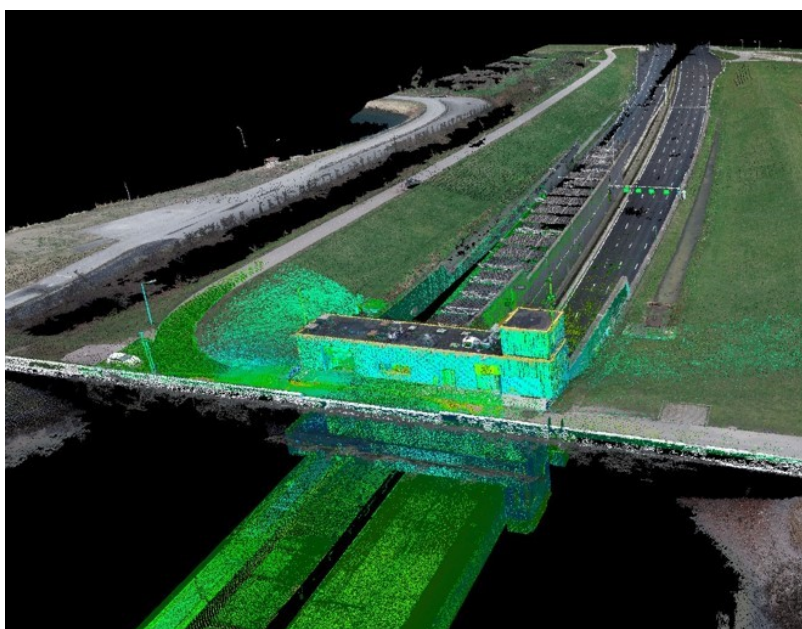




# Productspecificatie 3D-puntenwolk

Inwinnen, processen en leveren van een 3D-puntenwolk



Versie: 26 mei 2021

Status: DEFINITIEF

E. van den Broek t.b.v. productgroep 3D AirBIM

M.J. Rispens t.b.v. project specifieke uitvraag Eelwerderbrug



## Inhoudsopgave

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. PRODUCTOMSCHRIJVING.....</b>                                      | <b>3</b>  |
| 1.1 ALGEMEEN .....                                                      | 3         |
| 1.2 TOEPASSING .....                                                    | 3         |
| <b>2. EISEN .....</b>                                                   | <b>4</b>  |
| 2.1 INLEIDING .....                                                     | 4         |
| 2.2 3D-PUNTENWOLK.....                                                  | 4         |
| 2.2.1 Producteisen.....                                                 | 4         |
| 2.2.2 Algemeen geldende nauwkeurigheidseisen .....                      | 7         |
| 2.2.3 Puntenwolk als onderdeel van een eindproduct .....                | 8         |
| 2.2.4 Puntenwolk t.b.v. RWS GWW areaal en 3D weergave/modellering ..... | 8         |
| 2.2.5 Proceseisen.....                                                  | 9         |
| <b>3. AANLEVERING .....</b>                                             | <b>10</b> |
| <b>4. OP TE LEVEREN PRODUCTEN .....</b>                                 | <b>11</b> |
| 3.1 VERIFICATIERAPPORT.....                                             | 11        |
| 3.2 EINDPRODUCT.....                                                    | 11        |
| <b>BIJLAGE A: PRODUCT VERIFICATIERAPPORT .....</b>                      | <b>12</b> |



## 1. Productomschrijving

Doel van deze productbeschrijving is het in algemene termen omschrijven van het dataproduct '3D-puntenwolk'. Deze productomschrijving dient als achterliggend hulpmiddel bij de projectspecificatie. In de betreffende projectspecificatie worden, op basis van deze standaard, de nadere eisen meegegeven.

### 1.1 Algemeen

Het product '3D-puntenwolk' betreft het inwinnen, processen en leveren van puntenwolken. Met een 3D-puntenwolk wordt hier bedoeld 'een verzameling losse XYZ punten met een hoge punt dichtheid denk aan een relatieve punt dichtheid van bijvoorbeeld 5 centimeter. Door middel van een 'wolk' van losse XYZ punten wordt een bepaald gebied, object, technische inrichting in een bepaald coördinatenstelsel vastgelegd én gecombineerd met bijbehorende digitale kleurenfoto's. Een 3D-puntenwolk wordt via laseraltimetrie, statisch of mobiel (rijdend, varend, lopend of vanuit de lucht) ingewonnen. Een puntenwolk kan ook vanuit foto's worden gegenereerd. Bij zowel de laserscanning alsook de fotogrammetrische inwinning worden er coördinaten gecreëerd en zorgt de combinatie met de foto voor een duidelijke weergave en interpretatie van de situatie ten tijde van de inwinning.

### 1.2 Toepassing

Het inwinnen van een 3D-puntenwolk **kan** een middel zijn om Rijkswaterstaat (RWS) eindproducten zoals Digitaal Topografisch Bestand (DTB), Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT), Digitaal Terrein Model (DTM), BrugHoogteMetingen (BHM) of DoorRijProfielen (DRP) te vervaardigen. Ook wordt een 3D-puntenwolk benut als zelfstandig product of als databron voor een digitale tweeling of 3D modellering.

Toepassingen van een 3D-puntenwolk zijn:

- weergeven huidige situatie ook wel 'nulmeting';
  - basis voor de plan-/ontwerpfase;
  - ten behoeve van calculaties, inschatten uitvoerings- en engineeringsrisico's;
  - basis voor 3D modellering en ten behoeve van het opbouwen van bijvoorbeeld een digitale tweeling;
- wordt tijdens de realisatiefase gebruikt om te toetsen of er conform ontwerp wordt gebouwd en voor kwaliteitscontroles;
- wordt als 'as-built' toegevoegd aan het opleverdossier;
- t.b.v. beheerdoeleinden: uitvoeren van inspecties en in beeld brengen van areaal;
- wordt ingezet bij de kwaliteitsbeoordeling van RWS producten zoals DTB, BGT, DRP, BHM en DTM.



## 2. Eisen

### 2.1 Inleiding

De onderhavige "Productspecificatie 3D-puntenwolk" beschrijft het standaardproduct van inwinnen, processen en leveren van XYZ puntenwolken met een hoge punt dichtheid.

### 2.2 3D-puntenwolk

In de projectgerichte vraagspecificatie kan op onderdelen worden afgeweken van de hieronder gestelde 'standaard' producteisen. De hieronder vermelde producteisen worden gehanteerd als algemene standaard en achterliggend hulpmiddel bij een specifieke projectgerichte vraagspecificatie.

#### 2.2.1 Producteisen

De op te leveren 3D-puntenwolk moet voldoen aan de volgende eisen:

1. De 3D-puntenwolk dient de actuele situatie weer te geven zoals 'als gewenste inwindatum' aangegeven in de vraagspecificatie;
2. De 3D-puntenwolk dient vrij te zijn van uitschieters en ruis zijnde punten die geen relatie hebben met de in de puntenwolk weergegeven objecten.  
Ruis wordt hier onderverdeeld in:
  - a) ruis in de ruimte (deeltjes in de lucht)
  - b) ruis veroorzaakt door hoge reflectie (spiegelend oppervlak)
  - c) ruis door doorschieten van de laserIn principe ontvangen wij bij voorkeur ruisvrije data maar om onnodig veel handmatige nabewerking te voorkomen vragen wij de Opdrachtnemer om de mogelijkheden t.a.v. het opschonen van ruis per type zoals hierboven aangeduid onder 2a, 2b en 2c vooraf nader te specificeren;
3. De 3D-puntenwolk bevat geen verstorende laserpunten als gevolg van het verkeer. Bewegende verkeersobjecten/ bewegingen naar redelijkheid opschonen, geparkeerde voertuigen niet wegfilteren tenzij in de projectspecificatie anders beschreven.
  - a. om onnodig veel handmatige nabewerking te voorkomen vragen wij de Opdrachtnemer om het opschonen van verkeer nader te specificeren;
4. De 3D-puntenwolk van inpandige technische ruimten bevat geen verplaatsbare objecten welke eenvoudig weggenomen c.q. verplaatst kunnen worden (b.v. ladder, emmer, bak e.d.);



5. Bij ondiepe wateroppervlakten (tot 2 meter diep) wordt op meerdere plekken een duidelijk af te lezen E baak geplaatst en ingescand. Doel is de bodemdiepte te verkrijgen;
6. Bij kunstwerken dient de gehele onder- en bovenliggende situatie te worden opgenomen, inclusief onderdek en pijlers;
7. Gelijktijdig met het inwinnen dienen er geo-gerefereerde 360 graden digitale kleurenfoto's te worden opgenomen en geleverd, welke over de puntenwolk gelegd kan worden;
8. De foto's dienen voldoende duidelijk, helder, belicht en geschikt te zijn om de puntenwolk te interpreteren én om alle in te winnen objecten eruit te kunnen extraheren;
9. Het formaat van foto bestanden is tiff of jpg;
10. Afhankelijk van doelstelling van de 3D-puntenwolk worden nauwkeurigheidseisen van toepassing verklaard, zie 2.2.2 t/m 2.2.4;
11. De eenheid van de coördinaten zijn meters met 3 decimalen;
12. De punten van de 3D-puntenwolk dienen in de landelijke coördinatenstelsels RD en NAP te zijn;
13. Elk punt in de puntenwolk bezit een RGB-kleurwaarde (8-bits per kleurkanaal) die overeenstemt met de kleur van het onderhavige object. Om onnodig veel handmatige nabewerking te voorkomen vragen wij de Opdrachtnemer om het toekennen van objectkleuring nader te specificeren. Vermeld daarbij de het werkproces en de (on)mogelijkheden bij kleurstellingpunten als:
  - a. Inkleuren van harde topografie vb. kunstwerken, panden en het overnemen van kleuren ten gevolge van passerende voertuigen;
  - b. Inkleuren van straatmeubilair zoals verkeersborden welke een grijze kleur kunnen krijgen omdat de achterwaartse foto is gebruikt of een voorwaartse foto die de achterkant van een bord weergeeft;
  - c. Inkleuren bij verschuivingen welke kunnen ontstaan door onnauwkeurigheid in kalibratie tussen scanner en camera (met name lensvertekening);
  - d. Inkleuren ten gevolge van parallax tussen camera en scanner (verkeerde kleur in schaduwen);
14. De 3D-puntenwolk moet een dermate hoge ruimtelijke dichtheid en positionele kwaliteit bezitten, dat hiermee gegarandeerd wordt dat de geometrische positie, in het (RD, NAP)-stelsel, van objecten afgeleid uit de puntenwolk, voldoet aan de in paragraaf 2.2.2 beschreven nauwkeurigheidseisen;
15. De 3D-puntenwolk bevat een reconstrueerbare geo-referentie naar de landelijke coördinatenstelsels RD en NAP. Dit kan bijvoorbeeld door het toepassen van controlepunten en -profielen, en het aanbrengen en inmeten van paspunten ook wel GCP's (Ground Control Points) genoemd. Ook kan de geo-referentie worden uitgevoerd via een IMU systeem welke een relatie legt met GPS basisstations en VRS stations;
  - a. In het verificatierapport onderbouwd Opdrachtnemer hoe de geo-referentie is uitgevoerd en hoe deze leidt tot de



- van toepassing zijnde nauwkeurigheidseisen zoals gesteld in 2.2.2. t/m 2.2.4;
- b. Opdrachtnemer dient te beschrijven hoe de geo-referentie controles zijn uitgevoerd en wat de verschillen zijn met het uiteindelijk opgeleverde product.
  - c. Opdrachtgever kan inzicht vragen in alle ruwe data, het berekeningsverslag en de verificatiemethode van de uitgevoerde geo-referentie
16. De verschillende bestanden dienen naadloos en zonder overlap op elkaar aan te sluiten. De puntenwolken in de verschillende bestanden zijn aan elkaar gerelateerd en behoren allen tot hetzelfde homogene coördinatenstelsel;
  17. Opdrachtnemer doet een voorstel voor het raadplegen van de data middels een webbased pointcloudviewer met raadpleeg-, aanteken- en meetfunctionaliteit;
  18. De puntenwolk bestanden worden ook in LAZ 1.2 en LAS (ongecomprimeerd) formaat aangeleverd. Indien de grootte dusdanig is dat de data niet binnen een redelijke termijn downloadbaar is dan de data aanleveren op harddisk;
  19. De header van ieder LAZ bestand moet ook de volgende gegevens bevatten:
    - a. datum van inwinning (laatste meetdatum die zich in het bestand bevindt);
    - b. Projectie en datumgegevens van het RD/NAP coördinatenstelsel;
  20. Per punt moeten ten minste de volgende gegevens zijn opgeslagen:
    - a. Tag: Waarde
    - b. X: X-waarde van de coördinaat in RD;
    - c. Y: Y-waarde van de coördinaat in RD;
    - d. Z: Z-waarde van de coördinaat in NAP;
    - e. Intensity: Gemeten intensiteitswaarde van het returnsignaal;
    - f. Per punt: RGB-waarde;
  21. Opdrachtnemer dient de volgende filtering en classificatie op de puntenwolk toe te passen:
    - a. Ground: laserpunten behorende tot het maaiveld;
    - b. Low vegetation: alle laserpunten tot 25 centimeter boven maaiveld;
    - c. Medium vegetation: alle laserpunten tot 75 centimeter boven maaiveld;
    - d. Overige punten;
    - De vraagspecificatie zal nadere eisen stellen met betrekking tot het classificeren van objecten als bebouwing, kunstwerken en technische installaties. Opdrachtnemer zorgt voor levering conform deze classificatie, die als attributen bij de laserpunten in het LAZ bestand zijn opgenomen;
  22. Omwille van de performance en hanteerbaarheid dient Opdrachtnemer de data in bruikbare bestandsgrootte aan te leveren;



23. De bestandsnamen moeten uniek zijn en de volgende items, gescheiden door "-" in volgorde bevatten zoals dit rijkswegen voorbeeld:
- a) Rijkswegnummer, deze begint met een letter gevolgd door het nummer, 3 posities, bijv. A012.
  - b) Begin kilometrering hoofdrijbaan met 3 posities voor de kilometrering en 3 posities voor de meters. Het decimaal teken is een punt. Bijv. 059.700.
  - c) Eind kilometrering hoofdrijbaan met 3 posities voor de kilometrering en 3 posities voor de meters. Het decimaal teken is een punt. Bijv. 059.800.
- Voorbeeld: De bestandsnaam van de 3D puntenwolk van Rijksweg 12 van het gedeelte km 59.7 t/m 59.8 is: A012-059.700-059.800.laz.
- d) Opdrachtnemer doet een passend voorstel in de bestandsbenaming bij kruispunten en objecten.  
Leidraad is objectaanduiding in kleine letters en in geval het: een kunstwerk betreft, gevolgd door een "-" en de kunstwerknaam;
24. De levering is voorzien van META data zoals projectnaam, beschrijving van inwinperiode, opdrachtnemer en contactpersoon, datum en gebruikte apparatuur.
25. De levering is voorzien van een bijlage met daarin vermeld: toegepaste vereffeningsmethodiek, transformaties/edits op de puntenwolk, grootste verschuivingen e.d.

### **2.2.2 Algemeen geldende nauwkeurigheidseisen**

Nauwkeurigheid wordt bepaald door precisie, juistheid en betrouwbaarheid.

De op te leveren gegevens moeten een zodanige kwaliteit bezitten dat:

- a) daarmee de geografische positie van locatie gebonden objecten in het RD/NAP-coördinatenstelsel bepaald kan worden met een absolute ligging in het RD/NAP-coördinatenstelsel, die beter is dan 6 centimeter.
- b) de puntenwolk op terreinschaal een relatieve precisie heeft van kleiner of gelijk aan 6 centimeter tussen twee punten met een maximale onderlinge afstand van 100 meter;
- c) scanresolutie 3mm/10 meter of beter. Dit komt neer op een meetpunt elke 3 mm op een afstand van 10 meter, zowel horizontaal als verticaal;
- d) in de betreffende projectspecificatie worden de algemene eisen zoals gesteld onder a) en b) dan project specifiek aangeduid:



| Locatie:                            | Methode:                              | Relatieve nauwkeurigheid X, Y, Z:              | Absolute nauwkeurigheid X, Y, Z (koppeling met RD/NAP)      | Punt dichtheid en dekkingsgraad | Scanresolutie totale scan |
|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Inpandig/technische ruimten/kelders | Vaak statisch inscannen               | 1 cm 1 $\sigma$                                | $Z \leq 2.5$ cm 1 $\sigma$<br>$X, Y \leq 5.0$ cm 1 $\sigma$ | 1 cm<br>100%                    | 3 mm x 3 mm<br>op 10 m    |
| Terrein algemeen                    | Vaak mobiel of via airborne inscannen | 2 cm 1 $\sigma$<br>(6 cm bij onderling 100 m.) | $X, Y, Z \leq 6.0$ cm 1 $\sigma$                            | 5 cm<br>95%                     | 30 mm x 30 mm (op 50 m)   |

e) systematische positieafwijkingen mogen niet voorkomen.

#### **Juistheid en betrouwbaarheid:**

De onder de punten a) en b) vermelde eisen betreffen een zogenaamd één-sigma ( $\sigma$ ) criterium hetgeen wil zeggen dat de precisie gerelateerd is aan standaard normale verdelingen. Hierbij wijkt 68,26% van de mogelijke waarden van de stochastische grootte ten hoogste éénmaal de standaardafwijking af van het midden van de verdeling.

#### **2.2.3 Puntenwolk als onderdeel van een eindproduct**

Afhankelijk van uiteindelijke doelstelling van de puntenwolk worden per product of project nadere nauwkeurigheidseisen van toepassing verklaard. Wanneer een puntenwolk als middel wordt ingezet voor het vervaardigen van eindproducten zoals DTB, BGT, DTM, BHM of DRP geldt dat de puntenwolk een dusdanige nauwkeurigheid dient te hebben dat aan de eindtermen van het betreffende eindproduct wordt voldaan.

Hieronder de momenteel geldende precisie en nauwkeurigheidseisen van deze eindproducten:

<https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/werkwijzen/werkwijze-in-gww/data-eisen-rijkswaterstaatcontracten>

#### **2.2.4 Puntenwolk t.b.v. RWS GWW areaal en 3D weergave/modellering**

Naast de bij 2.2.3. genoemde geo producten ontvangt de CIV ook aanvragen voor een losstaand 3D-puntenwolk bestand. Vaak bedoeld als nulmeting in de plan/ontwerpfase, 'as built' meting in de oplever- of beheerfase of als ondergrond voor het opbouwen van een 3D model of 'digital twin'. In deze gevallen worden de algemene nauwkeurigheidseisen uit deze productspecificatie als vertrekpunt ingezet en op maat gemaakt in de projectgerichte vraagspecificatie.



### **2.2.5 Proceseisen**

1. De 3D-puntenwolk moet zo veel mogelijk verkeershindervrij worden opgenomen;
2. De meting dient zodanig te worden uitgevoerd dat het gevolg van (extreme) verkeerdrukke geen negatieve resultaten heeft op de volledigheid van het uiteindelijke bestand;
3. Opdrachtnemer doet voor aanvang van de meting een voorstel in filtering en classificatie van laserpunten passend bij de doelstelling van de meting;
4. Indien er een hosting wordt opgezet voor het online beschikbaar stellen van de data dan dient voldaan te worden aan ....



### 3. Aanlevering

- Topdeskenummer;
- Projectbegrenzing;
- Via PDOK beschikbaar open data zoals DTB, BGT en Luchtfoto;
- Indien opdrachtnemer een Cyclomedia Streetsmart licentie heeft kan Opdrachtnemer panoramafoto's en achterliggende lidar data via die licentie raadplegen. Indien Opdrachtnemer geen licentie heeft en die data wil benutten dienen hierover afspraken gemaakt te worden tussen Opdrachtnemer en Cyclomedia met kennisgeving daarover aan RWS;
- Nadere eisen via de projectspecificatie/vraagspecificatie.



## 4. Op te leveren producten

De Opdrachtnemer dient de data fysiek én raadpleegbaar op te leveren. Voor de raadpleeg oplossing doet de Opdrachtnemer een voorstel. Voorkeur gaat uit naar een licentievrije device-onafhankelijke open source puntenwolk viewer met meet- en viewfunctionaliteit. Voor de fysieke aanlevering maakt u gebruik van het opleveren van één of meerdere externe, NTFS-geformatteerde harde schijven met USB 3.0-aansluiting.

### 3.1 Verificatierapport

Een verificatierapport volgens bijlage A als Pdf-bestand.

### 3.2 Eindproduct

Door opdrachtnemer dienen de volgende producten te worden geleverd:

- de 3D-puntenwolk als fysiek bestand;
- bijbehorende Geo-gereferenciede digitale kleurenfoto's;
- aangebrachte GCP punten: X,Y,Z coördinaten en foto
- ruwe data van de metingen
- META data;
- berekenings- en vereffeningsdocumenten t.a.v. de geo-referentie;
- op basis van de puntenwolk en de 360° graden foto's dient er een online Webshare omgeving te zijn die voorziet in:
  - a. het kunnen bekijken van scandata en 360° foto's van het gehele gescande areaal;
  - b. het digitaal kunnen aanschouwen en onder andere de mogelijkheid hebben tot het meten van afstanden in mm en annotaties te plaatsen
- viewer dient online toegankelijk te zijn voor projectmedewerkers (minimaal 50 licenties);
  - a. Viewer dient minimaal 2 jaar na de uitvoering toegankelijk te blijven;
  - b. RWS kan deze jaarlijks verlengen tot maximaal 5 jaar.

Bestanden worden volgens een vaste directorystructuur, waarbij de bestandsnamen aan een aantal voorwaarden voldoen zie daarvoor 2.2.1.



## Bijlage A: Product Verificatierapport

In het verificatierapport is het resultaat vastgelegd van het doorlopen van het verificatieplan van de Opdrachtnemer en maakt richting de Opdrachtgever aantoonbaar dat het geleverde product voldoet aan de betreffende (set van) eis(en) en hoe dit is vastgesteld.

In het verificatierapport dient ten minste het volgende te zijn vastgelegd:

1. Administratieve gegevens:
  - a. Korte omschrijving scope;
  - b. Naam opdrachtnemer;
  - c. Naam onderaannemer (indien van toepassing).
2. Afwijkingen ten opzichte van het project- en kwaliteitsplan, inclusief de beschrijving van de gevolgen en maatregelen;
3. Verificatie van het geleverde product;  
Ten aanzien van de wijze van rapporteren geldt dat voor elke product- en/of proceseis het volgende moet zijn aangegeven:
  - a. een beknopte beschrijving van de eis die is geverifieerd (eventueel met nummering van de eisen);
  - b. van toepassing zijnde bindende, informatieve en overige documenten;
  - c. een beknopte beschrijving hoe de betreffende eis is geverifieerd en met welke verificatiemethode (desgewenst mag worden volstaan met een gerichte verwijzing naar het verificatieplan);
  - d. een vermelding welke toetsingscriteria zijn gehanteerd, op basis waarvan is aangetoond dat aan de eis is voldaan (desgewenst mag worden volstaan met een gerichte verwijzing naar het verificatieplan);
  - e. een vermelding van wat tijdens de verificatie is geconstateerd;
  - f. wie de verificatie heeft uitgevoerd;
  - g. dat is aangetoond dat is voldaan aan de eis;
  - h. indien van toepassing, een vermelding van afwijkingen, inclusief argumentatie en een vermelding hoe hiermee is omgegaan;
  - i. bewijsdocument, of verwijzing naar bewijsdocument, waarin is aangetoond dat wordt voldaan aan de gestelde eis;
  - j. wie de verificatie heeft beoordeeld en geautoriseerd.
4. Een eindconclusie over de kwaliteit van het product.
5. Bij een eventuele herlevering dient de opdrachtnemer oorzaak, beheersmaatregel en aantoonbare afhandeling vermelden. Van belang is om duidelijk te krijgen hoe de Opdrachtnemer de negatieve bevindingen in de toekomst gaat verkleinen of wegnemen, welke stappen uit het proces van de opdrachtnemer worden verbeterd.

Het verificatierapport wordt geleverd als een PDF-bestand, waarbij de naam van het bestand een verwijzing moet hebben naar de betreffende levering.