

PROGRAMMA TOTAAL DRIEDIMENSIONAAL

In de periode 2020 - 2022 werkten de gemeenten Den Haag, Amsterdam en Rotterdam samen met de VNG in het programma Totaal Driedimensionaal (T3D). Op 31 december 2022 is T3D formeel afgerond en opgeleverd. In het eerste kwartaal van 2023 zijn de laatste resultaten verzameld en gedeeld via het T3D-kennisportaal (zie alkem.io/t3d). In dit artikel besteden we aandacht aan de eindresultaten.

OP WEG NAAR EEN DRIEDIMENSIONALE DIGITALE GEMEENTE

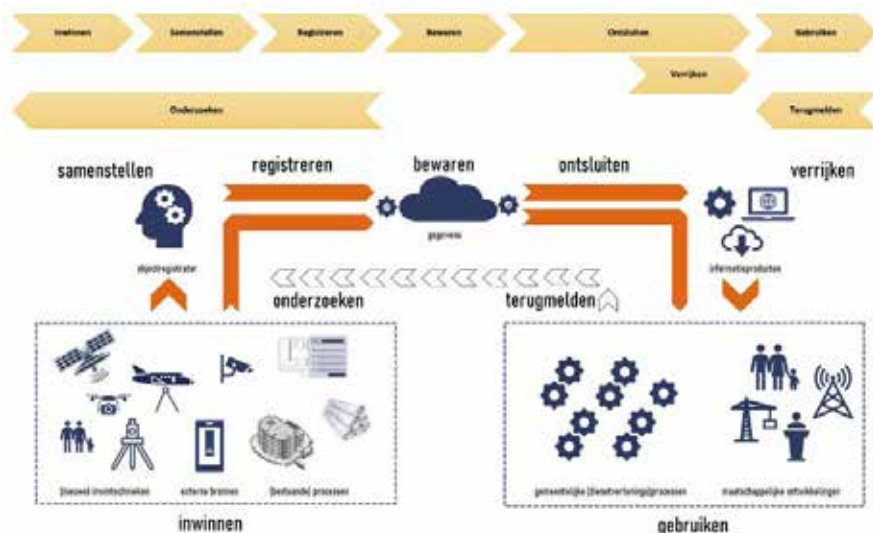
DE OPBRENGSTEN VAN HET PROGRAMMA TOTAAL DRIEDIMENSIONAAL

Totaal Driedimensionaal was gericht op het creëren van een doorbraak op het gebied van het inwinnen, registreren en gebruiken van driedimensionale (3D-)informatie, door beschikbare 3D-informatie op te nemen in overheidsregistraties. Gemeenten hebben hierbij een bijzonder belang als bronhouder van verschillende huidige geo-basisregistraties (zoals BAG, BGT en WOZ) en als gebruiker daarvan voor verschillende taken en maatschappelijke opgaven.

Uitgangspunt voor de oplossingsrichtingen voor een samenhangende T3D-keten is de globale procesarchitectuur van de Samenhangende Objecten Registratie, zie afbeelding 1. Tabel 1 geeft een toelichting op de processtappen.

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, die enerzijds gebruikmaakt van de 2D-geometrie en kenmerken uit de bestaande objectregistraties, en die anderzijds vanuit het 3D-inwinproces mutaties aan de 2D-registraties aanlevert, zie afbeelding 3. Voor de ingewijde lezer: we hebben het hier dus nog niet over een volledige '3D-SOR', daarover later meer.

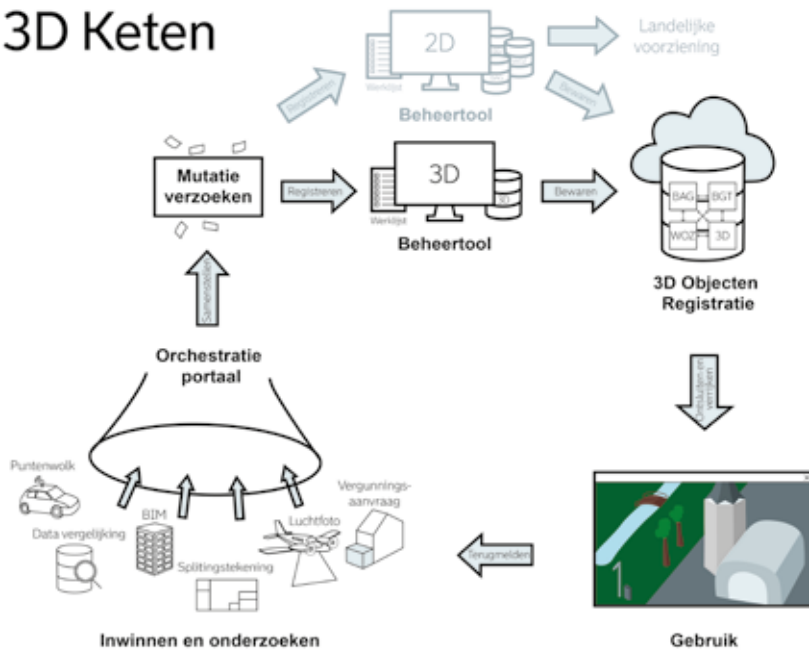
Tabel 1. De processtappen volgens de Samenhangende Objectenregistratie. (Bron: docs.geostandaarden.nl/disgeo/arch)



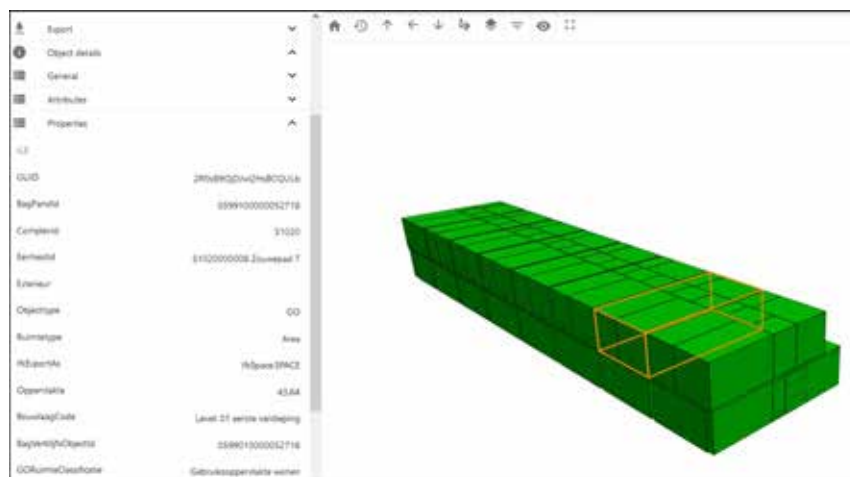
Afbeelding 1. De globale procesarchitectuur van de Samenhangende Objectenregistratie. (Bron: docs.geostandaarden.nl/disgeo/arch)

Processtap	Omschrijving
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.
Registreren	Het valideren en vastleggen van objectgegevens in de registratie.
Bewaren	Het duurzaam beschikbaar houden van de gegevens over objecten en/of eigenschappen daarvan in de registratie.
Ontsluiten	Het beschikbaar stellen van de in de registratie opgenomen gegevens op een zodanige wijze dat deze als gegevens eenvoudig door afnemers kunnen worden benaderd.
Verrijken	Het zodanig transformeren van in de registratie opgenomen gegevens dat een op afnemersbehoeften 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.
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.

3D Keten



Afbeelding 2. T3D-ketenproces. (Bron: Programma Totaal Driedimensionaal)



Afbeelding 3. BIM-verwerkingsmodule: afleiden van verblijfsobject en gebruikersoppervlakte. (Bron: Programma Totaal Driedimensionaal)

3D-INWINNING

In het programmaspoor Inwinning zijn een zestal workflows voor de inwinning en verwerking van 3D-informatie naar te registreren 3D-geometrie onderzocht. We bespreken ze hier allemaal (tussen haakjes staat steeds de benaming als technisch formaat). Voor gebouwen was er specifiek aandacht voor het inwinnen van 3D-informatie over de binnenkant (indeling), om onder andere te voorzien in de informatiebehoefte van WOZ-taxatie, Vergunningen en Toezicht en huisnummerbesluiten.

Workflows¹

Vergunningverlening / Mutatiemelding (CityJSON)

Een potentiële databron voor 3D-informatie zijn gegevens die externen aanleveren. In T3D zijn twee demo-omgevingen ontwikkeld op basis van het principe: 'een belanghebbende levert gegevens aan die (geautomatiseerd) worden verwerkt tot 3D-informatie'. In de eerste demo-omgeving kan een initiatiefnemer zelf checken of er een vergunningplicht geldt voor een (ver) bouwplan. In de tweede demo-omgeving kan een belanghebbende een terugmelding doen op de onjuistheid van de

geregistreerde 3D-gegevens in een objectenregistratie. Zie ook afbeelding 7 bij 3D-gebruik. De regels om deze gegevens te vertalen naar 3D-geometrie in CityJSON zijn beschreven in een rapportage.

Bouwwerk-informatiemodellen (BIM)

Binnen T3D is onderzoek gedaan naar de voorwaarden voor het geautomatiseerd afleiden van 3D-informatie uit Bouwwerk-informatiemodellen voor het bijwerken van een 3D-registratie. Dit heeft geresulteerd in een IFC-CityGML-mapping en een BIM-verwerkingsmodule (afbeelding 4). Op basis daarvan is vervolgens een handreiking opgesteld voor de uitvraag van een BIM ter ondersteuning van een huisnummerbesluit (in casu afbakening van panden, verblijfsobjecten en toekennen van nummeraanduidingen) in 3D.

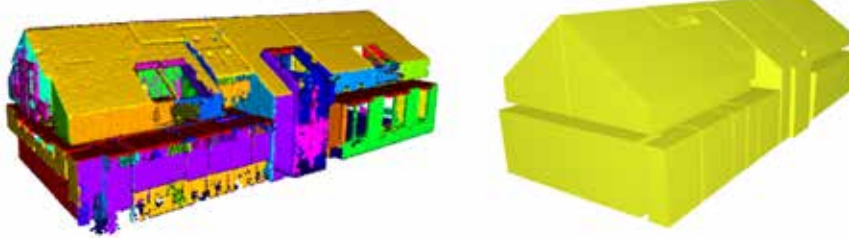
HET BIJHOUDEN IN 3D IS TEN OPZICHTE VAN 2D INGEWIKKELD

Puntenwolken (LiDAR)

Naast puntenwolken die periodiek worden ingewonnen door middel van vliegen, wordt hier en daar al geëxperimenteerd met verwerking van 3D-informatie uit ad hoc ingewonnen puntenwolken via mobiele LiDAR-technieken (denk aan auto's, drones of een scanstok). Hiermee is onderzocht of de gegevens konden worden gebruikt ten behoeve van de WOZ-taxatie. Op basis van de hoopvolle uitkomsten is vervolgens gewerkt aan het verfijnen van de algoritmes en een oplevering van het resultaat conform CityGML (afbeelding 5).

Datavergelijking Puntenwolken – Bouwwerk-informatiemodellen (LiDAR-BIM)

Binnen T3D is onderzocht of op basis van een vergelijking tussen een ontwerp van een gebouw in BIM en de werkelijke situatie in een puntenwolk, verschillen tussen het ontwerp en het gebouwde automatisch kunnen worden



Afbeelding 4. Automatisch genereren binnenruimten, links de LiDAR-brondata en rechts de afgeleide 3D-geometrie van binnenruimten conform CityGML. (Bron: Programma Totaal Driedimensionaal)

gedetecteerd. Dit is waardevolle informatie voor de vergunningverlener en helpt de 'objectenregistrator' (gegevensbeheerder) bij het actueel houden van een 3D-registratie. Een prototype vergelijkingsmodule BIM-LIDAR is ontwikkeld, waarin een puntenwolk en een BIM-model geautomatiseerd worden vergeleken.

Splitsingstekeningen (PDF2CityGML)
Er is geëxperimenteerd met het geautomatiseerd vertalen van 2D-plattegronden naar 3D-geometrie van een gebouw in CityJSON. Deze workflow is heel interessant voor het opbouwen of verkrijgen van 3D-informatie over bestaande gebouwen. Als resultaat is onder andere een flatgebouw in Rotterdam nader gemodelleerd met 3D-geometrie van verdiepingen, verblijfsobjecten en WOZ-ruimten (afbeelding 6).

Rioleringsobjecten

Voor watermanagement in een 3D-geo-omgeving is een werkende keten van inwinning en verwerking van 3D-riooldata ingericht. Voor deze workflow worden bestaande 2D-riooldata opgewerkt naar 3D-geometrie van rioleringsobjecten op basis van de gegevensstandaard Gegevenswoordenboek Stedelijke Water (GWSW). Het resultaat is een laagdrempelige gebruikersomgeving voor watermanagement op straatniveau in een 3D-stadsmodel (zie Geo-Info 2022-04).

Dataorkestratie

In T3D is dataorkestratie ingezet om bronhouders te ondersteunen bij de samenstelling van 3D-informatie op basis van de verschillende ketenworkflows. Dat betekent dat alle 3D-data die versnipperd binnenkomen naar één plek worden geleid, waar deze gefilterd,

samengevoegd en getoetst kunnen worden ter voorbereiding op de verwerking in een 3D-registratie. Voor de proefopstelling is dataorkestratie ingericht en beproefd in een door de gemeente Den Haag geselecteerde tool. De inzichten zijn verwerkt in een afwegingskader dat kan worden gebruikt voor de selectie van tooling, en tevens als hulpmiddel voor bronhouders om zich het begrip dataorkestratie eigen te maken.

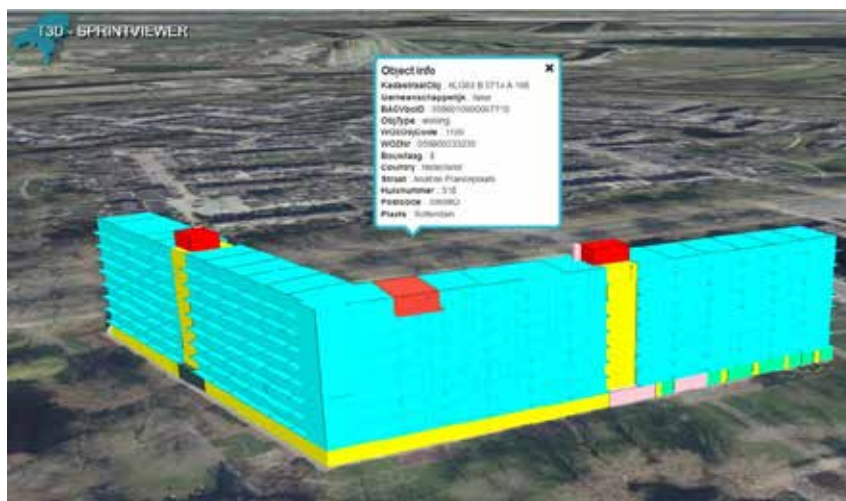
3D-REGISTRATIE

In het spoor Registratie is gewerkt aan een T3D-informatiemodel als kapstok voor de inrichting van een 3D-registratie. Oorspronkelijk was het doel van het programma om vanuit 3D-inwinning en -registratie de huidige basisregistraties te voeden met de afgeleide 2D-geometrie, met andere woorden: een eerste versie van een '3D-SOR'. Gedurende het programma is de doelstelling bijgesteld naar het in samenhang brengen en beheren van de huidige 2D-registraties (BAG, WOZ, BGT en GWSW) en een 3D-registratie. Hiermee is een praktisch uitvoerbare stap gerealiseerd in de richting van het oorspronkelijke doel.

T3D-informatiemodel

Om tot een informatiemodel te komen is allereerst een verkenning naar de afstemming en onderlinge samenhang tussen SOR, BAG, BGT, WOZ, GWSW en CityGML gemaakt. Het conceptuele model van de SOR zoals dat nu beschreven is, is voorbereid op registratie van 3D-geometrie 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 de 3D-registratie, zodat de kenmerken en administratieve data van een object uit de 2D-registraties en



Afbeelding 5. Resultaat PDF2CityGML: 3D-geometrie flatgebouw Anatole Franceplaats op basis van 2D-plattegronden in de T3D-proefopstelling. (Bron: Programma Totaal Driedimensionaal)

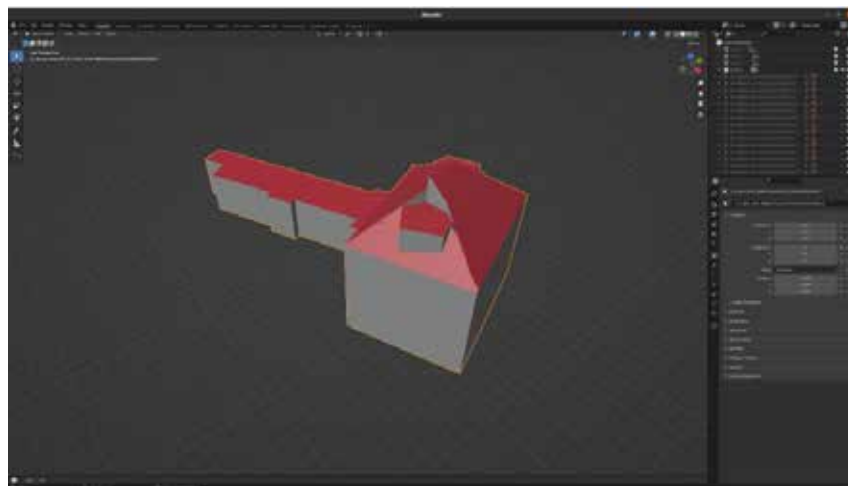
de 3D-geometrische beschrijving in samenhang getoond kunnen worden. Het hieruit volgende informatiemodel is gebruikt om de 3D-geometrie van objecten te modelleren. Op basis daarvan is het mogelijk de output van workflows te laten landen in een 3D-registratie, en informatie uit de registratie mee te geven voor gebruik in de keten en de use cases.

Gebleken is dat het informatiemodel CityGML 2.0 niet toereikend is voor het modelleren van de informatiebehoefte met betrekking tot de binnenkant van gebouwen. CityGML 3.0 biedt uitgebreidere ondersteuning voor het maken van onderscheid in bouwlagen, gebouwzoneringen en ruimten. CityGML 3.0 is echter nog niet getest. Het informatiemodel is wel beschikbaar, maar de implementatie ervan in een database en uitwisselsformaat is nog niet afgerond.¹

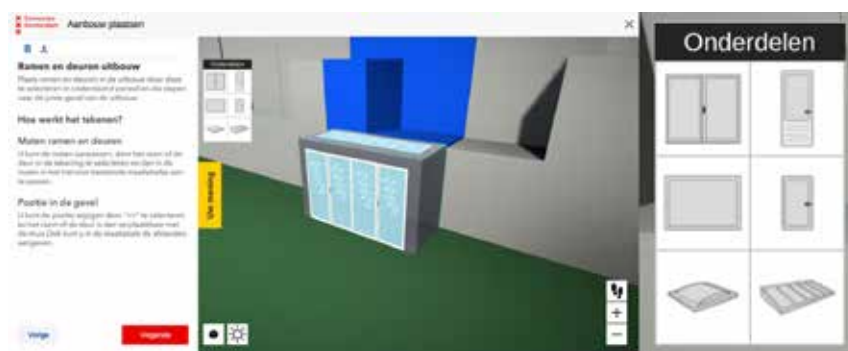
T3D-databeheer

Het bijhouden in 3D is in vergelijking met de bijhouding in 2D behoorlijk ingewikkeld. Dat is een gevolg van het veelvoud aan topologische relaties waarop moet worden gecontroleerd. In T3D is geëxperimenteerd met een methode waarbij 3D-geometrie uit de 3D-registratie vóór de mutatie tijdelijk naar een beheeromgeving wordt geëxporteerd, om die daar te muteren tot '2,5D-lijnen'. Na mutatie wordt de 3D-geometrie weer opgebouwd en teruggeleverd aan de 3D-registratie. Deze wijze van muteren sluit goed aan bij de bestaande wijze van beheer van 2D-geometrie.

Daarnaast is in fase 3 onderzoek gedaan naar de beschikbaarheid en volwassenheid van open source tooling voor het muteren en opslaan van 3D-geometrie. Het onderzoek laat zien dat er voldoende open source alternatieven voorhanden zijn (zie ook afbeelding 7). Tegelijkertijd zijn er nog grote onderlinge verschillen in mate van volwassenheid van de onderzochte tooling. De tests van deze OSS hebben geleid tot aanbevelingen voor aanpassingen en uitbreidingen.



Afbeelding 6. Muteren van 3D-geometrie van een gebouw met behulp van open source tooling (in dit geval Blender²). (Bron: Programma Totaal Driedimensionaal)



Afbeelding 7. Tekentool, uitbouw ingetekend, voorzien van ramen en deuren. (Bron: Programma Totaal Driedimensionaal)

3D-GEbruik

Centraal in het spoor Gebruik stond een use case Vergunningverlening, uitgevoerd door de gemeente Amsterdam. Daarin werd de mogelijkheid geëxploreerd om een 3D-ontwerp van een uitbouw of aanbouw aan een woning te uploaden of zelf te tekenen, waarna het ontwerp getoetst werd aan omgevingsregels, het gepubliceerd kon worden ter beoordeling door belanghebbenden en het na transformatie in het juiste formaat ingevoerd kon worden in de 3D-registratie. Er is een proefopstelling met een eenvoudig tekentool ontwikkeld voor technische beproevingen. Als brondata zijn gebruikt: BAG (panden), BRK (percelen), Maaiveld (terrein), BGT, Luchtfoto's (zie afbeelding 8).

NAAST DE VERGUNNINGCHECKER ZIJN ONTWIKKELD:

- Een 3D-gemeentebled, waar vergunningaanvragen in behandeling zijn weergegeven in een 3D-viewer.
- Een terugmeldtool: wanneer gebruikers een fout in de getoonde 3D-modellen constateren (gebruikers binnen een Unity CityJSON-viewer) kunnen zij hiervan melding maken door aan de bronhouder aan te geven wat niet correct is. In de proefopstelling bestaat een foutmelding uit annotaties, een 3D-geometrie 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 plug-in toegevoegd kan worden aan de NL3D Unity-viewer. ▶

Rotterdam heeft in eerste instantie los van T3D een prototype voor vergunningcontrole voor IFC-modellen ontwikkeld. Dat bleek zeer goed te passen in de T3D-keten. Nadere informatie hierover is te vinden in het T3D-kennisportaal.

Er kan geconcludeerd worden dat een 3D-visualisatie van de wet- en regelgeving zowel burgers als ambtenaren helpt bij het toetsen van wat vergunningsvrij gebouwd mag worden. Verdere uitbreiding tot complete checks is echter nog veel werk. Een toegesneden ILS is noodzakelijk. En verder complete en betrouwbare tools voor de vertaling van gebouwmodellen naar stadsmodelobjecten. Aanbevolen wordt om eisen aan applicaties nader te specificeren, de prototypes verder uit te bouwen en per vakgebied met Linked Data aan te sluiten op de bestaande beheersystemen en andere datasets.

T3D-PROEFOPSTELLING

In de tweede en derde fase van het programma is een proefopstelling gebouwd voor de ondersteuning van de beproevingen en use cases. In de T3D-proefopstelling kan kennis worden genomen van de resultaten van de genoemde workflows en de voorbeeldmodellen conform het T3D-informatiemodel. De use case watermanagement

is als demo beschikbaar in de proefopstelling. Deze proefopstelling is te bereiken via het T3D-kennisportaal (zie kader p. 45).

T3D-ARCHITECTUUR

De uitkomsten van de beproevingen en de use cases en de uitwerking van de ketenworkflows zijn in het programma-spoor Samenhang vertaald in een referentiearchitectuur voor de T3D-keten. 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 is hierbij 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 begrippen- en een componentenarchitectuur. De T3D-architectuur is integraal gepubliceerd op gemma-online.nl.

T3D-TOOLKIT

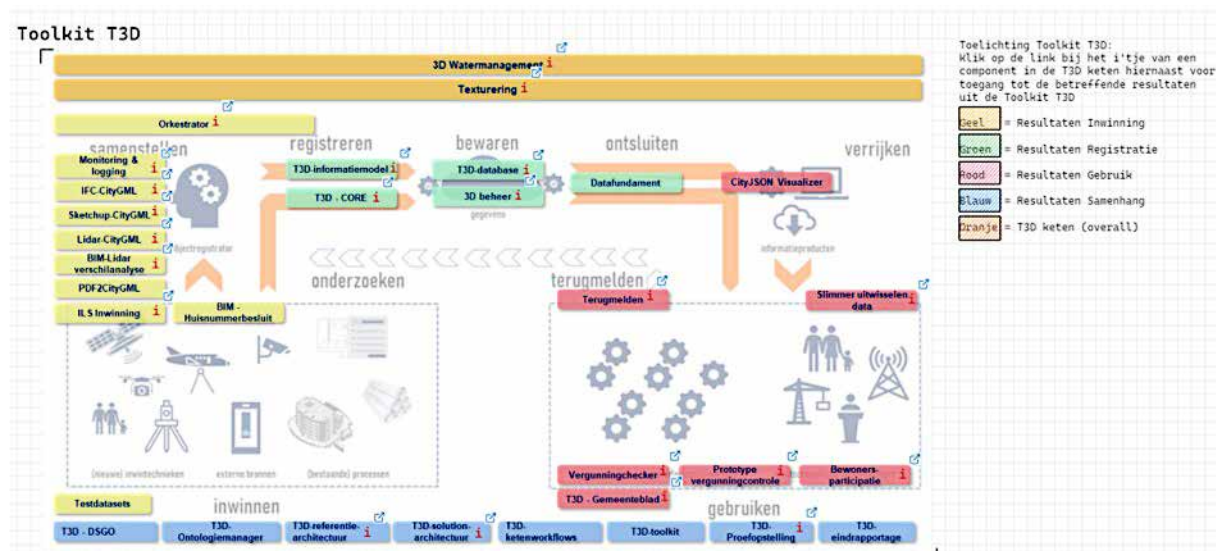
T3D heeft uiteindelijk meer dan dertig producten opgeleverd van diverse aard: van softwarecode, specificaties tot en met rapportages. In de T3D-toolkit zijn alle producten geordend beschikbaar

gemaakt op basis van de T3D-keten. De T3D-toolkit is te benaderen vanaf het T3D-kennisportaal (zie kader p. 45).

OP WEG NAAR EEN DRIEDIMENSIONALE DIGITALE GEMEENTE

We zetten de belangrijkste inzichten uit T3D nogmaals op een rijtje. De in T3D ontwikkelde hulpmiddelen en inzichten dragen bij aan een effectiever en efficiënter bijhoudingsproces. Hierbij denken we aan de dataorkestratie, het datafundament, ILS, vergunningscontroleservice, BIM/IFC- en LiDAR-CityGML-transformatoren en meer. Elk van deze hulpmiddelen geeft invulling aan een streven naar integrale toetsing van objectgegevens ('het object maar één keer raken'). Verder is er meer overzicht over en beter inzicht in de T3D-keten gecreëerd, met als resultaat een architectuuraanzet en een analyse, een conceptuutwerking en een gedeeltelijke implementatie van een informatiemodel voor een 3D-registratie.

De resultaten van de T3D-beproevingen vormen daarmee belangrijke input voor de in VNG/GGB-verband opgestelde gemeentelijke visie op de vernieuwing van het bijhoudingsproces (zie afbeelding 9).



Afbeelding 8. De toolkit T3D op het kennisportaal. (Bron: Programma Totaal Driedimensionaal)

De beproevingen binnen T3D hebben tevens bijgedragen aan meer begrip van de verwachte impact van het werken in 3D versus de huidige wijze van werken in 2D. Integrale 3D-inwinning en data-orkestratie en objectgericht registreren hebben gevolgen voor de werkwijze en rollen binnen het beheer van geo-basisregistraties. We zien bijvoorbeeld een verschuiving van traditionele 2D-inwinning naar het organiseren van de input en output van nieuwe inwintechnieken en databronnen in één integraal proces van bijhouding van een 3D-registratie, zie ook tabel 2. En onvermijdelijk zullen kennis en vaardigheden voor de nieuwe werkwijze en rollen moeten worden vernieuwd. Denk daarbij bijvoorbeeld aan de vervanging van handmatig inwinnen in 2D naar technieken en gegevensstandaarden voor geautomatiseerd afleiden van 3D-informatie uit diverse databronnen (afbeelding 11). Of het muteren en registreren van 3D-geometrie in een op CityGML ingerichte database-omgeving.



Afbeelding 9. Gemeentelijk perspectief op de toekomstige samenhangende bijhouding van geo-basisregistraties. (Bron: VNG / GGB)

In de eindrapportage van het programma wordt uitgebreider stilgestaan bij de impact van het verwerken van 3D-geo-informatie. Voor een gedetailleerd inzicht in de consequenties voor kosten en baten is nader onderzoek nodig. Al met al kunnen we concluderen dat T3D veel heeft bijgedragen aan de

zoektocht naar de route naar een driedimensionale digitale gemeente. Deze zoektocht stopt uiteraard niet met het beëindigen van het subsidieprogramma. Daar zijn de VNG en de drie gemeenten het over eens. Daarom is besloten om de samenwerking op deze belangrijke ontwikkeling voort te zetten in 2023. 🌐

Tabel 2. Huidige (links) en toekomstige (rechts) bijhouding, uitgewerkt als voorbeeld voor de processtap 'samenstellen' uit de procesarchitectuur SOR. (Bron: VNG / GGB)

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"> - BIM - LiDAR - 2D plattegronden of splitsingstekeningen
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

Referenties

- [1] Een alternatieve implementatie is CityJSON. Vanaf v1.1 biedt CityJSON ondersteuning voor een deelverzameling van CityGML 3.0 (cityjson.org).
- [2] Blender is een open source tool voor het maken van 3D-computergraphics (blender.org).

ALLE RESULTATEN

In dit artikel is slechts ruimte voor een kleine greep uit de resultaten van het programma. Benieuwd naar alle resultaten van het programma? Op het T3D-kennisportaal zijn alle resultaten te vinden.



GERLOF DE HAAN

is programmaleider Spoor Samenhang, verbreding en borging T3D namens VNG. gerlof.dehaan@vng.nl



HEIN CORSTENS

is projectleider T3D namens de gemeente Den Haag. hein.corstens@denhaag.nl