

ONDERZOEK LEERT: BRUIKBAARHEID VEELBELOVEND!

Kan eenmalig data inwinnen met hoge kwaliteit meervoudige informatiebehoefte binnen een organisatie bewerkstelligen?

— DOOR SIBEL GÖKTEKIN-ERDOGAN, NICO SCHAEFERS EN HENK PAUW

Sibel Göktekin-Erdogan, medewerker Geo-Informatie van de gemeente Zaanstad: "Hoe fantastisch zou het zijn als je met één druk op de knop en tot op enkele centimeters nauwkeurig, metingen kunt doen in een 3D-stadsmodel zonder een landmeter naar buiten te hoeven sturen? En dat je op basis daarvan wijzigingen in de topografie automatisch kunt detecteren én direct kan bijwerken? Klinkt dit als toekomstmuziek? Welnee. De techniek is beschikbaar. Dat bewijst FACTO GEO tijdens een onderzoeksproject in Zaanstad."

FACTO GEO heeft in het voorjaar van 2020 dit onderzoeksproject uitgevoerd samen met haar specialistische Geo-partners GeoNext en Vansteelandt. Zij zochten naar een antwoord op een achttal onderzoeksvragen. De basis voor dit project was een extreem nauwkeurige luchtopname van een HD-LiDAR-puntenwolk gecombineerd met nadir- en obliëkfoto's.

In Zaanstad zijn vanuit een vliegtuig met een hybride Airborne-sensor hele nauwkeurige data ingewonnen: fotodata en hoge-resolutie-LiDAR-data. Daarbij is er met grote overlap gevlogen op ongeveer 400 meter hoogte. Dat laatste is noodzakelijk in verband met het veiligheidsgebied rondom Schiphol, maar ook essentieel voor het leveren van data van hoge kwaliteit vanuit de lucht. Een slim paspunten-, vlieg- en triangulatieplan om de kwaliteit van de data te borgen, mag hierbij uiteraard niet ontbreken.

De inwinning is opgenomen met de Citymapper, een high-end sensor van Leica Geosystems, die tegelijkertijd nadir- en obliëkgerichte beelden alsook LiDAR-data op hoge resolutie (3D-laser, gemiddeld 58 punten per m²) opneemt in één geïntegreerde unit. Bovendien is het inwinnen van de data en processing in eenzelfde workflow ondergebracht. Op basis daarvan zijn consistente 3D-modellen opgebouwd. Als controle-

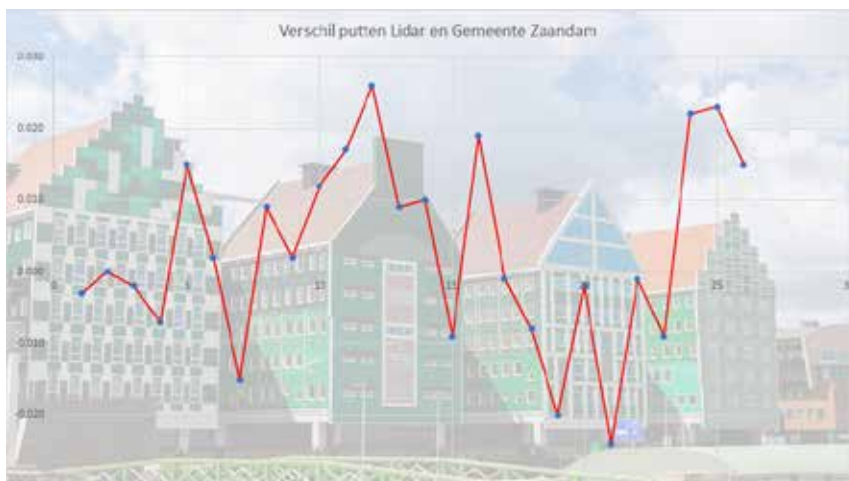
punten zijn goed identificeerbare objecten hoog nauwkeurig ingemeten. Om de data verder te verrijken, is ook een aantal straten binnen het onderzoeksgebied met HD-LiDAR-data vanuit een rijdende auto ingewonnen. Voordat de onderzoeksvragen zijn uitgewerkt, is de HD-LiDAR-data geïntegreerd door alle gemeten punten uit de puntenwolk te classificeren. De classificatie is zodanig ingericht dat de daken, gevels, hekken, struiken, bomen, maaiveld en de dijken apart geïntegreerd zijn. Vanuit de geïntegreerde puntenwolken konden objecten geïsoleerd of gesegmenteerd worden, wat de automatische objectherkenning ondersteunt.

1. HOE NAUWKEURIG IS AIRBORNE LIDAR-DATA?

Sibel Göktekin-Erdogan: "Wij stonden versteld van de gehaalde nauwkeurigheid. De maximale afwijking tussen de controlepunten uit de LiDAR-data en de terrestrisch gemeten data was 2,6 centimeter, met een gemiddelde afwijking van 8 millimeter en een standaardafwijking van 1,3 centimeter. Met deze data kunnen dus meerdere informatievraagstukken van de gemeentelijke organisatie worden beantwoord." Deze enorm nauwkeurige en betrouwbare dataset voldoet dus aan alle normen en eisen om antwoord te kunnen geven op de vooraf gedefinieerde onderzoeksvragen (zie figuur 1).

2. IS HET MOGELIJK OM AUTOMATISCHE MUTATIE-SIGNALERING BGT/BAG/WOZ UIT TE VOEREN?

Veelal vindt mutatiedetectie plaats met behulp van Foto-Foto vergelijk of Beeld-Foto vergelijk. Door gebruik te



Figuur 1. Nauwkeurigheid Airborne LiDAR. (Bron: Facto-Geo)



Figuur 2. Mutatieverschilkaart.

maken van Artificiële Intelligentie (AI) is het mogelijk om automatisch verschillen te signaleren. Om alle mutaties op te sporen, ontcom je niet aan handmatig nalopen van alle gesignaleerde verschillen op 'false positive' of 'false negative'. Daarom hebben we als onderzoek de mutatiesignalering uitgevoerd door de actuele ingewonnen LiDAR-data te vergelijken met de AHN3-data, omdat bij de vergelijking de kracht van de derde dimensie kan worden benut.

In figuur 2 ziet u in rood gemarkeerd alle mutaties waarbij de hoogte is veranderd. Uiteraard zit in dit signaleringsoverzicht nog ruis. Door algoritmes en/of AI toe te passen, is het mogelijk om hierop te filteren. Dit is voor dit project niet gedaan, omdat in deze vergelijking niet is uitgegaan van twee datasets van gelijkwaardige hoge resolutie met verschillende tijdstippen.

3. IS HET MOGELIJK OM AUTOMATISCH EEN LOD2.2 TE GENEREREN?

Vanuit de LiDAR-puntenwolk-data is een LOD2.2 stadsmodel berekend (zie figuur 3). Omdat de LiDAR-data een punt dichtheid heeft van gemiddeld 58 punten per vierkante meter, konden de kleinste details berekend worden. Dit LOD2-model is niet opgebouwd vanuit de BGT of de BAG, waardoor een consistent model in ligging en hoogte ontstaat. Dit biedt niet alleen de mogelijkheid om de kwaliteit van de BGT en BAG te beoordelen, maar heeft ook zeker voordelen bij analyses in combinatie met 3D-modellen.

4. IS HET MOGELIJK OM AUTOMATISCHE MUTATIE-KARTERING BGT/BAG UIT TE VOEREN?

Een extra voordeel van deze werkwijze is, dat de BAG-mutaties snel gevonden kunnen worden, door de BAG-geometrie te vergelijken met het nieuwe

LOD2.2-stadsmodel. Sterker nog: BAG-mutaties kunnen direct met een terrestrische nauwkeurigheid worden gekarteerd!

Deze onderzoeksopdracht heeft aangetoond dat het mogelijk is om geautomatiseerd een LOD2.2-model te maken van een ingewonnen puntenwolk uit de lucht. De enige doorontwikkeling die gedaan moet worden, is het automatisch omzetten van een gevectoriseerd gebouw naar BAG- of BGT-formaat (zie figuur 4).

5. IS HET MOGELIJK OM AUTOMATISCHE MUTATIE-KARTERING OVERIGE OBJECTEN BGT UIT TE VOEREN?

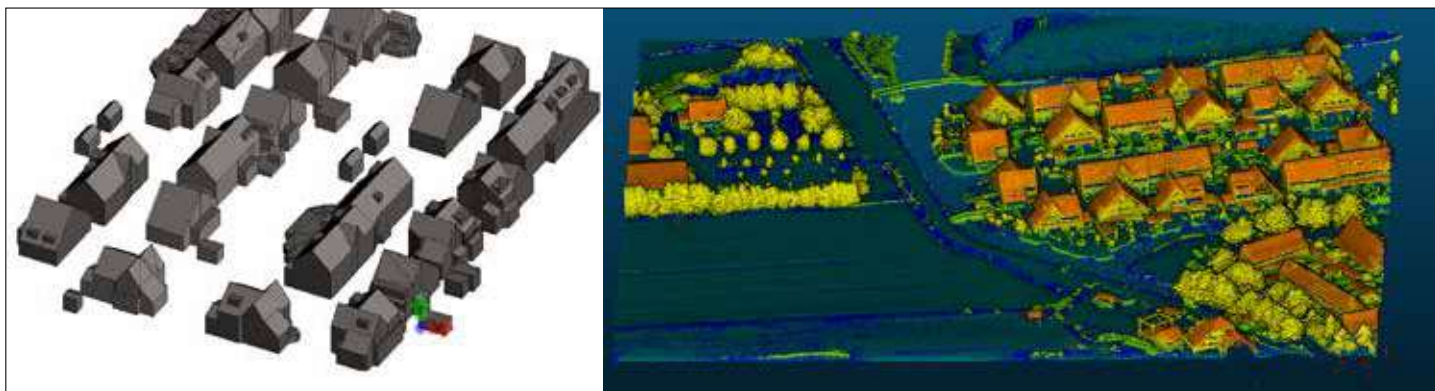
Eigen ontwikkelde software maakt het reeds mogelijk om vanuit mobiel ingewonnen data automatisch diverse objecten te modelleren. De ruwe puntenwolk wordt eerst geïdentificeerd en gesegmenteerd. Uit de gesegmente-



Figuur 3. LOD2.2-stadsmodel.



Figuur 4. Mutaties BAG.



Figuur 5. Detaillering LOD 2.2.

teerde puntenwolk kunnen diverse objecten gemodelleerd en geplaatst worden. De grote vraag was, kan dit ook met de ingewonnen puntenwolk vanuit de lucht? (Zie figuur 5 en 6.)

Objecten die 'vrij' staan, zijn goed te identificeren en te modelleren. De nauwkeurigheid van de zogenaamde fit was echter nog niet voldoende. Dit komt met name door de te lage resolutie en ruis in de data. Bomen en lantaarnpalen zijn goed te karteren, maar kleinere objecten zoals parkeerautomaten en prullenbakken zijn door de ruis (nog) niet te modelleren.

Een hogere resolutie of aanvullende metingen met een rijdende scanner zou dit probleem kunnen ondervangen. Voor het automatisch karteren van alle BGT-objecten moet nog meer onderzoek plaatsvinden. De puntenwolk zal nog beter geassocieerd moeten worden, en de object-identificatie zal eveneens verbeterd moeten worden.

6. IS HET MOGELIJK OM HELLINGSVLAKKEN VAN GEBOUWEN TE BEREKENEN?

Door de hoge resolutie was het mogelijk om een gedetailleerd LOD2.2-model op te bouwen. In dit model is de oriëntatie en helling van de daken bekend. Zelfs de zonnepanelen waren duidelijk te zien op een gebouw (zie figuur 7).

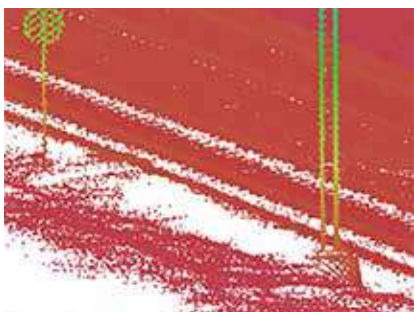
7. WELKE ANDERE PRODUCTEN KUNNEN GELEVERD WORDEN?

Met de reeds beschikbare algoritmes is het mogelijk om uit de LiDAR-data alle bomen, inclusief kruinbreedte, locatie van de stam en hoogte te berekenen. Met behulp van de vorm van het bladerdak is het zelfs mogelijk om een uitspraak te doen over loof- of een naaldboom (zie figuur 8).

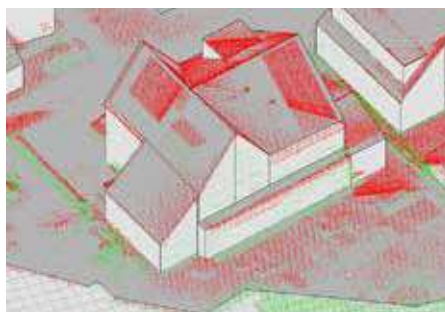
Gezien de hoge kwaliteit kunnen de LiDAR-data en het beeldmateriaal voor vele doeleinden worden gebruikt, zoals het vervaardigen van complete Digitale Terrein Modellen, profielen, en zichtlijnen (zie figuur 9 en 10).

8. WAT IS DE MEERWAARDE VAN EEN HOGE KWALITEIT 3DMESH?

Met fotoprocessing (waarbij zowel de nadir als ook de oblique beelden en de LiDAR-data gebruikt worden) is een 3DMesh gemaakt. De 3DMesh is goed in te lezen in TerraExplorer-software, waarmee de mogelijkheid wordt geboden om diverse analyses uit te voeren. Doordat de kwaliteit zo hoog is, kan de 3DMesh voor meerdere doeleinden worden gebruikt. Denk bijvoorbeeld aan analyses om de schaduwwerking van (toekomstige) gebouwen bij een bepaalde zonnestand inzichtelijk te maken. De mogelijkheid voor burgerparticipatie bij een nieuwbouw(wijk), of juist goed onderbouwde beleidsvorming, maakt dit allemaal erg interessant voor de gemeentelijke organisaties. Daarnaast zijn meerdere bouwprojecten in de gemeente in beeld gebracht door diverse BIM-modellen in te lezen en in samenhang te beoordelen. Zie als voorbeeld het Houthavenkade project van de gemeente Zaanstad (zie figuur 11 en 12).



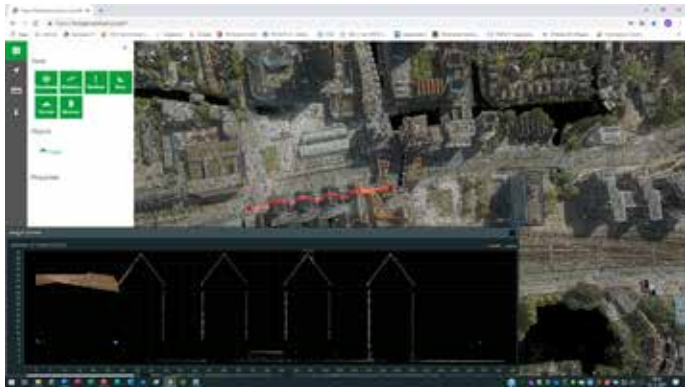
Figuur 6. Geassocieerde puntenwolk.



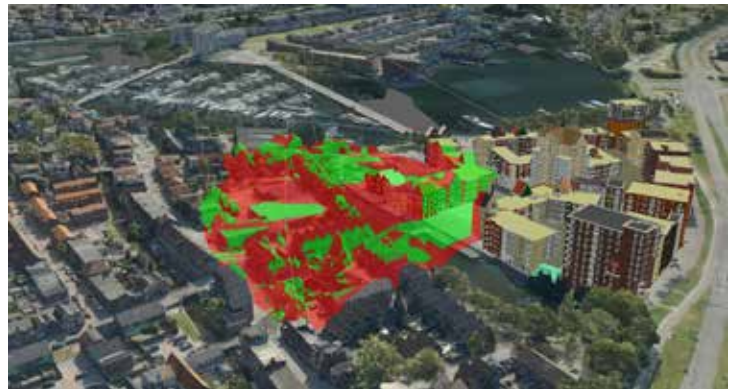
Figuur 7. Detail LOD 2.2.



Figuur 8. Gemodelleerde bomen in combinatie met een true orthomosaic.



Figuur 9. Dwarsprofielen genereren in een 3DMesh.



Figuur 10. Zichtlijnen in een 3DMesh.

TOEKOMSTVISIE

Ondertussen zijn we één jaar verder. Het onderzoek voor de gemeente Zaanstad heeft ons geïnspireerd. Wij zijn van mening dat juist de combinatie van HD-LiDAR-puntenwolken en beeldmateriaal ongekende mogelijkheden biedt om efficiënt informatievraagstukken te beantwoorden. De kracht van de puntenwolk is de hoge geometrische kwaliteit, die mogelijkheden biedt om allerlei analyses uit te voeren. De kracht van beeldmateriaal is het identificeren van objecten met machinelearning-technieken.

Door het slim combineren van HD-LiDAR en beeldmateriaal ontstaat een nauwkeurige weergave van de werkelijkheid, wat deze aanpak meerwaarde geeft. Automatisch signaleren én karteren van mutaties, wordt steeds realistischer. Met het toepassen van AI is het mogelijk om puntenwolken beter te classificeren en te segmenteren. En door gebruik te maken van *machine-learning* is het mogelijk om objecten beter te identificeren en te classificeren. Om een optimaal resultaat te bewerkstelligen, is nog wel een doorontwikkeling noodzakelijk. Daarvoor zijn

projecten van en voor onze klanten een stimulans. De vraag is niet of het mogelijk is, maar de vraag is wanneer het mogelijk is.

Dit onderzoeksproject heeft aangetoond, dat het eenmalig inwinnen van gecombineerde data van hoge kwaliteit, meerwaarde biedt om processen vergaand te automatiseren. Ook zien we meerwaarde bij het leveren van hoogwaardige informatie in de hele keten, van 'signalering tot en met levering!' 🌐



Figuur 11. 3DMesh van Zaanstad.



Figuur 12. 3DMesh van Zaanstad.



SIBEL GÖKTEKIN-ERDOGAN

is medewerkster
Geo-Informatie bij de
gemeente Zaanstad.
s.goktekin@zaanstad.nl



NICO SCHAEFERS

is eigenaar van GeoNext.
nico.schaefers@geonext.nl



HENK PAUW

is commercieel
projectmanager.
henk.pauw@facto-geo.nl