

## FUGRO GEOSPATIAL B.V.

Dillenburgsingel 69  
P.O. Box 3000  
2260 DA LEIDSCHENDAM  
The Netherlands  
Telephone : +31-70-3170700  
Telefax : +31-70-3170750

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.  
T.a.v. de heer H. Piening  
Postbus 28000  
9400 HH ASSEN

Uw referentie :  
Onze referentie : BV/2014/

Leidschendam, 15 mei 2014

Onderwerp : Rapportage onderzoek LiDAR metingen Waddenzee

Beste heer Piening,

Volgend op de memo van Deltares van 18 April 2014:

Dat het vliegpatroon terug te zien is in de data is inherent aan de meettechniek. Bij iedere airborne LiDAR survey zullen de stroken niet perfect op elkaar passen en bestaat de uitdaging om de gevlogen stroken zo goed mogelijk op elkaar te laten passen. Het is onmogelijk om stroken volledig passend te krijgen, anders dan met ongewenst zware "smoothing" technieken. Bij een standaard LiDAR survey zullen in strookoverlappen altijd kleine hoogteverschillen tussen de stroken waar te nemen zijn. Mits deze verschillen binnen de gestelde specificaties blijven, zal het resulterende DTM voldoen aan de gestelde norm.

Bij LiDAR surveys wordt gebruikelijk gesproken over een stochastische en systematische fout. Met de stochastische fout wordt de hoogfrequente ruis van het LiDAR meetsysteem aangeduid. Deze ruis wordt voor het overgrote deel weggefilterd bij de vergridding. Met de systematische fout wordt de laagfrequente navigatiefout aangeduid. Deze fout is constant over korte perioden van enkele seconden waarbij de GPS en vliegomstandigheden niet significant veranderen, maar zal significant veranderen binnen een vliegstrook en zeker tussen twee vliegstroken - het heeft eigenlijk een stochastisch karakter, maar met een lange golfengte waardoor deze lokaal als constant kan worden beschouwd.

Volgens de gegeven systematische fout kunnen systematisch afwijkingen in de orde van 4 cm worden verwacht. Deze systematische fout is, zoals hiervoor toegelicht, niet systematisch voor de gehele survey maar heeft binnen de survey een langgolvig karakter. Als gevolg hiervan kunnen binnen een strook en tussen stroken variaties voorkomen in de orde van +/- 4 cm. Het toepassen van dwarsstroken voorkomt dat fouten tussen stroken zich kunnen opstapelen zodat de survey op zich aan de gestelde norm blijft voldoen. Systematische fouten die over de gehele survey gelijk zijn worden door middel van een inpassing op de controlegrids geëlimineerd.

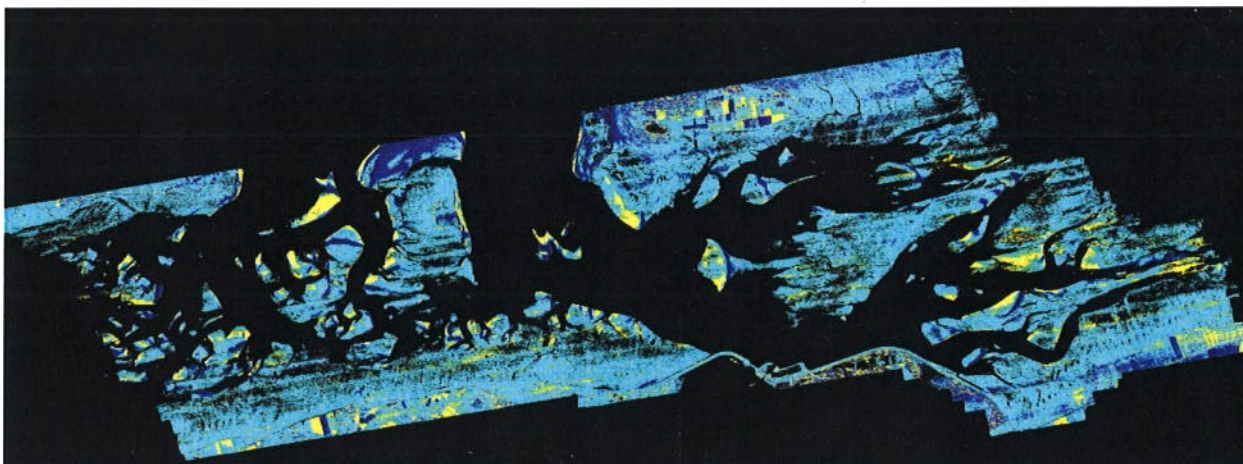
Indien er vervolgens twee onafhankelijke surveys van het zelfde gebied met elkaar worden vergeleken, dan kunnen ondanks dat de beide surveys volledig aan de gestelde specificaties voldoen, lokaal verschillen worden

waargenomen van 2 maal de gegeven systematische fout. In dit geval kunnen dus verschillen worden aangetroffen in de orde van +/- 8 cm.

Aangezien de systematische fouten in de surveys een langgolvig karakter hebben en sterk in tijd zijn gecorreleerd, zullen de verschillen vooral een streeppatroon vertonen met een oriëntering gelijk aan de richting van de vliegstroken.

Het is dan ook sterk de vraag of het oprekken van kleurschalen teneinde het strookpatroon in de verschilplots van twee surveys onzichtbaar te maken de juiste methode is om de relatieve kwaliteit van de datasets te beoordelen. Indien er dan toch gebruik gemaakt wordt van deze methode moet men zich realiseren dat de keuze van een discrete overgang van kleuren op een bepaalde drempelwaarde kleine waardeverschillen rondom deze drempel waarde erg duidelijk naar voren brengt. Een meer geleidelijke overgang van kleuren rond een bepaalde drempelwaarde verdient dan de voorkeur.

Uitgaande van bovenstaande is onderstaand plaatje (figuur 1) gemaakt waarbij alle verschillen die in absolute zin kleiner zijn dan 8 centimeter dezelfde kleur (cyaan) hebben gekregen. In dit plaatje is nog steeds te zien dat er stroken zijn gevlogen, maar de stroken zijn voornamelijk zichtbaar door de scheiding van waar wel en waar geen data ingewonnen is. Als gekeken wordt waar strookoverlapverschillen de reden zijn voor het zichtbaar worden van de vliegstroken (daar waar de gele punten zichtbaar zijn als strook binnen een cyaan omgeving) dan is dit minimaal. Het residu streeppatroon dat zichtbaar is betreft de rand van een vliegstrook waar de insnijdingshoek van de laser ongunstig is en – zeker in een vochtig gebied zoals het wad - de mogelijke meetfout iets hoger kan liggen dan recht onder het vliegtuig. Tevens kan in dergelijke gevallen door een relatief lage punt dichtheid de stochastische fout minder worden uitgemiddeld. Het is dan ook niet zinvol de kleurenband op te rekken zodat ook de laatste 5% artefacts niet meer zichtbaar zijn, omdat daarmee de 95% data die goed geanalyseerd kan worden met de gekozen 8 cm ook wordt "gedegradeerd" tot het lage nauwkeurighedsniveau.

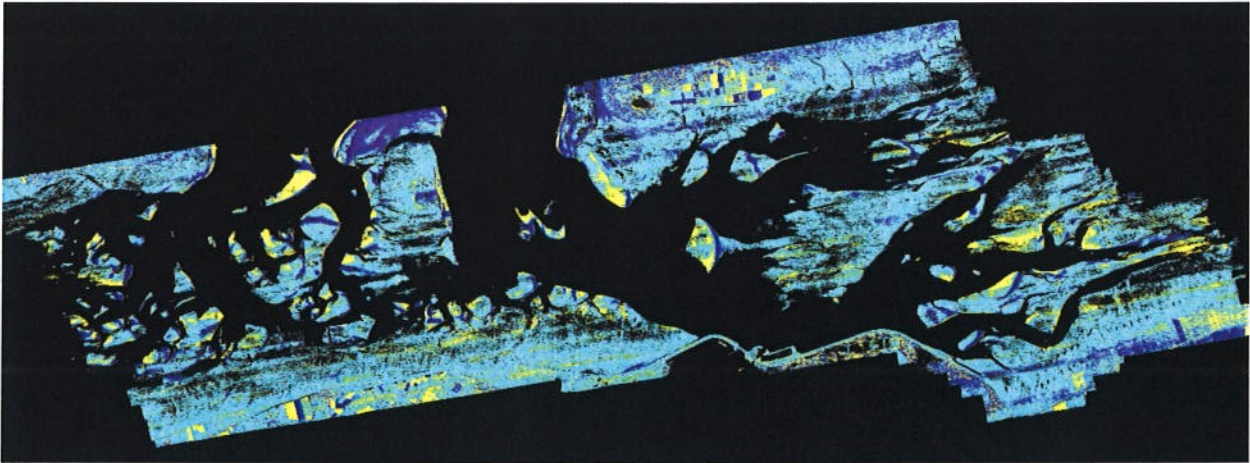


Figuur 1: hoogteverschil tussen NAM surveys najaar 2011 en najaar 2013

Kleurschema figuur 1

- > +0.12 m : Geel
- < +0.12 m en > +0.08 m : Verlopende schaal van cyaan naar geel
- < +0.08 m en > -0.08 m : Cyaan
- < -0.08 m en > -0.12 m : Verlopende schaal van cyaan naar blauw
- < -0.12 m : Blauw

Ter verdere bestudering van de relative kwaliteit van beide datasets is een tweede plaatje gemaakt (figuur 2) waarin alle verschillen die in absolute zin kleiner zijn dan 6 centimeter dezelfde kleur (cyaan) hebben gekregen. En voor de verschillen tot 12 centimeter de kleuren laten verlopen naar geel (positieve verschillen) en donker blauw (negatieve verschillen).



Figuur 2: hoogteverschil tussen NAM surveys najaar 2011 en najaar 2013

Kleurschema figuur 2

- > +0.12 m : Geel
- < +0.12 m en > +0.06 m : Verlopende schaal van cyaan naar geel
- < +0.06 m en > -0.06 m : Cyaan
- < -0.06 m en > -0.12 m : Verlopende schaal van cyaan naar blauw
- < -0.12 m : Blauw

Het feit dat er geen opvallende verschillen zijn waar te nemen tussen de beide plaatjes (figuur 1 en figuur 2) geeft aan dat voor het grootste deel van de data het absolute hoogteverschil tussen beide datasets binnen de 6 centimeter valt.

Met vriendelijke groet,  
FUGRO GEOSPATIAL B.V.

B. Valten

