



Delft University of Technology

Inpassing van 3D-data van bronhouders in Kadaster's 3D Basisvoorziening

van Liempt, J.N.H.; Stoter, J.E.

Publication date
2020

Document Version
Final published version

Citation (APA)
van Liempt, J. N. H., & Stoter, J. E. (2020). *Inpassing van 3D-data van bronhouders in Kadaster's 3D Basisvoorziening*.

Important note
To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright
Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy
Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*This work is downloaded from Delft University of Technology.
For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to a maximum of 10.*

Inpassing van 3D-data van bronhouders in Kadaster's 3D Basisvoorziening

Jordi van Liempt
Jantien Stoter

December 2020

1 Inleiding

In 2020 heeft het Kadaster de 3D Basisvoorziening (van Altena e.a., 2020) gerealiseerd: een automatisch gegenereerd 3D-model in CityJSON-formaat (Ledoux e.a., 2019) dat heel Nederland omvat in driedimensionale topografische objecten. Het is gebaseerd op de BAG, BGT, dense-matching puntenwolk uit luchtfoto's en de AHN. Verscheidene andere organisaties (voornamelijk gemeenten) gebruiken echter hun eigen methoden voor het reconstrueren van 3D-stadsmodellen, waardoor de beschikbare 3D-datasets kunnen afwijken op verschillende kenmerken. Die organisaties kunnen een aantal motieven hebben om deze zelf te produceren, bijvoorbeeld een ander Level of Detail (LOD) van objecten, eigen gewenste update-frequentie, of andere basisdata als input (BAG, BGT of puntenwolk).

Wanneer de verschillende 3D-modellen samengevoegd zouden kunnen worden in een landelijke voorziening zijn deze gemakkelijk op één plek te verkrijgen en kan er meer consistentie worden gerealiseerd tussen verschillende 3D-modellen die dezelfde gebieden beslaan. Daarom onderzoekt deze studie verscheidene scenario's met betrekking tot de 3D Basisvoorziening: integratie van data, een 3D-geoportaal en de 3D BGT. Er wordt van uitgegaan dat de data van andere bronhouders van hogere kwaliteit is, gezien zij meer tijd steken in de modellering van kleinere gebieden en minder objecten. Om inzicht te krijgen in manieren waarop de 3D Basisvoorziening en 3D-modellen van bronhouders beter op elkaar aangesloten zouden kunnen worden, zijn er vragen gesteld aan verscheidene overheden die te maken hebben met 3D geo-informatie. Hierbij is geïnventariseerd wat de mate van belang is van verschillende technische aspecten van 3D-stadsmodellen en hoe bronhouders staan tegenover de scenario's.

Eerder is in Olsen, 2019 onderzoek gedaan naar de interoperabiliteit van 3D-stadsmodellen van verscheidene bronhouders en wat hun verantwoordelijkheden zouden kunnen zijn bij het bijhouden van een landelijke 3D-voorziening waarbij de voorziening kan variëren van een voorziening waarbij alle data is geïntegreerd in één data set tot een voorziening waarbij verschillende 3D-datasets apart, maar via één portaal worden aangeboden en de verschillen duidelijk worden gemaakt aan gebruikers via bijvoorbeeld meta-data of duidelijke product-beschrijvingen. In deze studie is zowel de technische zijde als de beleidskant bekeken. De studie concludeerde dat een geometrische inpassing van huidige 3D data modellen in de 3D Basisvoorziening-Kadaster nu nog problemen oplevert vanwege een aantal conflicterende karakteristieken: bestandsformaat, afwijkende voetafdrukken (footprints) van objecten, Level of Detail (LOD), andere gebruikte hoogtedata, andere techniek voor 3D-reconstructie,

attributen en kwaliteit. Tegelijkertijd wordt benoemd dat sommige bronhouders nog niet genoeg kennis in huis hebben over 3D-geoinformatie om hun eigen 3D-modellen in te winnen en bij te houden.

Het onderzoek van Olsen, 2019 was uitgevoerd voor het bestaan van de 3D Basisvoorziening. De twee scenario's die uiteindelijk zijn voorgesteld zijn toch relevant voor het huidige onderzoek, daar ze een aanzet geven tot toekomstige scenario's en inzicht geven in uitdagingen. Deze scenario's zijn:

1. Het Kadaster zal de 3D Basisvoorziening blijven actualiseren en bronhouders kunnen hun 3D modellen optioneel ook (aanvullend) beschikbaar stellen. Deze optie is makkelijker voor bronhouders die zelf geen 3D data inwinnen en beheren. Bovendien is het proces al geautomatiseerd. Veel bronhouders missen de middelen of kennis om hun eigen 3D-model te maken op een consistente wijze. Deze die dat wel hebben kunnen hun data aanbieden via de 3D Basisvoorziening als zij daar voordelen in zien. Er zijn hierbij geen specifieke specificaties voor de data, waardoor de bronhouder zelf kan bepalen wat een optimaal model is. Er kunnen wel gezamenlijke richtlijnen worden afgesproken om de reconstructie van 3D-stadsmodellen door bronhouders zelf te faciliteren.
2. Na de reconstructie van de 3D Basisvoorziening is het aan bronhouders zelf om de gebieden waar zij verantwoordelijk voor zijn bij te houden. Dit gaat dan op vergelijkbare wijze als het bijhouden van de BGT, waarbij bronhouders mutaties doorvoeren. Dit scenario kan ook gezien worden als de start van een 3D BGT, welke de 3D Basisvoorziening kan opvolgen. Er is dan een nieuw 3D-geoinformatie model benodigd dat een definitie geeft aan de bepaling van de hoogten van objecten, geformuleerd in formele richtlijnen die ervoor zorgen dat data op een juiste wijze geïntegreerd kan worden met een topologisch gezien waterdicht resultaat.

In dit rapport worden concretere scenario's voor de 3D Basisvoorziening van het Kadaster onderzocht. Dit onderzoek is echter ook relevant voor de interoperabiliteit van Nederlandse 3D-datasets in het algemeen. In (Blaauboer e.a., 2013) zijn de technische specificaties van 3D IMGeo-CityGML opgesteld. IMGeo is de standaard voor de inhoud van de BGT. Door het integreren van CityGML hierin vormt het ook een standaard voor 3D geo-informatie. Het beschrijft richtlijnen voor topologische, geometrische en semantische kenmerken die zorgen voor afgestemde data. 3D IMGeo-CityGML is echter niet gebruikt in 3D-datasets die onderzocht zijn in Olsen, 2019, maar er zijn wel andere initiatieven op het gebied van standaardisering van 3D geo-informatie.

1.1 Inhoud van het rapport

Voor dit onderzoek zijn er twintig bronhouders gecontacteerd om inzicht te geven in de mogelijkheden en potentiële problemen betreft de inpassing van data in de 3D Basisvoorziening, en het (potentiële) gebruik van de voorziening. Zowel bronhouders die al ervaring hebben met 3D, als bronhouders die er nog weinig mee bekend zijn maar wel eerder interesse hebben getoond in 3D geo-informatie bij het Kadaster. De vragenlijsten voor beide typen gebruikers staan in de Appendix.

In Sectie 2 zijn er globale scenario's voor de 3D Basisvoorziening beschreven. Daarna wordt in Sectie 3 uitgelegd welke belangrijke kenmerken van 3D-stadsmodellen van belang zijn voor de inpassing van data in de 3D Basisvoorziening, waarbij meegenomen wordt hoe 3D-bronhouders hierover denken. De vragenlijst van appendix A is hiervoor gebruikt, en met de gemeenten Rotterdam en Amsterdam is hier dieper over gesproken.

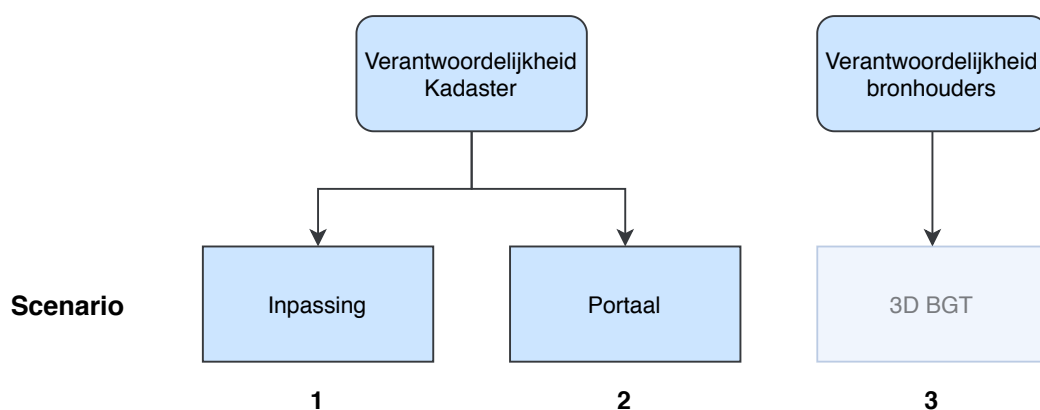
Vervolgens wordt er in Sectie 4 getoond welke verschillen er kunnen ontstaan door het gebruik van andere hoogtedata voor de reconstructie van 3D-modellen. Sectie 5 en 6 vertellen over lopende initiatieven voor harmonisering van 3D-stadsmodellen en de basisinput voor de reconstructie daarvan.

Over een ander onderzoek met overheidsinstanties die eerder contact met het Kadaster hebben gehad over 3D-ontwikkelingen wordt verteld in Sectie 7. De bijbehorende vragenlijst bevindt zich in Appendix B.

Uiteindelijk geeft Sectie 8 concretere mogelijkheden en uitdagingen wat betreft de scenario's, en eindigt het rapport met een conclusie waarin de potentiële rol van de 3D Basisvoorziening wordt benoemd, ook in verhouding met een toekomstige 3D BGT.

2 Huidige mogelijke scenario's

In Figuur 1 zijn de drie mogelijke scenario's geschetst gebaseerd op de huidige situatie en het recent beschikbaar komen van de 3D Basisvoorziening. Er is ten eerste een mogelijk verschil in verantwoordelijkheid, zoals is uitgewerkt in de scenario's van Olsen, 2019. Scenario's 1 en 2 gaan uit van de verantwoordelijkheid voor het Kadaster om de 3D Basisvoorziening actueel te houden. Andere bronhouders van 3D-stadsmodellen krijgen hierbij de mogelijkheid om eigen data aan te leveren, waarbij ervan uitgegaan wordt dat deze van betere kwaliteit is en dus een toevoeging is. In het geval van scenario 1 betekent het aanvullend dat andere bronhouders de verantwoordelijkheid krijgen om hun ingepaste data bij te houden. Voor scenario 3 ligt de verantwoordelijkheid bij bronhouders om de 3D Basisvoorziening te blijven actualiseren: de 3D BGT.



Figuur 1: Verschillende scenario's voor de 3D Basisvoorziening

In scenario 1 wordt 3D-data van andere bronhouders direct ingepast in de 3D Basisvoorziening. Hierbij is het nodig om voorschriften op te stellen voor de aangeleverde data, omdat 3D-stadsmodellen op verschillende kenmerken van elkaar af kunnen wijken (zie Sectie 3) wat inpassing kan bemoeilijken of soms zelfs onmogelijk kan maken. Met voorschriften zou de consistentie van de 3D Basisvoorziening (zo veel mogelijk) gewaarborgd kunnen worden. Dit betekent dat processen

van bronhouders en het proces van het Kadaster op elkaar moeten worden aangepast. Er zijn mogelijke redenen om af te wijken van de kenmerken van de 3D Basisvoorziening. In dit geval moet er uitgezocht worden welke kenmerken gestroomlijnd en afgestemd kunnen worden en waar er wel verschillen zouden blijven bestaan omdat die worden gerechtvaardigd door verschillende 3D-data behoeften. Dit geeft duidelijkheid voor de manier waarop de inpassing geïmplementeerd kan worden en welke problemen er hierbij bestaan.

Wanneer geometrische en topologische inpassing lastig of onwenselijk lijkt te zijn, is scenario 2 een haalbaar scenario: een geodata-portaal waarop de 3D Basisvoorziening samen met 3D-modellen van bronhouders beschikbaar zijn. Hier zijn voorschriften nodig wat betreft metadata en documentatie om de interoperabiliteit van Nederlandse 3D-data sets te bevorderen. Er is in dit geval geen integratie van data benodigd. Voordeel ten opzichte van de huidige situatie is dat dit een duidelijk overzicht van beschikbare data geeft en hun onderlinge verschillen.

De 3D BGT (scenario 3) ligt niet voor de hand op dit moment. Olsen, 2019 komt namelijk eveneens tot de conclusie dat veel bronhouders nog niet over de kennis en middelen beschikken om zelf 3D-stadsmodellen te ontwikkelen. Daarnaast heeft het Kadaster nu de mogelijkheid om automatisch een landelijk model te creëren. De 3D BGT ligt verder weg op de horizon en de 3D Basisvoorziening kan in de tussentijd als deze fungeren (Stoter e.a., 2017). Derhalve wordt alleen de verhouding tussen de 3D Basisvoorziening en een werkelijke 3D BGT in dit paper meegenomen, maar niet beschreven hoe deze tot stand kan komen.

3 Belangrijke kenmerken voor 3D data-inpassing en onderzoek met 3D-bronhouders

Er zijn verscheidene kenmerken waarop 3D-datasets kunnen verschillen, en hier hangt vanaf hoe data ingepast kan worden. Bij het eventuele opstellen van voorschriften is het de vraag wat een juiste balans geeft tussen consistentie enerzijds en wensen van bronhouders die hun eigen data in willen passen anderzijds. Om dit te kunnen bepalen is het nodig om te onderzoeken op welke kenmerken 3D-stadsmodellen af kunnen wijken, in zowel reconstructie-methode en brondata als resultaat.

Inpassen zonder voorschriften resulteert in ongecontroleerde inconsistentie met de 3D Basisvoorziening. Aan de andere kant kan het problematisch zijn voor bronhouders als er te veel regels zijn om aan te houden. Daarom richt het onderzoek zich op wat voor voorschriften er opgesteld kunnen worden zonder bronhouders te veel te beperken, en op welke punten 3D-modellen uiteindelijk kunnen verschillen ondanks het volgen van de opgestelde voorschriften. Met het laatste kan er nagedacht worden over de technische mogelijkheden van eventuele inpassing.

Om te onderzoeken welk scenario het meest haalbaar is, is er een enquête uitgezet naar verscheidene bronhouders van 3D-datasets en eventueel gesproken voor verdieping van de gegeven antwoorden. De gemeenten Rotterdam en Amsterdam hebben uiteindelijk deelgenomen aan het onderzoek. De gestelde vragen zijn te zien in Appendix A. Hierbij is er expliciet gevraagd naar de welwillendheid ten opzichte van de scenario's, maar eerst is voor ieder kenmerk uit Sectie 3 geïnformeerd naar de volgende punten:

- Hoe is dit kenmerk van belang in een eigen 3D-stadsmodel van een bronhouder?

- Op welke manier kan dit kenmerk afwijken van de 3D Basisvoorziening?
- Op welke manier kunnen deze kenmerken op elkaar afgestemd worden op een acceptabele wijze?

Onder de volgende kopjes worden deze vragen voor ieder kenmerk beantwoord.

3.1 2D-input: BAG/BGT

De 2D-data die gebruikt wordt voor het maken van een 3D-stadsmodel beïnvloedt de voetafdrukken van de individuele 3D objecten. Wanneer deze voetafdrukken niet overeenkomen tussen twee verschillende datasets is het lastig om deze met elkaar te integreren op een consistente wijze. Er is dan een andere definitie van de voetafdrukken binnen de samengevoegde dataset, en het zorgt ervoor dat de randen van de datasets mogelijk niet goed op elkaar aansluiten.

In de 3D Basisvoorziening wordt er gebruik gemaakt van een voorbereidingsproces om de 2D-input te genereren uit de BAG en BGT (van Altena e.a., 2020). Er worden geometrische fouten gecorrigeerd, de voetafdrukken van gebouwen komen van de BAG, en alle objecten worden op elkaar aangesloten zodat het 3D-resultaat waterdicht is. Wanneer in te passen 3D-data hetzelfde proces heeft ondergaan kan de data worden geïntegreerd.

In andere modellen kan het bijvoorbeeld zijn dat uitsluitend de BGT gebruikt wordt (en dus ook de voetafdrukken van gebouwen daaruit komen), of dat er een verschil zit in de peildatum van de gebruikte BAG of BGT. De gesproken bronhouders houden zich in ieder geval aan de basisbestanden zelf en voeren geen correcties uit op de voetafdrukken.

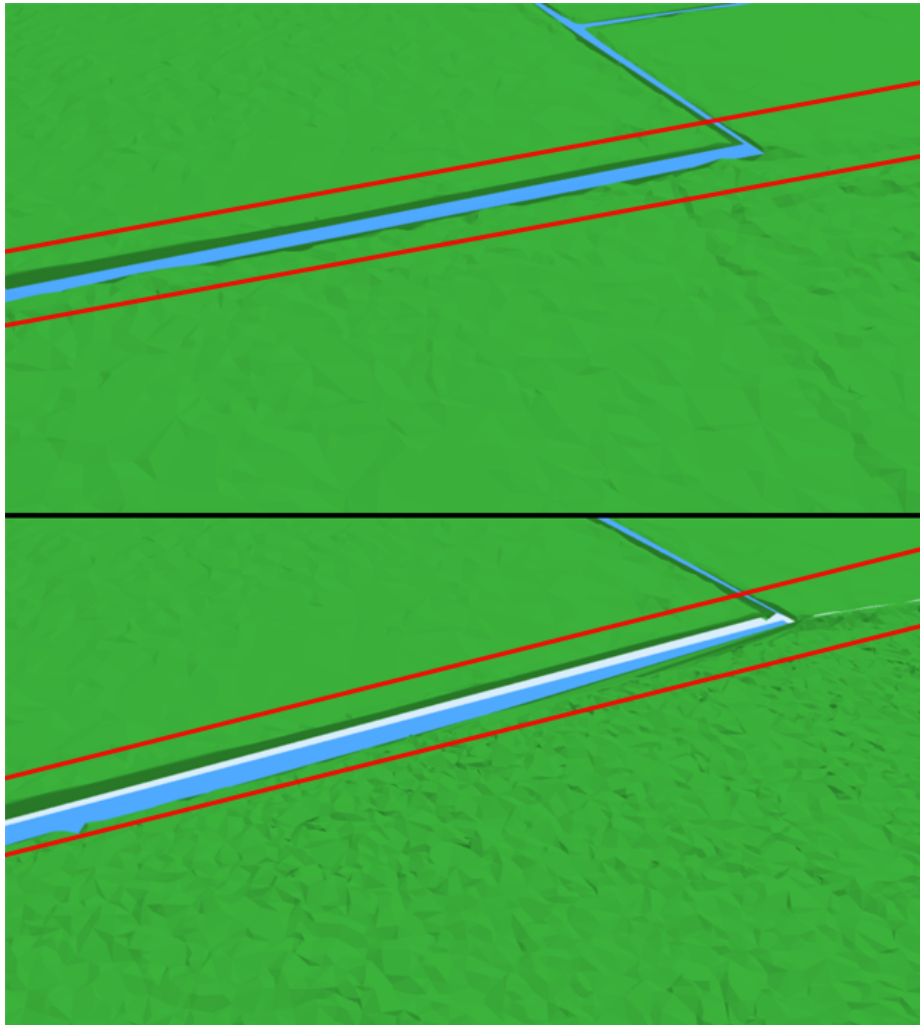
De gesproken bronhouders houden zich nu aan de basisbestanden zelf en voeren geen correcties uit op de voetafdrukken ten behoeve van 3D-reconstructie. Dit betekent dat de gebruikte BAG-panden voor 3D-reconstructie overeen komen met die van de 3D Basisvoorziening, maar alleen wanneer deze dezelfde peildatum hebben. In dat geval zou de data ingepast kunnen worden. BGT-objecten zullen echter afwijken, gezien deze in de 3D Basisvoorziening op de BAG-panden worden aangesloten.

3.2 3D-input: puntenwolk

De 3D Basisvoorziening gebruikt een combinatie van puntenwolken verkregen door middel van dense-matching op luchtfoto's van Beeldmateriaal Nederland (Beeldmateriaal Nederland, 2020) en het AHN. Een aantal bronhouders beschikt echter over andere (vaak eigen) puntenwolken en er wordt van uitgegaan dat het gebruik hiervan een belangrijke reden is voor het willen reconstrueren van een eigen 3D-model. Dat betekent dat de randgebieden van de samen te voegen datasets niet naadloos op elkaar aan zullen sluiten, ook niet voor wat betreft de hoogte-brondata. Voorbeeld hiervan is te zien op figuur 2, waar de 3D Basisvoorziening en het model gemaakt met de AHN bij Eindhoven en Son en Breugel zijn samengevoegd op de grens van de twee gemeenten: er is een gat op de rand, te zien aan het witte gedeelte bij het water.

Dat is echter geen probleem voor gebouwen zo lang ze dezelfde voetafdrukken hebben. Dat kan dus mogelijk opgelost worden door te stellen dat alleen gebouwen aangepast kunnen worden ten behoeve van afstemming en niet bijvoorbeeld terreinen en wegen.

Er wordt echter ook onderzoek gedaan naar een Integrale Hoogtevoorziening Nederland (IHN) waarop de puntenwolken van verscheidene organisaties beschikbaar kunnen komen, wel al dan niet



Figuur 2: Inpassing van de 3D Basisvoorziening en op AHN gebaseerd 3D-model op gemeentelijke grens tussen Eindhoven en Son en Breugel (onder), vergeleken met de originele 3D Basisvoorziening (boven). De grens van de samenvoeging van het model loopt tussen de rode lijnen. Groen: PlantCover, blauw: WaterBody (CityJSON objecttypes), wit: gat.

afgestemd. Dit wordt gedaan in opdracht van Ministerie van BZK in het kader van de Stuurgroep 3D (ingesteld door het GI-beraad). Wanneer dit zal worden gerealiseerd en de 3D Basisvoorziening hierop wordt gebaseerd zou het kunnen zijn dat er geen noodzaak meer is om afwijkende puntenwolkbronnen te gebruiken bij het creëren van in te passen 3D-data.

Op de IHN kan op dit moment nog niet gerekend worden, maar het is interessant om mee te nemen wat het effect hiervan kan zijn op de toekomst van de scenario's. De respondenten hebben aangegeven dat het de 3D-datasets zeker dichterbij elkaar brengt, maar alleen als de 3D Basisvoorziening continu geactualiseerd wordt bij het toevoegen van een nieuwe puntenwolk. Dat staat in verband

met Sectie 3.3. Er zouden dan geen hoogtesprongen meer zijn op terreinen bij grensgebieden van ingepaste data.

3.3 Update-frequentie

Een update-frequentie van de 3D Basisvoorziening die afwijkt van de voorkeuren van bronhouders kan een reden zijn om zelf een 3D-dataset bij te houden. Voorlopig is de update-frequentie voor de 3D Basisvoorziening jaarlijks, bij de respondenten verschilt dit tussen (twee)jaarlijks en zo actueel mogelijk op basis van de meest actuele bronnen. Het niet gelijk lopen van updates zorgt voor verschillen in de peildatum van 2D-basisdata en inwinningsdatum van 3D-basisdata.

3.4 Reconstructie-instellingen en Level of Detail (LOD)

De 3D Basisvoorziening is gecreëerd met behulp van 3dfier (3D geoinformation group, 2020): software die 3D-modellen reconstrueert van 2D polygonen en puntenwolken. Er zijn hierbij verschillende opties in te stellen. Voorbeelden zijn het percentiel van de hoogtepunten die bij een object horen om de hoogte te bepalen, de classificaties van de punten die meegenomen worden voor specifieke object types (waarbij bijvoorbeeld ongeclassificeerde punten genegeerd kunnen worden), het filteren van outliers en de simplificatie van de TIN waar de surface geometrie van objecten uit bestaat. Bij andere organisaties is het echter ook mogelijk dat 3dfier niet gebruikt wordt bij reconstructie en/of dat semi-automatische methodes worden gebruikt.

3dfier is bij de 3D-modellen van de respondenten ook gebruikt, maar slechts voor een deel van het reconstructie-proces of met plannen om dit op andere wijze te doen. Redenen hiervoor zijn het in meer detail kunnen modelleren van gebouwen (wat neerkomt op een ander LOD), bruggen die gereconstrueerd zouden moeten worden als solid-geometrieën in plaats van polygonen, en het door kunnen voeren van updates. Het laatste punt kan alleen gedaan worden met 3dfier als er een nieuwe puntenwolk beschikbaar is, maar als er een verandering doorgevoerd is in de 2D-basisdata is de kans groot dat er ook iets in de hoogte gewijzigd is. Het construeren van objecten in een hoger LOD is een voorname reden voor 3D-bronhouders om een eigen model bij te houden, maar hierbij is ook opgemerkt dat de definities van de LODs anders geïnterpreteerd worden.

Bij inpassing van gebouwen zorgen deze verschillen voor inconsistente modellering die gedocumenteerd zou moeten worden om aan te geven welke verschillen er zijn tussen objecten in een samengevoegde dataset. Dat is wat betreft andere objecttypes ook het geval, maar hier komt bij dat deze qua hoogte mogelijk niet goed op elkaar aansluiten.

3.5 Texturen

De 3D Basisvoorziening bevat geen texturen, maar de 3D-modellen van de respondenten hebben dit in potentie wel. Hoe accurater een model is, des te beter texturen erop passen aangezien de vormen van objecten in de textuur verwerkt zijn. Daarnaast moet het actualiteitsverschil tussen het geometrische 3D-model en de opnamedatum van het beeldmateriaal waar de texturen op gebaseerd zijn zo veel mogelijk overeenkomen. Dit kan in de toekomst een uitdaging opleveren voor wat betreft de update-frequentie die dan afhankelijk wordt van het beeldmateriaal.

3.6 Attributen

De 3D Basisvoorziening bevat de attributen van de BAG en BGT. De gesproken 3D-bronhouders houden op verschillende wijzen extra attributen bij. Het is mogelijk om deze extra attributen bij inpassing mee te nemen in de 3D Basisvoorziening, maar dan moeten deze wel beschreven worden in specificaties.

3.7 Bestandstype

De 3D Basisvoorziening is gecodeerd in het CityJSON-formaat, maar er kunnen ook modellen gecreëerd worden in (voornamelijk) CityGML. Er is echter conversie tussen deze twee mogelijk en dit levert dus geen problemen op voor inpassing. Ook andere datatypes voor bijvoorbeeld CAD-applicaties zijn mogelijk, maar bij de respondenten is het gebruik van CityJSON geen probleem.

4 Vergelijk hoogte-input 3D-stadsmodellen

Als input voor hoogte is er voor de reconstructie van de 3D Basisvoorziening gebruik gemaakt van zowel een puntenwolk gegenereerd uit luchtfoto's van Beeldmateriaal Nederland met dense matching als de AHN. De puntenwolk uit luchtfoto's is recenter; de AHN is alleen gebruikt voor plaatsen waar het maaiveld niet gedetecteerd kon worden (van Altena e.a., 2020). Om de theoretische impact van verschillende keuzes in hoogte-input te laten zien, is er een vergelijk gedaan tussen de 3D Basisvoorziening en een speciaal gereconstrueerd 3D-model met dezelfde voetafdrukken, maar met uitsluitend de AHN als puntenwolk. Ook verschillende reconstructie-opties kunnen deze verschillen veroorzaken (zie Sectie 3.4). Dit vergelijk geeft een voorbeeld van hoogteverschillen die kunnen bestaan tussen verschillende 3D-stadsmodellen en hoe dit problemen op kan leveren in de consistentie van samengevoegde modellen.

De hoogten van 3D-objecten worden vergeleken tussen de twee modellen, waarbij getrianguleerde objecten (zoals onbegroeide terreindelen) geïnterpoleerd worden door middel van TIN-interpolatie. Er zijn twee gebieden gekozen: één stedelijk in Leeuwarden (figuren 3 en 4), en een landelijk op de grens tussen Eindhoven en Son en Breugel (figuren 5 en 6). De eerste laat meer zien van de gebouwen en de tweede voornamelijk landschap.

Bij Leeuwarden valt de reeks rode gebouwen het meest op: deze bestonden wel bij de opname van de AHN maar niet in de puntenwolk uit luchtfoto's van de 3D Basisvoorziening. Deze werden toentertijd opnieuw gebouwd; ze hebben in de BAG 2019 als bouwjaar, terwijl de luchtfoto's uit 2018 komen (van Altena e.a., 2020). Verder zijn er weinig opvallend grote hoogteverschillen te zien op de kaart, maar tabel 1 geeft met de maximale absolute hoogteverschillen aan hoe groot de impact van de gebruikte puntenwolken op sommige plekken kan zijn. In het gebied van Eindhoven en Son en Breugel is het verschil op terrein duidelijker te zien, omdat er daar minder gebouwen. De verschillen zijn niet systematisch positief of negatief: er zijn zowel groene als oranje vlekken, waar de 3D Basisvoorziening respectievelijk hoger en lager is. Wanneer de twee modellen dus samengevoegd zouden worden, ontstaan er inconsistenties die niet direct te verklaren zijn omdat er per locatie gekeken zou moeten worden waar deze verschillen in de gebruikte puntenwolken vandaan komen.

	Leeuwarden		Eindhoven	
	Gemiddeld	Max	Gemiddeld	Max
Building	0.08	4.98	0.36	7.98
LandUse	0.33	2.90	0.10	1.25
PlantCover	0.10	1.56	0.13	2.92
Road	0.15	2.38	0.09	0.30
WaterBody	-	-	0.18	0.92

Tabel 1: Statistieken van absolute hoogteverschillen (in meters) per CityObject (uit CityJSON) type tussen 3D-stadsmodellen gecreëerd met andere hoogte-input

5 Integrale Hoogtevoorziening Nederland (IHN)

3D-reconstructie begint met brondata. Op elkaar afgestemde brondata is derhalve een belangrijke stap voor de afstemming van 3D-stadsmodellen. Wanneer de brondata en reconstructie-methode zoveel mogelijk overeen komen, zullen de resulterende 3D-modellen dat ook doen.

In opdracht van Ministerie van BZK in het kader van de Stuurgroep 3D (ingesteld door het GI-beraad) is er in September 2020 een werkgroep gestart die onderzoek doet naar de technische uitvoering van de Integrale Hoogtevoorziening Nederland (IHN). Op deze voorziening zouden in de toekomst verscheidene Nederlandse puntenwolken gezamenlijk beschikbaar kunnen worden gesteld, waaronder de AHN, dense matching puntenwolk en gemeentelijke datasets. Er wordt onderzocht hoe deze puntenwolken op elkaar kunnen worden afgestemd (co-registratie, classificatie, kwaliteitsbeschrijving en mutatiestrategie) en uiteindelijk gedistribueerd.

De eventuele komst van de IHN kan zowel de kwaliteit van de 3D Basisvoorziening als de samenhang met andere 3D-datasets bevorderen. Voornamelijk vanwege de puntenwolken van de gemeenten die erop beschikbaar kunnen komen, welke door henzelf gebruikt worden bij de creatie van hun 3D-stadsmodellen. Daarbij wordt verondersteld dat deze puntenwolken van betere kwaliteit zijn dan die gebruikt voor de 3D Basisvoorziening. Wanneer deze meegenomen worden in de 3D Basisvoorziening is een belangrijk verschil tussen de 3D Basisvoorziening en 3D-stadsmodellen weggenomen, wat is aangegeven door de respondenten.

Dankzij de co-registratie, gestroomlijnde classificatie en kwaliteitsbeschrijving zijn de puntenwolken op de voorziening geschikt om samen te gebruiken (verschillende puntenwolk voor verschillende locaties en objecten) voor 3D-reconstructie. De mutatiestrategie heeft een bijkomend voordeel voor de 3D Basisvoorziening: kleine meetverschillen tussen twee temporele versies van een puntenwolk kunnen gefilterd worden, waardoor alleen objecten in de 3D Basisvoorziening die werkelijk veranderd zijn geüpdatet worden. Een hoogteverschil van een aantal centimeter op een dak is immers waarschijnlijk geen echte verandering, maar kan wel van invloed zijn op analyse van de dataset en uiteindelijk bijvoorbeeld vergunningsaanvragen.

6 Lopende initiatieven van 3D-stadsmodellen

Dit project waarbij gekeken wordt naar de inpassing van verschillende 3D modellen staat niet op zichzelf. In deze studie is daarom ook actief samenwerking gezocht met lopende initiatieven, zoals de diverse lokale initiatieven voor 3D reconstructie; Totaal Driemensionaal, een project gefinancierd

door BZK, waarbij Den Haag, Rotterdam en Amsterdam gezamenlijk werken aan een structurele beschikbaarheid van actuele 3D geo-informatie, een rijker virtueel model van Nederland in 3D gericht op het oplossen van maatschappelijke vraagstukken en een platform voor samenwerkingen en interactie met professionals en burgers; Integrale Hoogtevoorziening Nederland (zie Sectie 5) en de 3D ambities van DiS Geo.

Deze initiatieven streven naar de harmonisering van de basisdata die gebruikt wordt voor 3D-reconstructie en van 3D-stadsmodellen zelf. Wanneer in DiS Geo de basisregistraties bij elkaar gebracht worden met de samenhangende objectenregistratie (SOR: Leijten e.a., 2020) die daaronder valt, kan het zijn dat er geen voorbereidingsproces meer nodig is op de BAG en BGT zoals gedaan wordt voor de 3D Basisvoorziening, en met de IHN zullen de gebruikte puntenwolken voor verschillende Nederlandse 3D-modellen overeenkomen.

7 Gebruik van de 3D Basisvoorziening

Er is ook een enquête uitgezet naar overheidsinstanties die eerder bij het Kadaster gesproken hebben over 3D-ontwikkelingen. Hierin is gevraagd naar het (potentiële) gebruik van de 3D Basisvoorziening door hen en daarbij naar hun ervaringen en de manier waarop het zich verhoudt met hun eigen ontwikkelingen op 3D-gebied. De vragen zijn te vinden in Appendix B. De mate van respons (drie deelnemers) indiceert dat er nog niet veel belangstelling is.

Gehoord commentaar voorafgaand aan dit onderzoek ging over het onwennige gebruik van het CityJSON-formaat. Dit is relatief nieuw en het geeft aan dat hier meer ervaring mee moet worden opgedaan. Een deelnemer aan de enquête heeft dit eveneens aangestipt. Echter kan de 3D Basisvoorziening juist een stimulans creëren voor ontwikkelaars om aan dit doel bij te dragen.

Wat betreft potentieel gebruik zijn genoemd: 3D visualisatie van ruimtelijke ontwikkelingen en bouwplannen, milieu- en duurzaamheidsvraagstukken, WOZ-taxaties en het combineren met een eigen 3D verblijfsobjecten-dataset als opmaat naar BIM BAG-panden. Op dit moment hebben de respondenten echter nog niks met de voorziening gedaan.

Om de impact van de 3D Basisvoorziening te vergroten kunnen er toepassingen bedacht worden en tutorials gemaakt of workshops gegeven worden. Dit vergemakkelijkt het gebruik ervan en wekt interesse op bij potentiële gebruikers.

8 Conclusies scenario's

Deze sectie vat de bevindingen samen van deze verkenning naar de mogelijke inpassing van 3D basisdata van andere bronhouders in de 3D Basisvoorziening van het Kadaster.

8.1 Scenario 1: inpassing in 3D Basisvoorziening

Het blijkt dat er verscheidene kenmerken van 3D-stadsmodellen zijn die de inpassing in de 3D Basisvoorziening niet triviaal maken: voornamelijk de brondata voor 3D-reconstructie en de update-frequentie. Desondanks is het mogelijk, maar hangt het ook af van de welwillendheid en belangen van 3D-bronhouders.

Het inpassen van andere objecten dan gebouwen leidt tot inconsistentie in het samengevoegde model, zoals uitgelegd in Sectie 3.2. Deze inconsistentie zou geaccepteerd kunnen worden, waarbij de 3D-bronhouders de verantwoordelijkheid krijgen om het gehele gedeelte van het model dat binnen hun eigen grenzen ligt bij te houden. Maar de inconsistentie heeft gevolgen voor toepassingen van het model, zoals waterbergings- en geluidsanalyse, gezien er hoogtesprongen in voor zullen komen (zoals te zien op Figuur 2). Deze kunnen gedicht worden zodat het model waterdicht blijft, maar dat resulteert wel in verticale randen. De hoogtesprongen zijn mogelijk geen probleem meer wanneer de IHN wordt gerealiseerd en deze gebruikt wordt om de 3D Basisvoorziening te reconstrueren. In dat geval zouden gehele externe modellen ingepast kunnen worden, onder voorwaarde dat de peildatum van de 2D-brondata hetzelfde is. Dan kunnen er nog wel verschillen zijn in reconstructie-methode (zie Sectie 3.4), waardoor een validator uiteindelijk wel nodig is om te controleren of het samengevoegde model nog waterdicht is.

Uitsluitend gebouwen inpassen kan, mits deze op dezelfde BAG-peildatum gebaseerd zijn. Afwijkende voetafdrukken kunnen namelijk voor problemen zorgen met de aansluiting op de objecten rondom de gebouwen (die uit de BGT komen). Deze BGT-objecten kunnen in dat geval ook geüpdatet worden, maar dat is dan de verantwoordelijkheid van de 3D Basisvoorziening en daarnaast zou gedocumenteerd moeten worden dat voor deze objecten een andere peildatum geldt.

Hierbij is ook de update-frequentie relevant. Door inpassing alleen te doen op het moment waarop de 3D Basisvoorziening in het geheel wordt gegenereerd, neemt het voorbereidingsproces van de BGT meteen de ingepaste BAG-panden mee. Maar wanneer data is ingepast moet dit bijgehouden worden bij een algehele update van de voorziening omdat de aanpassingen anders overschreven worden. Dit betekent dat bronhouders van de ingepaste data verantwoordelijk blijven om het te updaten op hetzelfde moment waarop een nieuwe versie van de 3D Basisvoorziening wordt gerealiseerd. Wat verantwoordelijkheid betreft, is er als laatste het vraagstuk wie er verantwoordelijk is wanneer een partij een foutieve analyse doet op basis van ingepaste data.

8.2 Scenario 2: open geoportaal

Het tweede scenario is gemakkelijker te realiseren dan de inpassing en de respondenten hebben hier positief op gereageerd. Een geoportaal waarop de verschillende Nederlandse 3D-modellen open aangeboden worden bevordert de toegankelijkheid van de verschillende soorten data doordat deze op één plek gevonden kunnen worden.

Voor landelijke analyse of gebieden waar (nog) geen losstaand model voor bestaat kan de 3D Basisvoorziening gebruikt worden. Voor toepassingen waar gedetailleerde 3D-modellen nodig zijn is er direct zichtbaar voor welke plekken deze beschikbaar zijn. Het kan hierbij voor 3D-bronhouders die alleen over gebouw-modellen beschikken ook nuttig zijn om alleen de BGT-objecten uit de 3D Basisvoorziening apart aan te bieden, naast de aparte dataset die alleen gebouwen bevat. Dit kan dan echter ook door henzelf gedaan worden door de gebouwen uit de voorziening te verwijderen. 3D-bronhouders kunnen op deze manier de andere objecten makkelijk gebruiken met hun eigen dataset, met als kanttekening dat de peildatum van de gebruikte BAG voor reconstructie van hun model hetzelfde moet zijn als de 3D Basisvoorziening, zodat de gebouwen en de andere objecten op elkaar aansluiten.

Het is voor dit scenario essentieel om een goede beschrijving te hebben van de datasets en de verschillen hiertussen op de kenmerken van Sectie 3. Zo kunnen gebruikers gedegen keuzes maken tussen datasets. Het kan een tussenoplossing zijn tot er een standaard is voor Nederlandse 3D-stadsmodellen, en uiteindelijk een 3D-BGT. Daarnaast kunnen er in samenwerking tutorials op het portaal geplaatst worden voor het gebruik van de datasets. Het blijkt uit voorlopige reacties van gebruikers van de 3D Basisvoorziening dat dit nog lastig is, voornamelijk vanwege de grootte van de bestanden maar ook omdat het CityJSON-formaat, en het werken met 3D geo-informatie in het algemeen, relatief nieuw is.

9 Conclusie

Uiteindelijk zullen 3D-bronhouders op dit moment, ongeacht de scenario's, nog afzonderlijk hun 3D-modellen bijhouden om de controle te houden over de kwaliteit en beschikbaarstelling van de data. Het gaat hierbij om bijvoorbeeld verschillende bestandsformaten, aangeboden gebiedsgrootte en frequentie van updates. Inpassing kan de 3D Basisvoorziening verbeteren, maar heeft geen direct voordeel voor de 3D-bronhouders en kost hen ook extra inspanning.

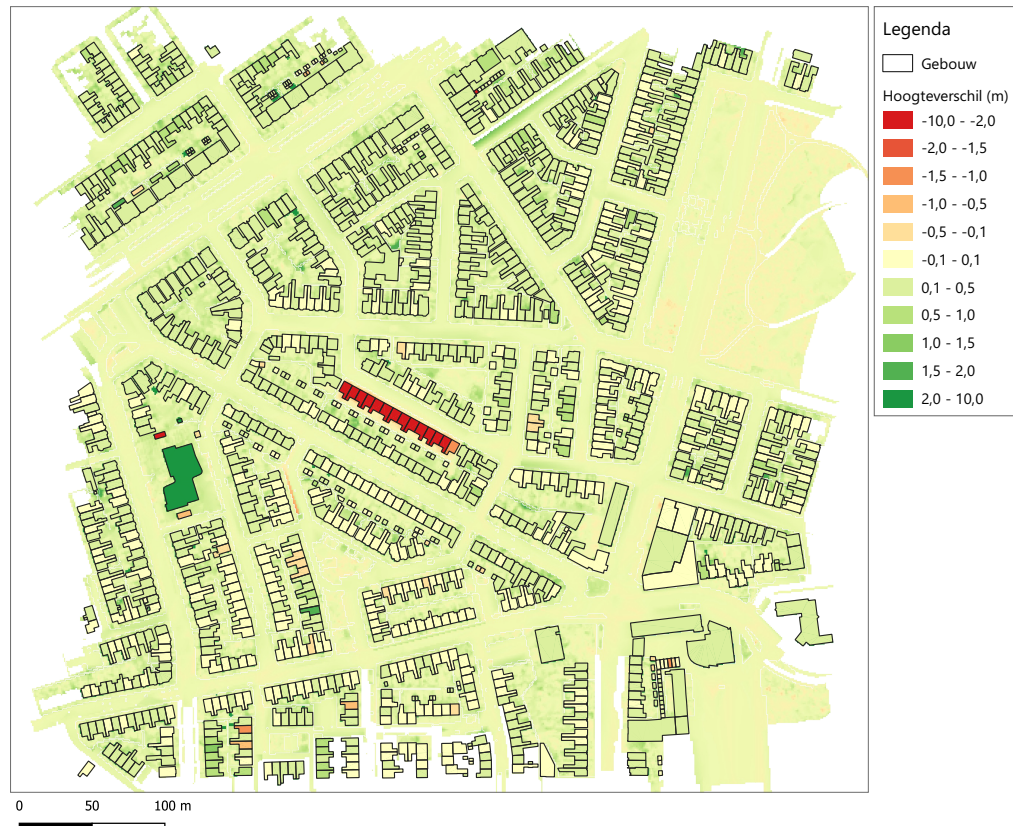
De 3D BGT is echter nog ver weg, en bronhouders moeten behoorlijke investeringen doen om daarmee te beginnen volgens Stoter e.a., 2017. Tot die tijd kan de 3D Basisvoorziening uitkomst bieden als 3D Basisbestand dat jaarlijks opnieuw wordt gegenereerd (Stoter e.a., 2017). Inpassing van huidige 3D stadsmodellen is mogelijk, maar wel uitdagend, vooral voor objecten anders dan gebouwen. Als alternatief kan een open geoportaal de toegankelijkheid van 3D-datasets verbeteren tot er een werkelijke 3D BGT tot stand komt door 3D-datasets in eenzelfde portal aan te bieden te samen met een uitleg over hun specifieke kenmerken

In elk geval is het belangrijk om te streven naar een algehele standaardisering van 3D-stadsmodellen, wat de consistentie tussen de modellen bevordert en waardoor deze eventueel beter geïntegreerd kunnen worden. Deze standaardisering hangt samen met het verbeteren en afstemming van de gebruikte brondata voor 3D-reconstructie, in de vorm van de IHN en DiS GEO. Maar het gaat ook over standaardisatie in de reconstructie, de modellering en bijhouding. Gehele integratie en standaardisatie op de verschillende aspecten in de keten is uiteindelijk efficiënter dan tussentijds data integreren. Dus wellicht is het beter om als eerste stap daar op te focussen. Aansluiten bij en voortbouwen op initiatieven als Totaal Driemensionaal, DiS Geo en IHN zullen dit mogelijk maken.

Referenties

- 3D geoinformation group. (2020, maart 24). *The open-source tool for creation of 3D models*. <http://tudelft3d.github.io/3dfier/index.html>
- Beeldmateriaal Nederland. (2020). *Beeldmateriaal Nederland*. <https://www.beeldmateriaal.nl/>
- Blaauboer, J., Goos, J., Ledoux, H., Penninga, F., Reuvers, M., Stoter, J. & Vosselman, M. (2013). 3D pilot. Eindrapport werkgroep technische specificaties voor de opbouw van de 3D IMGeo-CityGML.
- Ledoux, H., Ohori, K. A., Kumar, K., Dukai, B., Labetski, A. & Vitalis, S. (2019). CityJSON: A compact and easy-to-use encoding of the CityGML data model. *Open Geospatial Data, Software and Standards*, 4(1), 4.
- Leijten, S., Rietdijk, M. & Krijtenburg, D. (2020, september 3). *Productbeschrijving 3D basisvoorziening*. <https://docs.geostandaarden.nl/3dbv/prod/#methodes-van-inwinning-voorbewerking-en-reconstructie>
- Olsen, B. (2019, november 1). *Integration of 3D city models in a country wide covering 3D basemap* (masterscriptie). TU Delft Architecture and the Built Environment.
- Stoter, J., Commandeur, T. & Ledoux, H. (2017). 3D BGT: waarom, wat en hoe? *Geo-Info*, 14(2).
- van Altena, V., Baving, T., van Hinsbergh, W., Post, M., Zwerver, B., Stoter, J., Commandeur, T., Dukai, B. & Peters, R. (2020, september 3). *Productbeschrijving 3D basisvoorziening*. <https://docs.geostandaarden.nl/3dbv/prod/#methodes-van-inwinning-voorbewerking-en-reconstructie>

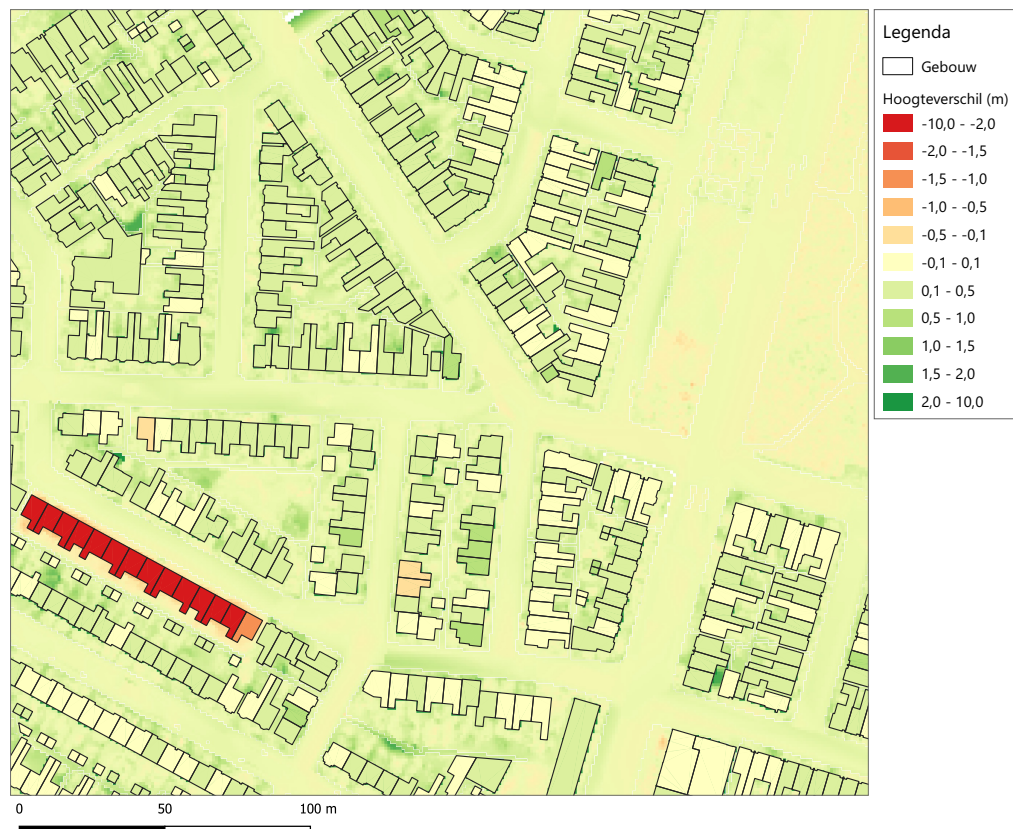
Hoogteverschil tussen 3D Basisvoorziening en 3D-stadsmodel gecreëerd met
AHN (Leeuwarden)



Figuur 3: Hoogteverschil tussen twee 3D-stadsmodellen gecreëerd met verschillende puntenwolken (Leeuwarden: 3D Basisvoorziening minus AHN).

Coördinaten tussen (min x, min y, max x, max y): 182950, 579950, 183540, 580530.

Hoogteverschil tussen 3D Basisvoorziening en 3D-stadsmodel gecreëerd met
AHN (Leeuwarden)



Figuur 4: Hoogteverschil tussen twee 3D-stadsmodellen gecreëerd met verschillende puntenwolken (Leeuwarden: 3D Basisvoorziening minus AHN), ingezoomd

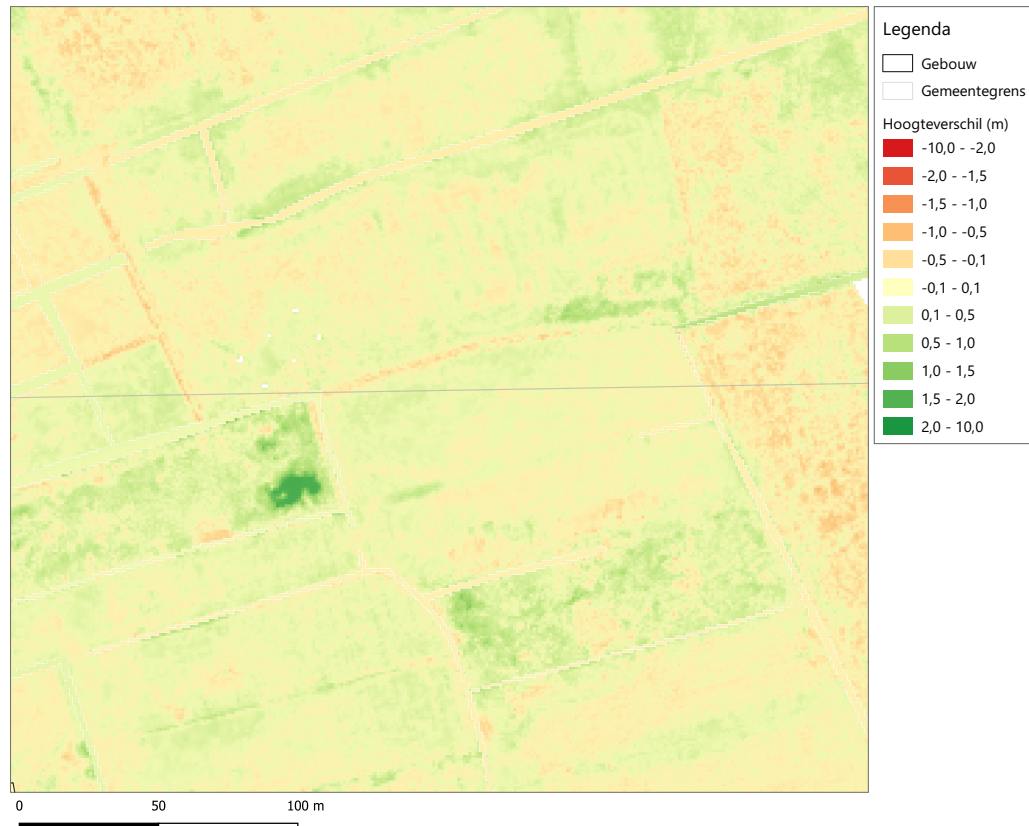
Hoogteverschil tussen 3D Basisvoorziening en 3D-stadsmodel gecreëerd met AHN (Eindhoven)



Figuur 5: Hoogteverschil tussen twee 3D-stadsmodellen gecreëerd met verschillende puntenwolken (Eindhoven/Son en Breugel: 3D Basisvoorziening minus AHN).

Coördinaten tussen (min x, min y, max x, max y): 162890, 389380, 163570, 390095.

Hoogteverschil tussen 3D Basisvoorziening en 3D-stadsmodel gecreëerd met
AHN (Eindhoven, ingezoomd)



Figuur 6: Hoogteverschil tussen twee 3D-stadsmodellen gecreëerd met verschillende puntenwolken (Eindhoven/Son en Breugel: 3D Basisvoorziening minus AHN), ingezoomd

A Onderzoek bekende 3D-bronhouders

- Kan het voorbereidingsproces van de BAG en BGT voorgeschreven worden of zijn er redenen hiervan af te wijken?
- Hoe belangrijk is het om af te wijken van de BAG en BGT versies gebruikt in de 3D Basisvoorziening of voor te schrijven dat BAG dan wel BGT wordt gebruikt voor 3D reconstructie?
- Zou een toekomstige IHN ervoor kunnen zorgen dat er geen verschil is tussen datasets betreft gebruikte puntenwolken voor 3D-reconstructie?
- Is het vooral belangrijk om gebouwen te updaten binnen de 3D Basisvoorziening op basis van 3D-modellen van andere bronhouders, of zijn ook andere type objecten hierbij van belang?
- Hoe wordt de 3D-reconstructie uitgevoerd (bijvoorbeeld 3dfer?) en wat voor keuzes worden hierbij gemaakt; en wat is de impact hiervan op het resultaat?
- In hoeverre is een afwijkend LOD van objecten (of een afwijkende implementatie van een bepaald LOD) een reden om een eigen model bij te houden?
- In hoeverre is de inclusie van objecttexturen een reden om een eigen model bij te houden?
- In hoeverre is het gebruiken van een eigen datamodel (attributen) een reden om een eigen model bij te houden?
- Wat is een goede update-frequentie voor bronhouders?
- Wat zouden mogelijke redenen zijn om af te wijken van het CityJSON/CityGML-formaat?
- Wat zijn andere punten waarop 3D-datasets van bronhouders kunnen afwijken van de 3D Basisvoorziening?

B Onderzoek andere overheidsorganisaties

De getoonde vragen hangen af van de gegeven antwoorden.

- Heeft jullie organisatie al op enige wijze gebruik gemaakt van een van de producten van de 3D Basisvoorziening?
- Heeft jullie organisatie plannen om de 3D Basisvoorziening te gebruiken?
- Wat zijn negatieve punten aan jullie ervaring met de data?
- Wat zijn positieve punten aan jullie ervaring met de data?
- Wat voor rol zou de 3D Basisvoorziening kunnen spelen binnen jullie organisatie?
- Beschikt jullie organisatie zelf over 3D-modellen of gerelateerde datasets?
- Wat voor plannen zijn het?
- Wat voor 3D-dataset(s) is/zijn het?
- Hoe zouden jullie de relatie willen zien tussen jullie eigen 3D-dataset(s) en de 3D Basisvoorziening?

- Is je organisatie een BGT-bronhouder?
- Voor welke soort organisatie ben je werkzaam?
- Heb je nog overige opmerkingen?