

Kwaliteitsdocument Laseraltimetrie

Resultaten controles Waddenzee 2014

15 september 2014

Combinatie Hansa Luftbild/TopScan in opdracht van Rijkswaterstaat



Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
2	Resultaten kwaliteitscontroles.....	3
2.1	Overzicht data	3
2.2	Uitvoering vluchten	4
2.3	Dekkingscontrole.....	5
2.4	Hoogtecontrole: systematische fout en standaardafwijking	5
2.5	Hoogtecontrole: absolute hoogteafwijking	6
2.6	Hoogtecontrole: relatieve hoogteafwijking	6
2.7	Controle planimetrische nauwkeurigheid.....	6
2.8	Controle puntdichtheid	7
2.9	Controle filtering.....	7
3	Overzicht referentiemateriaal	7
3.1	Onafhankelijke referentiedata	7
3.2	Referentiebestanden.....	8

1 Inleiding

Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor het handhaven van de kustlijn. Voor het programma Kustlijn zorg worden de kustgebieden, van Rottum tot Zeeuws-Vlaanderen, regelmatig ingewonnen middels laseraltimetrie. De laserhoogtemetingen leveren na geometrische verwerking een hoogtebestand dat het maaiveld, de opstallen en de begroeiing van een projectgebied weergeeft. Afhankelijk van de toepassing van het hoogtebestand worden specifieke filterbewerkingen toegepast. Het hoogtebestand bestaat uit punten in x-, y- en z-coördinaten, maar ook in de vorm van een digitaal hoogte model (DHM) met verschillende resoluties waarbij de hoogtewaarde is opgenomen in meters.

Een DHM is een bestand waarbij de hoogte wordt weergegeven volgens een regelmatig, rechthoekig raster. Iedere cel van het raster (ook wel een gridcel genoemd) krijgt een hoogtewaarde. Deze hoogtewaarde wordt berekend uit de omliggende laserpunten van het (on)gefilterde basisbestand.

De laserhoogtebestanden worden ingezet voor de monitoring van de Nederlandse zanderige kust. Daarnaast dienen de bestanden voor het genereren van zandbalans berekeningen van de duinen. De bestanden van de Westerschelde en Wadplaten dienen om het plaatareaal te inventariseren en de moeilijk te loden gebieden middels laseraltimetrie op te nemen.

Rijkswaterstaat streeft naar het efficiënte gebruik van geografische data: enkelvoudige inwinning, meervoudig gebruik. Naast de eerder genoemde monitoringsdoeleinden kan het hoogtebestand ook voor diverse andere doeleinden worden gebruikt.

Dit kwaliteitsrapport beschrijft de eindkwaliteit van de laserhoogtebestanden. Daarnaast kunnen eventuele bijzonderheden vermeld worden die tijdens het controleproces zijn geconstateerd en van invloed kunnen zijn op het gebruik van de data.

2 Resultaten kwaliteitscontroles

Dit kwaliteitsdocument is opgesteld voor gebruikers van de laserhoogtebestanden van het projectgebied Waddenzee 2014. In dit hoofdstuk worden de resultaten van de kwaliteitscontroles van het projectgebied Waddenzee 2014 uiteengezet. De controles zijn uitgevoerd door de Opdrachtnemer.

De laserhoogtebestanden voldoen aan de onderstaande eindtermen.

Kwaliteitseisen: eindtermen

Het laserhoogtebestand dient te voldoen aan de volgende eindtermen:

- Het bestand bezit een hoogtenauwkeurigheid van niet meer dan tien centimeter standaardafwijking en niet meer dan vijf centimeter systematische afwijking;
- Het bestand bezit een minimale punt dichtheid van 1 punt per 2m², waarbij het bestand volledig dekkend is ingewonnen;
- Het bestand geeft een minimale droogvalling weer en is daartoe opgenomen bij een maximale waterstand;
- Het bestand is volledig gefilterd zodat het bestand alleen een beschrijving van de hoogte op maaiveldniveau geeft. Ook het water van de zee is volledig uitgefilterd;
- Het ingewonnen en gefilterde bestand is herbemonsterd naar een equidistant grid met een grid-interval van 2m, 5m en 20m;
- Het bestand is geschikt voor visualisaties en is vrij van verstorende elementen.

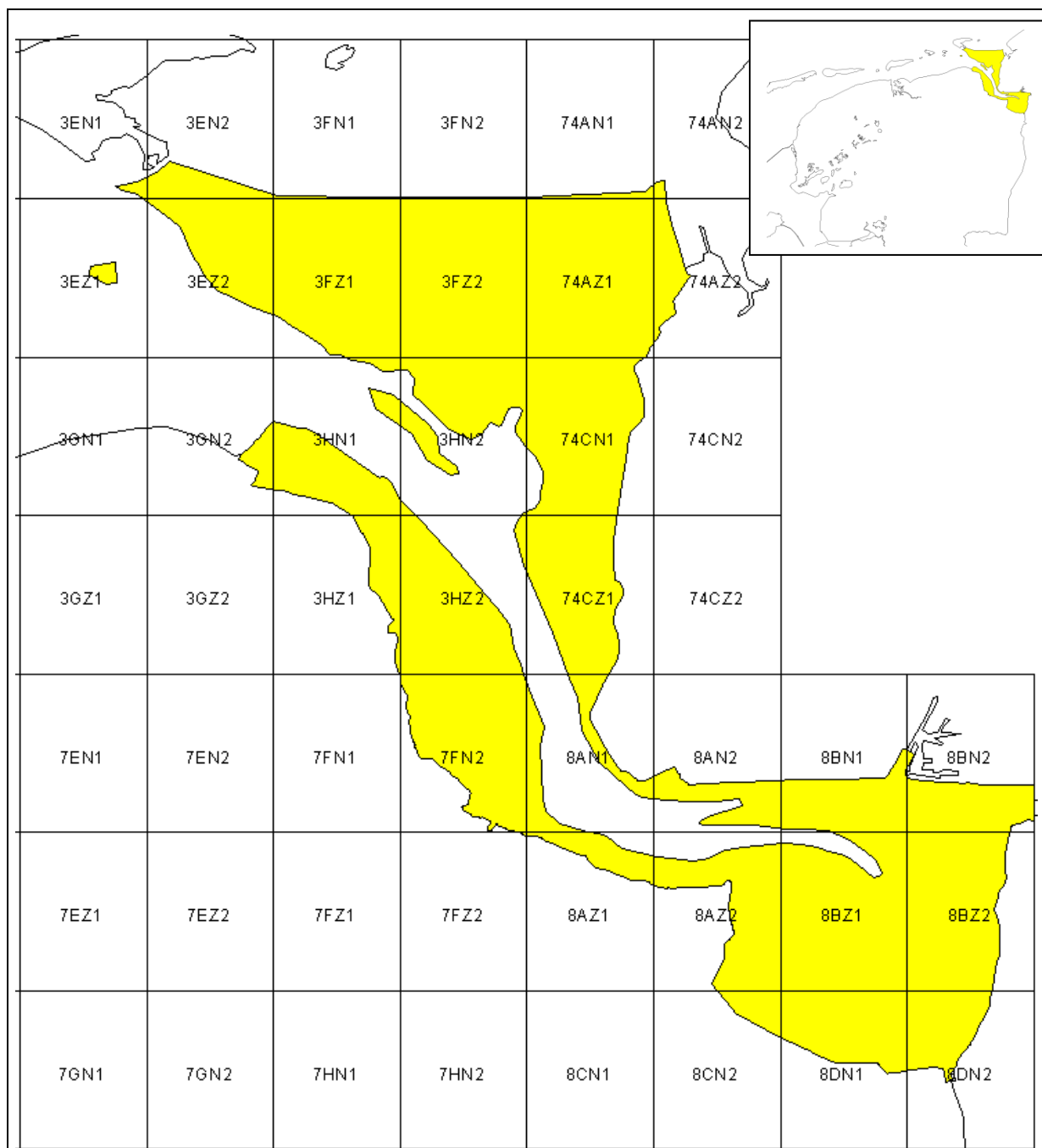
Om de kwaliteit van deze eindtermen te garanderen zijn een aantal specificaties vastgesteld waarop gecontroleerd is. In de volgende paragrafen worden deze specificaties en de resultaten van de controles beschreven.

2.1 Overzicht data

Het projectgebied Waddenzee 2014 omvat de in tabel 2.1 genoemde kaartbladen. Figuur 2.1 geeft een overzicht van het projectgebied. Het projectgebied liep een weinig door ten oosten van blok 8BN2. In overleg met de CIV is besloten dit reepje niet te leveren maar het projectgebied hier op de kaartbladgrens af te knippen.

Kaartbladen									
3EN1	3EN2	3EZ1	3EZ2	3FN1	3FN2	3FZ1	3FZ2	3GN2	3HN1
3HN2	3HZ1	3HZ2	74AN1	74AN2	74AZ1	74AZ2	74CN1	74CZ1	7FN1
7FN2	7FZ2	8AN1	8AN2	8AZ1	8AZ2	8BN1	8BN2	8BZ1	8BZ2
8CN2	8DN1	8DN2							

Tabel 2.1: Geleverde kaartbladen met hoogtedata.



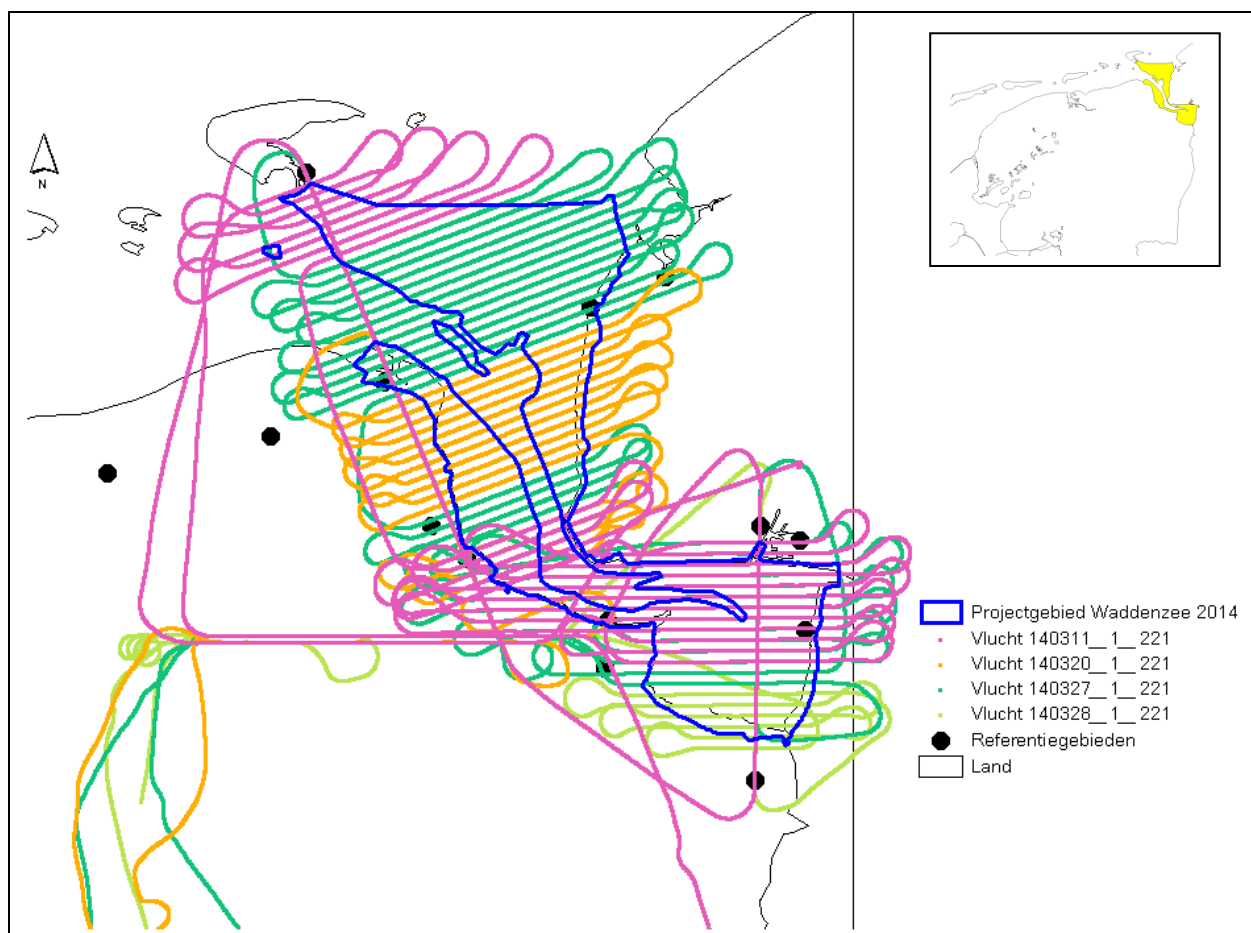
Figuur 2.1a: Overzicht van het projectgebied Waddenzee 2014

2.2 Uitvoering vluchten

De vluchten zijn in 4 dagen gevlogen.

Vlucht	Datum	Gebiedsomschrijving
1	11.03.2014	Eems noordelijk deel, Dollard noordelijk deel
2	20.03.2014	Eems midden
3	27.03.2014	Eems midden en zuid, Dollard midden
4	28.03.2014	Dollard zuidelijk deel

Tabel 2.2: Vliegdata en gevlogen gebieden voor het projectgebied Waddenzee 2013



Figuur 2.2: Overzicht van de vluchtlijnen/data en de ligging van de referentiegebieden van het projectgebied Waddenzee 2014

2.3 Dekkingscontrole

Op 4 locaties zijn als gevolg van wolken onder het opnamevliegtuig no-data gebieden. Deze hebben een oppervlak van $< 0,5 \text{ km}^2$. Besloten deze no-data gebieden ten behoeve van de herbemonstering dicht te interpoleren omdat deze no-datagebieden relatief klein zijn en zich op water of op een vlakke zandplaat bevinden. Voor het overige is de dekking volledig.

2.4 Hoogtecontrole: systematische fout en standaardafwijking

Kwaliteitseisen aan systematische fout en standaardafwijking

- De systematische fout (DZ) in de laserhoogtedata mag niet groter zijn dan vijf centimeter.
- De standaardafwijking (σ_z) van de laserhoogtedata bedraagt ten hoogste tien centimeter. Deze waarde is een één sigma (1σ) criterium, waarop de onderstaande kansverdeling op van toepassing is:
 - 68 % van alle laser hoogtepunten voldoet aan $< 1 \sigma_z$;
 - 95 % van alle laser hoogtepunten voldoet aan $< 2 \sigma_z$;
 - 98 % van alle laser hoogtepunten voldoet aan $< 3 \sigma_z$.

Uit de verificatie blijkt dat de systematische fout in de hoogte varieert van 0,0 cm tot 5,1 cm. De standaardafwijking van de hoogte van de laserpunten ligt tussen 0,9 en 9,4 cm. Hiermee voldoet het bestand aan de kwaliteitseisen. Er zijn geen afwijkingen geconstateerd.

2.5 Hoogtecontrole: absolute hoogteafwijking

Kwaliteitseisen aan absolute hoogteafwijking

Voor alle beschikbare hoogte-referentiedata is het verschil in hoogte berekend tussen de referentiedata en de laserhoogtedata.

Deze absolute hoogteafwijkingen per referentie-object voldoen aan de volgende eis:

- $68\% < 1 * \sigma_z + DZ$
- $95\% < 2 * \sigma_z + DZ$
- $98\% < 3 * \sigma_z + DZ$

waarbij σ_z de standaardafwijking is en DZ de maximale systematische fout.

Per referentieobject

Eis	1 * σ_z + DZ (cm)	2 * σ_z + DZ (cm)	3 * σ_z + DZ (cm)
Referentieobject			
Toetsingswaarde	15	25	35
Delfzijl	7,40	10,80	14,20
Delfzijl	3,80	7,40	11,00
Delfzijl	4,20	7,00	9,80
Delfzijl	2,80	5,50	8,20
Delfzijl	4,30	7,40	10,50
Finsterwolde	3,90	6,40	8,90
Finsterwolde	3,90	7,80	11,70
Pilsum	3,70	7,10	10,50
Emden	3,70	6,20	8,70
Emden	6,00	9,80	13,60
Emden	6,70	10,30	13,90

Uit de tabel blijkt dat alle waarden onder de toetsingswaarden liggen. Hiermee voldoet het bestand aan de kwaliteitseisen. Er zijn geen afwijkingen geconstateerd.

2.6 Hoogtecontrole: relatieve hoogteafwijking

Kwaliteitseisen aan relatieve hoogteafwijking

De verschillende stroken moeten goed op elkaar aansluiten, zodanig dat aan de eindtermen kan worden voldaan. Ook mogen er geen strookvervormingen of andere visueel verstorende elementen voorkomen. De strookverschillen mogen maximaal 15cm bedragen.

De strookverschillen liggen rond de 4cm en voldoen daarmee aan de randvoorwaarden. Er zijn geen afwijkingen geconstateerd.

2.7 Controle planimetrische nauwkeurigheid

Kwaliteitseisen aan planimetrische nauwkeurigheid

Voor alle beschikbare planimetrische referentiedata is het verschil in planimetrie berekend tussen de referentiedata en de laserdata.

De planimetrische nauwkeurigheid van het ongefilterde bestand met laserdata dient zodanig te zijn dat de afwijking van de verschillen met de referentiebestanden maximaal 50 centimeter is in iedere willekeurige richting.

De laserdata is gesuperponeerd op de beschikbare BAG-data en past daarop zeer goed. De gemeten afwijkingen blijven binnen de norm hiervoor. Hiermee voldoet de dataset aan de eis voor de planimetrische nauwkeurigheid.

2.8 Controle punt dichtheid

Kwaliteitseisen aan punt dichtheid

Voor het ongefilterde bestand met laserhoogtedata geldt dat op iedere willekeurige plaats aan de minimale punt dichtheidseis van 1 punt per 2 m² is voldaan.

Voor het gehele projectgebied geldt dat aan de punt dichtheidseis is voldaan. Plaatselijk op wateroppervlak kan er een geringere punt dichtheid zijn wegens geringere reflectie. De punten zijn normaal verdeeld over het projectgebied en er komen geen clusteringen voor.

2.9 Controle filtering

Kwaliteitseisen aan filtering

Het ongefilterde bestand met laserdata dient gefilterd te worden zodat maaiveldhoogten overblijven. Het gefilterde bestand dient te voldoen aan de volgende eisen:

- Volledige filtering van objecten op maaiveldniveau volgens de in bijlage E van het Programma van Eisen Laseraltimetrie 1.0 def. (zaaknummer 31074371) opgenomen maaivelddefinitie;
- Hierbij geldt een tolerantie van maximaal één (1) object dat onjuist gefilterd of onjuist ongefilterd is per 1000 hectaren, deze tolerantie is niet van toepassing op maaiveldelementen die als waterkering dienen;
- Volledige filtering van vegetatie hoger dan 0,5 meter, hierbij geldt een tolerantie van maximaal één (1) hectare aan onjuist gefilterde of onjuist ongefilterde data per 10.000 hectaren. Vegetatie die wordt waargenomen op de (droogvallende) bodem dient ook gefilterd te worden;
- Zo goed mogelijke beschrijving van maaiveld voor gebieden met een vegetatie lager dan 0,5 meter, hierbij geldt een tolerantie van maximaal één (1) hectare aan onjuist gefilterde of onjuist ongefilterde data per 5000 hectaren;
- De onjuist gefilterde of ongefilterde gebieden mogen geen aaneengesloten gebied groter dan een hectare beslaan;
- Volledige filtering van uitschieters. Er geldt een tolerantie van één (1) uitschieter per 1000 hectare oppervlak, die nog in het gefilterde bestand aanwezig mag zijn;
- Water is geen onderdeel van de maaivelddefinitie, diensgevolge dient water van de zee en ander oppervlaktewater uitgefilterd te worden.

De filtering is op correcte wijze uitgevoerd en er zijn geen afwijkingen geconstateerd. Mosselbanken zijn uitgefilterd, waardoor plaatselijk gaten in de gefilterde data aanwezig zijn.

3 Overzicht referentiemateriaal

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de materialen die ter referentie gebruikt worden bij de controle.

3.1 Onafhankelijke referentiedata

Meetmethode: Real time kinematische GPS

Datum meting	Locatie
Voorjaar 2013	Delfzijl
Voorjaar 2013	Finsterwolde
Juli 2014	Emden
Juli 2014	Pilsum

3.2 Referentiebestanden

BAG Gebouwen Waddenzee

datum uitgave 3 september 2013
leverancier Rijkswaterstaat

Het referentiebestand betreft de BAG-kartering in de projectgebieden. Bij de BAG-kartering zijn de gebouwtrekken gekarteerd vanuit orthofoto's; derhalve de dakomtrekken. Deze bestanden zijn gebruikt voor de controle op de planimetrie.