



Besteksvoorwaarden inwinning landsdekkende dataset AHN2014-2019

28-05-2015
Versie 2.0
Definitief

Datum

28-05-2015

Titel

Besteksvoorwaarden inwinning landsdekkende dataset AHN2014-2019

Status

Definitief, versie 2.0

Pagina

1 van 28

Besteksvoorwaarden "Inwinning landsdekkende dataset AHN2014-2019"

Inhoudsopgave

1	Eindtermen AHN2014-2019	4
2	Beschikbare materialen	4
3	Specificaties inwinvlucht	4
4	Specificaties laserdata	5
4.1	Hoogtenauwkeurigheid	5
4.2	Punt dichtheid	5
4.3	Planimetrische nauwkeurigheid en punt dichtheid	6
4.4	Classificatie	6
4.5	Herbemonstering	7
5	Af te leveren bescheiden	7
5.1	Vliegplan en grondstations	7
5.2	Inwinvluchten en vluchtrapport	8
5.3	Geometrisch correcte dataset	9
5.4	Geclassificeerde dataset	10
6	Controles	12
6.1	Algemene eisen aan de controles	12
6.2	Navigatie	13
6.3	Planimetrie en de hoogte	13
6.4	Absolute hoogte en absolute planimetrie	15
6.5	Hoogteverschillen tussen stroken	16
6.6	Punt dichtheid	17
6.7	Puntverdeling	18
6.8	Classificatie	19
6.9	Herbemonsterde data	19
7	Acceptatieprocedure	20
7.1	Beoordelings- en acceptatieprocedure	20
8	Te hanteren methodieken	20
8.1	Zadeldakmethode voor controle planimetrie en hoogte	20
8.2	Squared Inverse Distance Weighting voor interpolatie van punten naar raster	21
8.3	Ongewogen gemiddelde voor resampling van 0.5 meter naar 5 meter raster	21
8.4	Voronoi-polygoon en Delauney-triangulatie voor controle van de puntverdeling	21
8.5	Karteernauwkeurigheid	23

Datum

28-05-2015

Titel

Besteksvoorwaarden inwinning landsdekkende dataset AHN2014-2019

Status

Definitief, versie 2.0

Pagina

3 van 28

9	Definities	24
9.1	Definitie maaiveld.....	24
9.2	Definitie gebouwen	25
9.3	Definitie kunstwerken	26
9.4	Definitie water	26
9.5	Definitie extreem.....	26
9.6	Definitie overig.....	27
9.7	Projectspecifieke definities	27

1 Eindtermen AHN2014-2019

De landsdekkende dataset AHN2014-2019 voldoet aan de eindtermen zoals hieronder opgesomd:

- Het bestand bezit een hoogtenauwkeurigheid van niet meer dan vijf centimeter standaardafwijking en niet meer dan vijf centimeter systematische afwijking;
- Het bestand bezit een zodanige dichtheid, een zodanige verdeling en een zodanige planimetrische nauwkeurigheid dat topografische objecten met een grootte van twee meter x twee meter eenduidig en met een positieafwijking van maximaal 50 centimeter kunnen worden geïdentificeerd;
- Het bestand is geclassificeerd in de volgende klassen:
 - maaiveld ("ground");
 - gebouwen ("buildings");
 - water ("water");
 - kunstwerken ("civil structure");
 - overig ("unclassified");
- Het maaiveld-geclassificeerde bestand is herbemonsterd naar een equidistant raster met een rasterinterval van 50 centimeter.

2 Beschikbare materialen

Bij aanvang van de opdracht levert Opdrachtgever de volgende bescheiden aan de Opdrachtnemer Inwinning:

- Een digitaal kaartbeeld van het projectgebied in shape-format. Op dit kaartbeeld staat de begrenzing van het in te meten gebied, exclusief een bufferzone van 100m als de gebiedsbegrenzing niet door water heen loopt;
- Het Digitaal Topografisch Bestand (DTB) van Rijkswaterstaat voor het projectgebied.

3 Specificaties inwinvlucht

Bij de voorbereiding en uitvoering van de inwinvluchten dienen de volgende punten in aanmerking genomen te worden:

- Het gehele projectgebied dient met behulp van laseraltimetrie ingemeten te worden, waarbij de overlap tussen twee naastgelegen stroken voldoende is om alle voorgeschreven controlewerkzaamheden conform specificaties uit te kunnen voeren;
- De inwinvlucht dient uit te worden gevoerd in het bladloze seizoen en dient afgerond te zijn voor 31 maart van het jaar waarop uitvoering van het project betrekking heeft of zoveel eerder als nodig om te kunnen garanderen dat er geen hinder wordt ondervonden van gebladerte aan bomen en struiken. Het vliegseizoen kan enkel verlengd worden indien er op 31 maart nog sprake is van een bladloos seizoen. De duur van de verlenging wordt vastgesteld door Opdrachtgever;
- Gedurende de inwinvlucht mag het op te meten gebied niet geheel of gedeeltelijk getroffen zijn door een overstroming, hieronder wordt ook verstaan het veelvuldig en/ of omvangrijk aanwezig zijn van natte plekken als gevolg van regenval;

- Gedurende de inwinvlucht mag het op te meten gebied niet geheel of gedeeltelijk bedekt zijn met sneeuw, ijs of hagel;
- Gedurende het inmeten van de gebieden waarin zich uiterwaarden bevinden, moeten de uiterwaarden droog zijn. Dit betekent dat dergelijke gebieden niet ingemeten mogen worden als de uiterwaarden onder water staan;
- Gedurende het inmeten van de gebieden die onderhevig zijn aan het getij, dient inmeten plaats te vinden binnen één uur vóór en één uur ná laagwater;
- De uitvoering van de vluchten dient te geschieden onder omstandigheden die garanderen dat de ingemeten data voldoet aan de eindtermen;
- Bij de uitvoering dient rekening gehouden te worden met de regels, restricties en voorwaarden die aan de inwinvluchten gesteld worden door bijvoorbeeld, maar niet uitsluitend, de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) en Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL).

4 Specificaties laserdata

Alle gemeten en te leveren hoogtedata dient te zijn uitgedrukt in het NAP-coördinatenstelsel. De planimetrische component van alle waarnemingen dient uitgedrukt te zijn in het RD-coördinatenstelsel. Alle te leveren rasters dienen volgens het RD-stelsel georiënteerd te zijn en de opgegeven coördinaten dienen op hele of halve meters te zijn gebaseerd.

De coördinaattransformatie wordt uitgevoerd met de meest actuele versie van RDNAPTRANS™. In de metadata van zowel de puntenwolken als van de rasters dient te worden opgenomen welke versie van RDNAPTRANS™ is gebruikt. Op het moment van schrijven is de meest actuele versie RDNAPTRANS™2008, zoals voorgeschreven door het Kadaster.

4.1 Hoogtenauwkeurigheid

Voor de beschrijving van een mogelijke afwijking tussen de geleverde hoogtedata en de werkelijke NAP-hoogte wordt een tweetal foutsoorten geïntroduceerd, te weten:

- Systematische fouten
De systematische fout in de hoogtedata mag niet groter zijn dan vijf centimeter.
- Stochastische fouten
De standaardafwijking van de hoogtedata bedraagt ten hoogste vijf centimeter. Deze waarde is een één sigma (1σ) criterium, waarop de onderstaande kansverdeling op van toepassing is:
 - 68,2% van alle laser hoogtepunten voldoet aan $< 1 \sigma_z$;
 - 95,4% van alle laser hoogtepunten voldoet aan $< 2 \sigma_z$;
 - 99,7% van alle laser hoogtepunten voldoet aan $< 3 \sigma_z$.

4.2 Punt dichtheid

Voor het ongeclassificeerde bestand met laserdata dient een zodanige punt dichtheid te worden gekozen dat voldaan wordt aan alle genoemde eindtermen. Van het ongeclassificeerde bestand met laserdata dient een rasterbestand te worden geproduceerd met een punt dichtheid van één

(1) punt per vierkant van 50 centimeter x 50 centimeter. Dit bestand dient te voldoen aan de eindtermen, met uitzondering van de eindtermen ten aanzien van het maaiveldbestand.

4.3 Planimetrische nauwkeurigheid en punt dichtheid

De planimetrische nauwkeurigheid van het ongeclassificeerde bestand met laserdata dient zodanig te zijn dat topografische objecten met een minimale grootte van 2 meter x 2 meter met een positieafwijking van maximaal 50 centimeter in het bestand kunnen worden aangemeten.

De planimetrische nauwkeurigheid wordt beïnvloed door de punt dichtheid, de puntverdeling en de planimetrische puntprecisie van de individuele laserwaarnemingen, conform de formule in paragraaf 8.5. Voor de beschrijving van de planimetrische nauwkeurigheid worden de volgende foutsoorten gebruikt:

- Systematische fouten;
- Stochastische fouten.

De optimale combinatie van punt dichtheid, puntverdeling en planimetrische puntprecisie is onder andere afhankelijk van de gebruikte apparatuur, instellingen en vliegparameters. De maximale karterfout mag echter nooit groter zijn dan de in de eindtermen genoemde waarde van 50 centimeter.

4.4 Classificatie

Het ongeclassificeerde bestand dient vrij te zijn van extremen. Er geldt een tolerantie van één (1) extreme waarde per 1000 hectare oppervlak, die nog in het bestand aanwezig mag zijn.

Het ongeclassificeerde bestand met laserdata dient vervolgens geclassificeerd te worden volgens de volgende klasse-indeling:

- Maaiveld ("Ground")
- Bebouwing ("Building")
- Kunstwerken ("Civil structures")
- Water ("Water")
- Overig ("Unclassified")

De data die als maaiveld geclassificeerd is (het maaiveldbestand) dient te voldoen aan de in hoofdstuk 1 vermelde eindtermen.

De geclassificeerde bestanden voldoen aan een volledige classificatie volgens de in de definitielijst opgenomen klasse-definitie. Alle laserpunten die niet als maaiveld, bebouwing, kunstwerk of water kunnen worden geclassificeerd, dienen de klasse *overig* te krijgen.

Voor alle classificatiefouten geldt dat deze niet structureel en/of geclusterd voor mogen komen. Voor de classificatie gelden de volgende toleranties:

- Maaiveld: maximaal 1 hectare per 10.000 hectare mag ten onrechte als een andere klasse geclassificeerd zijn.

- Gebouw ($>10\text{m}^2$): Maximaal 1 object per 1.000 hectare mag ten onrechte als maaiveld geclassificeerd zijn. Maximaal 1 object per 100 gebouw-objecten mag ten onrechte als kunstwerk, overig of water geclassificeerd zijn.
- Gebouw ($<10\text{m}^2$): Maximaal 1 object per 1.000 hectare mag ten onrechte als maaiveld geclassificeerd zijn. Maximaal 2 objecten per 100 gebouw-objecten mogen ten onrechte als kunstwerk, overig of water geclassificeerd zijn.
- Kunstwerken: Maximaal 1 object per 1.000 hectare mag ten onrechte als maaiveld geclassificeerd zijn. Maximaal 1 objecten per 100 kunstwerk-objecten mag ten onrechte als gebouw, overig of water geclassificeerd zijn.
- Water: Maximaal 1 waterloop per 10.000 hectare mag ten onrechte als een andere klasse geclassificeerd zijn.
- Vegetatie ($<0,5$ meter): Maximaal 1 hectare per 10.000 hectare mag ten onrechte als maaiveld geclassificeerd zijn. Maximaal 1 hectare per 5.000 hectare mag ten onrechte als gebouw, kunstwerk of water geclassificeerd zijn.
- Vegetatie ($>0,5$ meter): Maximaal 1 hectare per 10.000 hectare mag ten onrechte als een andere klasse dan "overig" geclassificeerd zijn.

De onjuist geclassificeerde gebieden mogen geen aaneengesloten gebied groter dan één hectare beslaan.

4.5 Herbemonstering

Voor de herbemonstering naar regelmatige rasters geldt het volgende:

- Voor alle rasters geldt dat ze het terrein zo goed mogelijk dienen te beschrijven;
- Voor alle geclassificeerde rasters geldt dat ze dienen te voldoen aan de maaivelddefinitie;
- De rasters dienen geleverd te worden volgens de TOP10-kaartbladindeling;
- De rasterbestanden dienen uit de in onderstaande tabel genoemde bronbestanden gegenereerd te worden met de genoemde methode:

Rasterbestand	Bronbestand	Methode
0,5 meter DTM	Laserdata, klasse "maaiveld"	Squared IDW, zie paragraaf 8.2
0,5 meter DSM	Laserdata, alle klassen behalve "water"	Squared IDW, zie paragraaf 8.2
5 meter DTM,	0,5 meter DTM	Ongewogen gemiddelde, zie paragraaf 8.3
5 meter DSM	0,5 meter DSM	Ongewogen gemiddelde, zie paragraaf 8.3

De combinatie van de werkelijk gerealiseerde punt dichtheid, puntverdeling en planimetrische precisie en de door u ingezette interpolatiemethodiek bepaalt de theoretische nauwkeurigheid van het uit de maaivelddata gegenereerde herbemonsterde rasterbestand van 50 centimeter x 50 centimeter.

5 Af te leveren bescheiden

5.1 Vliegplan en grondstations

Voordat met de daadwerkelijke vluchtuitvoering mag worden begonnen, worden de volgende producten opgeleverd:

- Een vliegplan in PDF-format met een overzicht van:

- de ligging van de vliegstroken, de te gebruiken GPS-stations;
- de geplande opzet van (eventuele) referentiegebieden;
- de begrenzing van het projectgebied;
- de planning van de uit te voeren inwinvluchten en eventuele landmeetkundige werkzaamheden.
- Een vliegplan in Shape-format met een overzicht van:
 - de ligging van de vliegstroken;
 - de te gebruiken GPS-stations;
 - de geplande opzet van (eventuele) referentiegebieden.

5.2 Inwinvluchten en vluchtrapport

Tijdens de uitvoering van de inwinvluchten, worden de volgende producten opgeleverd:

- Dagelijkse rapportage in PDF-format met actuele voortgang en status, indien er een inwinvlucht heeft plaatsgevonden.
- Wekelijks
 - een geografisch overzicht in Shape-format met de ingewonnen gebieden;
 - percentage van het ingewonnen gebied;
 - percentage gecontroleerde ingewonnen data (waarvoor geen hervlucht nodig is);
 - Planning en toelichting op wijzigingen en hervluchten;
 - Voorziene kritieke momenten.

Binnen twee weken na afronding van de inwinvluchten, worden de volgende producten opgeleverd:

- Een vluchtrapportage in PDF-format. De vluchtrapportage dient een samenvattend verslag van de gebeurtenissen gedurende de vliegperiode te bevatten, waarbij minimaal wordt opgenomen:
 - Een chronologisch overzicht van alle dagen waarop al dan niet is gevlogen, inclusief de motivatie indien niet gevlogen is;
 - Een overzicht van vluchtgegevens;
 - Een overzicht van de gebruikte terrestrische grondslag, inclusief alle gebruikte referenties (GPS, RD, NAP);
 - Informatie over de (eventueel) uitgevoerde grondslagberekeningen, inclusief de kwaliteitsparameters;
 - Alle benodigde informatie waaruit blijkt dat de inwinning van de hoogtedata zodanig is verlopen dat voldaan wordt aan de eindtermen. Tevens moet hieruit blijken dat naar verwachting de levering van de hoogtebestanden volgens de besteksvoorwaarden geleverd kan worden;
 - Overige van belang zijnde informatie.
- Een vluchtrapportage in Shape-format. Deze vluchtrapportage dient minimaal de volgende gegevens te bevatten:
 - De gevlogen vlieglijnen, inclusief een logische strooknummering;
 - Een netwerkoverzicht van de gebruikte terrestrische grondslag;

- Overige van belang zijnde geografische informatie.

5.3 Geometrisch correcte dataset

Binnen twee maanden na afronding inwinvluchten, maar uiterlijk op 16 juni van het jaar waarin de inwinning heeft plaatsgevonden, worden de volgende producten opgeleverd:

- Per vliegstrook een bestand in LAZ-format (gebaseerd op LAS 1.2). Tabel 1 geeft aan welke tags, naast de standaard, aanwezig moeten zijn in de header en welke waarde deze tags moeten bezitten. Tabel 2 geeft aan welke gegevens per punt opgeslagen moeten worden. De benaming van elk LAZ-bestand is "u_<vliegstrooknummer>.laz".

Tag	Waarde
File Source ID	Vliegstrooknummer
Project ID – GUID data 1	Projectjaar
Project ID – GUID data 2	Perceel nummer
System Identifier	Scanner type
File Creation Day of Year	Datum van inwinning van de vliegstrook
File Creation Year	Datum van inwinning van de vliegstrook
Point Data Format ID	"1"
X, Y, Z scalefactors	"0.001"

Tabel 1: Inhoud LAZ public header block voor vliegstroken

Tag	Waarde
X	X-waarde van de coördinaat in RD
Y	Y-waarde van de coördinaat in RD
Z	Z-waarde van de coördinaat in NAP
Intensity	Gemeten intensiteitswaarde van het returnsignaal
Return Number	
Number of Returns	
Scan direction flag	
Edge of flight line	
Classification	"0" (Never classified)
Scan Angle Rank (-90 to +90)	
– Left side	
GPS Time	

Tabel 2: Inhoud LAZ point records voor vliegstroken

- Een rapportage in PDF-format waarin de Opdrachtnemer Inwinning minimaal opneemt:
 - een beschrijving van de uitgevoerde werkzaamheden;
 - alle in hoofdstuk 5 en hoofdstuk 6 benoemde te leveren gegevens;
 - overzichten van de behaalde resultaten over het projectgebied;
 - overzichten van lokale uitzonderingen of afwijkingen met een systematisch karakter (bijvoorbeeld in een enkele overlap tussentwee stroken); inclusief numerieke en grafische onderbouwing hiervan;

- een beschrijving van de verdeling van de geconstateerde afwijkingen op de specificaties, zowel die van systematische als die van stochastische aard; inclusief overzichten waarin deze verdeling numeriek en middels grafieken (histogrammen) wordt aangetoond;
- een beschrijving waaruit duidelijk blijkt dat de geleverde producten aan de besteksvoorwaarden voldoen en de geometrische eindtermen gehaald worden. Hiertoe dient de Opdrachtnemer Inwinning aan te geven op welke onderdelen is gecontroleerd, wat de resultaten zijn en wat daarvan de slotconclusie is;
- een uitspraak over de gevolgen voor de eindtermen in het geval er eventueel sprake is van verminderde kwaliteit op specifieke aspecten (bijv. punt dichtheid, puntverdeling, etc);
- Numerieke, grafische en/of geografische overzichten in daarvoor logische en gangbare bestandsformaten ter onderbouwing en ondersteuning van constatering en conclusies in bovengenoemde rapportage;
- Een geografisch overzicht in Shape-format, waaruit ligging, naamgeving en onderlinge samenhang tussen de geleverde LAZ-bestanden duidelijk wordt.

De levering vindt plaats op een of meerdere externe, NTFS-geformatteerde harde schijven met USB3.0-aansluiting.

5.4 Geclassificeerde dataset

Uiterlijk 15 september van het jaar waarin de inwinning heeft plaatsgevonden, worden de volgende producten opgeleverd:

- Per kaartblad een bestand in LAZ-format (gebaseerd op LAS 1.2). Tabel 3 geeft aan welke tags, naast de standaard, aanwezig moeten zijn in de header en welke waarde deze tags moeten bezitten. Tabel 2 geeft aan welke gegevens per punt opgeslagen moeten worden. De benaming van elk LAZ-bestand is "c_<kaartbladnaam>.laz".

Tag	Waarde
Project ID – GUID data 1	Projectjaar
Project ID – GUID data 2	Perceel nummer
File Creation Day of Year	Eerste datum van inwinning
File Creation Year	Eerste datum van inwinning
Point Data Format ID	"1"
X, Y, Z scalefactors	"0.001"

Tabel 3: Inhoud LAZ public header block voor kaartbladen.

Tag	Waarde
X	X-waarde van de coördinaat in RD
Y	Y-waarde van de coördinaat in RD
Z	Z-waarde van de coördinaat in NAP
Intensity	Gemeten intensiteitswaarde van het returnsignaal
Return Number	
Number of Returns	

Classification	Classificatie code conform hoofdstuk 9.
Point Source ID	Verwijzing naar de File Source ID van de vliegstrook waar het betreffende punt uit afkomstig is.
GPS time	

Tabel 4: Inhoud LAZ point records voor kaartbladen.

- Per kaartblad een rasterbestand in GeoTIFF-format met een resolutie van 0,5 meter. Per rastercel is de hoogtewaarde bepaald conform paragraaf 8.2 (ISqDW) op basis van de klassen "maaiveld", "bebouwing", "kunstwerken" en "overig". De benaming van elk rasterbestand is "r_<kaartbladnaam>.tif".
- Per kaartblad een rasterbestand in GeoTIFF-format met een resolutie van 0,5 meter. Per rastercel is de hoogtewaarde bepaald conform paragraaf 8.2 (ISqDW) op basis van de klasse "maaiveld". De benaming van elk rasterbestand is "m_<kaartbladnaam>.tif".
- Per kaartblad een rasterbestand in GeoTIFF-format met een resolutie van 5 meter. Per rastercel is de hoogtewaarde bepaald conform paragraaf 8.3 (ongewogen gemiddelde) op basis van het 0,5 meter raster bestand met de benaming "r_<kaartblad>.tif". De benaming van elk rasterbestand is "r5_<kaartbladnaam>.tif".
- Per kaartblad een rasterbestand in GeoTIFF-format met een resolutie van 5 meter. Per rastercel is de hoogtewaarde bepaald conform paragraaf 8.3 (ongewogen gemiddelde) op basis van het 0,5 meter raster bestand met de benaming "m_<kaartblad>.tif". De benaming van elk rasterbestand is "m5_<kaartbladnaam>.tif".

Voor de GeoTIFFs gelden de volgende voorwaarden:

- De georeferentie dient opgenomen te worden in de header, dus geen los tfw-bestand;
- Als projectie dient EPSG: 28992 ("Amersfoort / RD New") te worden gebruikt;
- De optie INTERLEAVE dient de waarde "BAND" te krijgen;
- Daarnaast gelden de volgende instellingen:
 - Band 1
 - Block=256*256
 - Type=Float32
 - ColorInterp=Gray
 - NoData Value = 3.4028234663852886e+38
- Per geleverd LAZ- of rasterbestand een metadatabestand in XML-format, conform het actuele Nederlands profiel op ISO 19115 voor geografie;
- Een rapportage in PDF-format waarin de Opdrachtnemer minimaal opneemt:
 - een beschrijving van de uitgevoerde classificatiewerkzaamheden;
 - alle in hoofdstuk 5 en hoofdstuk 6 benoemde te leveren gegevens;
 - overzichten van de behaalde classificatieresultaten over het projectgebied;
 - overzichten van lokale uitzonderingen of afwijkingen met een systematisch karakter;
 - een beschrijving van de verdeling van de geconstateerde afwijkingen op de specificaties, zowel die van systematische als die van stochastische aard;

- een beschrijving waaruit duidelijk blijkt dat de geleverde producten aan de besteksvoorwaarden voldoen en de eindtermen gehaald worden. Hiertoe dient de Opdrachtnemer aan te geven op welke onderdelen is gecontroleerd, wat de resultaten zijn en wat daarvan de slotconclusie is;
- Numerieke, grafische en/of geografische overzichten in daarvoor logische en gangbare bestandsformaten ter onderbouwing en ondersteuning van constatering en conclusies in bovengenoemde rapportage.

De levering vindt plaats op een of meerdere externe, NTFS-geformatteerde harde schijven met USB3.0-aansluiting.

6 Controles

In elk van de volgende paragrafen wordt beschreven welke controles de Opdrachtnemer Inwinning dient uit te voeren en welke gegevens geleverd dienen te worden

De Opdrachtgever of een namens hem optredende controlerende instantie voert controles en verificaties uit op de aangeleverde data zoals beschreven in de besteksvoorwaarden "Controle landsdekkende dataset en specials AHN2014-2019".

6.1 Algemene eisen aan de controles

De Opdrachtnemer Inwinning controleert de data per onderdeel, om op die manier aan te tonen dat de data voldoet aan de in deze besteksvoorwaarden opgenomen eindtermen en normen.

- Uit alle in de paragrafen 6.2 tot en met 6.9 beschreven controles moet blijken dat de controleonderdelen voldoen aan de kwaliteitseisen waarbij de eindtermen worden gegarandeerd;
- De door u aangeleverde controlegegevens dienen overeen te komen met controleresultaten die steekproefsgewijs door de Opdrachtgever worden vervaardigd.

Bij de controles dient te worden getoetst op de eindtermen en normen zoals verwoord in deze besteksvoorwaarden. Indien het, voor het kunnen behalen van de eindtermen, noodzakelijk is om zelf striktere normen te hanteren, dient op deze striktere normen te worden getoetst.

Voor alle in deze en de vorige secties genoemde randvoorwaarden geldt dat, indien niet anders gespecificeerd, 98% van alle geleverde data aan de betreffende voorwaarden dient te voldoen. Voor de overige 2% geldt dat deze slechts verspreid over het projectgebied voor mag komen en niet geclusterd.

Verder gelden onderstaande bepalingen voor de controles:

- De resultaten van de controles, zoals beschreven in paragraaf 6.2 tot en met 6.9, worden opgenomen in een kwaliteitsrapportage, evenals de toetsing aan de besteksvoorwaarden;
- De controle navigatie zoals beschreven in paragraaf 6.2, dient als onderdeel van de vluchtrapportage uitgevoerd en gerapporteerd te worden. Ook de bijbehorende databestanden dienen gelijktijdig met de vluchtrapportage te worden aangeboden;

- De controles beschreven in de paragrafen 6.3 tot en met 6.7 dienen op het Geometrisch correcte hoogtebestand uitgevoerd en gerapporteerd te worden, inclusief de bijbehorende databestanden;
- De controles beschreven in paragraaf 6.8 en 6.9 dienen op het Geclassificeerde hoogtebestand uitgevoerd en gerapporteerd te worden, inclusief de bijbehorende databestanden.

6.2 Navigatie

Doel controle

Bij dit controleonderdeel dient u aan te tonen dat de data-inwinning voor het gehele projectgebied voldoet aan de gestelde eisen.

Controletaken

Op basis van de vluchtgegevens en de instellingen van de laser dient de Opdrachtnemer een overzicht te maken van de ligging en breedte van elke vliegstrook. Hierbij dient gebruik te worden gemaakt van de definitieve posities en hoeken van het vliegtuig ten tijde van de opname (post-processed) zoals deze zullen worden gebruikt voor het berekenen van de laser-hoogtedata. Deze gegevens dienen in één plot gesynthetiseerd te worden, zodat direct zichtbaar is waar zich overlappende gebieden bevinden en waar eventuele gaps.

Randvoorwaarde

Er mag geen enkele gap voorkomen in de data: 100% van het projectgebied dient bedekt te zijn met laserhoogtedata.

Te leveren gegevens

- U levert een overzicht met ligging en breedte van elke strook met gerealiseerde laserdata;
- U levert een rapportage waaruit blijkt dat de data-inwinning zo is uitgevoerd dat de eindtermen gegarandeerd kunnen worden. Deze rapportage is onderdeel van de vluchtrapportage en is gebaseerd op gerealiseerde resultaten.

Verificatie door de Opdrachtgever

- De overzichten zullen worden beoordeeld om te zien of er gaten tussen de bedekking zitten;
- Een overlay wordt gemaakt met de projectgrens om te zien of de ingewonnen stroken dit gebied volledig bedekken.

6.3 Planimetrie en de hoogte

Doel controle

Bij dit onderdeel dienen de planimetrische- en hoogtenauwkeurigheid te worden gecontroleerd.

Controletaken

Voor elke strookoverlap dient u een systematische fout en een standaardafwijking in zowel de hoogte als voor de planimetrie te bepalen, teneinde aan te kunnen tonen dat overlappende stroken goed op elkaar aansluiten.

Methode

Voor het uitvoeren van de controletaken wordt de zadeldakmethode, zoals beschreven in paragraaf 8.1, als basis gebruikt.

Voor de zadeldakberekeningen geldt het volgende:

- De systematische fout en de standaardafwijking per strookoverlap dienen te worden bepaald op basis van het minimaliseren van de kwadraatsom van de projectielijnen in de betreffende strookoverlap.
- Per 5 km strooklengte dient de u minimaal 1 zadeldakberekening uit te voeren, met een minimum van 10 zadeldakobjecten per strookoverlap. Deze zadeldaken dienen significant verschillende oriënteringen te bevatten, en goed verdeeld te liggen in de lengterichting van de strookoverlap;
- Indien de strookoverlap minder dan 10 geschikte objecten bevat, dient u een alternatieve controlemethode voor te stellen en te hanteren. Ook voor de alternatieve methode blijft van toepassing dat u de systematische fout en de standaardafwijking per strookoverlap bepaalt;
- De Opdrachtgever behoudt zich het recht voor om vooraf specifieke zadeldaken aan te wijzen waarmee de zadeldakcontrole dient te worden uitgevoerd.

Randvoorwaarden

De randvoorwaarden voor de berekende planimetrische verschillen en hoogteverschillen volgen direct uit de in hoofdstuk 1 genoemde eindtermen en de in paragraaf 4.1 genoemde nauwkeurigheidsspecificaties:

- De individuele hoogteafwijkingen voldoen aan de volgende eis:

- $68,2\% < \sqrt{2} * 1 * \sigma_z + 2 * DZ$
- $95,4\% < \sqrt{2} * 2 * \sigma_z + 2 * DZ$
- $99,7\% < \sqrt{2} * 3 * \sigma_z + 2 * DZ$

waarbij σ_z de hoogtestandaardafwijking is zoals gespecificeerd door de Opdrachtnemer Inwinning, echter maximaal 5 cm, en waarbij DZ de maximale systematische hoogtefout is zoals gespecificeerd door de Opdrachtnemer Inwinning, echter maximaal 5 cm;

- De individuele verschillen in hoogte van de nokmiddenpunten mogen maximaal $(\sqrt{2} * (3 * 5) + 2 * 5) = 31$ centimeter zijn;
- De standaardafwijking van de hoogteverschillen per strookoverlap mag maximaal gelijk zijn aan $\sqrt{2} * \sigma_z$, waarbij σ_z de hoogtestandaardafwijking is zoals gespecificeerd door de Opdrachtnemer Inwinning, echter maximaal 5 cm;
- De individuele verschillen in planimetrie van de nokmiddenpunten mogen maximaal $(2 * 50) = 100$ centimeter bedragen;
- De maximale systematische fout in de planimetrie per strookoverlap mag maximaal $2 * DX$ bedragen, waarbij DX de maximale systematische planimetrische fout is zoals door de Opdrachtnemer Inwinning gespecificeerd;
- De standaardafwijking van de planimetrische verschillen per strookoverlap mag maximaal gelijk zijn aan $\sqrt{2} * \sigma_x$, waarbij σ_x de planimetrische standaardafwijking is zoals gespecificeerd door de Opdrachtnemer Inwinning.

Voor een toelichting op de zadeldakcontrole zie paragraaf 8.1.

Te leveren gegevens

U dient de uitkomsten van de zadeldakcontrole berekeningen in een overzichtelijk digitaal bestand te presenteren. Het overzicht zal in ieder geval de volgende informatie bevatten:

- Per zadeldak de hoogte- en planimetrische afwijking;
- Per strook de berekende systematische fout in de planimetrie en in de hoogte;
- Per strook de berekende standaardafwijkingen in de planimetrie en in de hoogte;
- Toetsing van de individuele planimetrische verschillen en hoogteverschillen zoals beschreven in paragraaf 4.1;
- Toetsing van de systematische fouten en de standaardafwijkingen per strookoverlap zoals beschreven in paragraaf 4.1;
- Uitkomsten van de alternatieve controlemethode per strookoverlap waarbij de berekende systematische fout en de berekende standaardafwijkingen in de planimetrie bepaald zijn.

6.4 Absolute hoogte en absolute planimetrie

Doel controle

Bij dit controleonderdeel dient u aan te tonen dat de absolute hoogte en planimetrie van de ingewonnen data voor het gehele gebied voldoet aan de gestelde eisen.

Controletaken

- U dient aan te tonen dat de door u geleverde laserhoogtedata voor het projectgebied aan de eisen voor wat betreft de absolute hoogte voldoet. U dient derhalve voldoende betrouwbaar de aansluiting aan het NAP-stelsel aan te tonen;
- U dient aan te tonen dat de door u geleverde laserhoogtedata voor het projectgebied aan de eisen voor wat betreft de absolute planimetrie voldoet;
- U dient zelf zorg te dragen voor voldoende referentiegegevens om deze controle uit te kunnen voeren. Indien nodig kunt u zelf over het gebied verspreid liggende referentiegegevens inmeten met een daartoe geschikte terrestrische meetmethode;
- Voor alle beschikbare hoogte referentiedata geldt dat u het verschil in hoogte dient te berekenen tussen de referentiedata en de laserhoogtedata;
- U dient deze hoogteverschillen tevens te visualiseren in een digitaal geografisch overzichtsbestand, met een significant andere, contrasterende kleur per 5 centimeter hoogteverschil;
- Voor alle beschikbare planimetrische referentiedata geldt dat u het planimetrische verschil dient te berekenen tussen de referentiedata en de laserhoogtedata.

Indien beschikbaar kan de Opdrachtgever voor dit controleonderdeel de volgende data leveren aan Opdrachtnemer Inwinning:

- geverifieerde hoogtedata voor enkele waterschapselementen, zoals bijvoorbeeld de primaire keringen;
- planimetrische referentieobjecten;
- alleen voor stedelijke gebieden: gewaterpaste hoogten van rioolputdeksels.

Randvoorwaarden

De randvoorwaarden voor de berekende absolute hoogteafwijking en absolute planimetrische afwijking volgen direct uit de in hoofdstuk 1 genoemde eindtermen en de in paragraaf 4.1 genoemde nauwkeurigheidsspecificaties:

- de absolute hoogteafwijkingen per referentie-object voldoen aan de volgende eis:
 - $68,2\% < 1 * \sigma_z + DZ$
 - $95,4\% < 2 * \sigma_z + DZ$
 - $99,7\% < 3 * \sigma_z + DZ$
- waarbij σ_z de hoogtestandaardafwijking is zoals gespecificeerd door de Opdrachtnemer Inwinning, echter maximaal 5 cm, en waarbij DZ de maximale systematische hoogtefout is zoals gespecificeerd door de Opdrachtnemer Inwinning, echter maximaal 5 cm;
- de absolute planimetrische afwijkingen per referentie-object voldoen aan de volgende eis:
 - objecten van 2 x 2 meter dienen met een maximale positieafwijking van 50 centimeter gekarteerd kunnen worden.

Te leveren gegevens

- U dient per hoogtereferentie de berekende hoogteverschillen te leveren en per planimetrisch referentie-object de berekende planimetrische verschillen;
- Verschillen in hoogte dienen in een digitaal geografisch overzichtsbestand verwerkt te worden, waarbij een niveauverdeling gemaakt wordt per vijf centimeter hoogteverschil. Elk interval van 5 centimeter hoogteverschil dient een significant andere, contrasterende kleur te hebben.

6.5 Hoogteverschillen tussen stroken

Doel controle

U dient, door middel van verschilgrids en tabellen met hoogteverschillen per strookoverlap, aan te tonen dat de stroken goed op elkaar aansluiten.

Controletaken

Bij dit controleonderdeel dienen de hoogteverschillen tussen de onderlinge stroken te worden gecontroleerd:

- Ter bepaling van hoogteverschillen tussen de onderlinge stroken waaruit het hoogtemodel is opgebouwd dient u, naast het aanmaken van de controlegegevens voor de zadeldakcontroles, hoogteverschilgrids tussen alle elkaar overlappende stroken te genereren. Hierbij dient in elke overlap tussen de stroken voor elk van deze stroken de laserhoogtedata tot een regelmatig grid van 50 centimeter x 50 centimeter te worden geïnterpoleerd. Voor deze interpolatie dient u de IDW methode te gebruiken, zoals beschreven in paragraaf 8.2. Voor overlappende gebieden dient vervolgens het hoogteverschil tussen deze regelmatige grids te worden berekend en te worden gevisualiseerd;
- U dient hoogteverschilgrids van de strookoverlappen voor de visuele controle en tabellen met hoogteverschillen per strookoverlap ten behoeve van de rekenkundige controle te vervaardigen;

- U dient per strookoverlap een verschilgrid te berekenen en te visualiseren. Bij deze visualisatie dient elke 5 centimeter hoogteverschil een significant andere, contrasterende kleur te hebben.

Randvoorwaarden

De randvoorwaarden voor de berekende hoogteverschillen volgen direct uit de in hoofdstuk 1 genoemde eindtermen en de in paragraaf 4.1 genoemde nauwkeurigheidsspecificaties:

- De individuele hoogteafwijkingen voldoen aan de volgende eis:

- $68,2\% < \sqrt{2} * 1 * \sigma_z + 2 * DZ$

- $95,4\% < \sqrt{2} * 2 * \sigma_z + 2 * DZ$

- $99,7\% < \sqrt{2} * 3 * \sigma_z + 2 * DZ$

waarbij σ_z de hoogtestandaardafwijking is zoals gespecificeerd door de Opdrachtnemer Inwinning, echter maximaal 5 cm, en waarbij DZ de maximale systematische hoogtefout is zoals gespecificeerd door de Opdrachtnemer Inwinning, echter maximaal 5 cm;

- Bovenstaande randvoorwaarde moet gelden voor de hoogteverschillen per strookoverlap alsmede voor de hoogteverschillen per kilometer strookoverlap.

Te leveren gegevens

- U dient hoogteverschilgrids van de strookoverlappen voor de visuele controle en tabellen met hoogteverschillen per strookoverlap ten behoeve van de rekenkundige controle te vervaardigen;
- U dient hoogteverschilgrids met hoogteverschillen per strookoverlap aan te leveren. Hierbij dienen minimaal X, Y, Z(Strook 1), Z(Strook 2) en DZ te worden opgenomen;
- U dient de gevisualiseerde verschilgrids te leveren. Hierbij dient een niveauverdeling gemaakt wordt per 5 centimeter hoogteverschil. Elk interval van 5 centimeter krijgt een significant andere, contrasterende kleur.

6.6 Punt dichtheid

Doel controle

Bij dit controleonderdeel dient de werkelijk behaalde punt dichtheid te worden gecontroleerd. U dient zowel grafisch als in tabelvorm aan te tonen dat de door u voorgestelde punt dichtheid behaald is.

Controletaken

De punt dichtheid, zoals bedoeld in paragraaf 4.2, dient gecontroleerd te worden in de ongeclassificeerde data. Hiertoe dient het projectgebied verdeeld te worden in cellen van 1 meter x 1 meter. Per cel dient bekeken te worden hoeveel punten (op basis van laatste en/of enige returns) er binnen deze cel vallen. Deze gegevens dienen zowel grafisch als in tabelvorm weergegeven te worden.

Randvoorwaarden

- Voor oppervlakken waar van uit mag worden gegaan dat deze in normale omstandigheden droog oppervlak zijn, geldt dat deze in ieder geval ingewonnen worden met voldoende

punt dichtheid. Op basis van bekend veronderstelde watervlakken kunnen de normaal droge oppervlakten bepaald worden.

- De punt dichtheid moet voldoen aan de door u voorgestelde waarde of verdeling:
 - Indien u een waarde (minimaal aantal punten per vierkante meter) voorstelt moet 95% van de gridcellen hieraan voldoen. Voor de gridcellen die niet voldoen aan het minimaal aantal punten per vierkante meter dient u een duidelijk aanwijsbare reden te geven. De gridcellen die niet voldoen aan het minimaal aantal punten per vierkante meter dienen verspreid over het projectgebied te liggen en mogen geen systematiek bevatten;
 - Indien u een verdeling van punt dichtheden voorstelt dient de punt dichtheid voor 100% aan die verdeling te voldoen waarbij een garantie wordt gegeven voor een minimale punt dichtheid voor normaal droge oppervlakten. Afwijkingen met duidelijk aanwijsbare reden zijn in deze verdeling opgenomen. De gridcellen die de door u voorgestelde minimale punt dichtheid hebben dienen verspreid over het projectgebied te liggen en mogen geen systematiek bevatten.

Te leveren gegevens

- U dient digitale geografisch overzichtsbestanden in rasterformaat te leveren waarin de randvoorwaarden voor de punt dichtheid duidelijk onderscheidbaar gevisualiseerd zijn. Er dient derhalve een kleurverdeling gebruikt te worden waarmee duidelijk zichtbaar is voor welke delen de randvoorwaarden al dan niet zijn gerealiseerd. De overzichtsbestanden dienen bloksgewijs aangeleverd te worden, waarbij de punt dichtheden van alle ingewonnen data wordt gecombineerd (geen resultaten per strook);
- U dient een tabel in digitale vorm aan te leveren met daarin een overzicht van de verdeling van de punten, zoals hierboven aangegeven. Hierbij dient op de horizontale as een verdeling gemaakt te worden van 0 tot het maximale aantal punten per cel en op de verticale as een procentuele verdeling van 0% tot 100%.

6.7 Puntverdeling

Doel controle

Bij dit controleonderdeel dient u aan te tonen dat de puntverdeling voldoet aan de randvoorwaarden. U dient middels numerieke en grafische bestanden aan te tonen welke puntverdeling gerealiseerd is.

Controletaken

De Opdrachtnemer Inwinning dient zelf een voorstel te doen hoe de puntverdeling gecontroleerd wordt. Hierbij dient de Opdrachtnemer Inwinning de door hem opgestelde uitgangspunten en randvoorwaarden betreffende de puntverdeling zowel numeriek als grafisch (histogrammen) aan te tonen. Afwijkingen ten opzichte van deze uitgangspunten en randvoorwaarden dienen duidelijk onderscheidbaar gevisualiseerd te worden.

Randvoorwaarden

De puntverdeling dient te voldoen aan de door u aangegeven randvoorwaarden en uitgangspunten, waarbij de eindtermen gegarandeerd worden.

Te leveren gegevens

De Opdrachtnemer Inwinning dient numerieke en grafische bestanden te leveren die aantonen welke puntverdeling gerealiseerd is.

6.8 Classificatie**Doel controle**

Bij dit controleonderdeel dient u aan te tonen dat de classificatie van de laserhoogtedata voldoet aan de randvoorwaarden, waarbij u onder andere gebruik maakt van hillshades.

Controletaken

U dient in uw beschrijving van de controle op de classificatie apart aandacht te besteden aan de wijze waarop u een 100% controle van de classificatie uitvoert.

Randvoorwaarden

- De hillshades, gebaseerd op de maaiveldrasters, dienen een rastergrootte te hebben van niet meer dan 50 centimeter x 50 centimeter;
- U dient aan te geven welke rekenmethodiek, instellingen en parameters voor het berekenen van de hill-shades u gebruikt;
- De hillshades dienen zowel in kleur als in grijswaarden aangeleverd te kunnen worden. De definitieve keuze wordt gemaakt in het verificatiegesprek met de Opdrachtnemer Controle;
- De hillshades hebben een uniforme kleurstelling voor het hele projectgebied, zodanig dat de afzonderlijke blokken goed op elkaar aansluiten.

Te leveren gegevens

U dient voor het hele projectgebied rasters met de hillshading van de laserdata met klasse maaiveld te leveren.

6.9 Herbemonsterde data**Doel controle**

Bij dit controleonderdeel dient u aan te tonen of de herbemonsterde laserhoogtedata voldoet aan de eindtermen zoals geformuleerd in hoofdstuk 1.

Controletaken

U dient aan te tonen dat het uit de maaivelddata gegenereerde herbemonsterde raster van 50 centimeter x 50 centimeter op de juiste wijze is gemaakt.

Randvoorwaarden

U dient te voldoen aan de eisen zoals beschreven in paragraaf 4.5.

Te leveren gegevens

Er dienen twintig goed over het gehele projectgebied verspreid liggende sets met maaivelddata geleverd te worden. Het dient hier representatieve gebieden te betreffen, waarin enig hoogteverschil waarneembaar is (bijvoorbeeld dijken). Voor dezelfde gebieden dient ook het herbemonsterde raster geleverd te worden. De te leveren gebieden dienen minimaal een grootte te hebben van 200 meter x 200 meter.

7 Acceptatieprocedure

Iedere levering zal door een namens Opdrachtgever geselecteerde marktpartij worden gecontroleerd in relatie tot de in deze besteksvoorwaarden opgenomen eindtermen en normen.

Uitgangspunt is dat de Opdrachtnemer Inwinning zelf aantoont dat het geleverde product aan de gevraagde kwaliteit voldoet.

De Opdrachtnemer Controle voert op basis van aangeleverde (kwaliteits-) gegevens en rapportages steekproeven uit. De Opdrachtnemer Controle stelt vast of de conclusies van de Opdrachtnemer Inwinning kloppen. Tevens geeft de Opdrachtnemer Controle aan wat de consequenties zijn van de bevindingen voor de eindtermen én adviseert zij de Opdrachtgever over de te nemen maatregelen als ook eventuele herstelacties door de Opdrachtnemer Inwinning.

De Opdrachtgever regisseert uiteindelijk het proces van inwinning en controle en is zelf niet uitvoerend.

7.1 Beoordelings- en acceptatieprocedure

Elke levering wordt door of namens de Opdrachtgever conform de onderstaande procedure gecontroleerd:

- Stap 1: 'Ingangscontrole' conform Hoofdstuk 3 van de besteksvoorwaarden "Controle landelijke dataset en specials AHN2014-2019".

Zolang niet wordt voldaan aan de voorwaarden in stap 1 wordt de levering niet geaccepteerd. De Opdrachtnemer Inwinning wordt hiervan op de hoogte gesteld en wordt verzocht een herlevering te verzorgen. In dit geval is er mogelijk sprake van een te late levering.

- Stap 2: 'Kwaliteitscontrole'
Vanaf het moment dat aan alle voorwaarden van stap 1 is voldaan start de kwalitatieve controle, conform Hoofdstuk 4 (levering geometrisch correcte dataset) of Hoofdstuk 5 (levering geclassificeerde dataset).

Indien als gevolg van stap 2 de data niet geaccepteerd wordt, wordt de Opdrachtnemer Inwinning hiervan op de hoogte gesteld en wordt verzocht een herlevering te verzorgen. Een mogelijke herlevering van een levering omvat **altijd** de complete dataset.

8 Te hanteren methodieken

8.1 Zadeldakmethode voor controle planimetrie en hoogte

De zadeldakcontrole wordt uitgevoerd met behulp van de laserdata van de losse stroken. Per zadeldakobject dient u in de eerste strook een punt precies op de noklijn te selecteren dat ongeveer in het midden van de noklijn ligt. Dit punt dient u daarna loodrecht te projecteren op de betreffende noklijn in de tweede strook. De projectielijn is de verschuiving in X-, Y- en Z-richting van het betreffende punt. Per zadeldakobject dient u een dergelijke verschuiving te bepalen.

Bij voorkeur dient u de noklijn te berekenen door de snijlijn te bepalen van twee vlakken die geschat worden door de punten die bij deze vlakken horen. Het handmatig aanmeten van de noklijn is toegestaan, maar zal in veel gevallen onnauwkeuriger zijn en daarmee leiden tot hogere geschatte standaardafwijkingen.

De systematische fout en de standaardafwijking per strookoverlap dienen te worden bepaald op basis van het minimaliseren van de kwadraatsom van de projectielijnen in de betreffende strookoverlap.

Zie de bijlage "Documentatie zadeldakcontrole" voor meer informatie.

8.2 Squared Inverse Distance Weighting voor interpolatie van punten naar raster

Bij interpolatie van laserpunten naar een raster, wordt een Squared IDW-interpolatie gebruikt.

$$\overline{hoogte} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(hoogte_i \cdot \frac{1}{(afstand_i)^2} \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{(afstand_i)^2} \right)}, \text{ waarbij}$$

$\overline{hoogte}$ De te berekenen hoogte waarde (middelpunt van rastercel)

$hoogte_i$ De hoogte van laserpunt i binnen de betreffende rastercel

$afstand_i$ De planimetrische afstand tussen laserpunt i en het middelpunt van de rastercel

n Het totaal aantal laserpunten binnen de betreffende rastercel

8.3 Ongewogen gemiddelde voor resampling van 0.5 meter naar 5 meter raster

De resampling van de 0.5 meter rasters naar de 5 meter rasters wordt gedaan met een ongewogen gemiddelde. Daarbij wordt een hoogtewaarde van een rastercel in het 5 meter raster berekend op basis van alle hoogtewaarden in het 0.5 meter raster die samenvallen met de betreffende rastercel. Hierbij tellen eventuele no-data waarden niet mee in de middeling. Een rastercel in het 5 meter raster krijgt de waarde no-data als meer dan 60% van de onderliggende rastercellen de waarde no-data heeft.

8.4 Voronoi-polygonen en Delauney-triangulatie voor controle van de puntverdeling

De toetsing van de puntverdeling van het geleverde puntenbestand (als onderdeel van de geometrische verificatie) wordt door of namens Opdrachtgever gedaan met behulp van Voronoi-polygonen en Delauney-triangulaties. Deze polygonen en triangulaties worden berekend voor een representatieve steekproef van het geleverde puntenbestand.

De opdrachtnemer inwinning geeft in zijn kwaliteitsrapportages een berekende waarde voor de maximale en de gemiddelde puntsafstand. Deze berekende waarden dienen gelijk of kleiner te zijn dan de vooraf door opdrachtnemer inwinning geoffreerde waarden in het overzicht

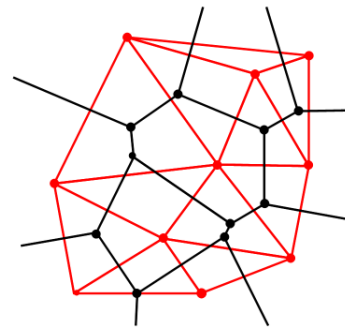
"Randvoorwaarden en specificaties". De controleur dient te toetsen of deze berekeningen correct zijn uitgevoerd, en of er een representatief deel van de dataset gebruikt is.

Met het voldoen aan de maximale en gemiddelde puntsafstand is echter nog niet bepaald of de data voldoet aan de eindtermen; hiervoor moet ook de spreiding van de puntsafstand meegeteld worden. De karteernauwkeurigheid wordt uiteindelijk bepaald door de samenhang tussen puntverdeling, planimetrische puntprecisie en punt dichtheid. Een grote spreiding in de waarden voor de puntsafstand kan bijvoorbeeld duiden op verdichtingen en verdunningen van punten, waardoor lokaal de karteernauwkeurigheid mogelijk niet gehaald wordt.

8.4.1 Hoe toe te passen

De controle op de puntverdeling wordt uitgevoerd op een representatieve steekproef van die gebieden waar, gezien de aard en de gesteldheid van zowel het terrein als de topografie, een homogene puntverdeling verwacht mag worden.

De puntsafstand kan bepaald worden met behulp van een Delauney-triangulatie. Hierbij representeren de lengtes van de driehoekszijden de puntsafstanden. Er dient wel voor gezorgd te worden dat een representatief gebied gebruikt wordt, aan de randen van een dataset of bij bijvoorbeeld watervlakken, kunnen anders driehoeken gevormd worden met één of meerdere zeer lange zijden.



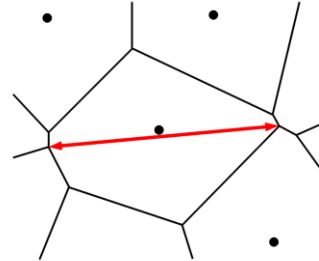
Figuur 1: Samenhang tussen Voronoi-polygonen (zwart) en Delauney-triangulatie (rood).

De polygonen in het Voronoi diagram hangen samen met de Delauney-triangulatie, zoals in figuur 1 te zien is. Van elk polygoon in het diagram kan de lengte, de breedte, de oppervlakte en de hoofdorïëntering berekend worden. De mate van spreiding van de waarden per parameter voor een grotere set van polygonen en de samenhang van de parameters per polygoon bepaalt de mate van homogeniteit van de puntverdeling. De samenhang van de parameters per polygoon kan geïllustreerd worden met het volgende voorbeeld: Als bijvoorbeeld van elk polygoon de lengte-breedte verhouding nagenoeg gelijk is aan 1 (één), geeft de spreiding van de hoofdorïëntatie weinig extra informatie.

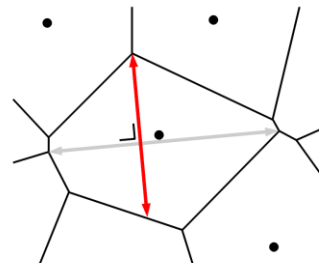
8.4.2 Parameters van het Voronoi polygoon

In onderstaande afbeeldingen is elke keer de parameter in het rood aangegeven.

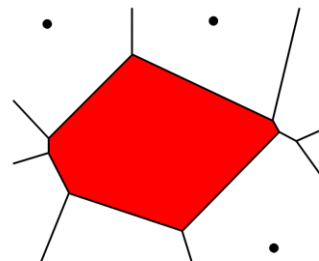
- A. Lengte van het polygoon (ook wel 'langste afstand')
Dit is de lengte van de langste verbindingslijn die tussen twee hoekpunten van een polygoon getrokken kan worden.



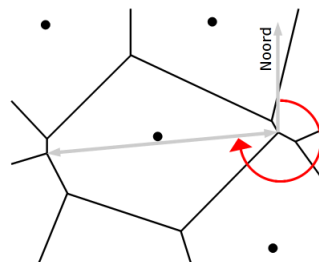
- B. Breedte van het polygoon (ook wel 'langste afstand')
Dit is de grootste afstand tussen twee zijden van het polygoon, berekend loodrecht op de lengte-as van het polygoon (parameter A).



- C. Oppervlakte van het polygoon
De totale oppervlakte van het polygoon.



- D. Hoofdoriëntering van het polygoon
De richting van de lengte-as van het polygoon (parameter A)



8.5 Karteernauwkeurigheid

De karteernauwkeurigheid wordt bepaald aan de hand van onderstaande formule:

$$\text{karteernauwkeurigheid} = \Delta p d + \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} + 3\sigma_x, \text{ waarbij:}$$

Δpd

De onzekerheid als gevolg van de punt dichtheid. De theoretische waarde kan

berekend worden als $\Delta pd = \frac{1}{2\sqrt{n}}$, met n het aantal punten per vierkante meter. Realistischer is het om voor Δpd de halve werkelijke gerealiseerde (gemiddelde) puntsafstand te gebruiken.

 $\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$

De systematische planimetrische fout.

 σ_x

De stochastische planimetrische fout.

9 Definities

De hoogtebestanden worden geclassificeerd volgens definities zoals in dit hoofdstuk opgenomen. De classificatiewaarden moet voldoen aan de standaard zoals deze voor LAS 1.2 vastgesteld is (ASPRS Standard LIDAR Point Classes).

Classificatiecode <i>Classification Value</i>	Betekenis <i>Meaning</i>	Overeenkomstige definitie
0	Created, never classified	nvt
1	Unclassified	Overig
2	Ground	Maaiveld
6	Building	Bebouwing
9	Water	Water
26	Civil structure	Kunstwerken

9.1 Definitie maaiveld

Maaiveld wordt gedefinieerd als de grens tussen grond en lucht of tussen grond en water. Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

- Maaiveld heeft een (semi-) permanent karakter
- Maaiveld heeft een natuurlijk/landschappelijk karakter
- Maaiveld vormt een onderdeel van het stroomgebied van water

Consequentie hiervan is dat de volgende elementen tot het maaiveld worden gerekend:

- Terp
- Parkeerterreinen op maaiveldniveau
- Toegang tot ondergrondse constructies (bv tunnels en garages)
- Permanent gronddepot (bv slibdepots)
- Taluds en staanders
- Vuilnisbelt (mits permanent en afgewerkt tot landschapselement)
- Kribben en golfbrekers
- Landhoofden
- Betonconstructies: sluizen en stuwen
- Crossbanen

- Grond in kassen, indien overduidelijk zelfde niveau/ karakter maaiveld in de omgeving
- Overgroeide bunkers, die integraal onderdeel zijn van het landschappelijke karakter
- Overgroeide duikers, die integraal onderdeel zijn van het landschappelijke karakter
- Bodem zwembad en andere bassins
- Dammen
- Dijken

En dat de volgende elementen niet tot het maaiveld behoren (tijdelijke elementen of elementen die aan snelle veranderingen onderhevig kunnen zijn):

- Kuilvoer
- Hooibergen/mesthopen
- Tijdelijk gronddepot (bv voor een bouwproject)
- Vegetatie
- Bebouwing
- Steigers
- Losstaande bunkers
- Laserpunten binnen gebouwen (niet zijnde kassen), ongeacht aard en oorzaak.
[NV11, vraag 16: Laserpunten binnen gebouwen dienen als extreem behandeld te worden en mogen niet in de laserbestanden voorkomen.](#)

Daarnaast kunnen de volgende elementen onderscheiden worden die niet tot het maaiveld behoren:

- Alle gebouwen, deze dienen als "gebouw" te worden geclassificeerd. Zie hiervoor de definitie van bebouwing (paragraaf 9.2);
- Alle kunstwerken, deze dienen als "kunstwerk" te worden geclassificeerd. Zie hiervoor de definitie van kunstwerken (paragraaf 9.3)
- Water, dit dient als "water" te worden geclassificeerd. Zie hiervoor de definitie van water (paragraaf 9.4)

9.2 Definitie gebouwen

Bebouwing wordt gedefinieerd als een met de aarde verbonden duurzaam bouwwerk.

Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

- Bebouwing heeft een (semi-)permanent karakter
- Bebouwing hoeft niet betreedbaar en/of afsluitbaar te zijn

Consequentie hiervan is dat de volgende elementen tot bebouwing worden gerekend.

- vrijstaande en geschakelde woningen inclusief aanbouw
- bedrijfsgebouwen, kantoren, stationsgebouwen
- molens, vuurtorens, kerken, kastelen, forten, toiletgebouwen
- stallen, schuren, (open) loodsen, kassen, (evenementen)hallen, (voeder- en container)silo's, schaapskooien, abri's
- overkappingen, muziektent, kiosken, opslagtanks, windturbines, transformatorhuisjes
- loopbrug tussen bebouwing

[NV12, vraag 17: Alle laserpunten die een gebouw raken \(ook zijkanten\) dienen te worden geclassificeerd als gebouw, ook uitstekende balkons.](#)

[NV12, vraag 18: Zonnepanelen die bevestigd zijn aan objecten die aan de bouwdefinitie voldoen dienen als gebouw geclassificeerd te worden.](#)

- (niet) duurzame recreatiewoningen (stacaravans, tourcaravans), woonwagens, woonboten
- Strandtenten en strandpaviljoens
- Losstaande bunkers

Daarnaast kunnen de volgende elementen onderscheiden worden die niet tot bebouwing behoren:

- straalzendmasten, hoogspanningsmasten, straatmeubilair: deze dienen als "overig" te worden geclassificeerd
- Alle kunstwerken zoals gedefinieerd in de kunstwerkdefinitie, deze dienen als "kunstwerk" te worden geclassificeerd

9.3 Definitie kunstwerken

Een kunstwerk wordt gedefinieerd als een civieltechnische constructie of installatie in de infrastructuur die geen waterkerende functie vervult. [NVI1, vraag 14: Er wordt bij de classificatienorm geen onderscheid gemaakt in objecten van meer of minder dan 10 m2.](#)

Consequentie hiervan is dat de volgende elementen tot een kunstwerk worden aangemerkt:

- bruggen (beweegbaar en vast)
- aquaducten
- viaducten
- ecoducten
- in Rijkswateren en provinciale wateren:
 - Vaste steigers (niet meebewegend met getij en/of waterstand)
 - Remmingswerken
 - Dukdalven
 - Meerpalen
- Overige wateren: vaste steigers indien deze meer dan 1 meter uitsteken ten opzichte van de oever, waarbij geldt dat een als "overig" geclassificeerde steiger parallel aan de oever niet tot afkeuring zal leiden.
- portalen (Rijkswegen)

En dat de volgende elementen niet als kunstwerk worden aangemerkt:

- Sluizen en stuwen
- Dammen en dijken
- Stormvloedkeringen en hoogwaterkeringen [NVI1, vraag 7: De vaste delen van de stormvloedkeringen en hoogwaterkeringen dienen als maaiveld geclassificeerd te worden. De bewegende delen dienen als "overig" geclassificeerd te worden.](#)

9.4 Definitie water

Water wordt gedefinieerd als alle wateroppervlakken, permanent en tijdelijk. Indien in watergangen smaller dan 4 meter en op wateroppervlakken kleiner dan 100 m2 incidenteel toch punten op water voorkomen, zal dit niet tot afkeuring leiden. [NVI1, vraag 18: Er geldt geen minimumgrootte/-breedte waarboven de watergangen als water geclassificeerd dienen te worden.](#)

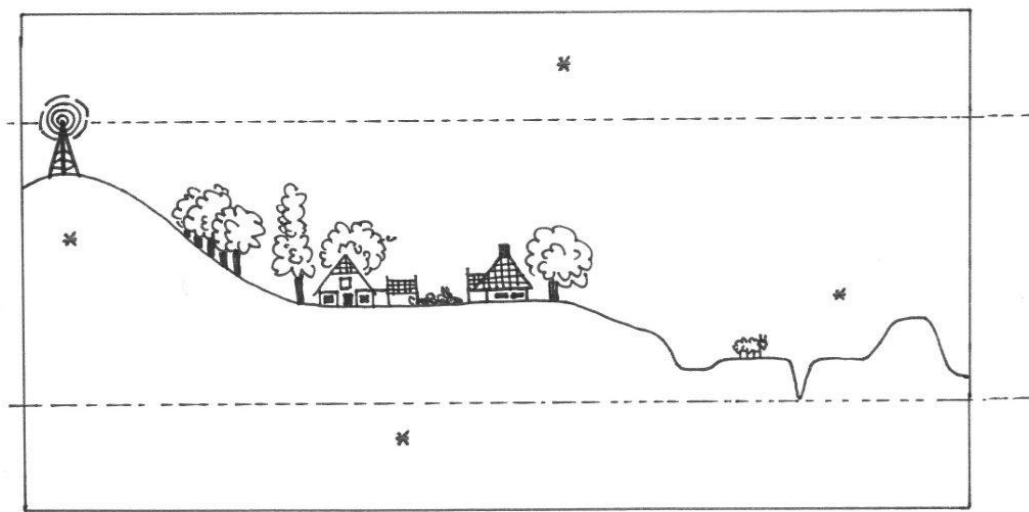
9.5 Definitie extreem

Een extreem is:

[NVI2, vraag 20: Ruis in water, door bijvoorbeeld het breken van golven, dient als water geclassificeerd te worden.](#)

- een punt ver onder of boven de voor het projectgebied bekende topografiehoogten, inclusief objecten
- een (enkel) punt ver onder of boven de lokaal gemeten hoogte, waarbij dat punt geen topografisch object of maaiveld representeert

Deze punten mogen niet in de laserhoogtebestanden voorkomen, zowel in de LAS bestanden (uitgezonderd de LAS bestanden geleverd bij de geometrisch correcte levering) als in de rasters (DSM en DTM). Zie figuur 2 voor mogelijke extremen.



Figuur 2: Voorbeelden van extremen.

9.6 Definitie overig

Alle laserpunten die geen extreem zijn niet tot de klasse maaiveld, bebouwing, kunstwerk of water behoren dienen tot de klasse "overig" worden toegekend.

Bijvoorbeeld: vegetatie, straatmeubilair, auto's, GSM-masten, personen, dieren, hoogspanningsmasten en -kabels.

9.7 Projectspectifieke definities

DSM Digital Surface Model, een rasterbestand met als brongegevens alle klassen behalve "water"

DTM Digital Terrain Model, een rasterbestand met als brongegevens enkel de klasse "ground" (maaiveld)

Opdrachtnemer De partij die zorg draagt voor de inwinning van het AHN
Inwinning

Opdrachtnemer controle

De partij die de leveringen van Opdrachtnemer Inwinning controleert namens Opdrachtgever

Representatieve steekproef

Een representatieve steekproef is:

- Een afspiegeling van de populatie (dataset) waaruit hij is getrokken;
- De waarnemingen in de steekproef vertegenwoordigen de eigenschappen van alle elementen uit de hele dataset;
- Iedere eigenschap moet dezelfde kans hebben om geselecteerd te worden voor de steekproeven (validiteit).

Als dit het geval is, zijn de resultaten van de steekproef generaliseerbaar naar de dataset. Behalve representatief moet de steekproef ook betrouwbaar zijn. Een steekproef is betrouwbaar als bij herhaling van de steekproeftrekking (globaal) dezelfde resultaten worden verkregen.

Laagwater

Via <http://getij.rws.nl> kan het tijdstip waarop laagwater zich voordoet opgezocht worden. Kies de locatie en kies "haal getij informatie op"

Vormfouten

Als vormfouten kunnen worden beschouwd alle mogelijke vervormingen, al dan niet regelmatig, van de laserdata. Deze kunnen worden veroorzaakt door scannerstoringen, afwijkingen in GPS en INS en exportfouten. Deze vervormingen van de laserdata beschrijven niet de lokale topografie en mogen niet in het bestand voorkomen.