

IWT SBO PROJECT 120003 “SeArch”

Archaeological heritage in the North Sea

Development of an efficient assessment methodology and approach towards a sustainable management policy and legal framework in Belgium.

Archeologisch erfgoed in de Noordzee

Ontwikkeling van een efficiënte evaluatiemethodologie en voorstellen tot een duurzaam beheer in België.



SURVEY REPORT VAN LIDAR TESTEN WP 1.3.2.

Responsible partners: UG-GEO

Authors: Annelies Vandenbulcke, Michiel Decock, Cornelis Stal, Alain De Wulf

December 2015

Inhoudstafel

1.	Inleiding	2
2.	Meettechnieken	3
2.1	Conventionele topografische technieken	3
2.2	Laserscanning	4
2.2.1	Statische terrestrische laserscanning (STLS)	4
2.2.2	Mobiele terrestrische laserscanning (MTLS)	6
2.3	3D-modellering op basis van foto's:	7
2.4	Metingen met multibeam-echosounder	8
3.	Toekomstig werk	9
3.1	Ontwikkelen eigen meetsysteem	10
3.2	Automatische filtering puntenwolken	11
4.	Referenties	12

Lijst van figuren

Figuur 1: Leica <i>Robotic Totalstation</i> TS15i	3
Figuur 2: Overzicht metingen met <i>Robotic Totalstation</i>	3
Figuur 3: Overzicht metingen GNSS RTK	4
Figuur 4: Boven links: schets overzicht metingen, boven rechts: scanner op terrein, onder links en rechts: verwerking in Recap Pro	5
Figuur 5: Boven: Amfibievoertuig Argo, uitgerust met toestellen. Onderaan: principe hoe de motion sensor de beweging van het platform corrigeert	6
Figuur 6: Metingen zones preA, A, B en C met MTLS	7
Figuur 7: Gebruik van het kite systeem om aan luchtfotogrammetrie te doen op basis van foto's	7
Figuur 8: Overzicht metingen Kite – fotogrammetrie	8
Figuur 9: Overzicht metingen multibeam	9
Figure 10: Links: Kymco UXV 450i special service vehicle. Rechts: Leica GNSS 1200, Panasonic Toughbook en laserscanner HDS Leica 6100 en iXsea Octans 3000 motion sensor	10
Figuur 11: Schematisch overzicht van de configuratie van de sensoren	11

1. Inleiding

Tussen 4 en 8 mei 2015 heeft de vakgroep Geografie (3D Data Acquisitie Cluster) van de Universiteit Gent voor de tweede maal¹ een groot aantal hoogtemetingen uitgevoerd in het getijdengebied op het strand van Raversijde (België). Verschillende meettechnieken werden tijdens de campagne toegepast om een vergelijkende studie tussen verschillende technieken, die aangewend kunnen worden om digitale oppervlaktemodellen aan te maken, mogelijk te maken. Digitale oppervlaktemodellen zijn onmisbaar als databron voor het beheer en de bescherming van archeologische relictten en cultureel erfgoed. In veel toepassingen worden digitale oppervlaktemodellen gebruikt als basisdataset. Een oppervlaktemodel kan ook gebruikt worden voor het detecteren van nieuwe archeologische relictten door gebruik te maken van geavanceerde algoritmen die lokale hoogteverschillen in het model benadrukken. De resolutie en nauwkeurigheid van de modellen dient dan uiteraard groot genoeg te zijn. In kustgebieden, maar vooral in getijdengebieden, is het maken van bruikbare digitale modellen een uitdagende onderneming.

Voor het maken van de digitale oppervlaktemodellen bestaan verschillende data-acquisitietechnieken. Voor digitale oppervlaktemodellen van getijdengebieden met een resolutie van tenminste één meter en met een verticale nauwkeurigheid van tenminste 25 cm werden de volgende technieken uitgetest in de meetcampagnes:

- Conventionele topografische technieken:
 - Er werd enerzijds gemeten met behulp van een *Robotic totalstation*
 - Anderzijds werden ook metingen verricht met behulp van een Global Navigation Satellite System (GNSS) in Real Time Kinematic (RTK) modus
- Verschillende typen laserscanning:
 - Statische terrestrische laser scanning (STLS): laser scanner opstellen op een driepikkel en statisch rondom deze positie scannen.
 - Mobiele terrestrische laser scanning (MTLS): terrestrische laserscanner of profiler geplaatst op een rijdend platform.
- 3D-modellering op basis van foto's:
 - Structure from Motion en Multiview Stereo (SfM-MVS): 3D reconstructie van het terrein op basis van een groot aantal foto's.

Deze methodes werden uitgevoerd tijdens de laagwaterstand om zo ver mogelijk zee-inwaarts resultaten te bekomen. Een vergelijking kan ook gemaakt worden met de multibeam-echosoundermetingen die op hetzelfde moment werden uitgevoerd (tijdens hoogwaterstand). Tijdens deze survey werd een recent in Duitsland ontwikkeld 3D seismisch toestel ingezet (SES 2000 Quattro multitransducer).

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de verschillende meettechnieken. In het rapport WP 1.3.6 worden de resultaten van de vergelijking weergegeven.

¹ De eerste meetcampagne werd uitgevoerd tijdens de maand juni in 2013.

2. Meettechnieken

2.1 Conventionele topografische technieken

Als controlemetingen werd gebruik gemaakt van conventionele topografische technieken. Er werd een strook opgemeten vanaf de waterlijn bij laagwater tot de dijkrand met een breedte van ongeveer 60 meter. Enerzijds werd er gemeten met behulp van een *Robotic Totalstation*. Er werd opgesteld met het *Leica Robotic Totalstation TS15i* boven een gematerialiseerd punt op de dijk.



Figuur 1: Leica *Robotic Totalstation* TS15i



Figuur 2: Overzicht metingen met *Robotic Totalstation*

Anderzijds werden er ook controlemetingen uitgevoerd met een *Trimble R8* GNSS-ontvanger (Trimble, 2016). Deze opmetingen gebeuren met de meetmethode: FLEPOS VRS, waarbij eveneens GLONASS satellieten in rekening worden gebracht. Alle metingen worden absoluut georiënteerd volgens het Lambert-72 referentiestelsel en T.A.W.-hoogtereferentie.

Overzicht van de metingen:



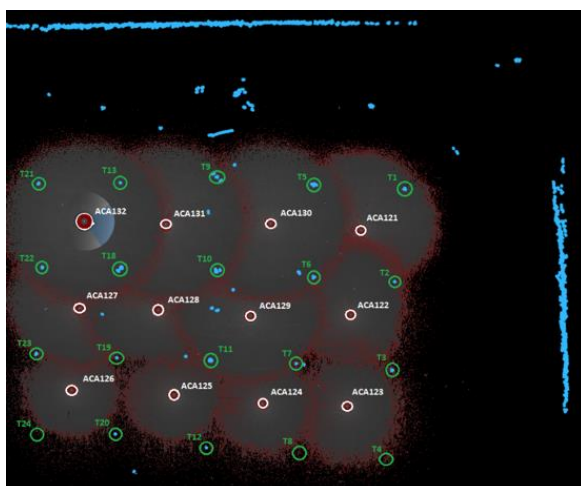
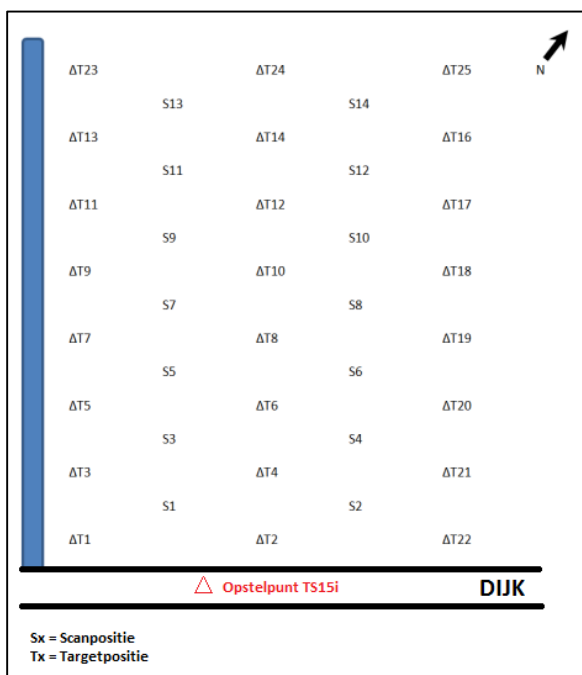
Figuur 3: Overzicht metingen GNSS RTK

2.2 Laserscanning

2.2.1 Statische terrestrische laserscanning (STLS)

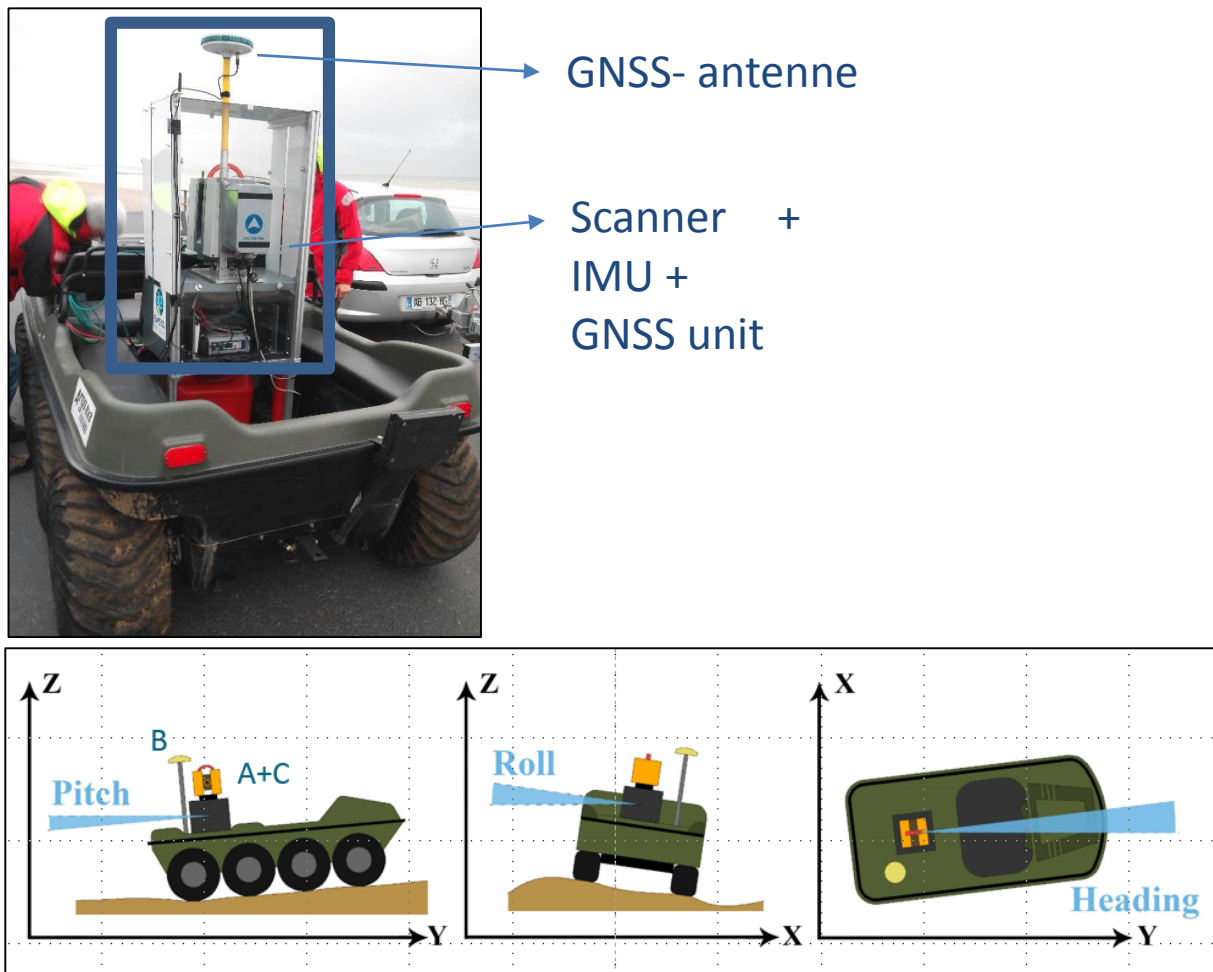
Met statische laserscanning wordt bedoeld dat de laserscanner, een *Leica HDS 6100*, telkens op een driepoot wordt opgesteld, vervolgens een scan maakt en daarna wordt verplaatst. De laserscantargets worden telkens in een vierkant patroon rond de opstelpositie geplaatst, zodat de verschillende scanposities kunnen geregistreerd worden. De targets worden ingemeten met het totaalstation, opgesteld op de dijk. De targets worden telkens bij meerdere scanopstellingen gescand. De in kaart te brengen zone wordt onderverdeeld in 14 (deels overlappende) segmenten (lees: 14 opstelposities voor de laserscanner). De laserscans worden naverwerkt in Autodesk ReCap Pro® en CloudCompare v2.6.0®. De verwerking van puntenwolken gebeurt in het programma Autodesk Recap Pro 2015®. Na het inladen van de puntenwolken worden deze achtereenvolgens geregistreerd, gegeorefereerd en gefilterd. Het registreren gebeurt aan de hand van de indirecte *cloud-to-cloud* methode. Deze methode maakt gebruik van de overlap tussen de verschillende puntenwolken, waarna

de *iterative closest point*-techniek (ICP) deze aligneert. Hiervoor worden manueel drie 'homologe' punten aangeduid op elke puntenwolk, waarna het ICP-algoritme iteratief de afstanden tussen alle punten van de puntenwolk berekent en de transformatie om de twee datasets te aligneren met een minimale foutmarge doorvoert (Verhelst & Van Genechten, 2008). Het georefereren gebeurt in CloudCompare v2.6.0[®]. Een tekstbestand met de Lambert72-coördinaten van de targets wordt in het programma ingeladen. Ook de .E57-file wordt ingeladen. Vervolgens worden enkele van deze targets (minstens 3) aangeduid op de overeenkomstige target in de puntenwolk. De lokaal gerefereerde laserscan-puntenwolk kan nu gealigneerd worden met de reeds gegeorefereerde targets. Via de DTM-module in Pythagoras 14 CAD + GIS[®] wordt een digitaal terreinmodel gemaakt van de laserscanning.



2.2.2 Mobiele terrestrische laserscanning (MTLS)

Als de laserscanner op een voertuig wordt geplaatst, spreekt men van mobiele terrestrische laserscanning (MTLS). Tijdens deze survey werd het amfibievoertuig *ARGO* gebruikt als mobiel platform. Op de *ARGO* werden verschillende toestellen geïnstalleerd, waaronder een laserscanner *Leica HDS 6200*, een inertiael systeem *iXSea LandINS* en een RTK-GNSS *Ashtec Magelan Proflex* ontvanger. Hierdoor worden de puntenwolken in *real-time* absoluut georiënteerd in UTM 31N en LAT hoogte.



Figuur 5: Boven: Amfibievoertuig Argo, uitgerust met toestellen. Onderaan: principe hoe de motion sensor de beweging van het platform corrigeert

De metingen met het mobiel terrestrische scanningsysteem zijn veel uitgebreider dan de vorige methoden. Volledige zones preA, A, B en C werden opgemeten tijdens de meetcampagne.



Figuur 6: Metingen zones preA, A, B en C met MTLs

2.3 3D-modellering op basis van foto's:

3D-reconstructie van het terrein op basis van een groot aantal foto's kan gebeuren met behulp van Structure from Motion en Multiview Stereo (SfM-MVS). Hiervoor werd echter geen beroep gedaan op een UAV (Unmanned Aerial Vehicle oftewel *drone*) vanwege de windgevoeligheid. Daarentegen werd geopteerd voor een kite-systeem (bruikbaar bij 3-5 bft) waarop een camera werd gemonteerd. Het voordeel van dit systeem is de snelle opname en de wendbaarheid. Bovendien wordt de grond onaangetast in beeld gebracht, omdat er niet meer met een amfibiewagen wordt door gereden. Via het SfM-proces wordt een 3D-puntenwolk opgebouwd uit karakteristieke punten. De procedure houdt in dat een operator over het strand wandelt met het kite systeem, waar een Canon camera aan gemonteerd werd. De fotocamera neemt automatisch iedere twee seconden een foto van de grond.



Figuur 7: Gebruik van het kite systeem om aan luchtfotogrammetrie te doen op basis van foto's.

Op het strand werden vooraf grondcontrolepunten geplaatst (zwart-witte targets). Deze grondcontrolepunten worden opgemeten vanaf de dijk met een Leica TS15i *Robotic Totalstation*. De nauwkeurigheid op de afstandsmeting bedraagt 2mm (Leica Geosystems, 2016).



Figuur 8: Overzicht metingen Kite – fotogrammetrie

2.4 Metingen met multibeam-echosounder

De multibeam-echosondermetingen werden op hetzelfde moment uitgevoerd (tijdens hoogwaterstand). Tijdens deze survey werd een recent in Duitsland ontwikkeld 3D seismisch toestel ingezet, de SES 2000 Quattro multitransducer.



Figuur 9: Overzicht metingen multibeam

3. Toekomstig werk

In mei 2015 heeft de vakgroep Geografie (3D Data Acquisitie Cluster) van de Universiteit Gent (UG-GEO) voor de eerste maal een groot aantal hoogtemetingen uitgevoerd in het getijdegebied op het strand van Raversijde (België). Een aantal van de hierboven vermelde data-acquisitietechnieken werden tijdens de campagne toegepast om de studie met proefmetingen en praktische ervaring te ondersteunen. Uit de studie en de daaraan gekoppelde metingen bleek het gebruik van MTLs uitzonderlijk geschikt voor het maken van digitale oppervlaktemodellen van getijdezones. Een ARGO (amfibievoertuig) werd hierbij ingezet in samenwerking met ENSTA (Brest, Frankrijk). Zowel de voorwaarden met betrekking tot de grondresolutie (1 m) als de nauwkeurigheid (25 cm) worden gerespecteerd. Daarnaast biedt dit systeem de mogelijkheid om snel en flexibel ingezet te worden, wat uiteraard van belang is bij snel wijzigende weersomstandigheden.

In mei 2016 wordt opnieuw een meetcampagne vooropgesteld, met als voornaamste doelen het ontwikkelen van een eigen meetsysteem en het toepassen van een automatische filter om de grote hoeveelheid aan data snel te kunnen verwerken en te filteren zodanig dat enkel ruis wordt verwijderd en niet het microreliëf.

3.1 Ontwikkelen eigen meetsysteem

Op basis van de voorgaande resultaten zal er in mei opnieuw worden gebruik gemaakt van een mobiel laserscanningplatform. De Vakgroep Geografie heeft reeds een laserscanner, een inertiael systeem en een 'toughbook' (laptop voldoende beschermd tegen weer en wind) ter beschikking. De configuratie van het systeem werd reeds uitgewerkt en is klaar om in te zetten op het terrein.

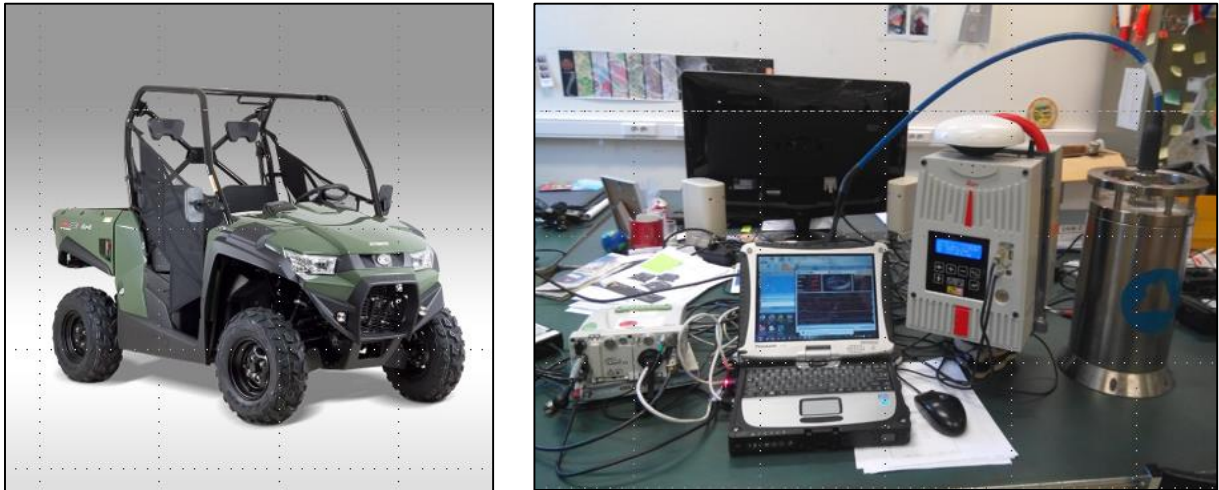
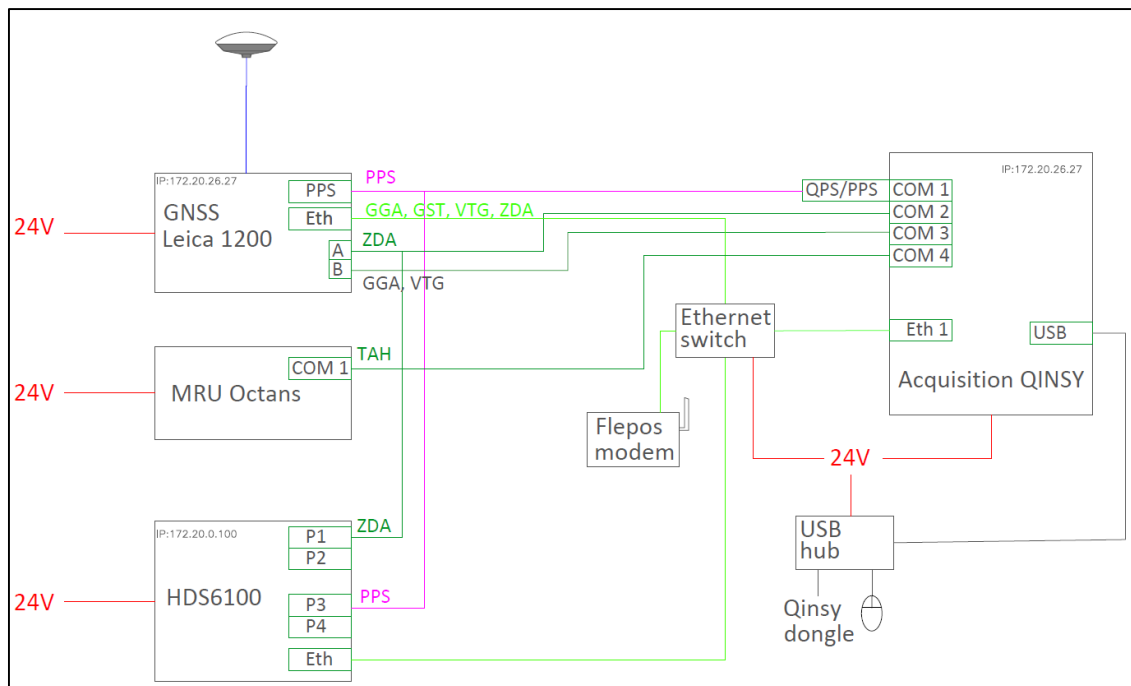


Figure 10: Links: Kymco UXV 450i special service vehicle. Rechts: Leica GNSS 1200, Panasonic Toughbook en laserscanner HDS Leica 6100 en ixsea Octans 3000 motion sensor.

De koppeling van deze systemen is een zeer cruciaal punt. Alle sensoren moeten in staat zijn om met elkaar te kunnen communiceren. Hiervoor worden verschillende communicatieboodschappen doorgestuurd waardoor x-, y-, z- posities, tijd- en versnellingsinformatie worden doorgegeven tussen de sensoren onderling. Dit wordt schematisch voorgesteld in Figuur 11: Schematisch overzicht van de configuratie van de sensoren. Figuur 11.



Figuur 11: Schematisch overzicht van de configuratie van de sensoren.

3.2 Automatische filtering puntenwolken

Momenteel is de Vakgroep Geografie ook aan het werken aan de ontwikkeling van een ruisfilter om de irrelevante datapunten van een puntenwolk weg te filteren. Hoewel er reeds softwarepakketten op de markt zijn die deze problematiek aanpakken, kan er nog veel verbeterd worden (o.a. voorkomen dat te veel fysisch relevante gegevens weggefilterd worden). Bovendien gebeurt dit nog niet op een automatische manier, waardoor te veel manuele input vereist is. De voorlopige code voor een nieuwe automatische ruisfilter werd geschreven in MATLAB. De ruisfilter werkt nog niet optimaal, maar eenmaal de gefilterde data voor handen is kan de micromorfologie van de getijdenzone correct in beeld worden gebracht (o.a. golfribbels). Via een extrapolatie van de micromorfologie kan onderzocht gezocht worden of deze techniek ook geschikt is om globale fenomenen op te sporen.

4. Referenties

- Leica Geosystems (2016) *Leica Viva 2015*. Geraadpleegd via: <http://leica-geosystems.com/products/total-stations/robotic-total-stations/leica-viva-ts15>
- Trimble (2016) *Datasheet R8 GNSS Receiver*. Geraadpleegd via: http://www.coudere.be/downloads/producten/Datasheet_TrimbleR8GNSS_0412.pdf
- Verhelst, S., Van Genechten, B. (2008) *3D Risk Mapping, Theorie en praktijk bij Terrestriële Laser Scanning*. Leuven: Vlaams Leonardo Da Vinci Agentschap vzw