

T3D Usecase Watermanagement



Corné Helmons, Gerlof de Haan, Hein Corstens

1 februari 2023

Inhoud

INHOUD.....	1
1 INLEIDING	2
2 INFORMATIEBEHOEFTE	3
2.1 BENODIGDE OBJECTGEGEVENS	3
2.2 BEHOEFTE AAN DETAILINFORMATIE	4
3 INWINNING	6
3.1 INWINNING MET BEHULP VAN PUNTENWOLKEN	6
3.2 OPWERKING VAN 2D-REGISTRATIES NAAR 3D	8
3.2.1 3D-gebouwgegevens	8
3.2.2 3D-BGT	9
3.2.3 Texturering	11
3.2.4 Stedelijk waterbeheer in 3D	11
4 HYDROLOGISCH MODEL.....	14
5 PROEFOPSTELLING	16
6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.....	18
6.1 CONCLUSIES.....	18
6.2 AANBEVELINGEN	18
REFERENTIES	20

1 Inleiding

De waterproblematiek is een actueel thema, aan inzicht waarin verschillende gemeenten behoefte hebben. Met water verband houdende toepassingen zijn: wateroverlast op adresniveau, duurzaamheidsprojecten (zoals energietransitie, klimaatadaptatie), riool- en wateroplossingen en afwatering. Een gemeente wil een compleet en actueel 3D-beeld van alle boven- en ondergrondse objecten, die van invloed zijn op de afwatering in de stad en het maaiveld zodat de straatwaterafvoer in de gemeente beheerd kan worden. Op dit moment is het onduidelijk of de huidige registraties voldoende informatie bevatten om een proces van watermanagement te ondersteunen en of er met de huidige inwintechnieken de juiste gegevens worden verzameld. Het is een uitdaging om ervoor te zorgen dat de juiste gegevens in 3D worden ingewonnen, geregistreerd en beheerd om deze vervolgens in de watermanagementsoftware te ontsluiten. Een belangrijk onderdeel hiervan is het in beeld brengen en waar nodig aanpassen van dit proces. In de usecase watermanagement is een proefopstelling ontwikkeld, gericht op analyses en simulaties van wateroverlast. Het resultaat is een laagdrempelige gebruikersomgeving voor watermanagement op straatniveau, die steunt op de landelijk opschaalbare keten van inwinnen, registreren en gebruiken van actuele en betrouwbare 2D en 3D geo-informatie.

Hierna wordt achtereenvolgens ingegaan op de informatiebehoefte, de inwinning – met behulp van puntenwolken en de opwerking van 2D- registraties naar 3D, het hydrologisch model en de proefopstelling. De rapportage wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

2 Informatiebehoefte

2.1 Benodigde objectgegevens

De gegevensbasis voor afwateringsmodellen wordt gelegd door GWSW. Het GWSW (Gegevenswoordenboek Stedelijk Water) is een slimme catalogus voor riool- en watergegevens, waarmee alle objecten – leidingen, putten, kolken, gemalen, enz. - geregistreerd, beheerd en in toepassingen gebruikt kunnen worden. Het is een open standaard voor het eenduidig uitwisselen en ontsluiten van gegevens in het stedelijk waterbeheer (www.riool.net/gwsw). Stichting Rioned stelt een GWSW server beschikbaar waar bestandsbeheerders hun dataset kunnen publiceren. Eenmaal gepubliceerd op de server zijn diverse vertalingen van de data als Geopackage (PDOK leveringen), CityGML (Digital Twin) en HydX (Hydrodynamische modellen) beschikbaar. De tabellen 1 en 2 geven een overzicht van de daarnaast vereiste en gewenste gegevens voor watermanagement.

BGT Klasse	Objecttype	Geometrie	Omschrijving aanvullende informatie
Kast	CAI-kast Elektrakast Gaskast Telecom kast Rioolkast Openbare verlichtingkast Verkeersregelinstallatiekast Telkast GMS kast	3D punt	Hoogteligging (aansluiting op straatniveau), Hoogteligging kastdeur (faalhoogte installatie)
Wegdeel	Verkeersdrempel	3D vlak (opknippen per vlak)	Hoogteligging
	Trottoirbanden	3D vector	Hoogteligging kant verharding en bovenkant band
Wegdeel	Fietspad, voetpad, parkeer- vlak, inrit, rijbaan: lokale weg, rijbaan: verbindings- weg	3D vlak	
Waterdeel	Waterlopen, watervlakten, greppels en sloten	3D vlak	Waterpeil, bodempeil
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) / Instroomhoogte
	Dorpel	3D vector	Onderkant en bovenkant dorpel tpv woning
	Rooster	3D Punt / vector	Onderkant rooster

Tabel 1 Vereiste gegevens voor watermanagement

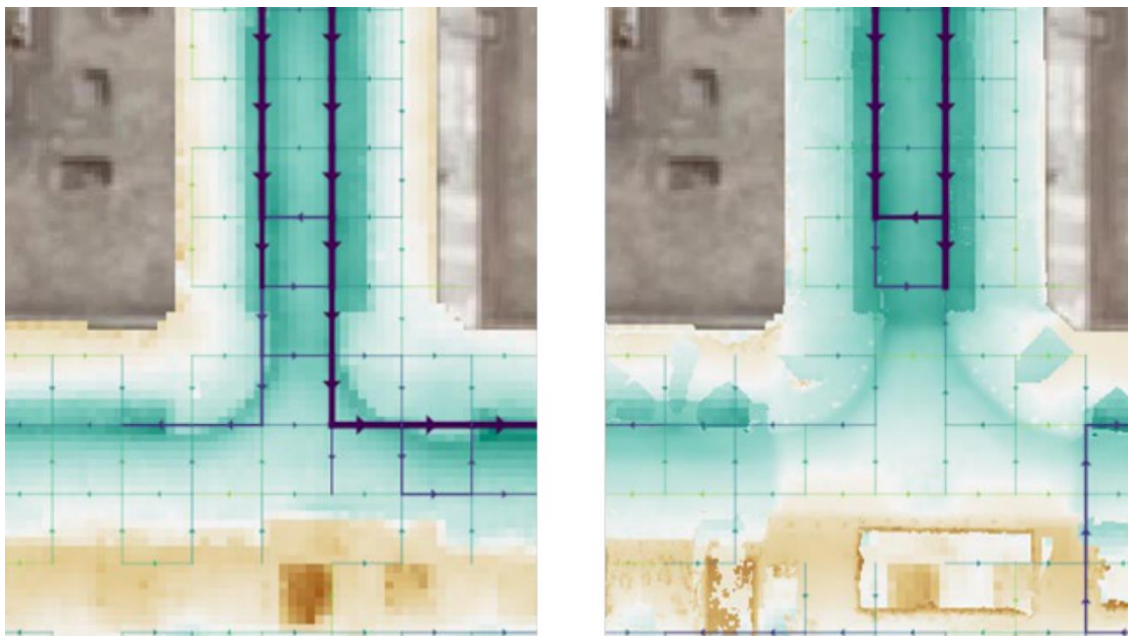
Objecttype	Geometrie	Omschrijving
Gebouw / pand	3D volume / 2,5D wand	Buitencontouren op maaiveld niveau, ter correctie 3d BAG
Raam	2,5D	Onderkant en bovenkant

Tabel 2 Gewenste gegevens voor watermanagement

2.2 Behoefte aan detailinformatie

Nelen & Schuurmans hebben een onderzoek gedaan naar de meerwaarde van de hoge detailinformatie, die vrijkomt bij de inwinning van 3D data voor wateranalyses [1]. Daartoe is een scenario beproefd met een blokbui (een bui met een vaste neerslagintensiteit) van 100 mm in 2 uur, gevolgd door 1 uur zonder neerslag. Centraal in het onderzoek stonden kwetsbare panden, de begaanbaarheid en de maximale waterdiepte. Er is gebruik gemaakt van de (via een open interface te benaderen) simulatiesoftware 3Di (<https://3diwatermanagement.com/>). De analyse is uitgevoerd met een hoogtemodel, gebaseerd op een met behulp van een ingemeten puntenwolk verbeterd referentiemodel (zie toelichting hierna).

Geconcludeerd wordt dat de toegevoegde waarde van hoogdetailniveaumodellering beperkt is voor beleidsbepaling op wijkniveau, die gericht is op het in beeld brengen van kwetsbaarheden en bepaling van het handelingsperspectief. De resolutie van het AHN (0,25m²) is voldoende. Echter voor de afgeleide producten maakt een hoge resolutie een wezenlijk verschil. Dit geldt vooral voor het bepalen van de



Figuur 1 Strooming zonder en met verkeersdrempel

instroomhoogte van panden uit de hoogdetailpuntenwolk. Die instroomhoogte is de meest bepalende variabele voor de kwetsbaarheid van panden voor wateroverlast.

Aanbevolen wordt de **instroomhoogte en/of het vloerpeil** van (BAG/BGT-)panden vast te leggen.

Ter plaatse van overbouwingen ontbreekt veelal de hoogte-informatie van het maaiveld indien AHN-informatie gebruikt wordt. Hierdoor kan het model de waterafstroming via deze oppervlaktes niet bepalen. Dit is op te lossen door ter plaatse van overbouwingen het maaiveld in te winnen of te interpoleren.

Verder wordt aanbevolen **verkeersdrempels** te registreren¹, aangezien deze haaks op de stroomrichting liggen en daardoor veel effect hebben op de stroming (zie figuur 1).

¹ hetgeen in Rotterdam al gebeurt (in de BOR-registratie)

3 Inwinning

3.1 Inwinning met behulp van puntenwolken

Om de buitenruimte in het proefgebied gedetailleerd in 3D in kaart te brengen, is gebruikgemaakt van MLS (Mobile Lidar Scanning) techniek. Hierbij is de meetapparatuur op een auto bevestigd, en worden puntenwolken en sferische foto's (360 graden) gelijktijdig ingewonnen. In de scaninstallatie is een GPS en IMU (gyroscop) ingebouwd, zodat de positie van de ingewonnen data altijd bekend is in het RD/NAP-stelsel. Zie de rapportage van de Sigma Group [8] voor een gedetailleerde beschrijving van het inwinproces.

De ingewonnen puntenwolk kent een hoge kwaliteit en puntdichtheid, en is geschikt om objecten te herkennen, te classificeren en te vectoriseren. Zie voor details de rapportage van Geosignum [2].

Tabel 3 geeft een overzicht van de objecten die automatisch gedetecteerd kunnen worden.

Object	Classificatie	Vector
Ground	x	
Nonground	x	
Gebouwen/gevels	x	
Straatverlichting	x	
Verkeersborden	x	
Verkeerslichten (VRI)	x	
Bomen	x	x
Stoepranden	x	x
Paaltjes	x	
Prullenbak	x	
Fietstrommels	x	
Betaalautomaat parkeren	x	
Dorpels	x	x
Roosters in huizen	x	x
Lage ramen		x
Laagste intrede punt in gebouw waar water naar binnen kan		x
Muren tunnelbak ('s-Gravendijkwal)	x	x
Elektrokasten (alle vormen, VRI, OVL etc.)	x	
Hekwerk (op tunnels)	x	
Kolken	x	x
Inspectieput	x	x

Tabel 3 Automatische detectie van objecten

Om het effect van de optredende waterstanden bij een extreme regenbui goed in te kunnen schatten, zijn de ligging van de roosters, ramen en dorpels in gebouwen interessant. Het proefgebied Middelland is een oude wijk waar veel huizen meerdere traptreden naar de voordeur hebben. Zowel in de classificatie als bij de vectorisering zijn bij panden met meerdere treden de bovenste en de onderste trede aangegeven. De bovenste trede is vaak een goede indicatie van het vloerpeil, en de hoogte van de onderste dorpel geeft bij een eventuele herinrichting van de straat een indicatie van de mogelijk te realiseren ophoging. Daarnaast komt het vaak voor dat er roosters ter hoogte van de treden zitten, waardoor water bij hevige neerslag het pand binnen kan stromen (zie figuur 2).



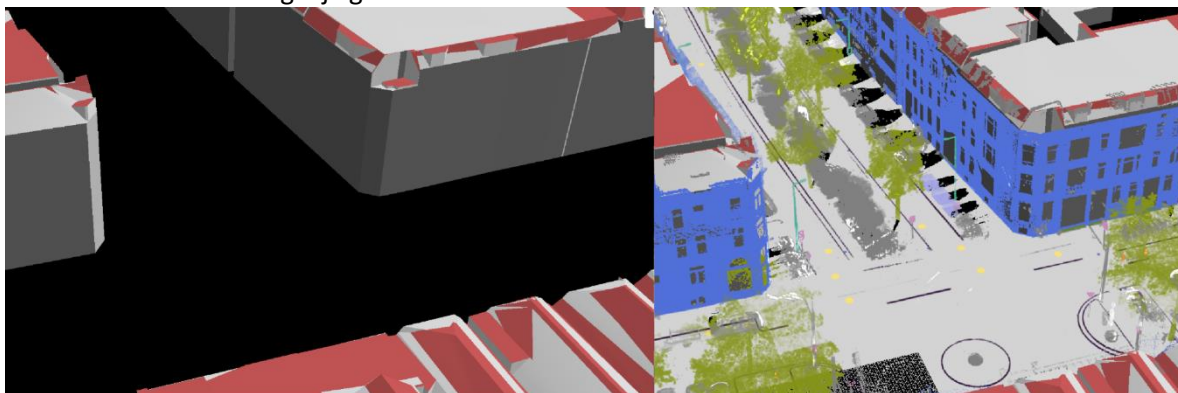
Figuur 2 In rood de bovenste en onderste dorpel. In groen het rooster in de traptrede.

Voor dit project zijn ook de **inspectieputten** in kaart gebracht. Deze zijn geclassificeerd en gevectoriseerd als pointshape. Het is lastig dit objecttype te onderscheiden van de waterleidingputten. Gesuggereerd wordt het onderscheid te maken met behulp van de BGT. Met een verdere ontwikkeling van het algoritme zal het onderscheid in de toekomst wel te maken zijn.

De objecten worden geclassificeerd volgens de APRS-richtlijn² (zie figuur 3). Geadviseerd wordt deze classificatie op landelijk niveau aan te vullen op basis van een landelijke standaard. Intussen is er een eerste aanzet gemaakt met het mappen op basis van BGT; APRS geeft die ruimte. Er kan maar 1 code per punt toegekend worden.

Uit de analyse is ook naar voren gekomen dat de registratie van kolken in de BOR niet helemaal compleet en/of actueel is.

De geclassificeerde puntenwolk is geüpload naar de geosignum.pointer.cloud web-omgeving. Er is een API ontwikkeld waarmee de puntenwolk direct vanaf het GeoSignum pointer-web platform kan worden gestreamd als 3D Tiles pointcloud naar de proefopstelling van T3D. Voor vervolgstappen zou het in samenwerking met de andere webplatforms mogelijk zijn om de omgeving dusdanig in te richten dat met één URL alle datasets tegelijk gestreamd kunnen worden.



Figuur 3 Links 3D model zonder puntenwolk. Rechts 3D model met geclassificeerde puntenwolk

² American Society for Photogrammetry and Remote Sensing

3.2 Opwerking van 2D-registraties naar 3D

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 volgende (gemeentelijke) registraties bij elkaar gebracht:

- BAG (Basisregistratie Adressen en Gebouwen);
- BGT (Basisregistratie Grootchalige Topografie) en BOR (Beheer Openbare Ruimte);
- GWSW (Gegevenswoordenboek Stedelijk Waterbeheer).

De gegevens in deze registraties worden momenteel alleen in 2D bijgehouden. Voor de usecase watermanagement zijn de registraties opgewerkt en verrijkt naar 3D.

3.2.1 3D-gebouwgegevens

Voor het opwerken van de BAG naar een 3D-registratie wint de gemeente Rotterdam jaarlijks haar areaal in met behulp van airborne Lidar en ortho- en stereofoto's. Op basis van deze dataset wordt de 3D-BAG bijgewerkt tot een hoog detailniveau. Zo zijn niet alleen de contouren van de panden en de dakvlakken, maar ook details als dakkapellen opgenomen in het 3D-Stadsmodel. Voor het verkrijgen van een realistisch beeld wordt het beeldmateriaal (ortho- en obliekfoto's) verwerkt voor de texturering van de 3D-gebouwen (zie figuur 4).

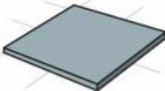
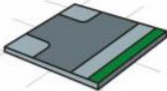
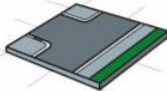
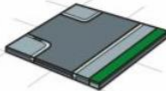
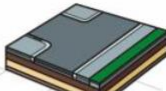
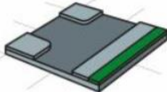
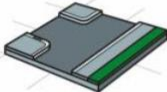
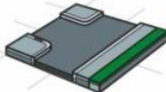
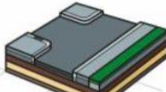
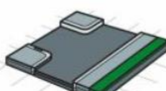
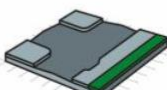
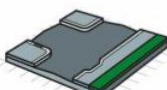
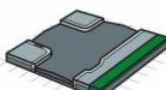


Figuur 4 Texturering van 3D-gebouwen

Voor de usecase watermanagement is de informatie van de BAG verder verrijkt met de resultaten van de hiervoor beschreven MLS-inwinning. Zo wordt het bijvoorbeeld mogelijk om per gebouw de NAP-hoogte te bepalen waarbij water binnentreedt, met overlast als gevolg.

3.2.2 3D-BGT

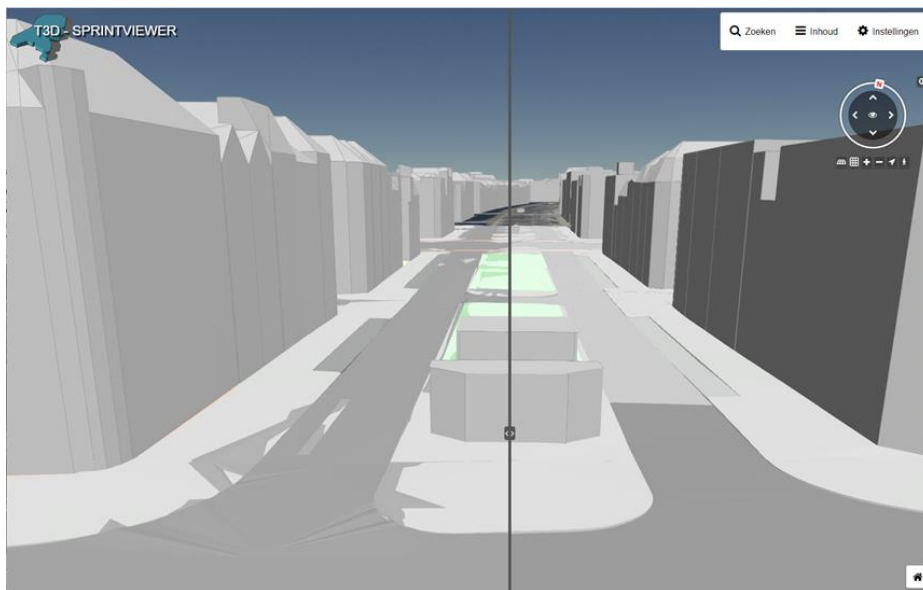
Voor de usecase watermanagement is de BGT aangevuld met de informatie uit het BOR-systeem van de gemeente. Hierin worden extra objecten en kenmerken geregistreerd, zoals kolken, goten, drempels en (verkeers)plateaus. In de usecase is onder andere onderzocht op welke wijze actuelere en gedetailleerde informatie uit het proces van beheer openbare ruimte (of assetmanagement), kan worden ingezet voor een rijker 3D-model van de openbare ruimte. Dit resulteerde in een voorstel voor het standaardiseren van zogenaamde 'Level of Details' voor het inwinnen en modelleren van 3D openbare ruimte (zie figuur 5).

	LoD x.0 bbox	LoD x.1 BGT contour	LoD x.2 IMBOR detaillering	LoD x.3 IMBOR + onderdelen	LoD x.4 BRO
LoD 0					
LoD 1					
LoD 2					
LoD 3					

Figuur 5 Voorstel LoD's openbare ruimte

Voor het opwerken van de 2D-registraties naar een 3D-BGT, is in de usecase uiteindelijk gekozen voor LoD 2.1 omdat die het beste past bij de informatiebehoefte. Dit detailniveau gaat uit van BGT-geometrie, met extra plaatsbepalingspunten voor het correct modelleren van het hoogteverloop van de vlakken. 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 6). Een volledig geautomatiseerd proces is dit nu nog niet,

maar de handmatige nabewerking van het geautomatiseerde proces is wel heel beperkt. De workbench wordt (met toelichting) beschikbaar gesteld als resultaat van het programma T3D³.



Figuur 6 3D BGT originele en net FME verbeterde versie

Figuur 7 geeft de door Nieuwland ontwikkelde data-flow weer [4].

Ter toelichting:

- NetCDF-data zijn in de viewer geïmplementeerd, waarbij de diverse waterhoogten in verschillende kleuren blauw worden weergegeven;
- de BOR-data Boom, Lantaarnpaal en Verkeersbord zijn m.b.v. de FBX-bibliotheek getransformeerd naar Cesium-tiles of de Unity engine;
- 2D-BGT-elementen zijn met behulp van de puntenwolken 'opgewerkt' naar 3D-CityGML; hierbij werden ook texturen toegevoegd;
- overige objecten zijn op basis van eigen format, op basis van een symbolenbibliotheek gepresenteerd in de Cesium-viewer.

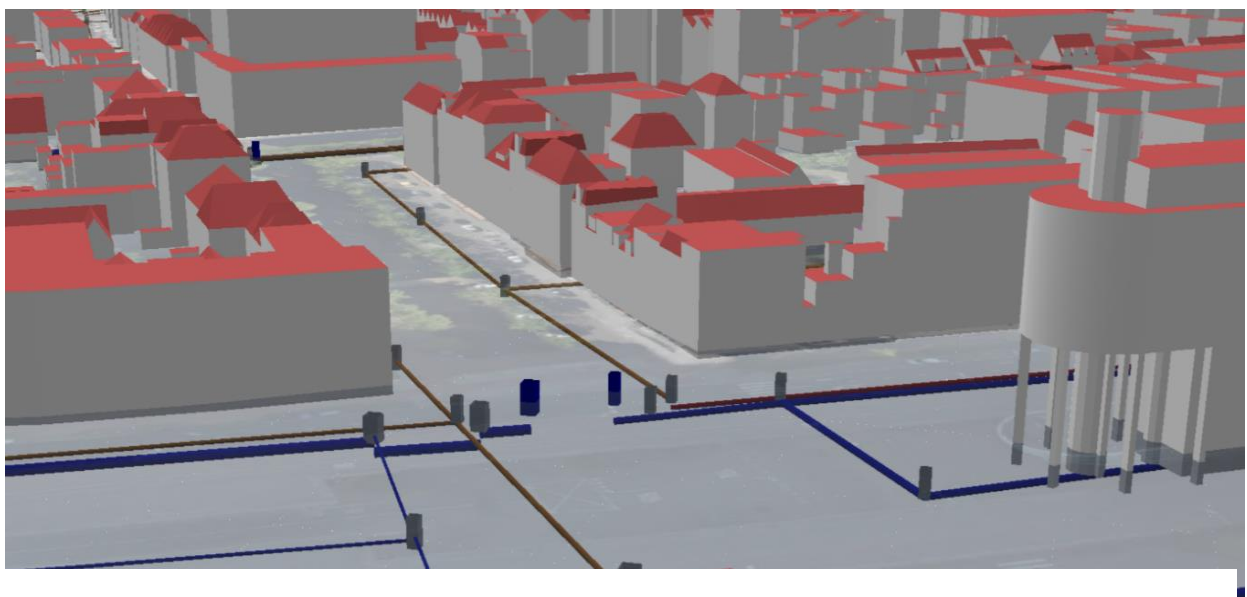
³ <https://alkem.io/t3d/challenges/3dregistratie/opportunities/ucwatermanagement/contribute/callouts/othercards-9394>

validatiefunctie aan. De module GWSW-Geo bevat afspraken over het converteren en visualiseren van GWSW-datasets. De beschikbare conversies zijn o.a.:

- WFS / WMS;
- Geopackage, inclusief automatische publicatie op PDOK-themakaart Stedelijk Water;
- Hydx (dataset voor hydraulische berekeningen);
- CityGML.

De laatstgenoemde is mede in het kader van de usecase watermanagement ontwikkeld.

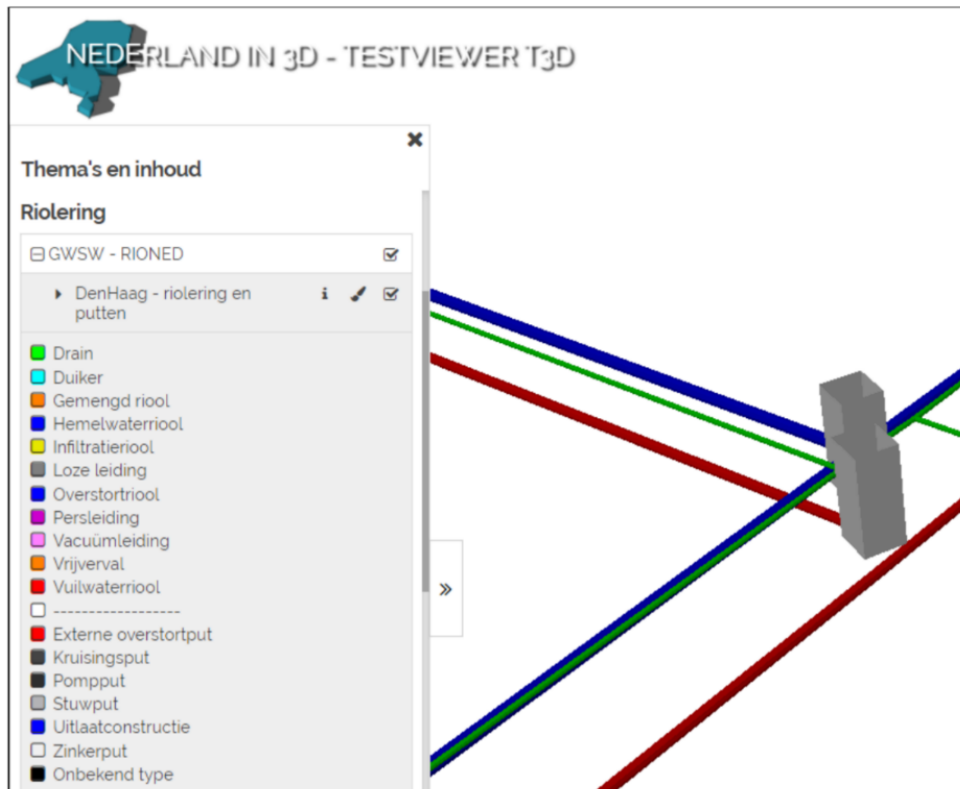
Future Insight en Stichting RIONED hebben een conversie van GWSW naar CityGML gemaakt. Deze is beschikbaar gesteld op <https://apps.gwswnl.nl>. Hiermee kunnen alle gemeenten die zijn aangesloten op GWSW, beschikken over 3D-rioleringsdata. Figuur 8 illustreert dat.



Figuur 8 GWSW-rioleringsdata in CityGML. Bron [3],[5]

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 m.b.v. het type *CompositeSurface*, met specifieke doorsnedes per LoD en kleuren per type object (zie figuur 9).

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.



Figuur 9 Styling van rioleringsobjecten in CityGML volgens GWSW. Bron: [3],[5].

4 Hydrologisch model

De opgebouwde data zijn als uitgangspunt gebruikt voor de berekening van wateroverlast in het proefgebied. Het hydrologische model dat daarvoor is gebruikt, maakt altijd berekeningen op basis van een combinatie van de (basis-)registraties BAG, BGT en AHN-hoogtebestand, en het hydraulisch model van de riolering. De voor deze usecase extra ingewonnen en opgewerkte 3D geo-informatie maakt het mogelijk om analyses op de volgende punten te verbeteren:

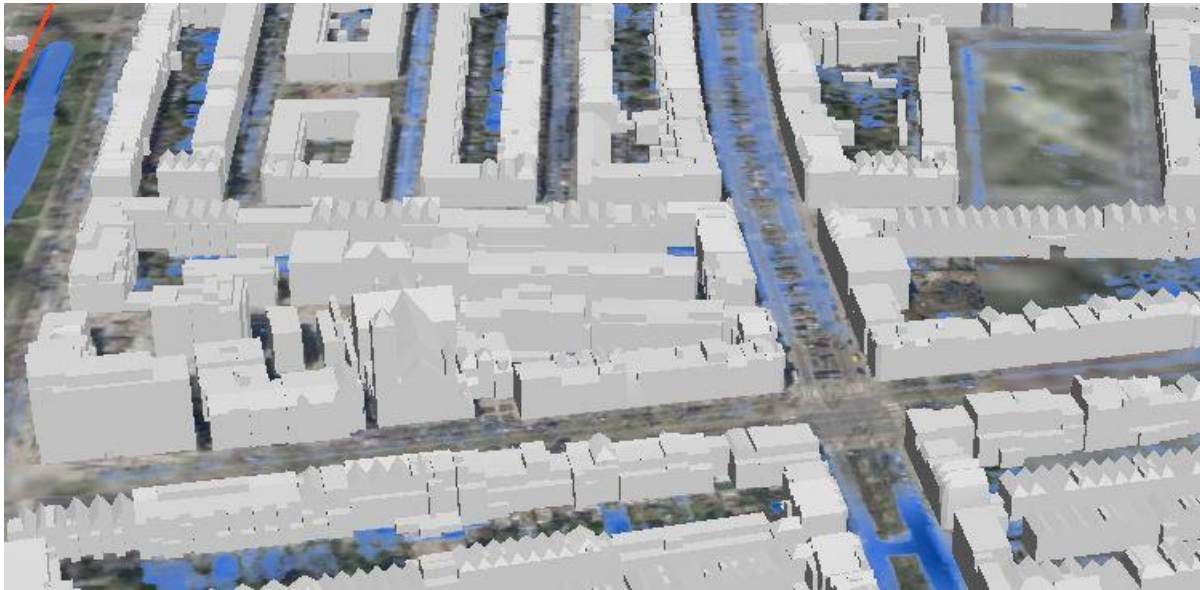
- een hoogtemodel (DEM) krijgt nu een resolutie van 0,01 m² (ten opzichte van een resolutie van 0,25 m² in het standaardmodel); daarnaast zijn ook blinde vlekken verholpen, bijvoorbeeld op plekken waar panden een overstek, luifel of een overbouw hebben;
- bandenlijnen (trottoirbanden) zijn toegevoegd als 'obstakel';
- tunnellijnen (muren bij tunnels) zijn toegevoegd als 'obstakel';
- entreehoogtes bij panden mee- genomen voor bepaling kwetsbaarheid van panden voor wateroverlast.

In de viewer in de T3D-proefopstelling is een widget gemaakt om het hydrologische model op de externe server van de hydrologische expert te starten. De gebruiker kan een projectgebied selecteren en daarin een willekeurige regenbui simuleren. Zo kan bijvoorbeeld een beleidsmedewerker een hydrodynamisch model starten, waarbij realtime de effecten van de gesimuleerde regenbui worden getoond in de Digital Twin. Voor het doorsturen van de resultaten van de simulatie, wordt op de achtergrond gebruikgemaakt van een WMS die op het terreinmodel in de T3D-viewer wordt gedrapeerd. Zo ontstaat een semi 3D-visualisatie van de resultaten (zie figuur 10).

Voor de levering van data aan het afwateringsmodel gelden de volgende standaarden:

- hoogtemodel: rasterfile (geotiff);
- puntenwolk: LAS / LAZ en 3d tiles;
- 2D BGT: WFS en shp / geopackage;
- 3D BGT: CityGML en 3d tiles ;
- 2D BAG: WFS en shp / geopackage;
- 3D BAG: CityGML en 3d tiles;
- riolering: Hydx (hydraulisch) WFS, CityGML en 3D tiles ;

- resultaten 3DI: WMTS en NetCDF.

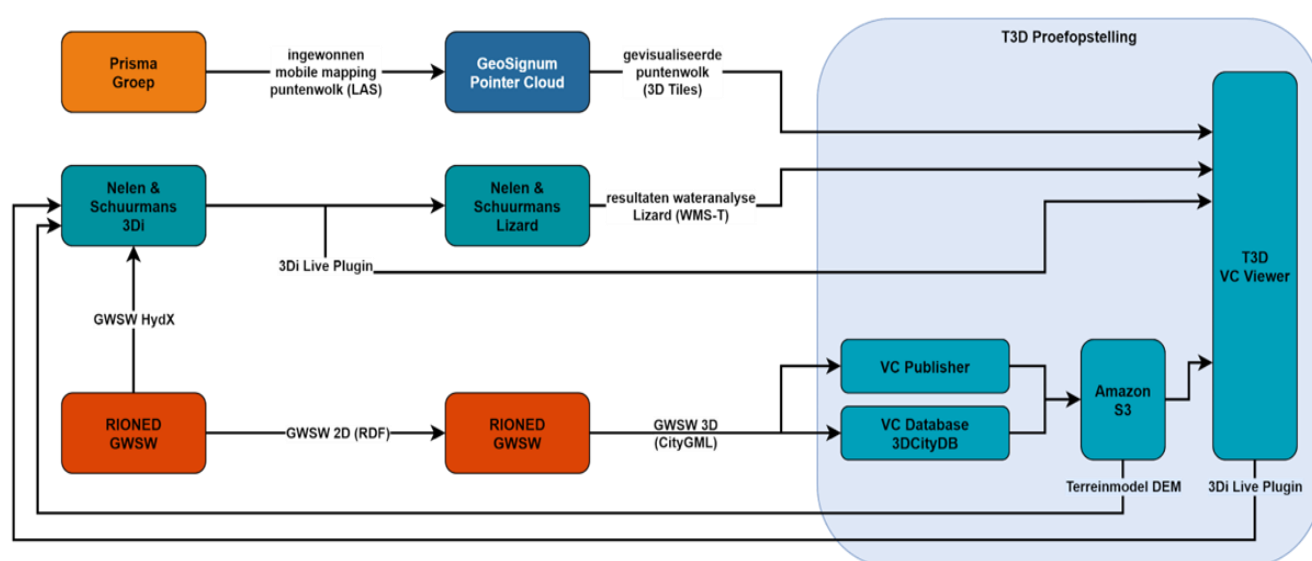


Figuur 10 Het starten en visualiseren van een regenbui-simulatie in de T3D-viewer

5 Proefopstelling

Binnen de Usecase Watermanagement eindigen diverse processen en datasets in de proefopstelling, zoals weergegeven in figuur 11.

Alle data komen samen in de T3D-proefopstelling. De puntenwolken en de resultaten van de wateranalyse worden in de viewer geprojecteerd op de 3D-omgeving, waarin GWSW is opgenomen. Er wordt gebruik gemaakt van een live stream o.b.v. de open standaard 3D Tiles vanuit de betreffende 3D stadsmodellen. Daarmee toont de T3D Proefopstelling altijd automatisch de meest actuele beschikbare informatie. De basis wordt gevormd door het 3D-stadsmodel. Daaraan wordt de AHN3 van Nederland met een resolutie van 5 m toegevoegd. Later worden mogelijk nog toegevoegd: ANH3 met een resolutie van 0,5 m en Aangepast Nelen & Schuurmans DEM, geoptimaliseerd voor wateranalyses.



Figuur 11 Architectuur 3D Watermanagement

De puntenwolk kan 'live' ontsloten worden vanuit de cloud-infrastructuur van GeoSignum. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de open standaard 3D Tiles (b3dm), die rechtstreeks gestreamd worden naar de T3D Proefopstelling (zie figuur 12)..

De koppeling met GWSW op basis van CityGML heeft plaatsgevonden in fase 3 van T3D.

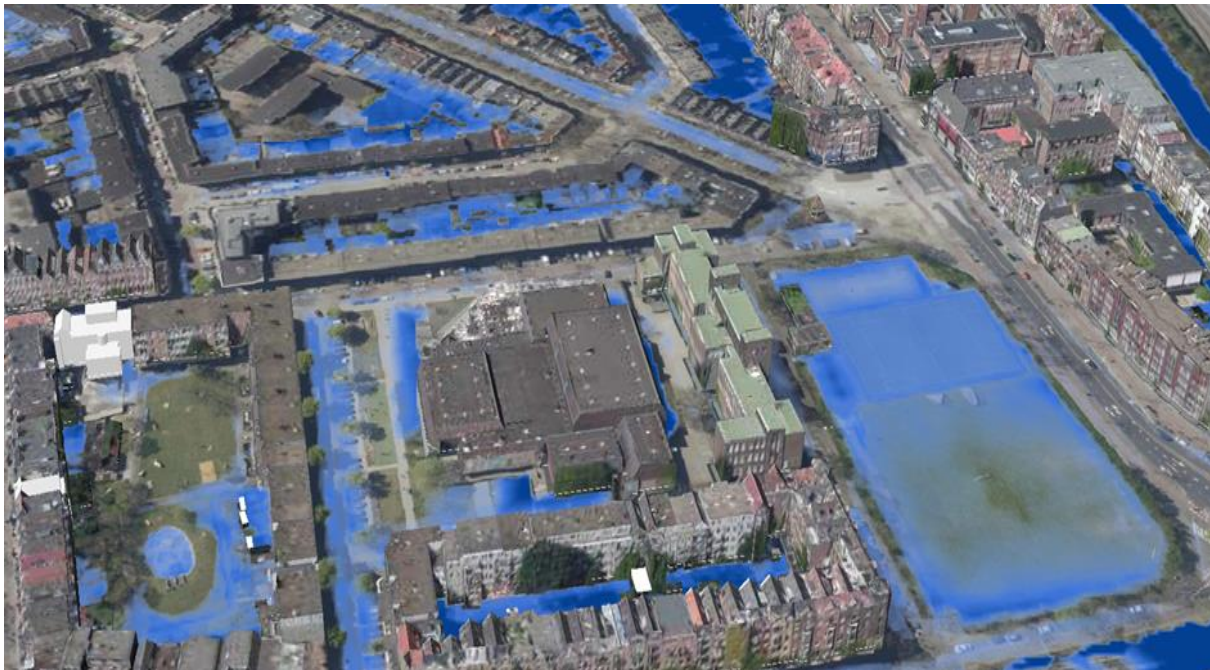
De wateranalyses van Nelen & Schuurmans in 3Di zijn opgeslagen in het Lizard datawarehouse. Het gebruik van een NetCDF-bestand bleek niet handig, omdat NetCDF meer gericht is op overstromingsscenario's voor rivieren die buiten de oevers treden of dijkdoorbraken en minder geschikt voor neerslagoverlast.

Om gebruikers ook in staat te stellen om vanuit de T3D Proefopstelling direct nieuwe wateranalyses te starten, is de 3Di Live Plugin ontwikkeld. Hiermee kunnen diverse simulaties worden uitgevoerd. De resultaten worden 'gedrapeerd' over het actieve terreinmodel (zie figuur 13). Dit is nu nog de AHN, waardoor enkele problemen ontstaan.



Figuur 12 Visualisatie van de WMS-T uit Lizard in de T3D-proefopstelling

Zo stroomt water nu nog ‘over’ het dek van een onderdoorgang, in plaats van door de onderdoorgang. Het diepe gedeelte van de onderdoorgang is namelijk niet opgenomen in de AHN, daarin is enkel het dek beschikbaar. In het door Nelen & Schuurmans geoptimaliseerde DEM is wel rekening gehouden met de verdiepte ligging. In het vervolg van T3D wordt daarom onderzocht of het geoptimaliseerde DEM ook gebruikt kan worden voor de visualisatie.



Figuur 13 Live resultaten in Rotterdam

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

1. In de usecase Watermanagement is een proefopstelling ontwikkeld, gericht op het voorzien in adequate informatie voor het managen van straatwaterafvoer en het uitvoeren van wateranalyses. Er is een duidelijk beeld gecreëerd van de objecttypen met bijbehorende attributen, waaraan behoefte is. In principe zijn die in GWSW en IMBOR opgenomen, maar er is uitbreiding gewenst met enkele essentiële elementen zoals de instroomhoogte van panden en verkeersdrempels. Er zijn enkele tekortkomingen in de huidige registraties naar voren gekomen, waarbij het verschil in detailniveau en precisie het meest opvallend is. Afstemming van detailniveaus is dus aan de orde. Bedacht dient te worden dat voor beleid een hoge resolutie minder van belang is, maar voor detailanalyses van groot belang.
2. De voor de usecase ingerichte proefopstelling leent zich voor het uitbreiden naar andere ruimtelijke adaptatievraagstukken. Dit is mogelijk doordat bij de proefopstelling uitgegaan is van de principes van gestandaardiseerde services en uitwisselformaten en van 'data bij de bron'⁴.
3. Inwinnen en registreren van een 3D-BGT kan heel goed in samenhang met het (vernieuwen van) het reguliere beheerproces van de BGT. Op basis van dezelfde mutatietrigger uit het reguliere bijhoudingsproces kan een gebruiker zowel de 2D-BGT bijwerken, als een (geautomatiseerde) opwerking naar een 3D-BGT starten. Hiervoor is wel een compleet en actueel 3D-model van de openbare ruimte nodig. Dat resulteert in nauwkeurige en verbeterde hydrologische analyses. Het grootste voordeel hiervan is dat het mogelijk is om nauwkeuriger en op straatniveau te berekenen wat de impact, in deze usecase wateroverlast, is op de (gewijzigde) inrichting van de openbare ruimte.
4. 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. Deze gegevens zijn te gebruiken in 2D-toepassingen en in een 3D-Digital Twin op basis van één bijhoudingsproces.
5. Het is mogelijk om met het inzetten van MLS techniek snel en eenvoudig gedetailleerd inzicht te krijgen van de actuele situatie. De geclassificeerde puntenwolk en afgeleide vectoren hebben meerwaarde voor meerdere toepassingen.
6. Met de usecase is aangetoond dat het mogelijk is om meerdere platformen met elkaar te verbinden op basis van de Common Ground⁵ uitgangspunten. Zo is het mogelijk om op gespecialiseerde platformen puntenwolken te analyseren, hydrologische modelberekeningen uit te voeren en de resultaten te streamen naar een gebruikerstoepassing.
7. Het is mogelijk het hydrologisch model te verfijnen door aanvullende informatie in te winnen. Het grootste voordeel hiervan zit hem in het inzichtelijk maken van de optredende overlast.
8. Uitwisselstandaarden zijn vastgesteld.
9. De werking van de keten inwinning-registratie-raadpleging/gebruik is aangetoond.
10. Texturering is nuttig.

6.2 Aanbevelingen

1. Pas de onderliggende ketenarchitectuur toe op andere ruimtelijke adaptatievraagstukken. In fase 3 van T3D is dit al met succes gebeurd voor hittestress.

⁴ Intussen is voor een tweetal andere thema's met relatief weinig inspanning een eerste verkenning uitgevoerd met positief resultaat.

⁵ Common Ground: Uitgangspunt voor gemeentelijke informatie voorziening, www.commonground.nl

2. Automatiseer de informatieketen met betrekking tot de bijhouding van een 3D-BGT, en het verbeteren van de inzet van MLS- puntenwolken voor hogere actualiteit en detailniveau, verder.
3. Automatiseer de ontsluiting vanuit de GWSW-server naar de T3D-proefopstelling, zodat vanuit het reguliere beheerproces de registratie, de Digital Twin en het hydrodynamisch model altijd gesynchroniseerd zijn.
4. Werk een Nederlandse toepassing uit van de landelijke classificatie van objecttypen (APRS-NL) voor ruwe puntenwolken en stel deze vast.
5. Breid de GWSW-CityGML-conversie uit: LoD's hoger dan 1.0 en 2.0, meer objecttypen en aansluiting op CityGML 3.0.
6. Breid de registratie uit met relevante objecttypen en kenmerken (bijvoorbeeld huisaansluitingen).
7. Test de conversie in CityGML 3.0. In de toekomst kan daarbij gebruikgemaakt worden van de CityGML-ontwikkeling: *UtilityNetworkADE*.
8. Breid de koppeling van GWSW en Rioned, die een significante impact op de werking van het rioolstelsel en daarmee dus ook op de resultaten van de wateranalyse heeft, uit met inspectiegegevens.

Referenties

- [1] Nelen & Schuurmans, 'Totaal 3-Dimensionaal Rotterdam. Effect van hoge resolutie geodata op hydrodynamisch modelleren.', Opleverrapport T3D', 20-12-2021
- [2] Geosignum, 'Inwinning; Analyse puntenwolk'
- [3] Future Insight, 'RIONED – GWSW naar CityGML conversie, v 1.0, 20-12-2021
- [4] Nieuwland, 'T3D gemeente Rotterdam, casus watermanagement', 2021
- [5] Future Insight, 'T3D Eindrapportage Usecase Watermanagement', 2021
- [6] Gemeente Rotterdam, Future Insight, 'Rapportage werkgroep T3D Ondersteuning en inrichting Database', juli 2022
- [7] Nelen & Schuurmans, 'toelichting watermanagement spoor Totaal 3Dimensionaal', Memo 23-12-2022
- [8] Sigma Group – Beschrijving operationeel proces 3D scanning 202220124
- [9] Corné Helmons, Gerlof de Haan, 'Watermanagement met een 2D Digital Twin', GeoInfo 04/2022