

Besteksvoorwaarden inwinning Hoogdynamische gebieden AHN2023-2025

07-07-2022
Versie 1.0
Definitief

Versie

Nr.	Omschrijving	Auteur
1.0	Definitieve versie	Ingrid Alkemade, Jeroen Leusink, Gerbrand Vestjens

Belangrijkste wijzigingen ten opzichte van AHN4

- Stochastische afwijking hoogte gewijzigd naar vijf centimeter (H1);
- Methodiek herbemonstering zowel voor het DTM als voor het DSM gewijzigd (H4.5);
- De ruwe strookdata moet volledig geleverd worden, met uitzondering van extremen (H5.3);
- Dubbele punten zijn niet toegestaan in de LiDAR-data (H6.3);
- Point data record is veranderd van 1 naar 6 en nader gespecificeerd (H6.3);
- Totaalrasters worden geleverd per deelgebied (H6.3);
- Leveringen van kwaliteitsdocumenten meer als GeoTIFF (H6);
- Voor de absolute hoogte en absolute planimetrie zijn de stochastische en systematische fouten uit elkaar gehaald. De aanname is dat stochastische fouten bij het vergelijken van referentievelden weggemiddeld worden en er alleen een systematisch effect aanwezig blijft (H7.3).

Datum

07-07-2022

Titel

Besteksvoorwaarden inwinning hoogdynamische gebieden 2023-2025

Status

Definitief versie 1.0

Pagina

1 van 31

Besteksvoorwaarden "Inwinning hoogdynamische gebieden 2023-2025"

Inhoudsopgave

1	Eindtermen hoogdynamische gebieden 2023-2025	4
2	Beschikbare materialen	4
3	Specificaties inwinvlucht	4
4	Specificaties LiDAR-data	6
4.1	Hoogtenauwkeurigheid	6
4.2	Punt dichtheid en vlakdekkendheid	6
4.3	Planimetrische nauwkeurigheid	7
4.4	Classificatie	7
4.5	Herbemonstering	8
5	Specifieke eisen per deelgebied	8
5.1	Eisen deelgebied Kust	8
5.2	Eisen deelgebied Waddenzee	9
5.3	Eisen deelgebied Scheldes	9
5.4	Eisen deelgebied Zandmotor	10
6	Af te leveren bescheiden	10
6.1	Vliegplan en grondstations	10
6.2	Inwinvluchten en vluchtrapport	11
6.3	Geometrisch correcte en geclassificeerde dataset	13
7	Controles	17
7.1	Algemene eisen aan de controles	17
7.2	Navigatie	18
7.3	Absolute hoogte en absolute planimetrie	19
7.4	Hoogteverschillen tussen stroken	20
7.5	Punt dichtheid	21
7.6	Classificatie	22
7.7	Herbemonsterde data	22
8	Acceptatieprocedure	23
8.1	Beoordelings- en acceptatieprocedure	23
9	Te hanteren methodieken	23
9.1	Ongewogen gemiddelde voor aanmaken 2 of 5 meter DTM	23
9.2	Maximale waarde voor aanmaken 2 of 5 meter DSM	24
10	Definities	24

10.1	Definitie maaiveld.....	24
10.2	Definitie bebouwing	25
10.3	Definitie kunstwerken	25
10.4	Definitie water	25
10.5	Definitie hoogspanning.....	25
10.6	Definitie extreem.....	25
10.7	Definitie overig.....	26
10.8	Projectspecifieke definities.....	27
11	Structuur leveringen	27
11.1	Inhoudsopgave kwaliteitsrapportage	27
11.2	Directory structuur op te leveren documenten.....	29

1 Eindtermen hoogdynamische gebieden 2023-2025

De dataset hoogdynamische gebieden 2023-2025 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 minimale punt dichtheid, zoals per deelgebied genoemd in de specifieke eisen (hoofdstuk 5), waarbij het bestand volledig dekkend is ingewonnen;
- Het bestand geeft een minimale droogvalling weer en is daartoe opgenomen bij een maximale waterstand, zoals per deelgebied genoemd in de specifieke eisen (hoofdstuk 5 en/of bijlage "Drempelwaarden waterstanden");
- Het bestand is geclassificeerd in de volgende klassen:
 - maaiveld ("ground");
 - water ("water");
 - overig ("unclassified");
- Het maaiveld-geclassificeerde bestand is herbemonsterd naar een equidistant raster met een rasterinterval zoals per deelgebied genoemd in de specifieke eisen (hoofdstuk 5);

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 te leveren gebied. Indien de projectgrens over water is gedefinieerd is deze in de meeste gevallen indicatief en wordt deze bepaald door de daadwerkelijke grens land-water ten tijde van de inwinning. Bij het verificatiegesprek worden nadere afspraken gemaakt voor welke waterpartijen dit geldt;
- Drempelwaarden waterstanden voor de meetstations (zie ook hoofdstuk 1 en hoofdstuk 3);
- Kaartbladindex;
- Als open data zijn o.a. de volgende materialen beschikbaar:
 - Digitaal Topografisch Bestand (DTB, Rijkswaterstaat);
 - AHN4;
 - BGT;
 - BAG;
 - NIS Beheerkaart nat van Rijkswaterstaat;
 - Etc.

3 Specificaties inwinvlucht

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

- Het gehele projectgebied wordt met behulp van LiDAR (laseraltimetrie) ingemeten, waarbij de overlap tussen twee naastgelegen stroken voldoende is om alle voorgeschreven controlewerkzaamheden conform specificaties uit te kunnen voeren;

- Alle vluchten worden uitgevoerd binnen de reguliere vliegperiode zoals per deelgebied genoemd in de specifieke eisen (hoofdstuk 5);
 - De inwinvluchten worden zo vroeg mogelijk uitgevoerd in de per deelgebied gesteld inwinperiode zoals genoemd in de specifieke eisen (hoofdstuk 5).;
 - Elke gelegenheid met de juiste omstandigheden (weer en getij) dient benut te worden;
 - Indien deze begin- en/of einddata verbonden zijn aan het bladloze seizoen wordt de opname afgerond voor de genoemde einddatum 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 als op de genoemde einddatum naar inzicht van Opdrachtgever het in te winnen (deel) gebied nog voldoende bladloos is. De duur van de verlenging wordt vastgesteld door Opdrachtgever.
- Gebieden moeten als morfologische eenheden worden ingewonnen binnen zo weinig mogelijk vluchten. Dit geldt vooral voor de dynamische delen. Inwinning als morfologische eenheid betekent het volgende:
 - Droogvallende platen die afzonderlijk te herkennen zijn worden als morfologische eenheid beschouwd en bij voorkeur binnen 1 vlucht, maar maximaal binnen 3 vluchten binnen 7 opeenvolgende dagen worden opgenomen;
 - Voor een (sub)deelgebied als geheel geldt dat er maximaal 2 maanden mogen zijn verstreken tussen de eerste en de laatste datum van opname;
 - Indien er na één of meer opnamedagen van het deelgebied een storm plaatsvindt met windkracht 8 of hoger is de zandbalans verstoord en moeten de reeds afgeronde opnames opnieuw plaatsvinden, óók als gehele inwinning binnen de eerder genoemde 2 maanden mogelijk is.
- Voor gebieden waar vliegrestricties gelden ten gevolge van luchthavens (bijv. Noord- en Zuid-Holland) worden de vluchten op aangepaste hoogte uitgevoerd zodat de voortgang gegarandeerd is;
- 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;
- De in te meten gebieden die onderhevig zijn aan het getij worden opgenomen bij laag water. Er wordt een maximale waterstand gehanteerd (zie de drempelwaarden in de bijlage "Drempelwaarden waterstanden"). De Opdrachtnemer Inwinning houdt rekening met de, per gebied verschillende, getijdenkarakteristieken en de heersende weeromstandigheden. Met name windrichting en -sterkte voor en tijdens de meting kan een grote invloed hebben op de waterstand;
- Informatie over de (astronomisch) voorspelde waterstanden is beschikbaar via Rijkswaterstaat Waterinfo (<https://waterinfo.rws.nl>, zie ook paragraaf 10.7) De

Opdrachtnemer beschouwt ten tijde van de inwinvlucht altijd de heersende (weers)omstandigheden en beoordeelt of de waterstand voldoende laag is. Indien mogelijk hebben opnamen in perioden van springtij de voorkeur;

- De vluchten worden uitgevoerd onder omstandigheden die garanderen dat de ingemeten data voldoet aan de eindtermen;
- Bij de uitvoering houdt u zich aan 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 LiDAR-data

Alle gemeten en te leveren LiDAR-data is uitgedrukt in het NAP-coördinatenstelsel. De planimetrische component van alle waarnemingen zijn uitgedrukt in het RD-coördinatenstelsel. Alle te leveren rasters volgen de kaartbladindeling.

De coördinaattransformatie wordt uitgevoerd met de meest actuele versie van RDNAPTRANS™. In de metadata van zowel de puntenwolken als van de rasters wordt opgenomen welke versie van RDNAPTRANS™ is gebruikt. Op het moment van schrijven is de meest actuele versie RDNAPTRANS™2018, zoals voorgeschreven door het NSGI¹.

4.1 Hoogtenauwkeurigheid

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

- Systematische fouten
De systematische fout in de LiDAR-data mag niet groter zijn dan vijf centimeter.
- Stochastische fouten
De standaardafwijking van de LiDAR-data 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 LiDAR-data voldoet aan $< 1 \sigma_z$;
 - 95,4% van alle LiDAR-data voldoet aan $< 2 \sigma_z$;
 - 99,7% van alle LiDAR-data voldoet aan $< 3 \sigma_z$.

4.2 Punt dichtheid en vlakdekkendheid

Voor het ongeclassificeerde bestand met LiDAR-data geldt dat op iedere willekeurige locatie aan de minimale punt dichtheidseis, zoals per deelgebied genoemd in de specifieke eisen (hoofdstuk 5), wordt voldaan.

Voor de deelgebieden Kust en Waddenzee geldt dat het maaiveld-geclassificeerde bestand met een rasterinterval van 5 x 5 meter volledig dekkend is. Voor de deelgebieden Scheldes en de Zandmotor geldt dat het maaiveld-geclassificeerde bestand met een rasterinterval van 2 x 2 meter volledig dekkend is.

Met volledig dekkend wordt bedoeld dat de dekking van de rasterbestanden zodanig moet zijn dat deze geen gaten bevatten die het gevolg zijn van een lokale lage punt dichtheid of een lokale grote puntafstand. No-data als gevolg van filtering valt hier niet onder.

4.3 Planimetrische nauwkeurigheid

De planimetrische nauwkeurigheid van het ongeclassificeerde bestand met LiDAR-data is zodanig dat verschillen met referentie-objecten maximaal 50 centimeter bedragen in iedere willekeurige richting.

4.4 Classificatie

Het bestand met LiDAR-data wordt geclassificeerd volgens de volgende klasse-indeling:

- Maaiveld ("Ground")
- Water ("Water")
- Overig ("Unclassified")

Algemene eisen aan de classificatie:

- De geclassificeerde bestanden voldoen aan een volledige classificatie volgens de in de definitielijst opgenomen klasse-definitie. Alle LiDAR-punten die niet als maaiveld of water kunnen worden geclassificeerd, worden als *overig* geclassificeerd.
- Het bestand is vrij van extremen. Er geldt een tolerantie van één (1) extreme waarde per 1000 hectare oppervlak, die nog in het bestand aanwezig mag zijn.
- De classificatie is op grenzen van kaartbladen en intern gebruikte blokgrenzen consistent. Sprongen in de classificatie (zoals bijvoorbeeld watergangen die plotseling breder of smaller worden of een klein deel van een gebouw dat niet is geclassificeerd als bebouwing) leiden tot afkeuring van de data.
- De onjuist geclassificeerde gebieden mogen geen aaneengesloten gebied groter dan één hectare beslaan.
- Voor alle classificatiefouten geldt dat deze niet structureel en/of geclusterd voor mogen komen.

Voor de classificatie gelden de volgende toleranties:

Toegewezen klasse	Maaiveld	Water	Overig
Daadwerkelijke klasse			
Maaiveld		Eis 1	Eis 1
Water	Eis 2		Eis 2

Overig	Eis 3	Eis 3	
--------	-------	-------	--

- Eis 1: Maaiveld: maximaal 1 hectare per 10.000 hectare mag ten onrechte als een andere klasse geclassificeerd zijn;
- Eis 2:
 - Water: Maximaal 1 waterloop per 10.000 hectare mag ten onrechte als een andere klasse geclassificeerd zijn;
 - Water: Maximaal 1 hectare per 10.000 hectare mag ten onrechte als een andere klasse geclassificeerd zijn.
- Eis 3:
 - Vegetatie (<0,5 meter): Maximaal 1 hectare per 5.000 hectare mag ten onrechte als een andere klasse dan "overig" geclassificeerd zijn. Vegetatie die wordt waargenomen op de (droogvallende) bodem wordt ook geclassificeerd;
 - Vegetatie (>0,5 meter): Maximaal 1 hectare per 10.000 hectare mag ten onrechte als een andere klasse dan "overig" geclassificeerd zijn;
 - Overig: Maximaal 1 object per 1.000 hectare mag ten onrechte als maaiveld of water geclassificeerd zijn, deze tolerantie is niet van toepassing op maaiveldelementen die als waterkering dienen;

4.5 Herbemonstering

Voor de herbemonstering naar regelmatige rasters geldt het volgende:

- Voor alle rasters geldt dat ze het terrein zo goed mogelijk beschrijven;
- Voor alle geclassificeerde rasters geldt dat ze voldoen aan de maaivelddefinitie;
- De rasters worden geleverd volgens de TOP10 kaartbladindeling;
- Bij de herbemonstering mogen alleen oorspronkelijke waarden worden gebruikt, incidentele lege cellen mogen dus niet opgevuld worden;
- De rasterbestanden worden uit de in onderstaande tabel genoemde bronbestanden gegenereerd met de genoemde methode:

Rasterbestand	Bronbestand	Methode
2 meter DTM	LiDAR-data, klasse "maaiveld"	Ongewogen gemiddelde, zie paragraaf 9.1
2 meter DSM	LiDAR-data, klassen "maaiveld" en "overig"	Maximale waarde, zie paragraaf 9.2
5 meter DTM	LiDAR-data, klasse "maaiveld"	Ongewogen gemiddelde, zie paragraaf 9.1
5 meter DSM	LiDAR-data, klassen "maaiveld" en "overig"	Ongewogen gemiddelde, zie paragraaf 9.1

5 Specifieke eisen per deelgebied

5.1 Eisen deelgebied Kust

De Opdrachtnemer wint voor het deelgebied Kust de volgende gebieden in:

- Kust van de Waddeneilanden (Noordzezijde), inclusief Razende Bol;

- Dynamische zandplaten tussen de Waddeneilanden en Rottum;
- Kuststrook van Noord en Zuid-Holland vanaf Huisduinen tot aan Hoek van Holland;
- Kuststrook van de Zuid-Hollandse en Zeeuwse eilanden en van België (inclusief de Maasvlakte), vanaf de Maasvlakte tot aan het oostelijke havenhoofd van Zeebrugge.

Het deelgebied Kust kan, afhankelijk van de vordering van de inwinning gedurende het inwinseizoen, voor wat betreft de levering van de gebieden in overleg met de Opdrachtgever onderverdeeld worden in subdeelgebieden.

De inwinning van het deelgebied Kust vindt plaats tussen 1 januari en 1 april.

Voor het deelgebied Kust gelden de volgende specificaties t.a.v. de eindtermen:

Punt dichtheid	1 punt per 2 m ²
Waterstand	Zie bijlage "Drempelwaarden waterstanden"
Te leveren rasterbestanden	2 meter raster 5 meter raster
Leverdatum	Binnen 6 weken na laatste inwinvlucht, maar uiterlijk 20 mei van het jaar waarin de inwinning heeft plaatsgevonden.

5.2 Eisen deelgebied Waddenzee

De Opdrachtnemer wint voor het deelgebied Waddenzee de volgende gebieden in:

- 2023: Eierlandse- en Amelandse Zeegat;
- 2024: Friese Zeegat;
- 2025: Huibertgat.

De inwinning van het deelgebied Wadden vindt plaats tussen 1 januari en 15 juli.

Voor het deelgebied Wadden gelden de volgende specificaties t.a.v. de eindtermen:

Punt dichtheid	1 punt per 2 m ²
Waterstand	Zie bijlage "Drempelwaarden waterstanden"
Te leveren rasterbestanden	2 meter raster 5 meter raster
Leverdatum	Binnen 8 weken na laatste inwinvlucht, maar uiterlijk 10 september van het jaar waarin de inwinning heeft plaatsgevonden.

5.3 Eisen deelgebied Scheldes

De Opdrachtnemer wint voor het deelgebied Scheldes de volgende gebieden in:

- 2023, 2024 en 2025: Oevers en droogvallende platen in de Westerschelde, van de monding bij Vlissingen/Breskens tot over de grens nabij Antwerpen;

- 2024: Oevers en droogvallende platen in de Oosterschelde, van de Oosterscheldekering tot de Oesterdam (zuid) en het gebied omsloten door de Rijksweg, Philipsdam en de Krabbenkreekweg (noord).

De inwinning van het deelgebied Scheldes vindt plaats tussen 1 februari en 1 mei.

Voor het deelgebied Scheldes gelden de volgende specificaties t.a.v. de eindtermen:

Punt dichtheid	1 punt per 1 m ²
Waterstand	Zie bijlage "Drempelwaarden waterstanden"
Te leveren rasterbestanden	2 meter raster 5 meter raster
Leverdatum	Binnen 6 weken na laatste inwinvlucht, maar uiterlijk 15 juni van het jaar waarin de inwinning heeft plaatsgevonden.

5.4 Eisen deelgebied Zandmotor

De Opdrachtnemer wint voor het deelgebied Zandmotor het gebied voor de kust tussen Hoek van Holland en Scheveningen in.

De inwinning van het deelgebied Zandmotor vindt plaats in het voorjaar, gelijktijdig met het deelgebied Kust tussen 1 januari en 1 april. De gewenste punt dichtheid van het deelgebied Zandmotor is hoger dan die van de Kust.

Punt dichtheid	1 punt per 1 m ²
Waterstand	Zie bijlage "Drempelwaarden waterstanden"
Te leveren rasterbestanden	2 meter raster
Leverdatum	Binnen 6 weken na laatste inwinvlucht, maar uiterlijk 20 mei van het jaar waarin de inwinning heeft plaatsgevonden.

6 Af te leveren bescheiden

6.1 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 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 en nummering van de vliegstroken;
 - de te gebruiken GPS-stations;
 - de geplande opzet van referentiegebieden.

Voor de referentiegebieden gelden de volgende eisen:

- Aansluitvelden voor de hoogte
 - Deze worden in de vereffening van de data gebruikt om de LiDAR-data op aan te sluiten;
 - Per deelgebied moet het aantal aansluitvelden voldoen aan de volgende eisen:
 - Aantal $\geq$ [de oppervlakte in ha] / 5000 (afroonden naar beneden);
 - Aantal $\geq$ [aantal stroken] / 4 (afroonden naar beneden);
 - Aantal $\geq$ 8;
 - Als deze criteria niet haalbaar worden geacht (bijvoorbeeld bij kleine projecten) overlegt u eerst met de opdrachtgever.
 - De aansluitvelden liggen gelijkmatig verspreid over het gehele projectgebied en aan de rand van het projectgebied, rekening houdend met het vliegplan, in een zodanige configuratie dat de inpassing op NAP stelsel optimaal is. De aansluitvelden mogen niet op 1 lijn liggen, behalve indien dat door de vorm van het projectgebied onvermijdelijk is;
 - Ten behoeve van een extra controle worden enkele aansluitvelden op locaties gekozen waar de LiDAR-data een relatief sterke geometrie kent door meervoudige overlap van stroken.
- Controlevelden voor de hoogte
 - Deze worden niet gebruikt in de vereffening maar worden in de controle van de data gebruikt om aan te tonen dat de data aan de gestelde eisen voldoet;
 - Minimaal 1 veld per 12.500 ha.
- Aansluitvelden planimetrie
 - Indien van toepassing geeft de opdrachtnemer Inwinning zelf aan op welke wijze, met welke objecten en met welke omvang van objecten de planimetrische aanluitingsvereffening van de LiDAR data plaatsvindt.
- Controlevelden planimetrie
 - Deze worden niet gebruikt in de vereffening maar worden in de controle van de data gebruikt om aan te tonen dat de data aan de gestelde eisen voldoet;
 - Opdrachtnemer inwinning geeft zelf aan op welke wijze, met welke objecten en met welke omvang van objecten deze controle wordt uitgevoerd.

6.2 Inwinvluchten en vluchtrapport

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

- Dagelijks, indien er een inwinvlucht heeft plaatsgevonden of plaats had kunnen vinden
 - rapportage in PDF-format met actuele voortgang en status;
 - bijhouding van de vluchtvoortgang via de website van AHN.
- Wekelijks
 - een geografisch overzicht 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.

Per deelgebied worden binnen twee weken na afronding van de inwinvluchten, de volgende producten opgeleverd:

- Een vluchtrapportage in PDF-format. De vluchtrapportage bevat een samenvattend verslag van de gebeurtenissen gedurende de vliegperiode, 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;
 - Kwaliteit van de berekende trajecten (X, Y en Z);
 - Alle benodigde informatie waaruit blijkt dat de inwinning van de LiDAR-data 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 bevat minimaal de volgende gegevens:
 - De gevlogen vlieglijnen volgens het vliegplan inclusief de geplande en gevlogen hervlucht lijnen, met de volgende attributen:
 - Lijnnummer (logisch en overeenkomstig met de LAZ bestanden)
 - Datum
 - Uniek vluchtnummer
 - Vliegtuig registratie
 - Vliegsnelheid (kts)
 - Vlieghoogte (ft)
 - Scanner type
 - Scanner ID
 - Pulse Repetition Rate (kHz)
 - Scan rate (lps)
 - Field of View (2 sides)
 - Geplande strookoverlap (%)
 - Geplande punt dichtheid (nadir)
 - Een geografisch overzicht in Shape-format, waaruit theoretische ligging (gebaseerd op het vliegtraject, de scanhoeken en het hoogtemodel), naamgeving en onderlinge samenhang tussen de geleverde LAZ-bestanden duidelijk wordt;

- Een netwerkoverzicht van de gebruikte terrestrische grondslag;
- De gemeten referentiedata;
- Overige van belang zijnde geografische informatie.

6.3 Geometrisch correcte en geclassificeerde dataset

Binnen 6 weken na afronding inwinvluchten, maar uiterlijk op de datum zoals per deelgebied genoemd in de specifieke eisen (hoofdstuk 5), worden de volgende producten opgeleverd:

- Per vliegstrook een bestand in LAZ-format (gebaseerd op LAS 1.4) dat alle ingewonnen data van die vliegstrook bevat, maar vrij is van extremen. Dubbele punten zijn niet toegestaan. 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_<DEELGEBIED><JAARTAL>_<VLIEGSTROOKNUMMER>.LAZ". Alle letters in de benaming moeten hoofdletters zijn. Naast de standaardinformatie wordt ook eventueel beschikbare data die afgeleid kan worden uit full wave form scanners (zoals bijv. amplitude en reflectance) geleverd. Deze kunnen in het veld User Data worden opgenomen. Dit zal tijdens het verificatiegesprek afgestemd worden.

Tag	Waarde
File Source ID	Vliegstrooknummer (uniek voor projectjaar)
Project ID – GUID data 1	Projectjaar (decimaal)
Project ID – GUID data 2	Perceel nummer (decimaal)
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 Record Format ID	"6"
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	Genormaliseerde ¹ intensiteitswaarde van het returnsignaal
Return Number	
Number of Returns	
Classification Flags	Kan leeg blijven

¹ Genormaliseerde intensiteitswaarde betekent dat de beschikbare intensiteitswaarden worden genormaliseerd naar het bereik van dit kanaal, zijnde 65.536 voor een veld met 16 bits / 2 bytes .

Scanner Channel	Voor onderscheid scanners binnen één systeem. 1 ^e scanner is 0, 2 ^e 1, etc.
Scan Direction Flag	Richting waarin de scannerspiegel roteert. 1 = van links naar rechts in vliegrichting, 0 = van rechts naar links.
Edge of Flight Line	1 als het punt op de rand van de vliegstrook ligt, anders 0.
Classification	"0" (Never classified)
User Data	
Scan Angle	Dit is de scanhoek t.o.v. nadir waarbij negatieve waarden aan de linkerkant van de vliegrichting liggen. Bij eventuele conische (palmer) scanners stemt de Opdrachtnemer een andere wijze van weergave af met de Opdrachtgever.
Point Source ID	Verwijzing naar de File Source ID van de vliegstrook waar het betreffende punt uit afkomstig is.
GPS Time	Adjusted Standard GPS Time

Tabel 2: Inhoud LAZ point records voor vliegstroken

- Trajectgegevens hoeven niet geleverd te worden.
- Per kaartblad een bestand in LAZ-format (gebaseerd op LAS 1.4). Tabel 3 geeft aan welke tags, naast de standaard, aanwezig moeten zijn in de header en welke waarde deze tags moeten bezitten. Tabel 4 geeft aan welke gegevens per punt opgeslagen moeten worden. De benaming van elk LAZ-bestand is "C_<DEELGEBIED><JAARTAL>_<KAARTBLADNAAM>.LAZ" (bijvoorbeeld: C_KUST2020_30DZ1.LAZ). Alle letters in de benaming, ook de letters van de kaartbladen, moeten hoofdletters zijn. Naast de standaardinformatie wordt ook eventueel beschikbare data die afgeleid kan worden uit full wave form scanners (zoals bijv. amplitude en reflectance) geleverd. Deze kunnen in het veld User Data worden opgenomen. Dit zal tijdens het verificatiegesprek afgestemd worden.

Tag	Waarde
Project ID – GUID data 1	Projectjaar (decimaal)
Project ID – GUID data 2	Perceel nummer (decimaal)
File Creation Day of Year	Eerste datum van inwinning
File Creation Year	Eerste datum van inwinning
Point Data record Format ID	"6"
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	Genormaliseerde ² intensiteitswaarde van het returnsignaal
Return Number	
Number of Returns	
Classification Flags	Kan leeg blijven
Scanner Channel	Voor onderscheid scanners binnen één systeem. 1 ^e scanner is 0, 2 ^e 1, etc.
Scan Direction Flag	Richting waarin de scannerspiegel roteert. 1 = van links naar rechts in vliegrichting, 0 = van rechts naar links.
Edge of Flight Line	1 als het punt op de rand van de vliegstrook ligt, anders 0.
Classification	Classificatie code conform hoofdstuk 10.
User Data	
Scan Angle	Dit is de scanhoek t.o.v. nadir waarbij negatieve waarden aan de linkerkant van de vliegrichting liggen. Bij eventuele conische (palmer) scanners stemt de Opdrachtnemer een andere wijze van weergave af met de Opdrachtgever.
Point Source ID	Verwijzing naar de File Source ID van de vliegstrook waar het betreffende punt uit afkomstig is.
GPS Time	Adjusted Standard GPS Time

Tabel 4: Inhoud LAZ point records voor kaartbladen.

- Per kaartblad een rasterbestand in GeoTIFF-format met een resolutie van 2 meter. Per rastercel is de hoogtewaarde bepaald conform paragraaf 9.1 (Ongewogen gemiddelde) op basis van de klasse "maaiveld". De benaming van elk rasterbestand is "M2_<DEELGEBIED><JAARTAL>_<KAARTBLADNAAM>.TIF" (bijvoorbeeld M2_KUST2020_30DZ1.TIF).
- Per kaartblad een rasterbestand in GeoTIFF-format met een resolutie van 2 meter. Per rastercel is de hoogtewaarde bepaald conform paragraaf 9.2 (Maximale waarde) op basis van de klassen "maaiveld", en "overig". De benaming van elk rasterbestand is "R2_<DEELGEBIED><JAARTAL>_<KAARTBLADNAAM>.TIF" (bijvoorbeeld R2_KUST2020_30DZ1.TIF).
- Per kaartblad een rasterbestand in GeoTIFF-format met een resolutie van 5 meter. Per rastercel is de hoogtewaarde bepaald conform paragraaf 9.1 (Ongewogen gemiddelde) op basis van de klasse "maaiveld". De benaming van elk rasterbestand is "M5_<DEELGEBIED><JAARTAL>_<KAARTBLADNAAM>.TIF" (bijvoorbeeld M5_KUST2020_30DZ1.TIF).
- Per kaartblad een rasterbestand in GeoTIFF-format met een resolutie van 5 meter. Per rastercel is de hoogtewaarde bepaald conform paragraaf 9.1 (Ongewogen gemiddelde) op

² Genormaliseerde intensiteitswaarde betekent dat de beschikbare intensiteitswaarden worden genormaliseerd naar het bereik van dit kanaal, zijnde 65.536 voor een veld met 16 bits / 2 bytes .

basis van de klassen "maaiveld" en "overig". De benaming van elk rasterbestand is "R5_<DEELGEBIED><JAARTAL>_<KAARTBLADNAAM>.TIF" (bijvoorbeeld R5_KUST2020_30DZ1.TIF).

- Een totaalrasterbestand in GeoTIFF formaat met een resolutie van 0,5 meter, op basis van de samenvoeging van de afzonderlijke kaartbladen "R_<DEELGEBIED><JAARTAL>_<KAARTBLADNAAM>.TIF". De benaming van het totaalrasterbestand is "R_<DEELGEBIED><JAARTAL>.TIF".
- Een totaalrasterbestand in GeoTIFF formaat met een resolutie van 0,5 meter, op basis van de samenvoeging van de afzonderlijke kaartbladen "M_<DEELGEBIED><JAARTAL>_<KAARTBLADNAAM>.TIF". De benaming van het totaalrasterbestand is "M_<DEELGEBIED><JAARTAL>.TIF".
- Alle letters in de benaming, ook de letters van de kaartbladen, moeten hoofdletters zijn.

Voor de GeoTIFFs gelden de volgende voorwaarden:

- De georeferentie wordt opgenomen in de header, dus geen los tfw-bestand;
- Als projectie wordt 7415 ("Amersfoort / RD New + NAP height") gebruikt;
- De GeoTIFFs worden middels een lossless TIFF compressie gecomprimeerd;
- Daarnaast gelden de volgende instellingen:
 - Band 1
 - Block=256*256
 - Type=Float32
 - ColorInterp=Gray
 - NoData Value = 3.4028234663852886e+38
 - GTRasterTypeGeoKey=1 (RasterPixelIsArea)

Verder wordt geleverd:

- De land water grens (definitieve projectgrens) in shape-format;
- Per type geleverd LAZ- of rasterbestand een metadatabestand in XML-format, conform het actuele Nederlands profiel op ISO 19115 voor geografie. In het verificatiegesprek worden nadere afspraken gemaakt over de precisie invulling van enkele velden in de metadata;
- Een komma-gescheiden ASCII tekstfile met daarin een lijst met:
 - bestandsnaam inclusief pad;
 - per bestand een checksum, gemaakt met algoritme SHA256 op het *originele* bestand.
- Een rapportage in PDF-format waarin de Opdrachtnemer minimaal opneemt:
 - een beschrijving van de uitgevoerde werkzaamheden;
 - alle in hoofdstuk 6 en hoofdstuk 7 benoemde te leveren gegevens;
 - overzichten van de behaalde geometrische- en classificatieresultaten over het projectgebied;
 - overzichten van lokale uitzonderingen of afwijkingen met een systematisch karakter, 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 eindtermen gehaald worden. Hiertoe geeft de Opdrachtnemer Inwinning aan 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;
- Numerieke, grafische en/of geografische overzichten in daarvoor logische en gangbare bestandsformaten ter onderbouwing en ondersteuning van constatering en conclusies in bovengenoemde rapportage.
- Een gecombineerd tekst of excel bestand waarin per kaartblad minimaal de volgende gegevens zijn opgenomen:
 - project ID GUID data 1-4;
 - generating software;
 - file creation day/year;
 - point data record format;
 - point data record length;
 - aantal point records;
 - aantal punten per gebruikte klasse;
 - minimale en maximale waarde van de aanwezige punten (XYZ).

De levering vindt plaats via de Cloud. Iedere levering wordt gedaan in een map met datum en omschrijving in de naam (YYYYMMDD_omschrijving). De originele levermap mag dus niet meer worden gewijzigd.

7 Controles

In elk van de volgende paragrafen wordt beschreven welke controles de Opdrachtnemer Inwinning uit moet voeren en welke gegevens geleverd moeten te worden.

De Opdrachtgever of een namens hem optredende controlerende instantie voert controles en verificaties uit op de aangeleverde data.

7.1 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 7.2 tot en met 7.7 beschreven controles moet blijken dat de controleonderdelen voldoen aan de kwaliteitseisen waarbij de eindtermen worden gegarandeerd;
- De door u aangeleverde controlegegevens komen overeen met controleresultaten die steekproefsgewijs door of namens de Opdrachtgever worden vervaardigd.

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 moet 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 7.2 tot en met 7.7, worden opgenomen in een kwaliteitsrapportage, evenals de toetsing aan de besteksvoorwaarden;
- De controle navigatie zoals beschreven in paragraaf 7.2, wordt als onderdeel van de vluchtrapportage uitgevoerd en gerapporteerd. Ook de bijbehorende databestanden worden gelijktijdig met de vluchtrapportage aangeboden;
- De controles beschreven in de paragrafen 7.3 tot en met 7.7 worden op het geometrisch correcte en geclassificeerde hoogtebestand uitgevoerd en gerapporteerd, inclusief de bijbehorende databestanden.

7.2 Navigatie

Doel controle

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

Controletaken

Op basis van de vluchtgegevens (traject), de instellingen van de LiDAR (o.a. scanhoek) en het hoogtemodel maakt de Opdrachtnemer een overzicht van de theoretische ligging en breedte van elke vliegstrook. Hierbij wordt gebruik 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 LiDAR-data. Deze gegevens worden in een shapebestand aangeleverd.

Randvoorwaarde

Er mag geen enkele gap voorkomen in de data, niet ten gevolge van gaten tussen de vliegstroken en niet ten gevolge van falen van de scanner: 100% van het projectgebied moet bedekt zijn met LiDAR-data.

Te leveren gegevens

- U levert een overzicht met de theoretische ligging en breedte van elke vliegstrook;
- U levert een overzicht met de gerealiseerde ligging en breedte van elke vliegstrook op basis van de daadwerkelijk ingewonnen LiDAR-data;
- 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.

7.3 Absolute hoogte en absolute planimetrie

Doel controle

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

Controletaken

- U toont aan dat de door u geleverde LiDAR-data voor het projectgebied aan de eisen voor wat betreft de absolute hoogte voldoet. U toont voldoende betrouwbaar de aansluiting aan het NAP-stelsel aan;
- U toont aan dat de door u geleverde LiDAR-data voor het projectgebied aan de eisen voor wat betreft de absolute planimetrie voldoet;
- U draagt zelf zorg voor voldoende referentiegegevens om deze controle uit te kunnen voeren (zoals gespecificeerd in paragraaf 6.1);
- Voor alle beschikbare hoogte referentiedata geldt dat u het verschil in hoogte van de LiDAR-data berekent ten opzichte van het vlak dat wordt opgespannen door de referentiedata;
- De gemiddelde afwijking van de LiDAR-data ten opzichte van dit vlak is een maat voor de systematische afwijking, de standaardafwijking van deze verschillen is een maat voor de stochastische afwijking van de LiDAR-data;
- Voor alle beschikbare planimetrische referentiedata geldt dat u het planimetrische verschil berekent tussen de referentiedata en de LiDAR-data;
- Door gebruik te maken van een groot aantal punten bij het bepalen van de planimetrische ligging van een object vervalt de stochastische afwijking en toetst u dus op de systematische afwijking van de datasets.

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

- geverifieerde LiDAR-data voor enkele waterschapselementen, zoals bijvoorbeeld de primaire keringen;
- planimetrische referentieobjecten.

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 systematische hoogteafwijking per referentie-object is maximaal 5 cm;
- De standaardafwijking van de hoogteafwijkingen voldoen aan de volgende eis:
 - $68,2\% < 1 * \sigma_z = 5 \text{ cm}$
 - $95,4\% < 2 * \sigma_z = 10 \text{ cm}$
 - $99,7\% < 3 * \sigma_z = 15 \text{ cm}$
- de absolute planimetrische afwijkingen per referentie-object voldoen aan de volgende eis:
 - verschillen met referentie-objecten bedragen maximaal 50 centimeter in iedere willekeurige richting.

Te leveren gegevens

- U levert per hoogtereferentie de berekende hoogteverschillen van de LiDAR punten ten opzichte van het door de referentiemetingen opgespannen referentievlak en per planimetrisch referentie-object de berekende planimetrische verschillen;
- Verschillen in hoogte worden geleverd in geografisch overzicht in shape-format.

7.4 Hoogteverschillen tussen stroken**Doel controle**

U toont door middel van verschilrasters en tabellen met hoogteverschillen per strookoverlap aan dat de stroken goed op elkaar aansluiten.

Controletaken

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

- Ter bepaling van hoogteverschillen tussen de onderlinge stroken waaruit het hoogtemodel is opgebouwd maakt u hoogteverschilrasters tussen alle elkaar overlappende stroken. Hierbij wordt in elke overlap tussen de stroken voor elk van deze stroken de LiDAR-data tot een regelmatig raster van 2 meter x 2 meter geïnterpoleerd. Voor deze interpolatie gebruikt u een ongewogen gemiddelde zoals wordt beschreven in paragraaf 9.1. Voor overlappende gebieden berekent en visualiseert u vervolgens het hoogteverschil tussen deze regelmatige rasters;
- Aan de hand van de hoogteverschilrasters van de strookoverlappen toont u aan dat er geen systematische planimetrische en of hoogteverschillen aanwezig zijn in de ingewonnen data.
- U maakt hoogteverschilrasters van de strookoverlappen voor de visuele controle en tabellen met hoogteverschillen per strookoverlap ten behoeve van de rekenkundige controle.

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:
 - $68,2\% < \sqrt{2} * 1 * \sigma_z + 2 * DZ$ (17,1 cm)
 - $95,4\% < \sqrt{2} * 2 * \sigma_z + 2 * DZ$ (24,1 cm)
 - $99,7\% < \sqrt{2} * 3 * \sigma_z + 2 * DZ$ (31,2 cm)waarbij σ_z de hoogtestandaardafwijking is (5 cm) en waarbij DZ de maximale systematische hoogtefout is (5 cm);
- Bovenstaande randvoorwaarde moet gelden voor
 - de hoogteverschillen per strookoverlap;
 - de hoogteverschillen per kilometer strookoverlap.
- In de strookoverlap mogen geen systematische effecten als gevolg van kantelingen en/of andere vormfouten in de stroken voorkomen.

Te leveren gegevens

- U levert hoogteverschilrasters met hoogteverschillen per strookoverlap. Hierbij worden minimaal X, Y, Z(Strook 1), Z(Strook 2) en DZ opgenomen;

- U levert GeoTIFF bestanden per hoogteverschilraster met een rastergrootte van 2 x 2 meter waarin het hoogteverschil tussen de overlappende stroken is weergegeven. De specificaties van de GeoTIFFs zijn zoals gespecificeerd in 6.4.

7.5 Punt dichtheid

Doel controle

Bij dit controleonderdeel wordt de werkelijk behaalde punt dichtheid gecontroleerd. U toont zowel grafisch als in tabelvorm aan dat de punt dichtheid, zoals per deelgebied genoemd in de specifieke eisen (hoofdstuk 5), behaald is.

Controletaken

Voor de controle van de punt dichtheid, zoals bedoeld in paragraaf 4.2, wordt het projectgebied verdeeld in cellen van 1 x 1 meter waarvoor bepaald wordt hoeveel punten (op basis van laatste en/of enige returns) er binnen deze cel vallen. Deze gegevens worden zowel grafisch als in tabelvorm weergegeven.

Randvoorwaarden

- Voor oppervlakken waar van uit mag worden gegaan dat deze in normale omstandigheden droog of droogvallend 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 minimaal voldoen aan de waarde zoals per deelgebied genoemd in de specifieke eisen (hoofdstuk 5).
- Voor de deelgebieden Kust en Waddenzee geldt dat het maaiveld-geclassificeerde bestand met een rasterinterval van 5 x 5 meter volledig dekkend is. Voor de deelgebieden Scheldes en de Zandmotor geldt dat het maaiveld-geclassificeerde bestand met een rasterinterval van 2 x 2 meter volledig dekkend is;
- Voor de rastercellen die niet voldoen aan het minimaal aantal punten per vierkante meter geeft u een duidelijk aanwijsbare reden. De rastercellen die niet voldoen aan het minimaal aantal punten per vierkante meter liggen verspreid over het projectgebied en mogen geen systematiek bevatten.

Te leveren gegevens

- U levert GeoTIFF bestanden per kaartblad met een rastergrootte van 2 x 2 meter waarin de behaalde punt dichtheid is weergegeven. De specificaties van de GeoTIFFs zijn zoals gespecificeerd in 6.3;
- U levert een tabel met de resultaten van de punt dichtheid per kaartblad waaruit duidelijk de verdeling van de punten blijkt. Verder maakt u een histogram van de punt dichtheid van het totale projectgebied met op de horizontale as een verdeling van 0 tot het maximale aantal punten per cel en op de verticale as een procentuele verdeling van 0% tot 100%.

7.6 Classificatie

Doel controle

Bij dit controleonderdeel toont u aan dat de classificatie van de LiDAR-data voldoet aan de randvoorwaarden, waarbij u onder andere gebruik maakt van hillshades.

Controletaken

U geeft een gedetailleerde beschrijving van de gebruikte automatische routines en software. U gaat in op welke aspecten uit de classificatie automatisch goed gaan en op welke aspecten eventueel aanvullende handmatige controles/correcties noodzakelijk zijn gebleken. Tot slot beschrijft u het kwaliteitscontroleproces van de automatische en eventuele handmatige classificatie en de toetsing aan de randvoorwaarden.

Randvoorwaarden

- De hillshades, gebaseerd op de maaiveldrasters, hebben een rastergrootte van 2 x 2 meter;
- U geeft aan welke rekenmethodiek, instellingen en parameters voor het berekenen van de hillshades u gebruikt;
- De hillshades worden in grijswaarden aangeleverd;

Te leveren gegevens

U levert GeoTIFF bestanden per kaartblad met een rastergrootte van 2 x 2 meter waarin de grijswaarde van uw hillshade is weergegeven. De specificaties van de GeoTIFFs zijn zoals gespecificeerd in 6.3.

7.7 Herbemonsterde data

Doel controle

Bij dit controleonderdeel toont u aan dat de herbemonsterde LiDAR-data voldoet aan de randvoorwaarden.

Controletaken

U toont op 5 goed verspreid liggende locaties aan dat de uit de data gegenereerde herbemonsterde rasters van 2 meter x 2 meter (DSM en DTM) op de juiste wijze zijn gemaakt. Tevens toont u aan dat de uit de data gegenereerde herbemonsterde rasters van 5 meter x 5 meter op de juiste wijze zijn gemaakt (indien van toepassing voor het deelgebied). Hiervoor selecteert u gebieden met enig hoogteverschil en gebieden met deels gevulde 5 meter x 5 meter rasters zoals bijvoorbeeld langs oevers van waterpartijen.

Voor het deelgebied Zandmotor voorjaar kan deze onderdeel zijn van de 5 gekozen locaties voor het deelgebied Kust.

Randvoorwaarden

U voldoet aan de eisen zoals beschreven in paragraaf 4.5.

Te leveren gegevens

U levert de reguliere herbemonsterde rasters (zoals genoemd in paragraaf 4.5). U levert tabellen waaruit blijkt op welke locaties u de controle heeft uitgevoerd en waaruit blijkt dat u de juiste interpolatiemethode heeft gebruikt voor het aanmaken van de alle typen rasters.

8 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.

8.1 Beoordelings- en acceptatieprocedure

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

- Stap 1: 'Ingangscontrole'.

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 paragraaf 6.3 (geometrisch correcte en 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.

9 Te hanteren methodieken**9.1 Ongewogen gemiddelde voor aanmaken 2 of 5 meter DTM**

De waarde die aan een 2 x 2 meter respectievelijk 5 x 5 meter rastercel in het DTM wordt toegekend is een ongewogen gemiddelde van alle als maaiveld geclassificeerde hoogtewaarden binnen de betreffende rastercel.

9.2 Maximale waarde voor aanmaken 2 of 5 meter DSM

De waarde die aan een 2 x 2 meter respectievelijk 5 x 5 meter rastercel in het DSM wordt toegekend is de maximale waarde van alle punten die voor het aanmaken van het DSM gebruikt worden binnen de betreffende rastercel.

10 Definities

De hoogtebestanden worden geclassificeerd volgens definities zoals in dit hoofdstuk opgenomen. De classificatiewaarden moet voldoen aan de standaard zoals deze voor LAS 1.4 vastgesteld is (ASPRS Standard LiDAR Point Classes).

Classificatiecode Classification Value	Betekenis Meaning	Overeenkomstige definitie
0	Created, never classified	nvt
1	Unclassified	Overig
2	Ground	Maaiveld
9	Water	Water

10.1 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
- Vuilnisbelt (mits permanent en afgewerkt tot landschapselement)
- Kribben en golfbrekers
- Landhoofden
- Betonconstructies: sluizen en stuwen
- Stormvloedkeringen en hoogwaterkeringen. De vaste delen van stormvloedkeringen en hoogwaterkeringen worden als maaiveld geclassificeerd. De bewegende delen als overig.
- 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 leeg zwembad en andere lege bassins
- Dammen

- Dijken
- Kuilvoer
- Hooibergen/mesthopen
- Tijdelijk gronddepot (bv voor een bouwproject)
- Steigers / vlonders (indien deze WEL parallel aan een tuin of kade lopen en op gelijk hoogte niveau liggen als het aangrenzende maaiveld), waarbij geldt dat een als "overig" geclassificeerde steiger parallel aan de oever niet tot afkeuring zal leiden.

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

- Alle gebouwen, deze worden als "overig" te worden geclassificeerd. Zie hiervoor de definitie van bebouwing (paragraaf 10.2);
- Alle kunstwerken, deze worden als "overig" geclassificeerd. Zie hiervoor de definitie van kunstwerken (paragraaf 10.3);
- Water, dit wordt als "water" geclassificeerd. Zie hiervoor de definitie van water (paragraaf 10.4).
- Hoogspanningsmasten en leidingen, deze worden als "overig" geclassificeerd. Zie hiervoor de definitie van hoogspanning (paragraaf 10.5).

10.2 Definitie bebouwing

- Niet van toepassing voor Hoogdynamische gebieden.

10.3 Definitie kunstwerken

- Niet van toepassing voor Hoogdynamische gebieden.
- NB De vaste delen van stormvloedkeringen en hoogwaterkeringen worden als maaiveld geclassificeerd. De bewegende delen worden als overig geclassificeerd.

10.4 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.

- Er geldt geen minimum grootte en/of breedte waarboven de watergangen als water geclassificeerd wordt.
- Ruis in water, door bijvoorbeeld het breken van golven, wordt als water geclassificeerd.

10.5 Definitie hoogspanning

- Niet van toepassing voor Hoogdynamische gebieden.

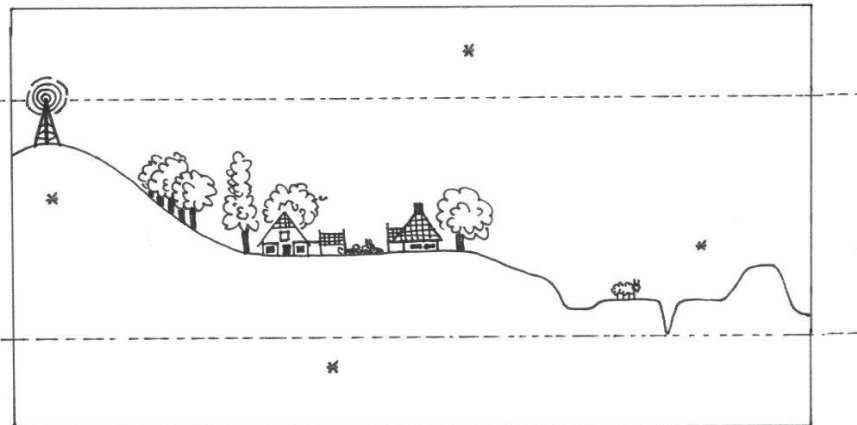
10.6 Definitie extreem

Een extreem is:

- 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;
- een punt dat zich binnen bebouwing (met uitzondering van LiDAR-punten binnen kassen) bevindt, waarbij geldt:
 - Punten op maaiveldniveau binnen bebouwing mogen niet voorkomen in het maaiveld bestand. Deze punten zitten bij voorkeur niet in de data maar indien deze punten in de categorie "overig" zitten zal dit niet leiden tot een afkeuring.³
 - een punt dat zich niet op maaiveldniveau binnen een gebouw bevindt en is geclassificeerd als "overig" zal niet tot afkeuring leiden.

Deze punten mogen niet in de LiDAR-data voorkomen, zowel in de LAS/LAZ bestanden als in de rasters (DSM en DTM). Zie figuur 1 voor mogelijke extremen.



¹ *Figuur 1: Voorbeelden van extremen.*

10.7 Definitie overig

Alle LiDAR-punten die geen extreem zijn niet tot de klasse maaiveld of water behoren krijgen de klasse "overig". Dat betekent dus ook dat alle bebouwing en alle kunstwerken als "overig" worden geclassificeerd.

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

³ Voor verwijderen van punten op maaiveldniveau binnen bebouwing kunt u eventueel de BGT als hulpmiddel gebruiken, daar deze het grondvlak van gebouwen beschrijft in tegenstelling tot de BAG die het dakvlak beschrijft. Het is niet de bedoeling dat punten op maaiveldniveau buiten een gebouw die binnen de BGT definitie van dat gebouw vallen, door afwijkingen tussen de BGT en de LiDAR data in grote getalen verwijderd worden. BGT en BAG kennen andere panddefinities. Voor de definitie van bebouwing wordt in deze opdracht de BAG pandenkaart ten tijde van de vlucht gehanteerd.

10.8 Projectspecifieke 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 Inwinning	De partij die zorg draagt voor de inwinning van het AHN
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	Informatie over voorspelde en gerealiseerde waterstanden is te vinden op Rijkswaterstaat Waterinfo website, zie: https://waterinfo.rws.nl. De 10-minuten astronomische waterhoogtegegevens kunnen opgevraagd worden in een tabel. Hiervoor gaat u naar de kaartlaag "Astronomisch getij" . Deze tabel kunt u downloaden en daarmee zelf de getijdensters genereren.
Vormfouten	Als vormfouten kunnen worden beschouwd alle mogelijke vervormingen, al dan niet regelmatig, van de LiDAR-data. Deze kunnen worden veroorzaakt door o.a. kantelingen van de strook, scannerstoringen, afwijkingen in GPS en INS en exportfouten. Deze vervormingen van de LiDAR-data beschrijven niet de lokale topografie en mogen niet in het bestand voorkomen.

11 Structuur leveringen

11.1 Inhoudsopgave kwaliteitsrapportage

De inhoudsopgave van de kwaliteitsrapportage van de Opdrachtnemer Inwinning ziet eruit zoals hieronder is weergegeven. Alle rapportages (vliegplan, vluchtrapportage en kwaliteitsrapportages) worden in één document aangevuld zodat uiteindelijk een complete

rapportage van het gehele project beschikbaar is. Hoofdstukken en/of onderdelen die voor dit project niet relevant zijn worden enkel voorzien van de tekst: "Niet van toepassing voor dit project."

1. Vliegplan
 - 1.1. Projectgebied
 - 1.2. Vliegstroken
 - 1.3. GPS-stations
 - 1.4. Referentiegebieden
 - 1.4.1. Hoogte
 - 1.4.2. Planimetrie
 - 1.5. Planning inwinvluchten en landmeetkundige werkzaamheden
2. Vluchtrapportage
 - 2.1. Chronologisch overzicht
 - 2.2. Vluchtgegevens
 - 2.3. Terrestrische grondslag
 - 2.4. Grondslagberekeningen
 - 2.5. Kwaliteit ingewonnen data
 - 2.5.1. Dekking
 - 2.5.2. Punt dichtheid
 - 2.5.3. Puntverdeling
 - 2.5.4. Conclusie
 - 2.6. Overige informatie
 - 2.7. Conclusies
3. Geometrie: Absolute hoogte
 - 3.1. Uitgevoerde werkzaamheden
 - 3.2. Resultaten
 - 3.3. Uitzonderingen en afwijkingen
 - 3.4. Conclusies
4. Geometrie: Relatieve hoogte
 - 4.1. Uitgevoerde werkzaamheden
 - 4.2. Resultaten
 - 4.3. Uitzonderingen en afwijkingen
 - 4.4. Conclusies
5. Geometrie: Absolute planimetrie
 - 5.1. Uitgevoerde werkzaamheden
 - 5.2. Resultaten
 - 5.3. Uitzonderingen en afwijkingen
 - 5.4. Conclusies
6. Geometrie: Relatieve planimetrie
 - 6.1. Uitgevoerde werkzaamheden
 - 6.2. Resultaten

- 6.3. Uitzonderingen en afwijkingen
- 6.4. Conclusies
- 7. Punt dichtheid
 - 7.1. Uitgevoerde werkzaamheden
 - 7.2. Resultaten
 - 7.3. Uitzonderingen en afwijkingen
 - 7.4. Conclusies
- 8. Hoogteverschil AHN5 – AHN4
 - 8.1. Uitgevoerde werkzaamheden
 - 8.2. Resultaten
 - 8.3. Uitzonderingen en afwijkingen
 - 8.4. Conclusies
- 9. Classificatie
 - 9.1. Uitgevoerde werkzaamheden
 - 9.2. Resultaten
 - 9.3. Uitzonderingen en afwijkingen
 - 9.4. Conclusies
- 10. Herbemonstering
 - 10.1. Uitgevoerde werkzaamheden
 - 10.2. Resultaten
 - 10.3. Uitzonderingen en afwijkingen
 - 10.4. Conclusies
- 11. Conclusie
 - 11.1. Hoogtenauwkeurigheid
 - 11.2. Karteerbaarheid
 - 11.3. Classificatie
 - 11.4. Herbemonstering
 - 11.5. Slotconclusie

11.2 Directory structuur op te leveren documenten

De directory structuur van de levering van de Opdrachtnemer Inwinning ziet eruit zoals hieronder is weergegeven. Onderdelen die voor dit project niet relevant zijn worden niet geleverd. De overige mappen houden de naam zoals hieronder vermeld.

01_LAZ

- LAZ Strookdata
- LAZ Kaartbladen

02a_DTM_2m

02b_DTM_5m

03a_DSM_2m

03b_DSM_5m

04_Kwaliteitsbeschrijving

00_Vliegplan

01_Projectgebied

02_Vliegstroken

03_GPS-stations

04_Referentiegebieden

10_Vluchtrapportage

11_Chronologisch Overzicht

12_Trajectberekeningen

20_Data

21_Absolute Hoogte

21a_Hoogte referentiedata

22_Relatieve Hoogte

23_Absolute Planimetrie

23a_Planimetrische referentiedata

24_Relatieve Planimetrie

25_Punt dichtheid

26_Hoogteverschil AHN5-AHN4

27_Classificatie

28_Herbemonstering

30_Kaartmateriaal

31_BAG

32_BGT

05_Land water grens