementatietraject SOR voor gemeenten. uitleg ten behoeve van de gemeentelijke impactindicatie SOR', presentatie t.b.v. Gemeentelijk geo-beraad, voorjaar 2022
- [68] VNG, 'Hoe zou de SOR kunnen gaan werken. Eerste schets gemeentelijk toekomstbeeld', presentatie t.b.v. Gemeentelijk geo-beraad, voorjaar 2022
- [69] 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
- [70] Geosignum, 'Inwinning; Analyse puntenwolk'
- [71] Future Insight, 'Documentatie Clearly.BIM-Huisnummerbesluit', Concept 9-1-2023
- [72] AEDES: Kerngroep BIM & Vastgoeddata: expert: Robert Versteeg; verder: Wouter Kolbeek (Woonstad Rotterdam) en Diane van Herpen (Eigen Haard Amsterdam), <https://www.aedes.nl/artikelen/bedrijfsvoering/digitalisering-en-informatievoorziening/de-kerngroep-bim--vastgoeddata-in-vier-vragen.html>
- [73] Generieke Informatieleveringsspecificatie (ILS) van provincies + gemeenten Amsterdam en Rotterdam, <https://www.iampro-portaal.nl/praktijkvoorbeelden/Provinciale-Generieke-Informatie-Levering-Specific> en <https://www.crow.nl/blog/januari-2021/generieke-ils-vs-productspecificaties>
- [74] T3D/Hein Corstens e.a., 'Naar een ontologie voor 3D omgevingsgegevens', 6 april 2023
- [75] Open Geospatial Consortium & BuildingSMART International, 'Built environment data standards and their integration: an analysis of IFC, CityGML and LandInfra', version 1.0, maart 2020
- [76] Gemeente Amsterdam/ Daan Bloembergen, 'Eindrapport - Automatische Binnenruimte Generatie', 23-11-2022

# Afkortingen

|       |                                                                                        |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| ADE   | Application Domain Extension                                                           |
| ADF   | Azure Data Factory                                                                     |
| AHN   | Actueel hoogtebestand Nederland                                                        |
| API   | Application programming interface                                                      |
| APRS  | American Society for Photogrammetry and Remote Sensing                                 |
| BAG   | Basisregistratie adressen en gebouwen                                                  |
| BGT   | Basisregistratie grootschalige topografie                                              |
| BIM   | Bouwwerkinformatiemodel, Bouwwerkinformatiemodellering of Bouwwerkinformatiemanagement |
| BOR   | Beheer openbare ruimte                                                                 |
| BRK   | Basisregistratie Kadaster                                                              |
| BZK   | Binnenlandse zaken en koninkrijksrelaties                                              |
| CB-NL | Conceptenbibliotheek Nederland                                                         |
| CORE  | Centrale objectenregistratie                                                           |
| DAP'R | Data- en analyseplatform Rotterdam                                                     |
| DIS   | Doorontwikkeling in samenhang                                                          |
| DSGO  | Digitaal stelsel gebouwde omgeving                                                     |
| DSO   | Digitaal stelsel Omgevingswet                                                          |
| DEM   | Digital elevation model                                                                |
| ETL   | Extract Transform Load                                                                 |
| EPSG  | European Petroleum Survey Group                                                        |
| FAIR  | Findable Accessible Interoperable Reusable                                             |
| FME   | Feature Manipulation Engine                                                            |
| GEMMA | Gemeentelijke modelarchitectuur                                                        |
| GGB   | Gemeentelijk geoberaad                                                                 |
| GML   | Geography Markup Language                                                              |
| GPS   | Global Positioning System                                                              |
| GWSW  | Gegevenswoordenboek stedelijk water                                                    |
| JSON  | JavaScript Object Notation                                                             |
| IDS   | Information Delivery Specification                                                     |

|        |                                                                       |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|
| IFC    | Industry Foundation Classes                                           |
| ILS    | Informatieleveringsspecificatie                                       |
| IMBOR  | Informatiemodel beheer openbare ruimte                                |
| IMU    | Inertial measurement unit                                             |
| LAS    | LASer (file format)                                                   |
| LiDAR  | Light detection and ranging/ Laser imaging detection and ranging      |
| LOD    | Level of Detail                                                       |
| LV     | Landelijke voorziening                                                |
| MIM    | Metamodel Informatiemodelling                                         |
| MLS    | Mobile LiDAR Scanning                                                 |
| MVP    | Minimum Viable Product                                                |
| NAP    | Normaal Amsterdams Peil                                               |
| nDFTL  | Referentiearchitectuur stelsel digitale tweeling fysieke leefomgeving |
| OGC    | Open Geospatial Consortium                                            |
| OTL    | Object Type Library                                                   |
| PDF    | Portable Document Format                                              |
| PoC    | Proof of Concept                                                      |
| RD     | Rijksdriehoeksmeting                                                  |
| RDF    | Resource Description Framework                                        |
| SKP    | SketchUp (formaat)                                                    |
| SOR    | Samenhangende objectenregistratie                                     |
| SPARQL | SPARQL Protocol and RDF Query Language                                |
| SPOT   | Single Point of Truth                                                 |
| TIR    | Terrestrische indeling Rotterdam                                      |
| T3D    | Totaaldriedimensionaal                                                |
| UOI    | Unieke objectidentificatie                                            |
| URL    | Uniform Resource Locator                                              |
| VCS    | Virtual City Systems                                                  |
| WFS    | Web Feature Service                                                   |
| WMS    | Web map service                                                       |
| WOZ    | Waardering onroerende zaken                                           |

## Bijlagen

# Bijlage 1 Organisatie T3D

In T3D – Totaal Driedimensionaal – , een door het ministerie van BZK gesubsidieerd programma, hebben de VNG en de gemeenten Amsterdam, Rotterdam en Den Haag in de periode 2020-2023 samengewerkt aan praktische oplossingen voor het in 3D inwinnen, registreren en gebruiken van basisgegevens over de fysieke leefomgeving.

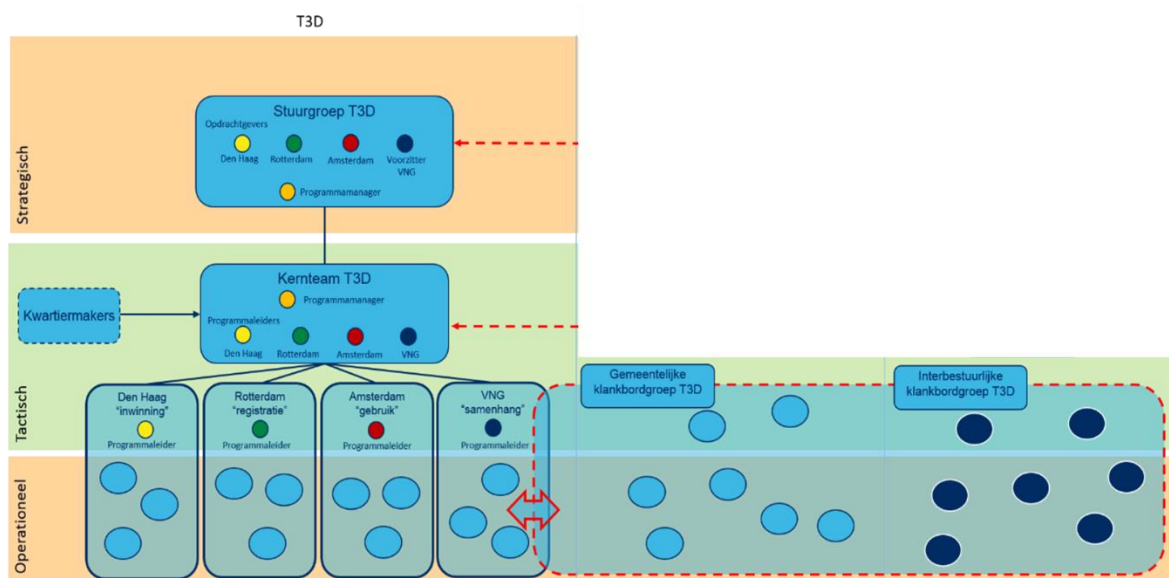
De voorbereiding van het programma vond plaats in een kwartiermakersgroep met vertegenwoordiging vanuit de drie gemeenten en de VNG.

De organisatie tijdens de uitvoering van het programma bestond uit een Stuurgroep, een Kernteam en een projectorganisatie binnen de deelnemende gemeenten en de VNG.

De dagelijkse aansturing werd gedaan vanuit het Kernteam. In het Kernteam zaten de programmaleiders van elke gemeente en de VNG. Het Kernteam stond onder leiding van de Programmamanager (VNG).

Ieder gemeente en de VNG had een programmaleider met een eindverantwoordelijkheid voor de organisatie van één van de vier uitvoeringssporen.

Binnen het spoor Samenhang, verbreding en Borging (VNG) is daarnaast gewerkt met een gemeentelijke klankbordgroep en een interbestuurlijke klankbordgroep. De samenstelling van de klankbordgroepen wordt toegelicht in hoofdstuk 6 – Samenhang in landelijk verband -.



Programma-organisatie Totaal Driedimensionaal

Samenstelling kwartiermakersgroep:

- Gemeente Den Haag: Eveline Vos;
- Gemeente Rotterdam: Patrick Koek;
- Gemeente Amsterdam: Wietse Balster;
- VNG: Marcel Rietdijk;
- VNG: Janneke de Zwaan.

#### Samenstelling Stuurgroep:

- Gemeente Den Haag: Ludo Steenmetser;
- Gemeente Rotterdam: Ruud den Haak (fase 1 en 2: Monique Groeneweg);
- Gemeente Amsterdam: Jan Duffhues (fase 1 en 2: Berent Daan);
- VNG: Henri Rauch (voorzitter);
- VNG: Eduard Renger (programmamanager en plv. voorzitter);
- BzK: Noud Hooyman (gastlid).

#### Samenstelling Kerngroep:

- Gemeente Den Haag: Robert Koster, Jan van Velsen en Marloes Graaumans (fase 2 /3: Harrie van der Werf, fase 1: Eveline Vos);
- Gemeente Amsterdam: Alex Peters (fase 1: Melanie August de Meijer);
- Gemeente Rotterdam: Fatuma Köker (fase 1 en 2/3: Jane Hermans – van Rhee);
- VNG: Gerlof de Haan;
- VNG: Eduard Renger (programmamanager en voorzitter).

## Bijlage 2 Juridische vragen

Tijdens de voorbereiding en uitvoering van het T3D-programma zijn de volgende juridische vragen naar voren gekomen:

- Wat houdt de Archiefwet in en wat heeft dit voor consequenties? [1, par. 3.1], in het bijzonder: hoe gaan we om met het opslaan van gegevens als dit niet in de Archiefwet is geregeld?
- Hoe kunnen zoveel mogelijk objectdefinities uit verschillende wetgevingen gelijktrekken ten behoeve van een eenduidige 3D registratie?
- Zijn er naast de technische knelpunten nog juridische knelpunten zoals privacy/ openbare veiligheid etc? In het bijzonder kwam naar voren: is het inwinnen en registreren van de binnenkanten van gebouwen in strijd met de privacywetgeving?
- Wat zijn de eigendomsrechten in 3D?
- Kan hetzelfde recht gebruikt worden om andere databronnen dan plattegronden (bijvoorbeeld BIM-modellen) (automatisch) te verwerken? (dit betreft intellectueel eigendom van plattegronden/BIM).
- Is er onderscheid in verplichte en een niet-verplichte informatie die een persoon/instantie die iets wijzigt in de registratie moet leveren?
- Wat wordt er in basisregistratieverband geregistreerd: de werkelijkheid of de werkelijkheid zoals die zou moeten zijn? Bijvoorbeeld in het geval van een woning die getransformeerd blijkt te zijn in een bedrijf? Wordt het pand/VBO dan alleen als woning geregistreerd, als bedrijf of worden beide gebruikssituaties(met status) vermeld?

Op deze vraag is binnen het programma het volgende antwoord geformuleerd:

De BAG registreert niet het gebruik, maar het gebruiksdoel: dit is het doel waarvoor een verblijfsobject oorspronkelijk is neergezet. Mocht er in de loop van de jaren verandering komen in het daadwerkelijke gebruik, dan verandert het gebruiksdoel *in principe* niet. In werkelijkheid is het wat genuanceerder, omdat er hierdoor ongewenste situaties ontstaan: niet iedere verandering van gebruik is vergunningplichtig. Dus bij een melding van een verandering van gebruik vindt er een toets plaats of dit vergunningsvrij mag worden gedaan. Zo ja: dan wordt het gebruiksdoel (toch) gewijzigd in de registratie, zo niet dan moet er een vergunning worden aangevraagd en verleend om de illegale situatie te legaliseren.

De WOZ gaat er anders mee om. Er wordt getaxeerd op daadwerkelijk gebruik, of dat nu legaal is of niet.

PS de BAG registreert niet alleen de legale situatie zoals die bekend is via vergunningen, maar ook zoveel mogelijk de vergunningsvrije en eventueel illegale situatie.

# Bijlage 3 Overzicht projectrapportages

De projectrapportages zijn te vinden op <https://alkem.io/t3d>

## Samenhang

### Architectuur

- GEMMA Online – [Thema Totaal 3D](#)

## Gebruik

### Vergunningverlening

- Gemeente Amsterdam/ Iris Wilbrink, Bart Burkhardt, Tom Simons & Alex Peters 'Een 3D vergunningchecker op CityJSON data. Verslag bevindingen technische demo', december 2022
- Gemeente Amsterdam/ Robert-Jan van Diepen, 'T3D Onderzoeksverslag vs 3', 19 april 2022
- Gemeente Amsterdam/ Bastiaan Du Pon, 'Totaal3D – "Tussenbak" Amsterdam, december 2021
- gemeente Rotterdam, 'Vergunningencontrole service', 'Template toolbox, november 2022 (zie ook <https://www.youtube.com/watch?v=Lx7hOfSZQto>)
- gemeente Amsterdam, 'Unity CityJSON Visualizer
- gemeente Amsterdam, 'T3D Sketchup Converter', versie 0.1
- gemeente Amsterdam, 'Gemeentebld'
- gemeente Amsterdam, 'Een gebruiker moet altijd kunnen aangeven dat de data niet correct is!', december 2022'
- gemeente Rotterdam, 'Programma van Eisen Ontwikkelen prototype vergunning-controle-service Omgevingswetpilot 2-D-20568-21

### Bewonersparticipatie

- gemeente Rotterdam, 'T3D Toolbox Bewonersparticipatie', december 2022
- gemeente Rotterdam, 'Co-creatie DS Toelichting tbv T3D', v 1, december 2022 1.pdf

## Registratie

### Watermanagement

- Corné Helmons, Gerlof de Haan, Hein Corstens, 'T3D UsecaseWatermanagement', 1 februari 2023
- Nelen&Schoormans, 'Totaal 3-Dimensionaal Rotterdam. Effect van hoge resolutie geodata op hydrodynamisch modelleren.', Opleverrapport T3D', 20-12-2021
- Geosignum, 'Inwinning; Analyse puntenwolk'
- Future Insight, 'RIONED – GWSW naar CityGML conversie, v 1.0, 20-12-2021
- Nieuwland, 'T3D gemeente Rotterdam, casus watermanagement', 2021
- Future Insight, 'T3D Eindrapportage Usecase Watermanagement', 2021
- gemeente Rotterdam, 'Watermanagement', template toolbox, december 2022

- Nelen & Schuurmans, 'toelichting watermanagement spoor Totaal 3Dimensionaal', Memo 23-12-2022
- Sigma Group – Beschrijving operationeel proces 3D scanning 20220124

### ***Informatiemodel***

- Future Insight/Rick Klooster, Bas Hoorn, 'Rapportage om te komen tot een informatiemodel T3D. Uitwerking voor beproeving in fase 3', v 0.8 25 januari 2022, gebaseerd op Concept Informatiemodel T3D, v 0.6, van VNG/Sandra Leijten.
- gemeente Rotterdam, 'Informatiemodel en database', toolbox, december 2022
- Rapportagewerkgroep T3D, 'Ondersteuning en inrichting Database', oktober 2022
- T3D/ Hein Corstens e.a., 'Naar een ontologie voor 3D omgevingsgegevens', maart 2023
- 

### ***Beheer 3D***

- Sweco/Bart van der Lely, 'Verslag experiment T3D beheer – Rotterdam/Sweco. Beschrijving van uitgevoerde experiment met dg DIALOG BGT', in opdracht van gemeente Rotterdam, 6 oktober 2022
- Geodelta/ Marin Kodde, 'Omnibase Pilot Rotterdam', 14 oktober 2022 (versie 1.1)
- gemeente Rotterdam, 'Template toolbox beheertool', 18-11-2022
- Elma Molthoff, 'Visie op datastromen van geo objecten', Verdonck, Klosster & Associates, in opdracht van gemeente Rotterdam, 30 december 2022
- 3DGI/Balázs Dukai, Ravi Peters, 'Open Source Tools for 3D management', 16-12-2022

### ***Centrale Objectenregistratie***

- T3D/Hein Corstens, 'T3D en CORE', 10 januari 2023
- Unafact BV, 'Vergelijking tussen de SOR, de CORE en het IMBOR', 11 maart 2022, Unafact BV, 'Beschouwing van actuele 3D initiatieven', 11 maart 2022, Unafact BV, 'Relatie tussen de Centrale Objectenregistratie en 3D informatie', 11 maart 2022 met bijbehorende spreadsheets: 20211203\_Mapping\_IMBOR2022\_3D informatiemodel, 20220116\_Mapping\_SOR\_IMBOR2022, 20220207\_Objecttypes\_IMBOR2022\_in\_CityGML

### ***Inwinning***

- Hein Corstens m.m.v. Marloes Graaumans, Gerlof de Haan, Jan van Velsen, Guido Ypenburg 'T3D Usecase Watermanagement', 3 februari 2023

### ***BIM***

- Future Insight, 'Rapportage BIM verwerkingsmodule gemeente Den Haag', 24 december 2021

- ROOT/Wilco Kelder, 'Handreiking BIM informatie uitvraag gemeente Den Haag' (Toelichting ILS), 30-11-2023
- ROOT/gemeente Den Haag, '20221130 ILS Den Haag v 0.2' (spreadsheet)
- T3d/Hein Corstens, Gerlof de Haan, 'T3D en DSGO', 30-09-22
- Future Insight, 'Documentatie Clearly.BIM-Huisnummerbesluit', Concept 9-1-2023

### **LIDAR**

- CGI, 'Eindrapport-Puntenwolken verwerking Gemeente Den Haag', 2021-11-25
- CGI, 'Eindrapport LIDAR BIM Vergelijking Gemeente Den Haag', 2022-01-18
- Gemeente Amsterdam/ Daan Bloembergen, 'Eindrapport - Automatische Binnenruimte Generatie', 23-11-2022
- 

### **Beeldmateriaal**

- Readar, 'Rapportage T3D', 29 november 2021

### **Data-orkestratie**

- Gemeente Den Haag/ Kotryna Valečkaitė, Tinsley Wolfs, Nick Murre, 'Data-orkestratietools. Totaal 3D rapport fase 2b', voorlopige versie 1, december 2021
- gemeente Rotterdam, 'Template toolbox Slimmer uitwisselen van data', december 2022
- gemeente Rotterdam, 'Template toolbox Datafundament', december 2022
- gemeente Den Haag/Nick Murre, Kotryna Velckaite, Tinsley Wolfs, 'T3D Data orkstrator', 15-12-2022
- gemeente Den Haag/Nick Murre, Kotryna Velckaite, Tinsley Wolfs, 'Inrichting monitoring & logging, inclusief dashboards', 15-12-2022

### **Proefopstelling**

- gemeente Rotterdam, 'Template toolbox Proefopstelling', november 2022

## **Gemengd**

### **Texturering**

- Spotr.ai, 'T3D Pilot voor het verkennen van de mogelijkheid om 3D modellen te upgraden met classificaties van elementen (bijvoorbeeld ramen en deuren) met behulp van beeldherkenning', december 2021
- Tjits Tuinhof, Christian Wisse, 'Texturering van het 3D model', Programma Totaal Driedimensionaal, gemeente Rotterdam, januari 2022
- gemeente Rotterdam, 'Toolbox Texturering', december 2022

## Bijlage 4 Technologieën

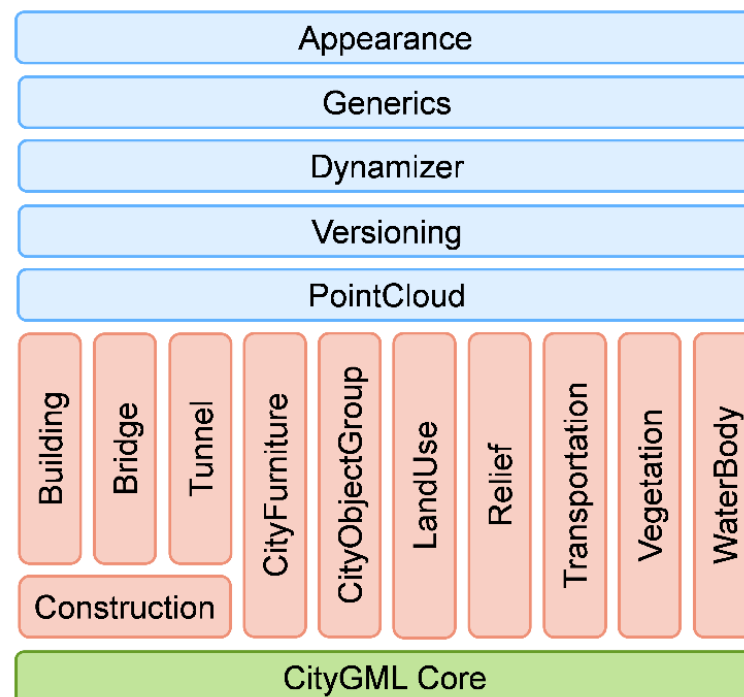
In dit document worden de belangrijkste voor 3D relevante technologieën toegelicht. De toelichting is beperkt tot BIM, CityGML, LiDAR en Texturering. Het gaat om de stand van zaken begin 2022.

### 3D dataregistratie

Een 3D registratie is gebaseerd op een 3D database, een database, waarin punten, lijnen, vlakken en ruimten met hun onderlinge relaties en hun attributen opgeslagen worden. Er zijn vele toepassingsgebieden voor 3D databases met even zovele standaarden. Voor (topografische) stadsmodellen is de standaard CityGML relevant. Voor bouwwerkmodellen – meestal bouwwerk**informatie**modellen (BIM) genoemd – is dat IFC.

### CityGML

In CityGML (ISO 19136) worden alle relevante objecttypen voor de opslag van 3D topografische gegevens gespecificeerd. In de originele versie van CityGML was aan die specificatie (in de vorm van een UML-model) 1:1 een uitwisselingsformaat in GML gekoppeld. In de huidige versie is dat niet meer<sup>17</sup>. CityGML beschrijft de geometrie, attributen en semantiek van verschillende soorten 3D stadsobjecten. De typen objecten die zijn opgeslagen in CityGML zijn gegroepeerd in verschillende modules (zie figuur 1).



*Figuur 1. Overzicht CityGML 3.0 modules. De verticale vakken tonen de verschillende thematische modules. Horizontale modules specificeren concepten die van toepassing zijn op alle thematische modules.*

Het is mogelijk om de modules uit te breiden met nieuwe klassen en attributen door Application Domain Extension (ADE's) te definiëren. Er zijn al verschillende ADE's, bijvoorbeeld voor het weergeven

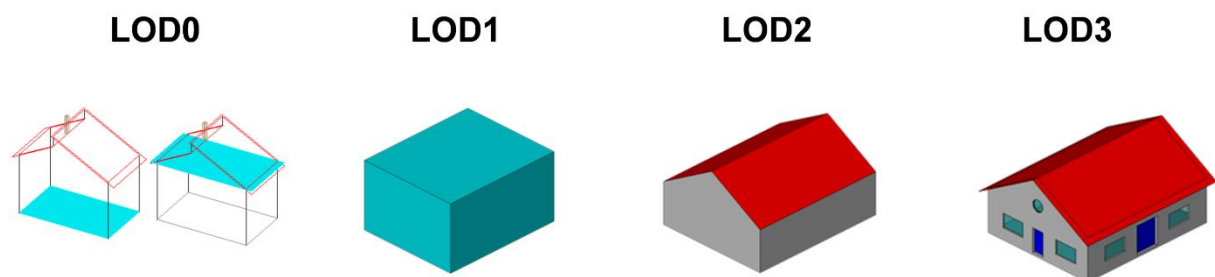
<sup>17</sup> waardoor de benaming CityGML bijzonder verwarrend is!

van de 3D topografische objecten in Nederland, voor het schatten van energie in een stedelijke context en voor het schatten van het zonnepotentieel.

CityGML 3.0 bevat een informatiemodel en kan in verschillende technologieën worden geïmplementeerd, op dit moment: GML<sup>18</sup>, CityJSON en 3D City DB, een database die de data opslaat volgens de CityGML standaard. Nog geen enkele implementatie is nu (begin 2022) volledig uitgewerkt.

CityGML 3.0 beschrijft een algemeen semantisch informatiemodel voor de representatie van 3D stedelijke objecten. De primaire functie van het model is om de menselijke interpretatie van gemodelleerde gegevensobjecten te definiëren, evenals hun geometrische representatie en relaties. Als zodanig biedt het CityGML 3.0 Conceptueel Model een raamwerk voor het integreren, opslaan en uitwisselen van 3D topografische data. Bijkomende voordelen in vergelijking met eerdere versies zijn onder meer een veel betere integratie met BIM, de mogelijkheid om binnenruimten weer te geven in verschillende Levels of Detail (LOD), ondersteuning voor dynamische gegevens geleverd door sensoren en simulaties, en de mogelijkheid om het informatiemodel uit te breiden naar de eerder genoemde Application Domain Extensions (ADE's).

De classificatie van objecten uit de echte wereld in ruimten en ruimtegrenzen is uitsluitend gebaseerd op de semantiek van deze objecten en niet op hun gebruikte geometrietype. Per object zijn meerdere geometrische representaties mogelijk. Een gebouw kan bijvoorbeeld ruimtelijk worden weergegeven door een 3D lichaam (bijvoorbeeld in LOD1), maar tegelijkertijd kan de werkelijke geometrie ook worden geabstraheerd door een punt, voetafdruk of dakafdruk (LOD0), of door een 3D mesh (LOD3). De buitenschil van het gebouw kan ook semantisch worden ontleed in muur-, dak- en grondoppervlakken. Figuur 2 toont verschillende representaties van hetzelfde gebouw in verschillende geometrische LOD's (en verschijningsvormen).



Figuur 2. Weergave van één gebouw in de detailniveaus LOD0 t/m LOD3. bron: <https://docs.ogc.org/guides/20-066.html>

### CityGML & CityJSON

De CityGML-standaard definieert oorspronkelijk een conceptueel model (in UML) en uitwisselingsformaat (in GML) voor de weergave, opslag en uitwisseling van virtuele 3D stadsmodellen. De originele CityGML-standaard is in 2008 vastgesteld door het OGC. Op dit moment is CityGML 2.0 de vigerende

---

<sup>18</sup> Aangezien er veel datasets met zowel CityGML 1.0 als 2.0 zijn gemaakt en actief worden gebruikt, worden deze specificaties niet afgeschaft. Bestaande gegevens kunnen echter worden geüpgraded naar CityGML 3.0.

standaard. CityGML 3.0 is in de zomer van 2021 vastgesteld door het OGC en kan in 2022 toegepast worden.

In de praktijk is een veelgebruikte implementatie de 3D City DB, een open source database schema waarmee de stadsmodellen in een database kunnen worden opgeslagen. Hierdoor kan er eenvoudig naar allerlei uitwisselingsformaten geëxporteerd worden.

In de nieuwe versie van CityGML wordt de scheiding tussen informatiemodel en het uitwisselingsformaat explicieter gemaakt: het informatiemodel (in UML) kan ook op andere manieren dan CityGML opgeslagen worden, zoals ook in CityJSON. OP dit moment ondersteunt CityJSON nog maar een gedeelte van CityGML-CM (Conceptueel Model). CityJSON is geschikt als er alleen geometrie uit de centrale database wordt gehaald. Bijhouding van integrale data is niet mogelijk.

Het grote voordeel van CityJSON is dat het native door veel webtools getoond kan worden, iets wat bij het CityGML uitwisselingsformaat niet kan. Dit moet eerst vertaald worden naar een ander bestandsformaat om getoond te worden zoals 3D Tiles, maar dus ook CityJSON. Dit maakt CityJSON voor veel concrete toepassingen een gebruiksvriendelijke en makkelijke verschijning van CityGML.

Op de website van CityJSON staat een goed overzicht van de ondersteunde en niet ondersteunde CityGML onderdelen: <https://www.cityjson.org/conformance/v30/>. In de T3D-rapportage van Future Insight staat een korte samenvatting van wat wel en niet kan met CityJSON t.o.v. CityGML 2.0

Zie verder:

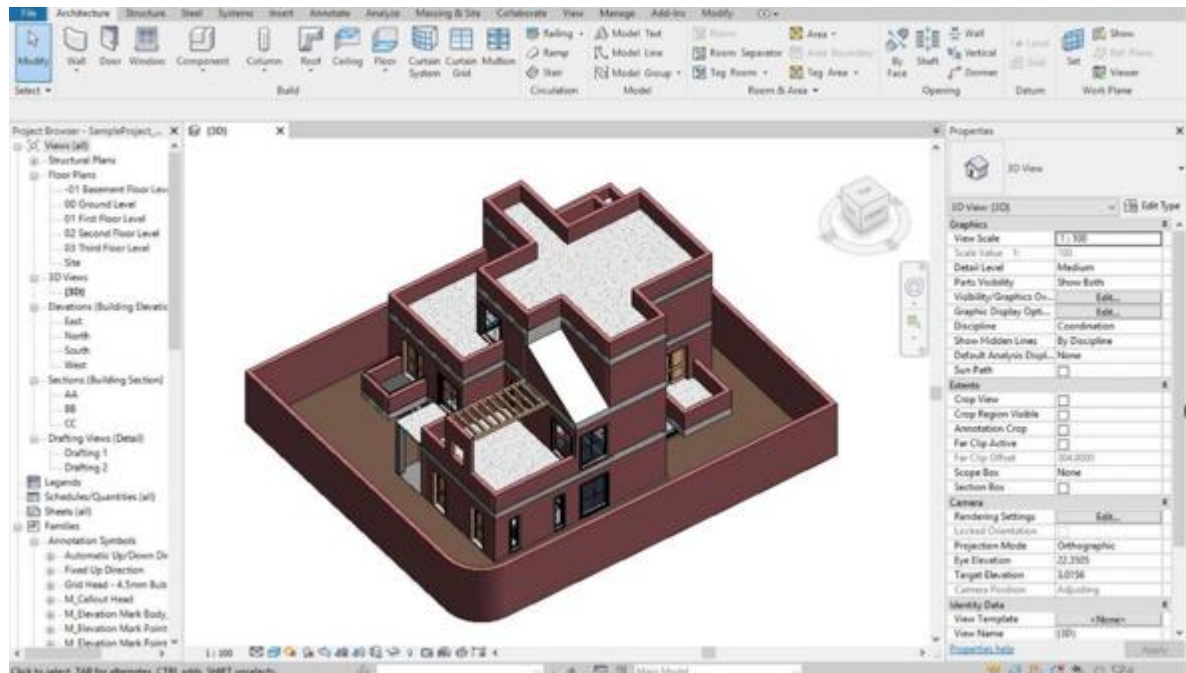
CityJSON: <https://www.cityjson.org/>

OGC CityJSON Community standaard: <https://docs.ogc.org/cs/20-072r2/20-072r2.html>

OGC CityGML: <https://www.ogc.org/standards/citygml>

## BIM

### Wat is een BIM-model?



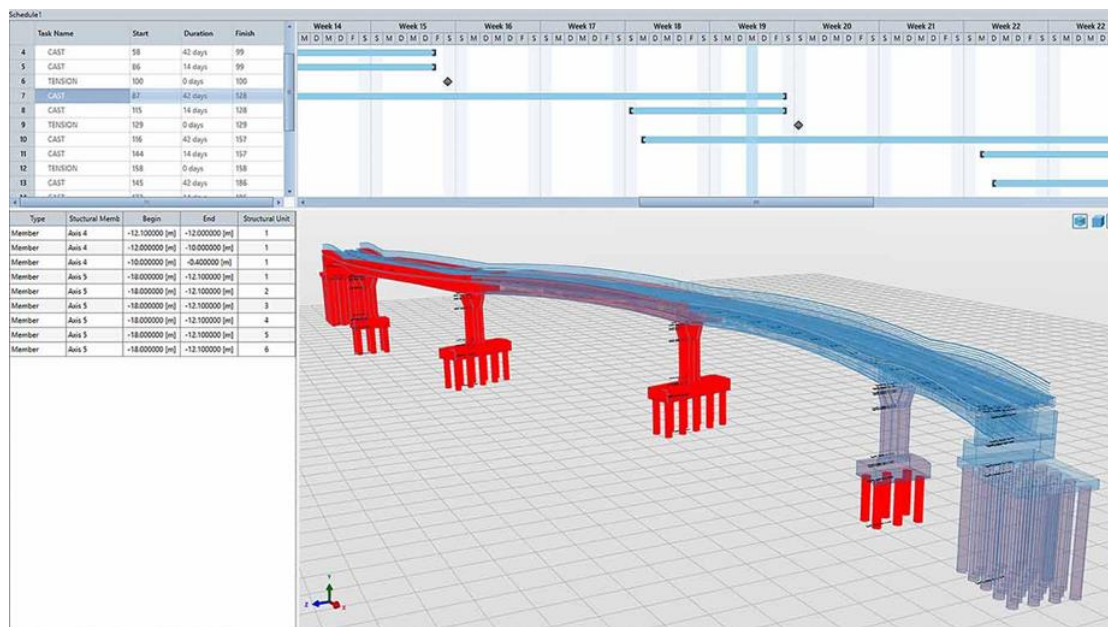
Figuur 3, Voorbeeld van een BIM (gebouw)

In een BIM of BIM-model, een digitaal bouwwerkmodel, worden alle gegevens over een bouwwerk geïntegreerd opgeslagen en verwerkbaar gemaakt [1]. Een bouwwerk is een gebouw of een civieltechnisch object, inclusief installaties. Een BIM bevat de ruimten en de bouwdelen van een bouwwerk in hun samenhang inclusief geometrie en eigenschappen (materiaal, sterkte, isolatiewaarde, enz.). Aan een BIM en zijn componenten kunnen andere informatie-objecten gekoppeld worden, zoals GIS-bestanden, specificaties en contracten. In tegenstelling tot 'traditionele' tekeningen is een BIM niet documentgericht, maar objectgericht en datagericht. De figuren 3 en 4 geven voorbeelden van een BIM voor een gebouw resp. civieltechnisch object.

De voordelen van de toepassing van een BIM zijn:

- efficiency: door middel van BIM kan er sneller en doelmatiger ontworpen en gebouwd worden;
- betere data; er kan bijvoorbeeld een nauwkeurige registratie van duurzaamheidsgegevens opgezet worden;
- betere informatie: er kan bijvoorbeeld virtueel gewandeld worden door een compleet 3D model van een gebouw;
- betere afstemming: meerdere participanten werken samen in één consistent model (zie ook figuur 2);
- meer kwaliteit: er kunnen o.a. ontwerpfouten ontdekt en gecorrigeerd worden.

BIM is ontstaan als hulpmiddel voor ontwerp en engineering, maar is van belang voor alle fasen van het bouw- en beheerproces. Het gaat uiteindelijk om de digitalisering van de informatieprocessen rond bouwwerken en een duurzame vastlegging van gegevens over bouwwerken. Dat is van belang voor het beheer (assetmanagement) en wordt steeds belangrijker omdat de informatiebehoefte groter wordt.

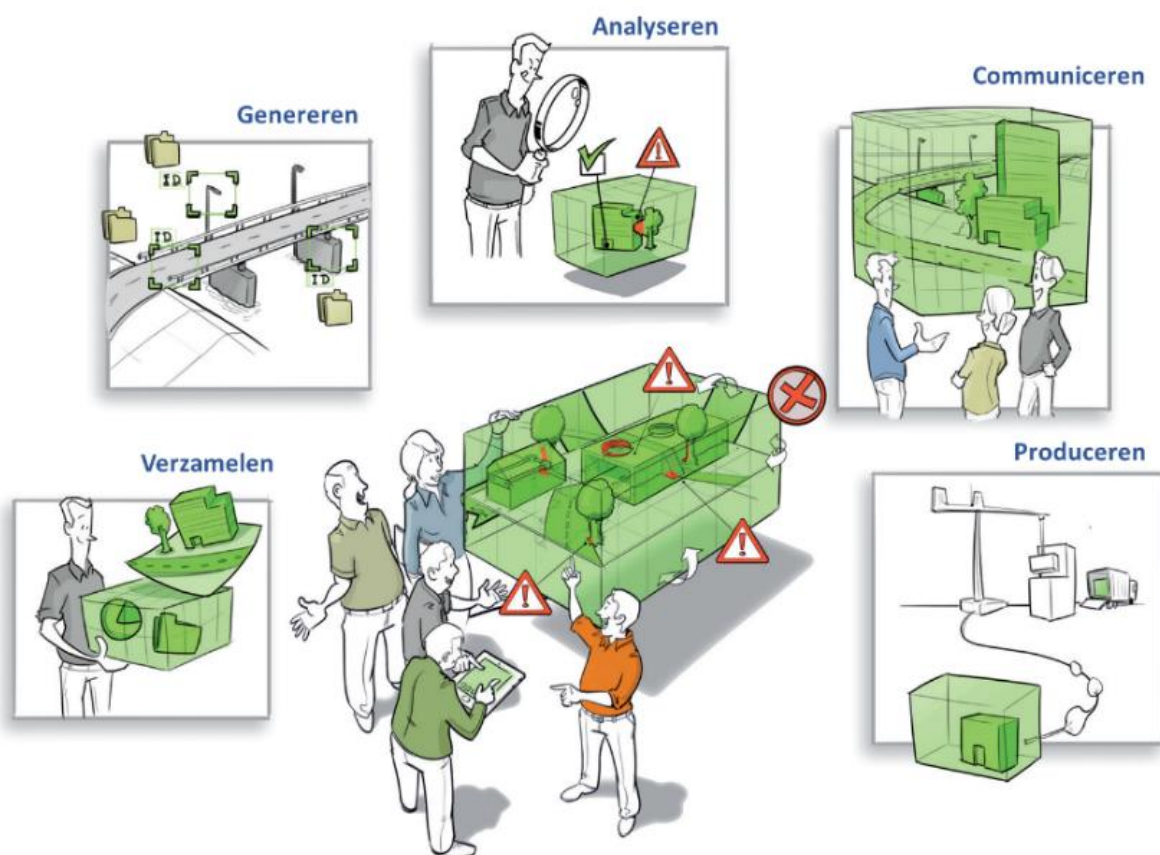


Figuur 4. Voorbeeld van een BIM (civieltechnisch object)

BIM wordt in verband met de brede toepasbaarheid wel in een bredere betekenis gehanteerd: als Bouwwerkinformatiemanagement. Het is dan een verzamelnaam voor instrumenten en open standaarden voor proces, data en semantiek die er alle op gericht zijn het werken met informatie over bouwwerken eenvoudiger en slimmer te maken. Daarmee kan BIM een grote bijdrage leveren aan het bereiken van bestuurlijke doelstellingen:

- verbeteren van de participatie met derden door intelligente visualisaties;
- verbetering van vergunningverlening en handhaving in het kader van het omgevingsbeleid;
- verbetering van basis- en kernregistraties en de toepassing van geoinformatie;
- controle krijgen over assets door actuele en complete informatievoorziening;
- circulariteit door het gebruik van BIM als 'voorraadadministratie';
- goed opdrachtgeverschap door precies te weten wat je hebt, door in staat te zijn die informatie te delen én door in staat te zijn op uniforme wijze te kunnen specificeren welke informatie je als gemeente vanuit een project nodig hebt;
- transparantie door delen van actuele en betrouwbare informatie, over de omgeving, maar ook over het proces;
- versterken van de overheid als regisseur en niet als uitvoerder; dit kan alleen als je weet wat je hebt en controle hebt over je assets.

De toegevoegde waarde van BIM in al deze voorbeelden zit hem in het feit dat BIM ons in staat stelt informatie zodanig in te winnen en vast te leggen, dat deze informatie herbruikbaar is in andere fasen van het proces of van de levenscyclus of zelfs in geheel andere domeinen dan de directe zorg voor de fysieke omgeving (zoals veiligheid, mobiliteit en zorg).



Figuur 5. BIM is een hulpmiddel voor samenwerking (bron: BIR)

Uit de doelstelling van BIM vloeit voort dat met de toepassing ervan veel standaarden noodzakelijk zijn, op technisch, syntactisch, semantisch en gebruiksniveau. Een overzicht is opgenomen in de volgende paragraaf.

## BIM-STANDAARDEN

Het BIM Loket heeft de relevante open BIM-standaarden geïnventariseerd en beschreven: BIM Loket, 'Atlas van open BIM-standaarden', [https://www.bimloket.nl/documents/20220401\\_Atlas\\_Open\\_BIM\\_Standaarden\\_2\\_0.pdf](https://www.bimloket.nl/documents/20220401_Atlas_Open_BIM_Standaarden_2_0.pdf) [2]. Zie ook <https://www.bimloket.nl/ictstandaarden/>

Onderstaande tabel geeft een samenvatting met enkele aanvullingen.

|                 |                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BCF             | BCF: BIM Collaboration Format. Afsprakenet voor eenvoudige en eenduidige uitwisseling van 'issues' (clashes en dergelijke) van BIM modellen tussen ketenpartners. Dit verkleint de kans op fouten in modellen én communicatie. |
| BCF-kaart       | Beschrijft hoe de internationale open standaard BCF (BIM Collaboration Format) het best en op eenduidige wijze kan worden toegepast in BIM-projecten (best practice).                                                          |
| BIM Basis ILS   | Richtlijn voor de toepassing van IFC en NL/SfB in bouwprojecten (basale Eisen waaraan IFC-modellen moeten voldoen).                                                                                                            |
| BIM Basis Infra | Afspraken over het uitwisselen van modellen in de infrasector.                                                                                                                                                                 |

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BsDD                      | BuildingSMART Data Dictionary: bibliotheek van objecttypen en hun attributen. Bedoeldv oor het identificeren van objecten in de gebouwde omgeving, inclusief hun specifieke eigenschappen.                                                                                                     |
| BS&I                      | Classificatie Bouwsystemen & Installaties (BS&I), onderdeel van STABU Bouw-breed (NB: BS&I is nog geen open standaard, maar zal dat op korte termijn wel worden; een principebesluit is daarover genomen in het STABU bestuur)                                                                 |
| BUP                       | Model BIM Uitvoeringsplan: template voor BIM samenwerkingsafspraken-tussen-projectpartners.                                                                                                                                                                                                    |
| CB-NL                     | Nederlandse Conceptenbibliotheek (CB-NL): digitaal “woordenboek”: formele taal die we met elkaar afspreken in de bouw.                                                                                                                                                                         |
| CityGML                   | Internationaal open, gestandaardiseerd datamodel en uitwisselformaat voor de uitwisseling van digitale 3D modellen van steden en landschappen.                                                                                                                                                 |
| COINS                     | Semantisch datamodel en uitwisselingsformaat voor o.a. BIM-data, GIS-data, SE-data (Systems Engineering) en gekoppelde digitale documenten(inmiddels vervangen door NEN-EN-ISO 21597 “Information Container forlinkedDocument Delivery” (ICDD)                                                 |
| DICO                      | Onafhankelijke berichtenstandaard voor elektronische informatie-uitwisseling rondde levering van technische producten.                                                                                                                                                                         |
| EN-ISO 19650-serie        | Organization of information about construction works -Information management using Building Information Modelling.                                                                                                                                                                             |
| EN-ISO 29481              | Building information models --Information delivery manual part 1 & 2: internationale norm waarvoor de Nederlandse VISI-standaard model heeft gestaan.                                                                                                                                          |
| EN-ISO 23386              | Building information modelling -Methodology to describe, author and maintain properties in interconnected dictionaries (voorlopige norm).                                                                                                                                                      |
| EN-ISO 23387              | Data templates for construction works entities.                                                                                                                                                                                                                                                |
| ETIM                      | Classificatie van technische producten t.b.v. het zoeken en vinden van producten op basis van hun vereiste eigenschappen                                                                                                                                                                       |
| GB-CAS                    | Geïntegreerd Bouwen CAD Afspraken Stelsel): 2D CAD standaard voor de B&U-sector                                                                                                                                                                                                                |
| GWSW                      | Gegevenswoordenboek Stedelijk Water: een open standaard voor het eenduidig vastleggen, uitwisselen en hergebruiken van gegevens in het stedelijk water-beheer.                                                                                                                                 |
| ICDD                      | Information Container for linked Document Delivery (NEN-EN-ISO 21597)                                                                                                                                                                                                                          |
| IFC                       | Industry Foundation Classes: Internationale open standaard voor het delen/uitwisselen van objectgeoriënteerde informatie.t.b.v. het ontwerp, de uitvoering, het beheer en het onderhouden van facility management van bouwwerken.                                                              |
| ILS Ontwerp & engineering | Hulpmiddel om tot een projectspecifieke Informatieleveringsspecificatie (ILS) te komen wat betreft de informatie die per fase in het ontwerp- en bouwproces aanwezig moet zijn in een 3D bouwwerkmodel. Dit in samenhang met het BIM Uitvoeringsplan, het contract en eventuele andere ILS'en. |
| IMBOR                     | Informatiemodel Beheer Openbare Ruimte: open standaard voor het uniformeren van de benamingen van alle type objecten in de openbare ruimte en de beheergegevens die per type object vastgelegd kunnen worden.                                                                                  |
| IMGeo                     | Informatie Model Geografie (IMGeo): grondslag voor de wettelijk verplichte Basisregistratie Groot-schalige Topografie (BGT)                                                                                                                                                                    |
| NEN 2660-1 en -2          | “Ordeningsregels voor informatie in de gebouwde omgeving”: beschrijving van de logicaregels waaraan classificaties moeten voldoen om ze zodanig consistent te laten zijn dat ze aan elkaar te relateren zijn.                                                                                  |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NEN-EN-ISO 17412-1            | Building Information Modelling —Level of Information Need —Part 1: Concepts and principles”.                                                                                                                                                                                                                 |
| NEN-EN-ISO 21597              | ISO 21597 part 1 & 2: Information Container for linked Document Delivery (ICDD) (part 1&2). Internationales tandaard waarvoor de Nederlandse COINS-standaard model heeft gestaan.                                                                                                                            |
| NPR-CEN/TR 17654              | Guideline for the implementation of Exchange Information Requirements (EIR) and BIM Execution Plans (BEP) on European level, based on EN-ISO 19650-1 and -2. Technical Specification (praktijkrichtlijn) voor Informatieleverings specificaties en BIM Uitvoeringsplannen, verschenen in 2021                |
| ISO-55000-serie               | Standaard voor assetmanagement. ISO 55000 beschrijft de principes van assetmanagement, ISO 55001 beschrijft de eisen voor een assetmanagementsysteem en vormt de basis voor certificatie en ISO 55002 geeft richtlijnen voor de toepassing van de norm.                                                      |
| Nationaal BIM protocol        | Template voor contractueel vast te leggen eisen, voorwaarden en afspraken m.b.t. BIM in overeenkomsten tussen Opdrachtgever en Opdrachtnemer(s).                                                                                                                                                             |
| NLCS                          | Nederlandse CAD-standaard voor de GWW-sector                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NLRS                          | NLRS: Nederlandse Revit Standaard: standaard/template die door de gebruikers van het softwarepakket Revit onafhankelijk van de leverancier van dit pakket is gespecificeerd. In de standaard zijn onder meer afspraken vastgelegd over het gebruik naamgeving, modelstructuur en het gebruik van parameters. |
| NL/SfB                        | Classificatie van functionele bouwdelen in de B&U-sector.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| IFC                           | Internationale open standaard voor het delen/uitwisselen van objectgeoriënteerde informatie t.b.v. het ontwerp, de uitvoering, het beheer en onderhoud en facility management van bouwwerken                                                                                                                 |
| VISI                          | Hulpmiddel voor het snel structureren van samenwerking tussen projectpartners en het vastleggen van de formele communicatiestructuur t.b.v. het management van projecten                                                                                                                                     |
| SALES                         | Onafhankelijke berichtenstandaard voor elektronische informatie-uitwisseling rond de levering van technische producten.                                                                                                                                                                                      |
| Nationaal BIM Protocol        | Nationaal Model BIM Protocol: template voor contractueel vast te leggen eisen, voorwaarden en afspraken m.b.t. BIM in overeenkomsten tussen Opdrachtgever en Opdrachtnemer(s)                                                                                                                                |
| Nationaal BIM Uitvoeringsplan | Nationaal Model BIM Uitvoeringsplan: template voor BIM samenwerkingsafspraken tussen projectpartners.                                                                                                                                                                                                        |

Dit zijn er heel wat. Maar er is meer: vele standaarden zijn onderdeel van bredere standaarden, die ook nog relevante onderdelen voor de bouw bevatten. Zo is bijvoorbeeld IMGeo één van de 14 sectorstandaarden, die horen bij het Basismodel Geo-informatie (NEN 3610). Naast bijvoorbeeld IMRO (Informatiemodel ruimtelijke ordening) en IMKL (voor kabels en leidingen). Het Basismodel Geoinformatie zelf heeft een link met internationale geo-standaarden. Nog een ander voorbeeld: CB-NL wordt gekoppeld aan de internationale standaard buildingSMART Data Dictionary (bsDD).

In de praktijk is het vaak onontkoombaar om aanvullend met de facto gesloten standaarden van grote leveranciers te werken, zoals SHP voor GIS en DWG voor CAD.

## 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 waar gemeten is. De puntenwolk kan met behulp van gespecialiseerde software vertaald worden naar driedimensionale objecten.

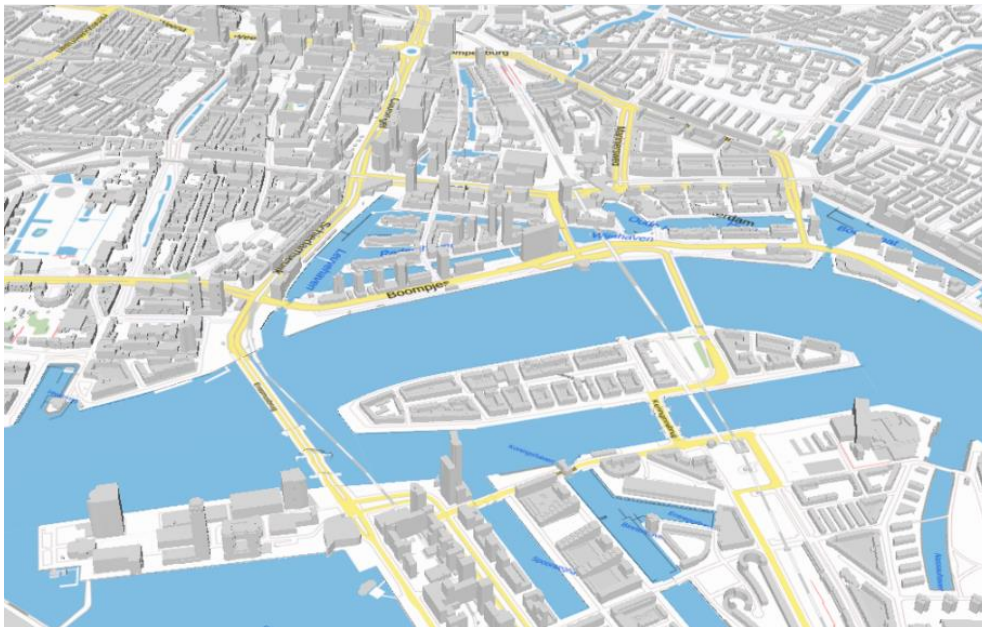
## Texturering

### Verschijningsvorm van het 3D model

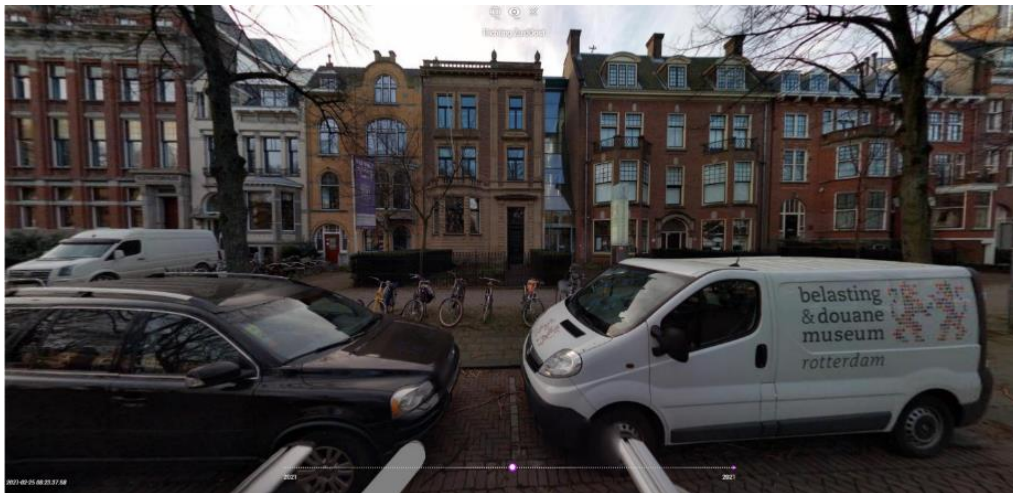
De verschijningsvorm van het 3D model heeft betrekking op het uiterlijk van het 3D model en is op verschillende wijze in te vullen. Zo is een realistische weergave van de werkelijkheid van groot belang voor de gebruikservaring en opent het de deur naar nieuwe toepassingsmogelijkheden, zoals visualisatie, communicatie en participatie. Het toevoegen van een fototextuur aan het 3D objectenmodel wordt gezien als een waardevolle manier om de herkenbaarheid van het model te vergroten. Daarnaast zijn er ook andere methoden om de verschijningsvorm van het model te veranderen. Afhankelijk van de gebruikstoepassing kan er gekozen worden welke methode het meest geschikt is. Idealiter zijn er meerdere verschijningsvormen van het model beschikbaar, zodat gebruikers per toepassing kunnen kiezen welke ze willen gebruiken.

### Mogelijke verschijningsvormen

Voorbeelden van mogelijke verschijningsvormen voor de panden zijn weergegeven in de onderstaande figuren.



Figuur 6a. Geen textuur of kleur



*Figuur 6b Textuur met panoramafoto's*



*Figuur 6c Textuur met oblique foto's*



*Figuur 6d Grafische textuur met kleur*

Voor het terrein zijn soortgelijke methoden beschikbaar. Bij het gebruik van fotomateriaal voor de textuur kan er dan het beste gekozen worden voor een (true)orthofoto.

De koppeling van de textuur of kleur aan de oppervlakten verschilt per viewer, evenals de weergave-opties. Gaming software, zoals het door Amsterdam gebruikte Unity, heeft hiervoor uitgebreide mogelijkheden.

### Afweging voor verschijningsvorm

Er is een overzicht gecreëerd met mogelijke verschijningsvormen, waarmee elke gemeente zelf een afweging kan maken [2]. Er is geen beste verschijningsvorm, maar de te kiezen methode is afhankelijk van de beoogde gebruikstoepassing, de beschikbare bronmaterialen en het budget. Overwegingen bij de keuze van een verschijningsvorm om de herkenbaarheid van het 3D model te vergroten, zijn:

- Grafische textuur met **kleuren** is een laagdrempelige methode waar verder geen aanvullende software of bronmateriaal voor nodig is en dus beschikbaar is voor alle gemeenten. Het kleuren kan gebeuren aan de hand van classificaties in de data of gekoppelde themadata indien aanwezig. In dit laatste geval kunnen de kleuren bijdragen aan het geven van inzicht in een specifiek thema.
- Om de herkenbaarheid van het model verder te vergroten kan er gekozen worden voor aanvullende methoden, namelijk textuur met **fotomateriaal** of **grafische textuur**. Grafische textuur met behulp van kleuren of afbeeldingen van materialen is daarbij vooral bruikbaar als er voldoende

details in de data aanwezig zijn. Als deze niet aanwezig zijn, geeft fotomateriaal een realistischer beeld van de werkelijkheid. Als het wenselijk is om de textuur toe te passen in processen zoals de WOZ-taxatie, visualiseren van nieuwe ontwerpen en het inspecteren van panden, dan zitten er specifieke eisen aan en dient er een andere afweging gemaakt te worden.

- In principe kan een BIM het beste resultaat bieden, als dat volledig gevuld is met de gebruikte materialen. Hierbij is men echter afhankelijk van het aanbod van bouwwerkinformatiemodellen. De bestaande voorraad is in het algemeen niet in BIM voorhanden en als dat wel het geval is zijn de modellen vaak niet volledig gevuld en actueel.

### Beeldherkenning ramen en deuren

In samenwerking met Spotr.ai [3] is er onderzocht hoe ramen en deuren toegevoegd kunnen worden aan het 3D model om daarmee het LOD2 model te upgraden naar LOD3. Spotr.ai heeft een automatische detectie van beeldmateriaal uitgevoerd en deze resultaten vervolgens geprojecteerd op het 3D model van Rotterdam en de BAG 3D. De resultaten zijn zichtbaar op [www.3drotterdam.nl/texture-ring](http://www.3drotterdam.nl/texture-ring). Uit de pilot blijkt dat dit haalbaar is, al is er nog wel een aantal uitdagingen [2][3].

### Referenties

- [1] VNG & BIM Lokaal/ Hein Corstens, Joseph Steenbergen, Henny Stolwijk, '[Routekaart Gemeenten en BIM](#)', 31-01-2019
- [2] Spotr.ai, 'T3D Pilot voor het verkennen van de mogelijkheid om 3D modellen te upgraden met classificaties van elementen (bijvoorbeeld ramen en deuren) met behulp van beeldherkenning', december 2021
- [3] Tjits Tuinhof, Christian Wisse, 'Texturering van het 3D model', Programma Totaal Driedimensionaal, gemeente Rotterdam, januari 2022

## Bijlage 5 Eisen en wensen vanuit de usecases

bron: Hoofdstuk 3 van : *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 [69]

### Antwoord op deze onderzoeksvraag:

Vraag aan usecases om voor dit hoofdstuk de benodigde informatie aan te leveren. Welke gegevens zijn nodig en wat is de relatie van deze benodigde gegevens met de usecase? Passen de gevraagde gegevens binnen de scope van de usecase?

### Usecase Vergunningen

#### eisen

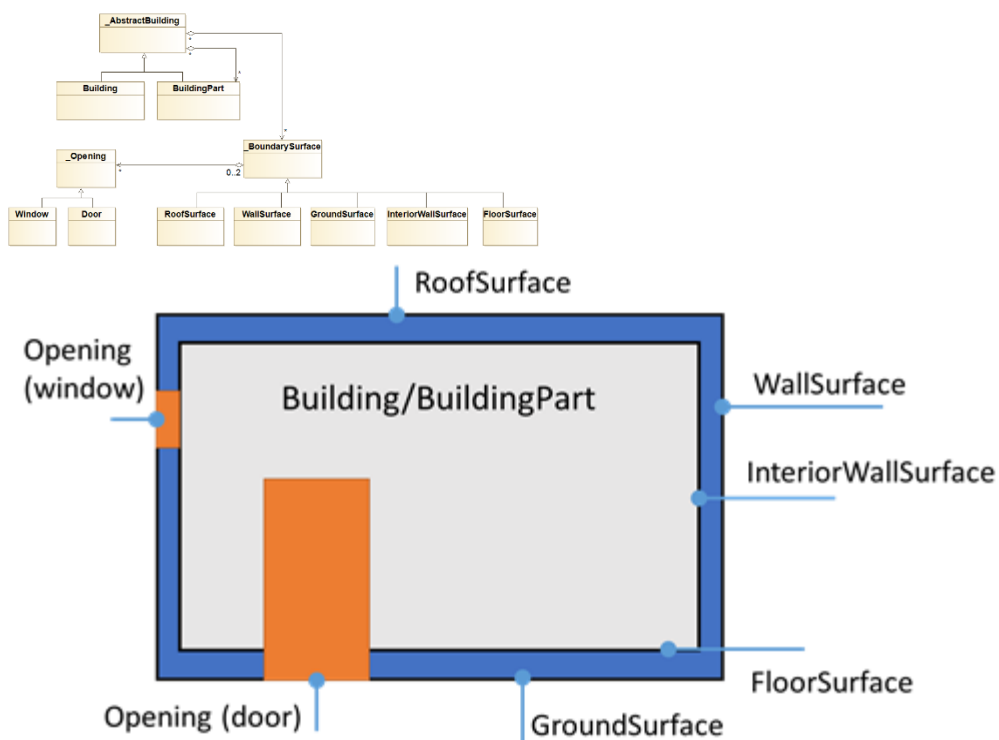
##### EIS A:

Een (BIM)object wordt aangeleverd met Coördinaat in RD (EPSG 28992) of WGS '84 (EPSG:4326).

##### EIS B:

Beschrijving van de buitengeometrie

- Dak (vlak)
- Muur (vlak)
- Grondvlak (vlak)
- Raam (opening)
- Deur (opening)



**EIS C:**

Een beschrijving van de functie(s) van de ruimte(s) in de aanbouw (zoals: woonfunctie, badruimte, toiletruimte, bergruimte, verblijfsruimte, meterruimte).

*Alleen registratie van de status van de vergunningaanvraag van aanbouw is relevant. Indien status 'in aanvraag', dan als object opnemen met attribuut 'voorlopige geometrie aanbouw'. Indien een aanbouw is gerealiseerd, kan de aanbouw worden opgenomen als zijnde pandgeometrie/pandobject en kan het specifieke attribuut bij aanbouw vervallen*

**wensen****Wens A**

Een (BIM)object wordt aangeleverd met hoogte in NAP.

**Wens B**

Beschrijving van de binnengeometrie

- Vloer (vlak)
- Binnenmuur (vlak)
- Plafond (vlak)

**Wens C**

Beschrijving van overige objectgeometrieën (zowel binnen als buiten):

- Trappen
- Vloerafscheidingen
- Ventilatioorosters
- Draairichting ramen en deuren
- Aansluitpunten van nieuwe riolering en hemelwaterafvoeren
- Indien van toepassing rookgasafvoerkanalen

**Wens D**

Opgave materiaal en kleurgebruik van de bouwmaterialen van de uitbouw.

**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. <b>Uitgesplitst per typen conform SOR.</b> |
| 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 (modelleren 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 informatiemodellen 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)

## Usecase Watermanagement

### eisen

| BGT Classificatie | Objecttype                                                                                                                                            | Geometrie                    | Omschrijving aanvullende informatie                                                           |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kast              | CAI-kast<br>Elektrakast<br>Gaskast<br>Telecom kast<br>Rioolkast<br>Openbare verlichtingkast<br>Verkeersregelininstallatie-kast<br>Telkast<br>GMS kast | 3D punt                      | Hoogteligging (aansluiting op straatniveau), Hoogteligging kastdeur (faal-hoogte installatie) |
| Wegdeel           | Verkeersdrempel                                                                                                                                       | 3D vlak (opknippen per vlak) | Hoogteligging                                                                                 |
|                   | Trottoirbanden                                                                                                                                        | 3D vector                    | Hoogteligging kant verharding en bovenkant band                                               |
| Wegdeel           | Fietspad, voetpad, parkeervlak, inrit, rijbaan: lokale weg, rijbaan: verbindingsweg                                                                   | 3D vlak                      |                                                                                               |
| Tunneldeel        | Wegdelen, verkeereiland, scheiding: muur                                                                                                              | 3D vlak, 3D vector           | Onderkant en bovenkant van banden en muren                                                    |
| Put               | Inspectie- /rioolput                                                                                                                                  | 3D punt                      | Hoogteligging (GWSW: straatpeil)                                                              |
| Put               | Kolk                                                                                                                                                  | 3D punt                      | Hoogteligging (GWSW: straatpeil), type (straat of trottoirkolk) / Instroom-hoogte             |
|                   | Dorpel                                                                                                                                                | 3D vector                    | Onderkant en bovenkant dorpel tpv woning                                                      |
|                   | Rooster                                                                                                                                               | 3D Punt / vector             | Onderkant rooster                                                                             |

### Wensen

| Object        | Geometrie             | Omschrijving                                             |
|---------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|
| Gebouw / pand | 3D volume / 2,5D wand | Buitencontouren op maaiveld niveau, ter correctie 3d BAG |
| Ramen         | 2,5D                  | Onderkant en bovenkant                                   |

# Colofon

**Hoofredactie: Hein Corstens en Gerlof de Haan**

**Redactie:**

- Hein Corstens (gemeente Den Haag)
- Robert-Jan van Diepen (gemeente Amsterdam; t/m mei 2022)
- Marloes Graaumans (gemeente Den Haag)
- Gerlof de Haan (VNG)
- Corné Helmons (gemeente Rotterdam; vanaf oktober 2022)
- Jane Hermans-van Ree (gemeente Rotterdam; t/m september 2022)
- Alex Peters (gemeente Amsterdam; vanaf juni 2022)
- Guido Ypenburg (gemeente Den Haag)

**Overige projectrapporteurs:**

- |                                           |                                            |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| • Bart Burkhardt (gemeente Amsterdam)     | • Elma Molthoff (VKA)                      |
| • Daan Bloembergen (gemeente Amsterdam)   | • Nick Murre (gemeente Den Haag)           |
| • Falke Boskaljon (gemeente Amsterdam)    | • Ravi Peters (3DGI)                       |
| • Bastiaan Du Pon (gemeente Amsterdam)    | • Yoni Roberti (gemeente Amsterdam)        |
| • Balázs Dukai (3DGI)                     | • Pieter de Ruijter (gemeente Rotterdam)   |
| • Bart den Dulk (VNG)                     | • Tom Simons (gemeente Amsterdam)          |
| • Bas Hoorn (Future Insight)              | • Jan Stedehouder (gemeente Rotterdam)     |
| • Nisreen Huweil (gemeente Den Haag)      | • Tjits Tuinhof (gemeente Rotterdam)       |
| • Rolf Jonker (gemeente Rotterdam)        | • Kotryna Valečkaitė (gemeente Den Haag)   |
| • John Joosten (GeoBIMExperts)            | • Maarten Vermeij (gemeente Rotterdam)     |
| • Wilco Kelder (Root)                     | • Mark Verschuur (gemeente Den Haag)       |
| • Rick Klooster (Future Insight)          | • Jan van Velsen (gemeente Den Haag)       |
| • Martin Kodde (Geodelta)                 | • Margriet Visscher (Future Insight)       |
| • Bart van der Lely (Sweco)               | • Marinus Vonhof (Rioned)                  |
| • Sandra Leijten (VNG)                    | • Rachenie Voois Makoe (gemeente Den Haag) |
| • Jolanda van der Linden (gem. Rotterdam) | • Iris Wilbrink (gemeente Amsterdam)       |
| • Eric Oosterom (Rioned)                  | • Tinsley Wolfs (gemeente De Haag)         |
| • Marcel Moerman (gemeente Amsterdam)     | • Rosan van Wilgenburg (gem. Amsterdam)    |
| • Peer Molenaar (gemeente Den Haag)       | • Christian Wisse (gemeente Rotterdam)     |

**Met medewerking van:**

- 3DGI
- CGI
- Future Insight
- Geodelta
- GeoSignum
- Imagem
- Nelen & Schuurmans
- Nieuwland
- Radar
- Rioned
- Root
- Spotr
- Sweco
- Tygron
- Unafact
- Verdonck, Klooster & Associates