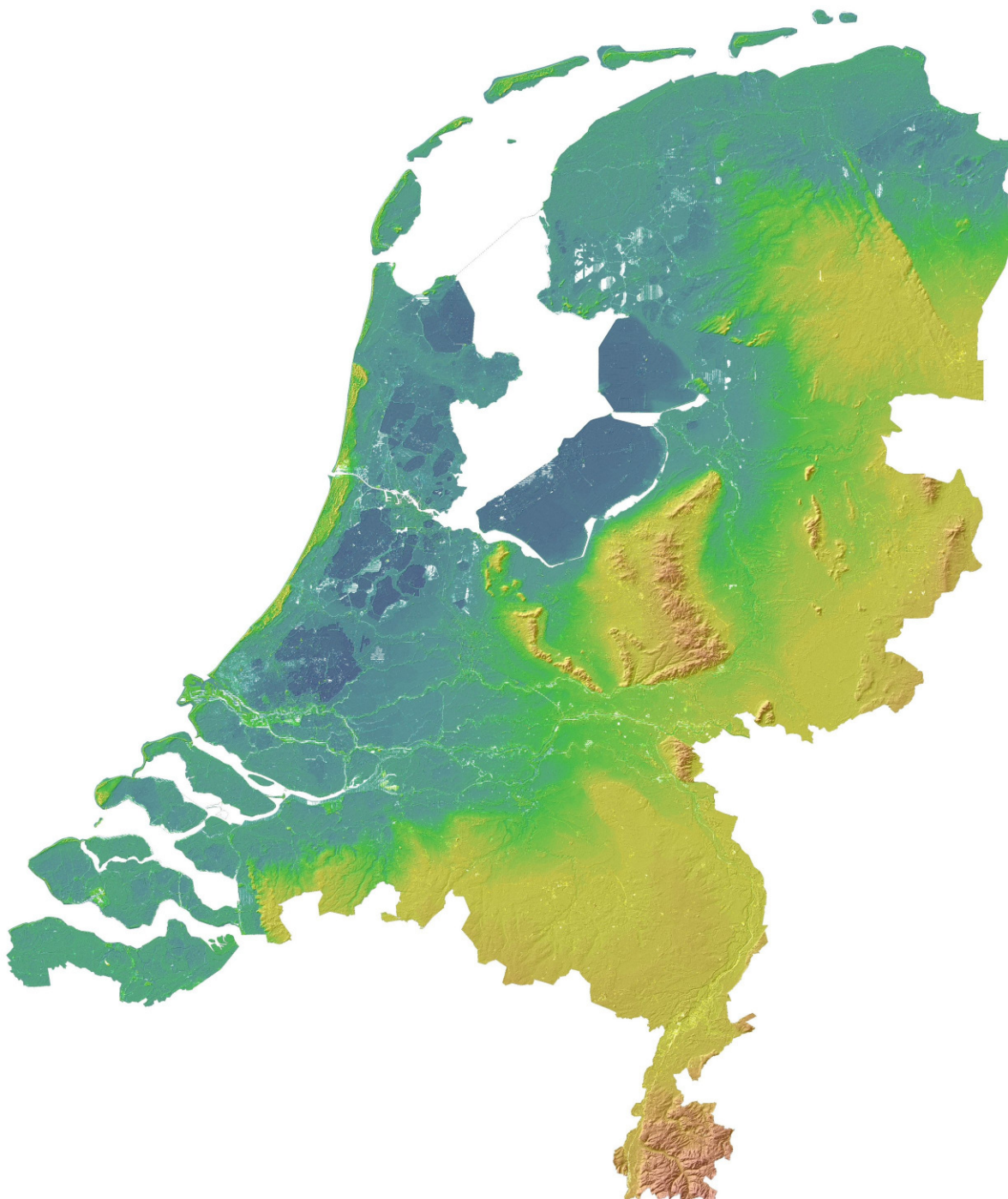




Kwaliteitsdocument laseraltimetrie Projectgebied Westerschelde 2007



Kwaliteitsdocument laseraltimetrie
Deel 2: Resultaten controles Westerschelde 2007

Data-ICT-Dienst

november 2007
Definitieve versie
ing. A.P. van Waarden-Nagel

Inhoudsopgave

1	Doelstelling kwaliteitsdocument	3
2	Overzicht projectspecificaties en gebruikt referentiemateriaal	4
2.1	Referentievelden	4
2.2	Naslagwerken	4
3	Resultaten controles	6
3.1	Overzicht data	6
3.1.1	Uitvoering vluchten	6
3.2	Resultaten hoofdtak 1 controle	7
3.2.1	Resultaten statistische hoogtecontrole	7
3.2.2	Resultaten controle van de frequentie	8
3.2.3	Resultaten van de punt dichtheidscontrole	9
3.2.4	Resultaten van de controle op ontbrekende data	9
3.2.5	Resultaten van de controle op de strookaansluiting en –overlap	9
3.2.6	Resultaten van de controle op extremen	10
3.2.7	Resultaten van de controle van planimetrie	10
3.2.8	Resultaten van de foutsoortencontrole	11
3.3	Resultaten hoofdtak 2 controle	11
3.3.1	Resultaten van de controle op ontbrekende data in hoofdtak 2	11
3.3.2	Resultaten van de controle op uitschieters	11
3.3.3	Resultaten van de controle op filtering van vegetatie	12
3.3.4	Resultaten van de controle op filtering van bebouwing	12
3.3.5	Resultaten van de controle op filtering van overige objecten	12
3.3.6	Resultaten van de controle op filtering van water van de zee	13
3.4	Andere verstoringen en correctie	13
3.4.1	Ruis	13
3.4.2	Hoogteafwijking	14
3.5	Conclusies	14
3.6	Akkoordverklaring projectleider	15

1 Doelstelling kwaliteitsdocument

Laseraltimetrie is een relatief nieuwe techniek op het gebied van hoogte-inwinning, waarmee in vergelijking tot terrestrische metingen tegen lage kosten nauwkeurige gegevens omtrent de maaiveldhoogte worden ingewonnen. Daarbij wordt tevens een dichte, a-selectieve bedekking van het oppervlakte gegarandeerd.

Informatie omtrent de maaiveldhoogte is onontbeerlijk voor het beheer van onder meer kust, rivieren, wadden, dijken en polders. Het gebruik van hoogte-informatie is echter niet alleen belangrijke informatie voor waterbeheer, maar ook voor de berekening van grondverzet of als basisinformatie voor stedelijke inrichting en tracéstudies. Daarnaast is het een nuttige bron voor ruimtelijk onderzoek op het gebied van geomorfologie en archeologie. De behoefte aan actuele maaiveldhoogte-informatie is dan ook groot.

Uit testvluchten is geconcludeerd dat met laseraltimetrie een hoge nauwkeurigheid bereikt kan worden. Bij meer routinematige vluchten blijkt echter dat na vergelijking van de laseraltimetriemetingen met referentiemetingen de nauwkeurigheid soms lager uitvalt dan onder optimale omstandigheden mogelijk zou zijn. Hierbij spelen onder andere de kwaliteit van de gebruikte meetsystemen en de invloed van de atmosfeer op de laserpulsen een belangrijke rol, maar ook de gebruikte filtertechnieken en de punt dichtheid zijn van belang.

Sinds begin 2003 werkt de Data-ICT-Dienst (DID) met een longlist van voorgeselecteerde leveranciers. Uitgangspunt voor deze longlist is dat de DID leveranciers in kan zetten die tijdens de voorselectie (of prekwificatie) hebben bewezen dat zij de beloofde kwaliteit kunnen garanderen. Daarnaast herzielt de DID de interne werkprocessen om zijn functie als opdrachtgever en kwaliteitscontroleur beter te kunnen uitoefenen. De data die aan de DID wordt geleverd is door de leverancier gecorrigeerd voor onregelmatigheden die zijn ontstaan tijdens de vlucht en tijdens de bewerking van de gegevens. Voor, tijdens en na de vlucht en bewerkingen worden regelmatig rapportages geleverd aan de DID. Uit deze rapportages moet blijken dat de data van de leverancier aan de gestelde eisen voldoet. Na de levering van de bewerkte data aan de DID worden een aantal controles uitgevoerd om na te gaan of eventuele aanwezige afwijkingen in de data binnen de vooraf gestelde specificaties vallen. In dit document worden de methoden die tijdens deze controle worden toegepast toegelicht. Daarnaast worden de resultaten van de controles uiteengezet. De DID kan van de data die op deze manier is gecontroleerd de garantie bieden dat de data voldoet aan de gestelde kwaliteitseisen.

De doelstelling van dit kwaliteitsdocument is tweeledig: ten eerste biedt dit kwaliteitsdocument inzicht in de gebruikte techniek en de stand van zaken ten tijde van de inwinning. Ten tweede worden de kwaliteitscontroles bij de DID en de resultaten hiervan uitvoerig beschreven. De DID beoogt hiermee inzicht en transparantie te verkrijgen in de uitgevoerde controles. De klant kan hieruit direct afleiden of de hoogtedata aan de specificaties voldoet en dus aan de gewenste kwaliteit.

Als gevolg hiervan bestaat het kwaliteitsdocument uit twee delen:

Deel 1: De techniek laseraltimetrie en de controle bij de DID (algemeen);

Deel 2: Controleresultaten van het project.

Deel 1 omvat de algemene, technische beschrijving van de totstandkoming van het product. Deel 2 (dit rapport) is projectafhankelijk en beschrijft de controleresultaten van het projectgebied Westerschelde 2007 en de uiteindelijke kwaliteitsbeschrijving van de uit het project voortgekomen data.

2 Overzicht projectspecificaties en gebruikt referentiemateriaal

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

2.1 Referentievelden

Lokaties: sportvelden
Datum van inmeting: voorjaar 2006
Meetmethode: GPS stop and go, real time kinematische GPS of waterpassing

2.2 Naslagwerken

TOP250raster (1:250.000), TOP50raster (1:50.000), TOP25raster (1:25.000)

datum uitgave resp. 1996, 2003, 2003
leverancier Topografische Dienst Kadaster (voorheen Topografische Dienst Nederland)

De digitale TOPraster-producten zijn afkomstig van de Topografische Dienst Kadaster. Deze functioneren tijdens de controle als ondergrond en referentie.

Bij de visuele controle van de laserdata wordt voor het betreffende gebied het overeenkomende TOP10Vector bestand over het digitale hoogtemodel heen geprojecteerd. Het bestand functioneert, afhankelijk van de schaal van het product, als ondergrond en referentie.

TOP10vector (1: 5.000 – 1:25.000)

datum uitgave 2003
leverancier Topografische Dienst Kadaster (voorheen Topografische Dienst Nederland)

De digitale TOP10vectorbestanden zijn afkomstig van de Topografische Dienst Kadaster. Deze worden door de DID gebruikt als basisbestand voor GIS-toepassingen binnen een Arc/Info-systeem. De bestanden hebben een gesloten-vlakken structuur, opgebouwd uit gecodeerde en onderling geknoopte lijnelementen. Het schaalbereik van TOP10Vector varieert van 1:5.000 tot 1:25.000 waardoor de meeste topografie wordt afgebeeld als vlakobject. De verschillende topografische elementen binnen het bestand kunnen afzonderlijk of gecombineerd worden geselecteerd, waarbij de structuur van de data intact blijft.

Bij de visuele controle van de laserdata wordt voor het betreffende gebied het overeenkomende TOP10Vector bestand over het digitale hoogtemodel heen geprojecteerd. Op deze manier kan onder meer gekeken worden naar:

- het correct uitfilteren van bebouwing (bv. kantoren, huizen);
- het voorkomen van wateroppervlakken (bv. sloten, plassen en rivieren);
- de aanwezigheid van dijken en wegen;
- het correct lopen van waterwegen en waterbegrenzingsen;
- een eventuele verschuiving in de X- en/of de Y-richting van de data.

GBKN (1: 500 – 1:2.000)

datum uitgave inwinning 1985-2003
leverancier Landelijk Samenwerkingsverband GBKN

De Grootsschalige Basiskaart Nederland (GBKN) is de meest gedetailleerde topografische basiskaart van heel Nederland. De kaart heeft een grote schaal en is dus heel gedetailleerd. In bebouwde gebieden is de schaal 1:500 of 1:1000 en in landelijke gebieden 1:2000.

De GBKN bevat drie soorten informatie: harde topografie (b.v. gebouwen, civieltechnische kunstwerken en hoogspanningsmasten), zachte topografie (b.v. begrenzingen van wegen, waterwegen, sloten, onder- en bovenkanten van dijken en taluds, aaneengesloten begroeiing) en semantische informatie. Voor de controle van bestanden ingewonnen met laseraltimetrie is vooral de harde topografie belangrijk.

Bij de visuele controle van de laserdata wordt voor het betreffende gebied het overeenkomende GBKN bestand over het digitale hoogtemodel heen geprojecteerd. Op deze manier kan onder meer gekeken worden naar een eventuele verschuiving in de X- en/of de Y-richting van de data.

Digitaal Topografisch Bestand van de natte/droge infrastructuur (DTB-nat/DTB-droog)

datum uitgave 2000
leverancier DID

De DID produceert eigen Digitaal Topografische Bestanden (DTB-wegen en DTB-rivieren) en daarbij horende analoge kaarten waarin gegevens over wegen en waterwegen nauwkeurig zijn vastgelegd. Een DTB is een vector georiënteerd digitaal topografisch bestand waarin een groot aantal verschillende topografische elementen op eenduidige wijze in RD-NAP zijn vastgelegd met een generalisatieschaal van 1:1.000 voor de wegenbestanden en 1:5.000 voor de rivierenbestanden. Deze vastlegging geschiedt voornamelijk door middel van fotogrammetrie, aangevuld met terrestrische metingen in het veld. Het DTB-nat bestaat uit informatie over onder meer de exacte ligging van dijken, kades, sluizen, oevers en kribben. Het DTB-droog bestaat uit zeer gedetailleerde informatie van o.a. de ligging van wegmeubilair, zoals lantaarnpalen, verkeersborden, hectometerbordjes en geleiderailconstructie. Beide bestanden bevatten tevens hoogte-informatie van het maaiveld en bepaalde objecten.

De bladligging van een DTB komt overeen met de grootte van een TOP10vector bestand. Dit bestrijkt een gebied van 10.000 bij 6.250 meter.

Bij de visuele controle van de laserdata wordt voor het betreffende gebied het overeenkomende DTB bestand over het digitale hoogtemodel heen geprojecteerd. Er wordt gekeken naar overeenkomst van de data met het DTB op de volgende punten:

- het correct lopen van waterwegen en waterbegrenzingsen;
- het voorkomen van wateroppervlakken (bv. rivieren);
- een eventuele verschuiving in de X- of de Y-richting van de data.

Digitale Kleuren Luchtfotokaart van Nederland (DKLN)

datum uitgave 2003
leverancier Eurosense BV

Orthofotomozaïk van geheel Nederland van het Digitale Kleuren Luchtfotografie Nederland versie 2003. Vervaardigd uit orthofoto's van Nederland met resolutie 0.5 m, op basis van luchtfotografie in kleur op schaal 1:35.000, uitgevoerd in 2003.

De Grote Provincie Atlas

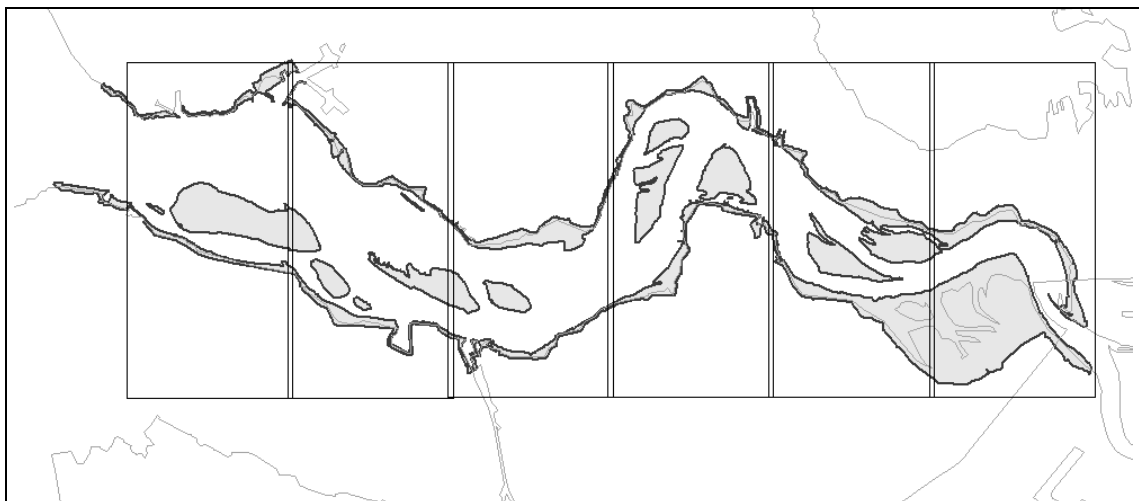
datum uitgave 1996
leverancier Topografische Dienst Kadaster (voorheen Topografische Dienst Nederland)

De Topografische Dienst Kadaster levert materiaal voor De Grote Provincie Atlas op een schaal van 1:25.000. Ter controle van de data wordt gewerkt met deze atlas. In de meeste gevallen wordt echter gewerkt met de vergelijkbare TOPrasterproducten die digitaal voorhanden zijn.

3 Resultaten controles

Dit kwaliteitsdocument is opgesteld voor Directie Zeeland. In dit hoofdstuk zullen de resultaten van de controle van het projectgebied Westerschelde 2007 uiteengezet worden. In paragraaf 3.1 wordt eerst een overzicht gegeven van het gebied. In de paragrafen 3.2 tot en met 3.5 worden de resultaten beschreven van de leveringen. In paragraaf 3.6 staat de samenvatting.

3.1 Overzicht data



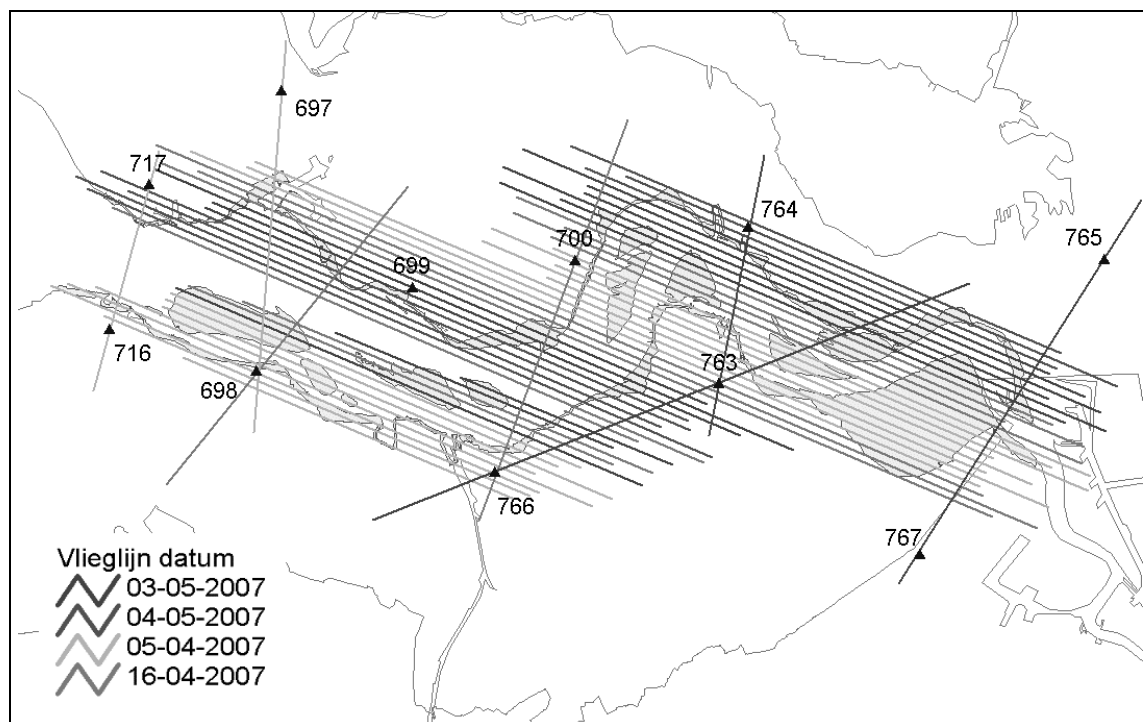
Figuur 3.1: De geleverde bladen van het gebied Westerschelde 2007.

3.1.1 Uitvoering vluchten

De leverancier die verantwoordelijk is voor de geleverde laseraltimetriedata (inclusief de filtering) is Eurosense BV. Het ruimtelijk referentie systeem van de data is RD/NAP. Er is gemeten met een Azimuth AeroScan laser scanner vanuit platform Cessna 404 Courier Titan OO-GPS.

Het projectgebied Westerschelde 2007 is in 4 vluchten opgenomen: 5 april, 16 april, 3 en 4 mei 2007 bij voldoende laag tij.

Deze vier vluchten dekten het projectgebied volledig, zodat er geen aanvullende hervluchten nodig waren. In figuur 3.2 wordt een overzicht gegeven van de gevlogen stroken en de bijbehorende vliegdata. Ook zijn hierin de locaties van de referentiegebieden aangegeven.



Figuur 3.2: De vlieglijnen en vliegdata van het gebied Westerschelde 2007.

3.2 Resultaten hoofdtak 1 controle

3.2.1 Resultaten statistische hoogtecontrole

In tabel 3.1a en 3.1b zijn de resultaten van de statistische hoogtecontrole weergegeven. Sommige controlegebieden zijn meerdere keren gevalideerd (bijvoorbeeld in langs- en dwarsstroken). Het uitgangspunt bij de validaties met verschillende stroken is dat een onafhankelijke validatie kon plaatsvinden. In figuur 3.2 is de ruimtelijke verdeling van de controlegebieden afgebeeld. In deel 1, paragraaf 2.4 en deel 1, paragraaf 4.5.4 worden de eisen die gesteld worden aan de hoogtevalidatie opgesomd:

Aanvullende eisen aan referentievelden

Op elk controleveld wordt een gemiddeld hoogteverschil berekend. De eis is dat 50% van de hoogteverschillen tussen de -5 en 5 cm ligt, 67% tussen -10 en 10 cm en 95% tussen -15 en 15 cm.

Deze eis is gehanteerd voor het hele gebied. Wel kunnen er dus meerdere hoogteverschillen zijn berekend per controlegebied. Deze hoogteverschillen zijn altijd onafhankelijk.

In de volgende tabellen zijn de resultaten van de statistische hoogtecontrole opgenomen.

naam controle gebied	locatie	kaart blad	inwin datum	soort gebied	aantal punten	gemiddelde afwijking [m]	standaard afwijking [m]	RMS fout [m]
697	Arnhemvelden	65DN2	apr-06	sportveld	182	-0.019	0.013	0.023
698	Hoofdplaat	67BN2	apr-06	sportveld	194	-0.008	0.016	0.018
698	Hoofdplaat	67BN2	apr-06	sportveld	194	-0.019	0.014	0.024
698	Hoofdplaat	67BN2	apr-06	sportveld	194	-0.016	0.016	0.023
699	Driewegen	65GZ1	apr-06	sportveld	188	-0.016	0.045	0.048
700	Hoedekenskerke	65HZ1	apr-06	sportveld	210	-0.002	0.015	0.015
700	Hoedekenskerke	65HZ1	apr-06	sportveld	210	0.061	0.018	0.064

700	Hoedekenskerke	65HZ1	apr-06	sportveld	210	0.036	0.015	0.039
716	Breskens	67AN2	apr-06	sportveld	120	-0.056	0.019	0.059
717	Vlissingen	65CZ2	apr-06	sportveld	108	0.014	0.008	0.016
763	Kloosterzande	67FN2	apr-06	sportveld	202	0.027	0.017	0.032
763	Kloosterzande	67FN2	apr-06	sportveld	202	0.001	0.018	0.018
763	Kloosterzande	67FN2	apr-06	sportveld	202	0.027	0.016	0.031
764	Kruiningen	49CN1	apr-06	sportveld	249	0.013	0.015	0.020
764	Kruiningen	49CN1	apr-06	sportveld	186	0.008	0.018	0.019
764	Kruiningen	49CN1	apr-06	sportveld	249	0.012	0.016	0.020
765	Woensdrecht	49DN2	apr-06	sportveld	209	-0.029	0.017	0.033
766	Terneuzen	67EZ2	apr-06	sportveld	185	-0.029	0.015	0.033
766	Terneuzen	67EZ2	apr-06	sportveld	185	-0.098	0.034	0.104
766	Terneuzen	67EZ2	apr-06	sportveld	185	-0.040	0.015	0.043
767	Kieldrecht	55BZ1	apr-06	sportveld	144	-0.036	0.024	0.043

Tabel 3.1a: Een overzicht van alle gebruikte referentiegebieden bij de validatie van de hoogte van de laserdata van het projectgebied Westerschelde 2007. De controlegebieden zijn ingewonnen door de DID, en FugroInpark BV.

Samenvatting bevindingen controles referentiegebieden DID			
Aantal referentiegebieden: 11		waarvan 21 maal onafhankelijk gevalideerd	
Omschrijving	Totaal aantal	Eis	Percentage
Aantal < 5 cm	18	> 50%	86 %
Aantal < 10 cm	21	> 67%	100 %
Aantal < 15 cm	21	> 95%	100 %

Tabel 3.1b: Resultaten statistische hoogtecontrole van het projectgebied Westerschelde 2007.

3.2.2 Resultaten controle van de frequentie

Het ongefilterde frequentiegrid is door de DID visueel gecontroleerd op de in deel 1, paragraaf 4.2 genoemde punten. Bij deze controle zijn geen storingen geconstateerd. In figuur 3.3 is een detail van het frequentiegrid afgebeeld.



Figuur 3.3: Afbeelding van een deel leveringsgebied met resultaten frequentiemeting. Opname geeft de banken weer bij Hoedekenskerke.

3.2.3 Resultaten van de punt dichtheidscontrole

Het ongefilterde punt dichtheidsgrid is door de DID gecontroleerd op de in deel 1, paragraaf 4.3 genoemde punten. De punt dichtheidseis voor het projectgebied Westerschelde 2007 betrof minimaal 1 punt per 6 m². Aan deze eis wordt ruimschoots voldaan met 1,9 punten per 6m².

In tabel 3.2 is het resultaat van deze punt dichtheidsmeting gegeven. De punt dichtheid is gecontroleerd voor het hele gebied, het betreft dus een gemiddelde punt dichtheid. Daarnaast is ook gecontroleerd of een enkele strook (zonder overlap) ook voldeed aan de punt dichtheidseisen. Naast deze controles is ook het punt dichtheidsgrid visueel gecontroleerd. Het betreft hier de punt dichtheid van de ongefilterde bestanden.

	benaderde oppervlak	punt dichtheid ongefilterd		
		punten / m2	1 punt per	punten / 6 m2
Westerschelde 2007	57.000 ha	0.3130	3.19	1.88

Tabel 3.2 Resultaten punt dichtheidscontrole van het projectgebied Westerschelde 2007.

3.2.4 Resultaten van de controle op ontbrekende data

Het projectgebied Westerschelde 2007 is volledig dekkend gevlogen. Er is dus geen ontbrekende data gevonden.

3.2.5 Resultaten van de controle op de strookaansluiting en –overlap

De strookaansluiting en –overlap zijn visueel gecontroleerd in het verschilgrid van de overlappen. In de eerste levering bleken niet alle strookoverlappen goed te zijn berekend. In de tweede levering is dit opgelost. Hierbij zijn geen onregelmatigheden geconstateerd. In figuur 3.4 wordt een overzicht gegeven van het verschilgrid van de overlappen.



Figuur 3.4: Afbeelding van een voorbeeld hoogteverschilplot met resultaten hoogteverschillen. Afgebeeld is een onderdeel van de Hogeplaten bij Breskens.

Over het algemeen geldt dat een lichtgele kleur van het verschilgrid aangeeft dat de verschillen tussen de stroken niet groter zijn dan 5 centimeter. In gebieden waar vegetatie, bebouwing of water voorkomt, zijn de verschillen groter omdat de laserpunten niet precies op hetzelfde punt betrekking hebben. Grotere verschillen zijn daar dus normaal. Ook wanneer de stroken niet op hetzelfde tijdstip zijn gevlogen kunnen er verschillen ontstaan met name in gebieden die onderhevig zijn aan eb en vloed. Deze verschillen zijn met name te zien tussen dwars- en langsstroken. Per deelgebied zijn alle langsstroken gevlogen in een laagwaterperiode met een bepaald venster. Het kan voorkomen dat de dwarsstrook die hierover vliegt, op een andere dag is gevlogen waarbij de waterstand afweek. Deze

afwijkingen zijn goed te zien. De DID controleert met name op vlakke gebieden (zoals het strand) die in een kort tijdsbestek niet al te veel veranderen.

De overlappen zijn ook gecontroleerd op voldoende breedte. Voor het projectgebied Westerschelde 2007 gold dat, bij een minimale punt dichtheid van 1 punt per 6 m², de minimale strookbreedte 61 meter zou moeten zijn. Omdat de werkelijke punt dichtheid van het bestand hoger was dan de minimale punt dichtheid is de minimale strookoverlapbreedte kleiner dan 61 meter. Bijvoorbeeld, bij een werkelijke punt dichtheid van 0.35 punten per m² is de minimale strookoverlapbreedte slechts 42 meter. De strookbreedte is steekproefsgewijs gemeten over meerdere overlappen en was in alle gevallen voldoende bevonden.

3.2.6 Resultaten van de controle op extremen

Er bevinden zich geen extremen in de bestanden, waardoor aan de eisen wordt voldaan.

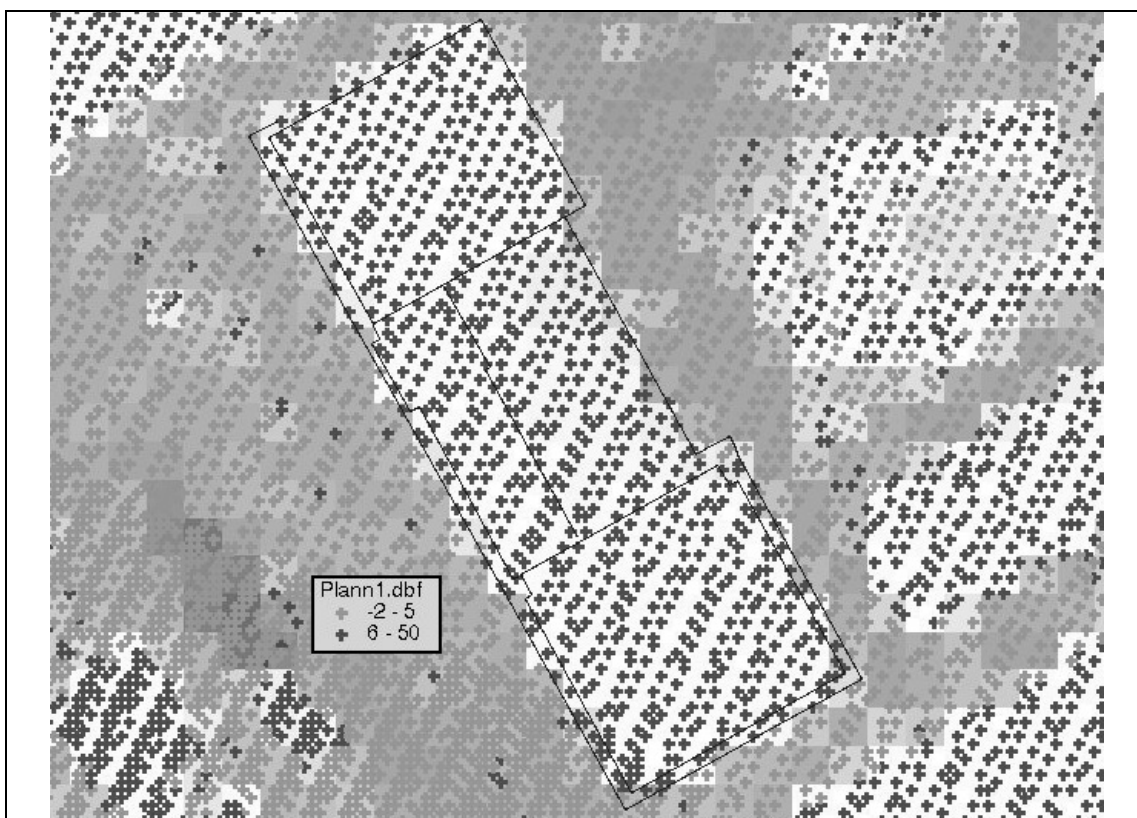
3.2.7 Resultaten van de controle van planimetrie

Voor de planimetrische controle zijn DTB-bestanden gebruikt. Over het projectgebied Westerschelde 2007 zijn willekeurige objecten gecontroleerd. De locaties van de objecten zijn evenwichtig verdeeld over het projectgebied zodat mogelijke verschuivingen in zowel x- als y-richting goed opgemerkt kunnen worden.

Planimetrie controle

XY-ligging (planimetrie)

Ingemeten gebouwen	Diverse locaties in Vlissingen
gebruikte TOP10 bladen	65 C22



Figuur 3.5: Planimetrische controle in Vlissingen. De hoger gelegen punten passen goed in de GBKN.

3.2.8 Resultaten van de foutsoortencontrole

De foutsoorten worden als volgt gedefinieerd:

F1: Fout per punt (ruis door de laserscanner)

F2: Fout per gebied van 100 m x 500 m (ruis door GPS waarneming)

F3: Fout per strook (combinatie GPS/INS)

F4: Fout voor hele gebied (de aansluiting aan NAP)

Voor het projectgebied Westerschelde 2007 werden de foutsoorten op een andere wijze berekend dan in reguliere laserprojecten. Zie hiervoor deel 1, paragraaf 4.5.4. De resultaten van de foutsoortencontrole zijn in tabel 3.3 opgenomen. Het aantal referentiestrokenparen is afhankelijk van het aantal vliegdagen waarin het gebied is opgenomen: in dit geval zijn er 5 paren referentiestroken.

Per referentiestrook kunnen de foutsoorten verschillend zijn, afhankelijk van factoren als de gebruikte scanner, de configuratie van de stroken en de referentiegebieden en verwerkings-procedures. De resultaten van de foutsoortencontrole zijn in tabel 3.3 opgenomen.

Foutsoorten Westerschelde 2007 per vliegdag					
Foutsoort	Eis	070305	070416	070503	070504
Foutsoort 1	< 24 cm	5.91 cm	6.51 cm	8.74 cm	9.43 cm
Foutsoort 2	< 31 cm ²	7.36 cm ²	8.90 cm ²	12.74 cm ²	nvt
Foutsoort 3	< 66 cm ²	5.21 cm ²	13.02 cm ²	0.78 cm ²	nvt
Foutsoort 2+3 *	< 97 cm ²	nvt	nvt	nvt	8.84 cm ²

Tabel 3.3: Resultaten van de foutsoortencontrole van het projectgebied Westerschelde 2007.

* Indien foutsoorten 2 en 3 niet afzonderlijk berekend kunnen worden, geldt de eis voor de som van foutsoort 2 en 3.

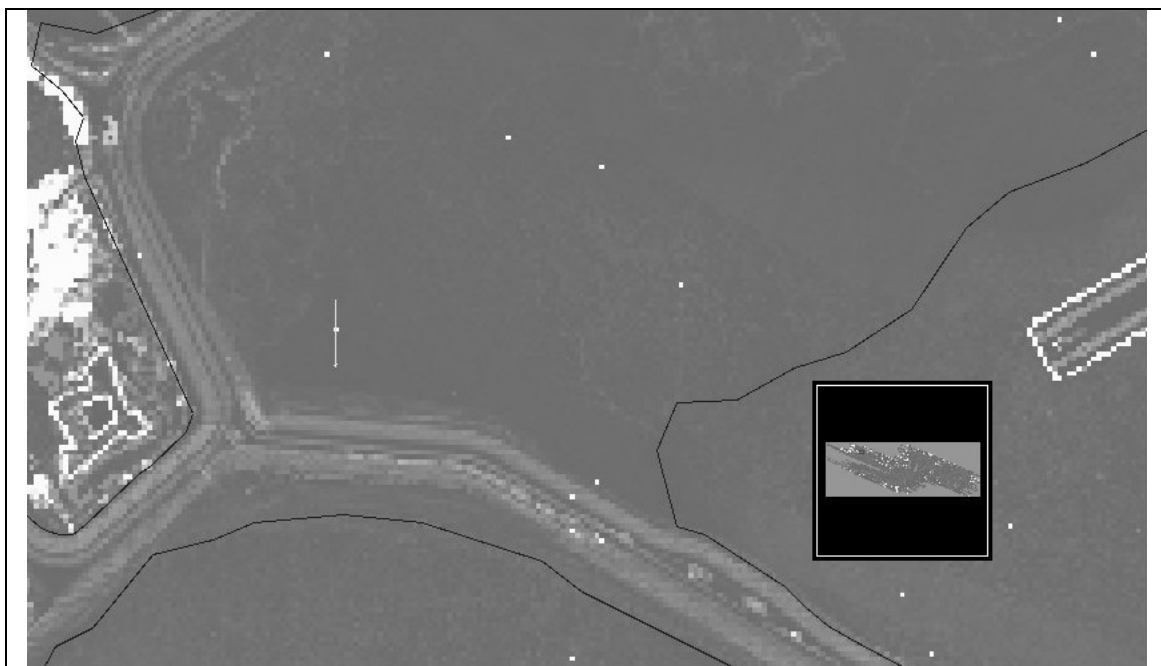
3.3 Resultaten hoofdtak 2 controle

3.3.1 Resultaten van de controle op ontbrekende data in hoofdtak 2

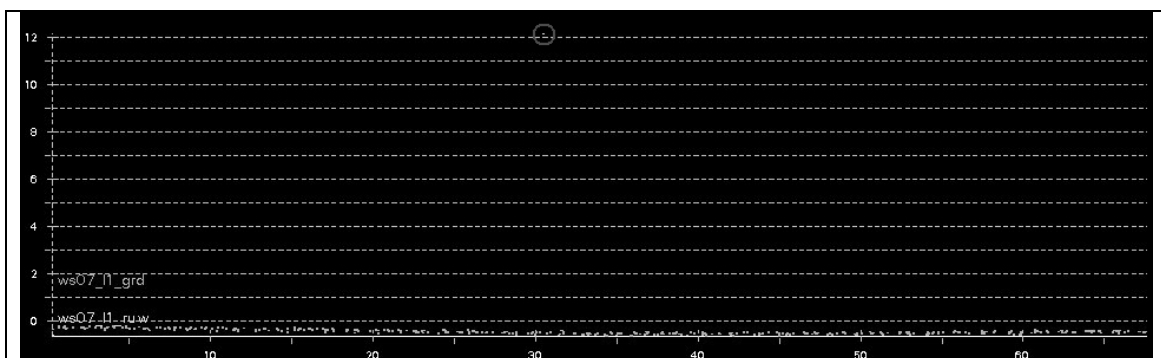
In het projectgebied Westerschelde 2007 is na goedkeuring van de data geen ontbrekende data als gevolg van bewerkingen in hoofdtak 2 aangetroffen.

3.3.2 Resultaten van de controle op uitschieters

Tijdens de controles van de eerste levering waren op te veel plaatsen in het projectgebied Westerschelde uitschieters gevonden. Deze zijn in de tweede levering hersteld, waardoor er in het hele bestand geen uitschieters aanwezig zijn. Daarbij wordt de norm van maximaal 12 uitschieters natuurlijk niet overschreden. In figuren 3.6a en 3.6b is een voorbeeld gegeven van de in de eerste levering aangetroffen uitschieters.



Figuur 3.6a: Locatie van een profiel getrokken bij de Sloehaven bij Vlissingen-Oost.



Figuur 3.6b: Uitschieter gevonden bij de Sloehaven bij Vlissingen-Oost (zie rode cirkel). Deze uitschieter ligt buiten de projectgrens. In levering 2 kwamen dergelijke uitschieters niet meer voor.

3.3.3 Resultaten van de controle op filtering van vegetatie

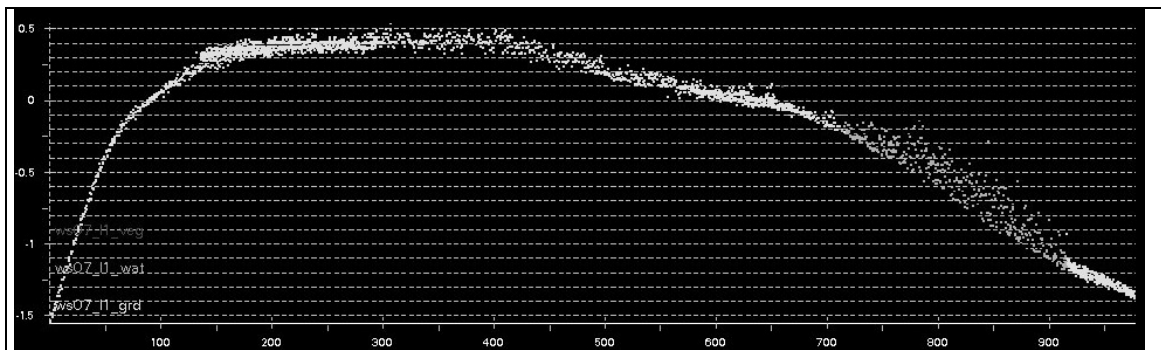
Het algemene beeld van de filtering van vegetatie is dat vegetatie over het hele bestand zeer goed is gefilterd. Incidenteel kunnen er nog zeer kleine gebieden zijn waar een enkele boom of struik niet is uitgefilterd.

3.3.4 Resultaten van de controle op filtering van bebouwing

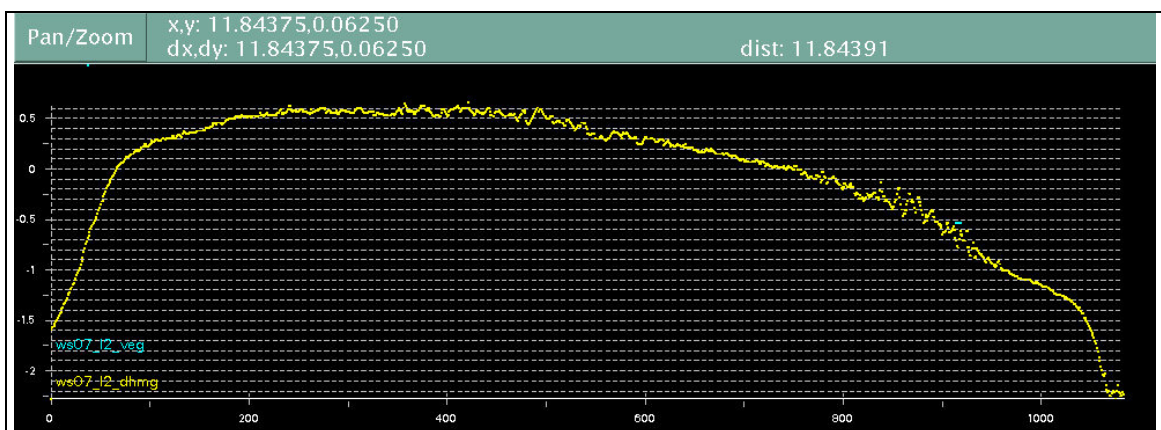
Omdat het projectgebied Westerschelde 2007 een zeer smalle strook langs de kustlijn betreft, is er binnen het projectgebied maar weinig bebouwing aanwezig. De bebouwing die wel in het projectgebied Westerschelde 2007 aanwezig is, is goed uitgefilterd.

3.3.5 Resultaten van de controle op filtering van overige objecten

In de eerste levering van het projectgebied Westerschelde 2007 was op enkele plaatsen teveel maaiveld gefilterd (zie figuren 3.7a en 3.7b). Dit is bij de laatste levering goed hersteld. Er zijn tijdens de laatste controle van de filtering van het verdere projectgebied Westerschelde 2007 geen overige objecten aangetroffen die niet correct gefilterd zijn.



Figuur 3.7a: Profiel over de plaat ten noorden van Terneuzen. Een deel van de plaat is uitgefilterd en bevindt zich in de water-data (blauw).



Figuur 3.7b: Profiel over de plaat ten noorden van Terneuzen uit levering 2, de filtering is goed aangepast.

3.3.6 Resultaten van de controle op filtering van water van de zee

Het algemene beeld van de filtering van water is dat het water van de zee over het hele bestand goed is gefilterd.

3.4 Andere verstoringen en correctie

3.4.1 Ruis

In de originele data van het projectgebied Westerschelde 2007 is een storing in de data gevonden veroorzaakt door de laserscanner. Deze storing levert recht onder de scanner een vergrote spreiding in de punten op. Dit fenomeen is visueel in de bestanden zichtbaar en niet in de controle van de strook overlappen. De afwijkingen in hoogte blijven binnen de door de DID gestelde grenzen, maar hebben een storend visueel effect.

Om afwijkingen in het bestand en de met name visuele verstoring die ontstond door de ruis in de data recht onder het vliegtuig op te heffen is het bestand extra gefilterd. Punten die grote afwijkingen vertoonden op de platen zijn met deze filtering verwijderd.

Na deze filtering ontstonden op de platen plekken waar geen data meer was. Deze no-data cellen zijn door middel van een gewogen gemiddelde interpolatie weer gedicht.

3.4.2 Hoogteafwijking

Naast de reeds geconstateerde meetruis recht onder het vliegtuig (paragraaf 3.4.1) is gebleken dat de data op ondergronden anders dan gras afwijkingen kan vertonen in de hoogte.

Het bestand is op hoogte gecontroleerd aan de hand van gras- (voetbal) velden waardoor deze fout niet eerder aan het licht is gekomen. Door deze controle is wel aangetoond dat de stroken goed op elkaar aansluiten en het model zelf goed ligt.

Vooraf op nat zand blijken aanzienlijke hoogteverschillen in het bestand te zitten. In overleg met de Dienstkring Zeeland is er besloten het bestand een hoogtecorrectie te geven.

Aan de hand van lodingen, die omstreeks de opname data van de laseraltimetrie zijn ingewonnen, is de hoogtefout bepaald. Uit meer dan 1,1 miljoen punten is een verschilhoogte berekend van 21,2 cm.

Na het bestand met 21,2 cm te hebben opgehoogd is aan de hand van, met GPS-RTK ingewonnen, referentiedata gekeken of deze nu goed op hoogte ligt. De referentiedata geeft een gemiddelde afwijking van maximaal 3 cm en voldoet hiermee aan de gestelde eisen.

Door de ophoging, die gebaseerd is op nat zand, is de overige data in het bestand (e.g.: gras, asfalt, beton, ...) niet meer voor de hoogte component betrouwbaar.

3.5 Conclusies

Ten aanzien van de kwaliteit van het laserbestand van het projectgebied Westerschelde 2007 kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Het projectgebied Westerschelde 2007 is ingewonnen in een viertal vluchten van 5 april 2007 tot en met 4 mei 2007 (zie figuur 3.2).
- Alle vluchten zijn uitgevoerd tijdens de door de DID aangegeven tijdvensters van laag water.
- De statistische hoogtecontrole wijst uit dat de hoogteligging van het projectgebied Westerschelde 2007 voldoet aan de door de DID gestelde eisen.
- De gemiddelde punt dichtheid van het gehele projectgebied Westerschelde is ongefilterd 0.3130 punten per m². Dit zijn 1,9 punten per 6 m², wat ruim voldoet aan de eis van 1 punt per 6 m².
- Voor de foutsoortencontrole waren voor het projectgebied Westerschelde projectspecifieke eisen opgesteld (zie ook deel 1, paragraaf 4.5.4). De foutsoortencontrole wijst uit dat het bestand aan de eisen van de foutsoorten voldoet.
- De planimetrische precisie (precisie van x- en y-coördinaten) van het bestand voldoet aan de gestelde eisen.
- De filtering van vegetatie, bebouwing, andere objecten en water is goed uitgevoerd. Er zijn nog een aantal resten niet goed gefilterde objecten of vegetatie aanwezig, maar dit valt binnen de eisen.
- In de originele data van het projectgebied Westerschelde 2007 is een storing in de data gevonden veroorzaakt door de laser scanner. Deze storing levert recht onder de scanner een ophoging en vergrote spreiding in de punten op. Dit fenomeen is visueel in de bestanden zichtbaar en niet in de controle van de strook overlappen. Door een extra filtering is deze ruis verwijderd.
- De gebruikte laser blijkt op verschillende ondergronden verschillende hoogte data te leveren. In dit bestand de hoogte, na de toegepaste correctie (21,1 cm), op de ondergrond zand. Overige ondergrond zal een mogelijk een foutieve hoogte weergeven
- De bij de DID bekende lokale afwijkingen van het bestand zijn zo concreet mogelijk beschreven in dit kwaliteitsdocument, alsmede de locatie waar de afwijkingen voor kunnen komen.

3.6 Akkoordverklaring projectleider

Goedgekeurd door: L.R.A. Richardson

Datum: 30 november 2007

Paraaf: