

Veldrapport T4 - Maart 2020 (halfjaarlijkse)

Monitoring Zandige Versterking Houtribdijk 2019 - 2020





Adres: Shore Monitoring & Research BV
2e Zeesluisdwarweg 8
2583 DW, Den Haag
Nederland

Telefoon: +31(0)681280230
E-mail: info@shoremonitoring.nl
Website: www.shoremonitoring.nl
IBAN: NL89RABO0150660405
KvK: Den Haag 63003112
BTW: NL 855049431B01

Veldrapport

RWS-WVL & RWS-CIV

Send by email to:

rinse.wilmink@rws.nl

giljaam.vander.meulen01@rws.nl

janfloor.troost@rws.nl

ben.dierikx@rws.nl

Project: Monitoring Zandige Versterking Houtribdijk 2019-2020
Subject: Field Report
Author: S.A. Zandbergen MSc
Internal reviewer: R.C. de Zeeuw MSc
Reference: FR_LakeSIDE T4 - Maart 2020 (halfjaarlijkse)
Version: 11-05-2020

Revision	Date	Revision Details	By	Approved by PM
v1	11-05-2020		SZ	RZ

Contents

1	Introductie	1
1.1	Doel van dit document	1
1.2	Terminologie	1
1.3	Meetgebied en scope of work	2
2	Op te leveren producten	6
3	Toegepaste Survey Strategie	8
3.1	GNSS base station op benchmark	8
3.2	PingDSP 3DSS	9
3.3	LiDAR	9
3.4	Kruiwagen GNSS	9
3.5	360 graden camerabeelden	9
3.6	Satellietbeelden	9
3.7	Onder water camera	9
4	Survey Equipment	10
5	Resultaten van de QA checks	11
5.1	Uitgevoerde QA checks met mobiele LiDAR vanaf UAV	11
5.2	Uitgevoerde QA checks t.b.v. GNSS	11
5.3	Uitgevoerde QA checks met PingDSP meetsysteem	11
5.4	Uitgevoerde QA checks met jetski survey system	12
5.5	Verificatie tabellen	12
5.6	Voorbeeld JRK profielen	14
6	Veldobservaties en bijzonderheden	15
7	Afwijkingen	17
8	Indicatie weersomstandigheden	17
9	360° filmpjes	17
10	Overzicht survey methoden per dag per gebied	17
	Appendix A Patchtest PingDSP meet systeem T4 - Maart 2020 (halfjaarlijkse)	19
	Appendix B Toelichting Verificaties	20
B.1	GNSS vast punt controle	20
B.2	Kruisingen analyse GNSS, SBES en PingDSP	20
B.3	LiDAR verificaties	22
B.4	Hoogteverschil overlap Topo GNSS data met data van overige methodes	22
B.5	PingDSP specifiek	22
B.6	Consistentie in de tijd	22

1 Introductie

Rijkswaterstaat GPO (RWS) heeft aan Shore Monitoring & Research B.V. (SHORE) opdracht verleend tot het monitoren van de bodem hoogten van de zandige versterking van de Houtribdijk/LakeSIDE (LakeShore Interconnecting Defence Environment) in de periode 2019-2020.

1.1 Doel van dit document

Dit veldrapport is opgesteld om opdrachtgever en datagebruiker context te bieden bij de uitgevoerde metingen en opgeleverde dataproducten. Het veldrapport wordt bij iedere meetronde opgeleverd, waarbij resultaten voor de Markermeerzijde (MM) en IJsselmeerzijde (IJM) worden gebundeld. In het veldrapport komen aan bod:

- Meetgebied en scope van het meetwerk
- Overeengekomen en op te leveren resultaten
- Survey strategie
- Survey equipment t.b.v. de uitvoering
- Resultaten van de uitgevoerde QA checks t.b.v. kwaliteitsborging
- Veldobservaties/bijzonderheden
- Afwijkingen t.o.v. op te leveren producten
- Indicatie van de weersomstandigheden tijdens de metingen
- Linkjes naar 360 graden filmpjes

1.2 Terminologie

Table 1.1: Terminologie

Afkorting:	Betekenis:
SHORE	Shore Monitoring & Research BV.
SWMS	Safe Work Method Statement
PPE	Personal Protective Equipment
KNRM	Koninklijke Nederlandse Redding Maatschappij
VHF	Very High Frequency
SBES	Single Beam Echo Sounding
PingDSP 3DSS	PingDSP 3D side scan sonar
RTK	Real Time Kinematic
GNSS-PP	GNSS Post Processing
Base station	GNSS ontvanger opgesteld boven bekend punt
Rover	GNSS ontvanger t.b.v. positionering en positie metingen in het veld
PPK	Post Processed Kinematics
LiDAR	Light Detection And Ranging
DTM	Digitaal Terrein Model (grond punten)
DSM	Digitaal Surface Model (alle objecten)
LOL	Landelijks Opslagsysteem Lodingen

1.3 Meetgebied en scope of work

SHORE is verantwoordelijk voor het inmeten van de morfologie van de zandige versterking. Hiertoe zijn specifieke raaien gedefinieerd door RWS. In de scope wordt onderscheid gemaakt tussen een viertal detail locaties (1 t/m 4) en de gehele zandige versterking (Fig. 1.1, zwart omlijnde gebied¹).



Figure 1.1: Meetgebieden. Detail locaties 1 t/m 4 aangeduid. Gehele zandige versterking binnen zwarte omlijning.

- **Detail locatie 1:** Ligt aan de IJsselmeerzijde Houtribdijk tussen km 52.300 en 53.300 van de N307.
- **Detail locatie 2:** Ligt aan de IJsselmeerzijde Houtribdijk tussen km 59.450 en 60.450 van de N307.
- **Detail locatie 3:** Ligt aan de Markermeerzijde Houtribdijk tussen km 60.500 en 61.400 van de N307.
- **Detail locatie 4:** Ligt aan de Markermeerzijde Houtribdijk tussen km 52.500 en 53.500 van de N307.

De detail locaties (Fig. 1.2) dienen 10 maal per jaar ingemeten te worden (okt, nov, dec, jan, feb, mrt, mei, jun, sep), incl. 1 flexibele meting in het stormseizoen van ieder jaar. De gehele zandige versterking dient twee maal per jaar ingemeten te worden (mrt/apr en sep/okt). Belangrijk uitgangspunt is het simultaan boven en onder water inmeten van de oever, met aansluiting (en overlap) tussen de boven en onder water ingezette meetmethodes.

¹Bron RWS, aanbestedingsdocument: 31147204_Bijlage A.1 VS-E NOK Peilingen_herzienv.1.docx



Figure 1.2: Detail locaties 1 t/m 4 aangeduid.

De specificaties van de detail locaties zijn opgenomen in Fig. 1.3. Voor detail locaties 1 t/m 3 geldt inmeten op de raaien vanaf zand-asfalt en/of steenbestorting aansluiting Houtribdijk tot 500 m loodrecht uit de dijk, of tot het binnentalud van de eerste oeverdam die in offshore richting wordt tegengekomen. Voor detail locatie 4 geldt dat twee maal per jaar, tijdens de halfjaarlijkse meting, de raaien tot **voorbij** de eerste oeverdam dienen te worden ingemeten (inclusief het talud van de oeverdam (niet de top)), tot voorbij de meetpaal die ca. 600 m loodrecht uit de dijk staat.

Naam	Opname jaar/jaren	Frequentie	Opnameperiode			Opnamebegrenzing		Opmerkingen
			van	t/m	Randvoorwaarde	Algemeen	Randvoorwaarden	
detail locatie 1	2019 t/m 2021	Totaal 9 keer per jaar. 1 keer per maand in de winter (okt, nov, dec, jan, feb, mrt). 1 keer per 2 maand in de zomer (mei, jul, sept).	11/1/2019	4/1/2021	- Opname aaneengesloten uitvoeren;	Tussen kilometrerings 52,300 en 53,300 N307. Dijklangs: 1000 m (raaifstand 50 m, 21 raaien in totaal). Zie Bijlage 1C voor raaidefinities	Vanaf zand - asfalt en/of steenbestorting aansluiting Houtribdijk - 500 m loodrecht uit de dijk.	De meting begint op het droge en loopt door in het water.
detail locatie 2	2019 t/m 2021	Totaal 9 keer per jaar. 1 keer per maand in de winter (okt, nov, dec, jan, feb, mrt). 1 keer per 2 maand in de zomer (mei, jul, sept).	11/1/2019	4/1/2021	- Opname aaneengesloten uitvoeren;	Tussen kilometrerings 59,450 en 60,450 N307. Dijklangs: 1000 m (raaifstand 25 en 50 m, 28 raaien in totaal). Zie Bijlage 1C voor raaidefinities	Vanaf zand - asfalt en/of steenbestorting aansluiting Houtribdijk - 500 m loodrecht uit de dijk.	De meting begint op het droge en loopt door in het water.
detail locatie 3	2019 t/m 2021	Totaal 9 keer per jaar. 1 keer per maand in de winter (okt, nov, dec, jan, feb, mrt). 1 keer per 2 maand in de zomer (mei, jul, sept).	11/1/2019	4/1/2021	- Opname aaneengesloten uitvoeren;	Tussen kilometrerings 60,500 en 61,400 N307. Dijklangs: 800 m (raaifstand 25 m, 37 raaien in totaal). Zie Bijlage 1C voor raaidefinities	Vanaf zand - asfalt en/of steenbestorting aansluiting Markermeezijde Houtribdijk - 500 m loodrecht uit de dijk.	De meting begint op het droge en loopt door in het water.
detail locatie 4	2019 t/m 2021	Totaal 9 keer per jaar. 1 keer per maand in de winter (okt, nov, dec, jan, feb, mrt). 1 keer per 2 maand in de zomer (mei, jul, sept).	11/1/2019	4/1/2021	- Opname aaneengesloten uitvoeren;	Tussen kilometrerings 52,500 en 53,500 N307. Dijklangs: 1000 m (raaifstand 50 m, 21 raaien in totaal). Zie Bijlage 1C voor raaidefinities	Vanaf zand - asfalt en/of steenbestorting aansluiting Houtribdijk tot en met binnentalud vooroeverdam. 2 maal per jaar (mrt en sept/okt) dient de meting op deze detail locatie door te lopen tot en met de meetpaal FL68 (dus ook aan de andere zijde van de vooroeverdam). De meetpaal staat ongeveer 600 m loodrecht uit de dijk.	De meting begint op het droge en loopt door in het water. Let op, het meetgebied wordt 2 maal per jaar onderbroken door een onderwater vooroeverdam op ongeveer 200 m uit de dijk. Deze dient in de meting te worden
Flexibele metingen	2019 t/m 2021	1 per stormseizoen	10/1/2019	4/1/2021	- In onderling overleg op afroep, binnen 1 week na afroep. Mogelijkheid tot voorafgaand aan afroep aangekondigd; - Opname aaneengesloten uitvoeren;	Detail locaties 1 t/m 4, zie hierboven	In de basis hetzelfde zoals aangegeven voor de detail locaties 1 t/m 4	

Figure 1.3: Scope detail locaties.

De specificaties voor de halfjaarlijkse metingen zijn opgenomen in Fig. 1.4. Aan de IJM-zijde is de offshore grens ca. 500 m loodrecht uit de dijk. Aan de MM-zijde is de offshore grens het binnentalud van de eerst tegen te komen oeverdam in offshore richting vanuit de dijk. Dit is wisselend 200 en 400 m afhankelijk van de locatie langs de dijk.

Totale gebied				Opnamebegrenzing		Opmerkingen
Opnameperiode		Algemeen	Randvoorwaarden			
van	t/m	Randvoorwaarde				
3/1/2020	11/1/2021	- 1 keer in voorjaar (mrt/apr) en 1 keer in najaar (sept/okt). Raaiafstand afwisselend 25 of 50 m. Zie Bijlage 1C	Van kilometer 51,8 t/m 61,4.	Vanaf zand - asfalt en/of steenbestorting aansluiting Markermeerzijde Houtribdijk tot en met binnentalud vooroeverdam en/of Trintelzanddam die wisselend tussen 200 en 400 m uit de dijk ligt.		De meting begint op het droge en loopt door in het water. Meting mag samenvallen met meting detail locatie. Let op, meetgebied bevat boven- en onderwater vooroeverdammen op respectievelijk ongeveer 200 en 400 m uit de dijk.
3/1/2020	11/1/2021	- 1 keer in voorjaar (mrt/apr) en 1 keer in najaar (sept/okt). Raaiafstand afwisselend 25 of 50 m. Zie Bijlage 1C	Van kilometer 51,5 t/m 61	Vanaf zand - asfalt en/of steenbestorting aansluiting IJsselmeerzijde Houtribdijk - 500 m loodrecht uit de dijk.		De meting begint op het droge en loopt door in het water. Meting mag samenvallen met meting detail locatie

Figure 1.4: Scope halfjaarlijkse meetgebied.

Naast het inmeten van de bodem hoogte zal SHORE orthofoto's en 360graden camerabeelden leveren t.b.v. ecologische monitoring en virtuele aanwezigheid in het meetgebied.

2 Op te leveren producten

De aanbieder van SHORE bestaat uit het maximaal inzetten van innovaties in een zeer lastig te bemeten gebied, waarbij naast bodem hoogte metingen ook data en beeldmateriaal wordt ingewonnen t.b.v. ecologische doeleinden, communicatie en virtuele aanwezigheid op de versterking. Hieronder volgt een korte samenvatting van de aanbieder, in de vorm van op te leveren producten:

1. **Ruwe gevalideerde puntenwolken, t.b.v. LOL²**
 - LiDAR puntenwolk. Waarvan 1x grond punten (t.b.v. het LOL) en 1x inclusief vegetatie (t.b.v. ecologie)
 - PingDSP grond punten
 - GNSS meetpunten langs looppad
2. **Hoogte data in de vorm van 0.25x0.25 m grids, zonder interpolatie tussen de raaien, t.b.v. TU Delft en RWS.**
 - PingDSP data op de onder water oever (alle data die NL Norm A is, haaks op raai)
 - LiDAR data op de boven water oever. Vlakdekkend, niet alleen op de raaien, maar het gehele meetgebied.
 - GNSS profiel metingen met kruiwagen ter verbinding PingDSP - LiDAR. Vergrid naar 0.25x0.25m grid.
3. **Hoogte data op de raaien in de vorm van JRK Files (1 JRK file per zijde MM & IJM), t.b.v. RWS**
 - Data uit PingDSP grids, op de raai geëxtraheerd. Code 5 in JRK file voor lodingen data.
 - Data uit LiDAR DTM grids, op de raai geëxtraheerd. Code 1 in JRK file voor LiDAR data.
 - Meet punten van GNSS kruiwagen, naar de raai geschematiseerd. Code 3 in JRK file voor GNSS kruiwagen data.
4. **Metadata bij hoogtedata en orthophoto producten**
 - Data producten worden conform afspraken voorzien van metadata.
5. **Positie waterlijn/ vaste NAP contour**
 - Per meting. Een shape file, of ascii file met daarin de X,Y coördinaten van de NAP -0.20 m contourlijn, als proxy voor de waterlijn. Gegeneerd vanuit DTM en Orthophoto op de detail locaties
 - De hiaten tussen de detail locaties (hele versterking wordt maar 2x per jaar gemeten) worden per meetronde ingevuld door een shape file, of ascii file met daarin de X, Y coördinaten van de waterlijn, gegeneerd vanuit satellietbeelden.
6. **Orthophoto, t.b.v. input ecologie en analyse vegetatiedekking**
 - van de detail locaties 10x per jaar
 - gehele versterking 2x per jaar
7. **360° camerabeelden t.b.v. virtuele aanwezigheid op de versterking, inspectie van het gebied en communicatie doeleinden**
 - filmpjes met een 360 graden camera langs de waterlijn op de versterking. Ontsluiting via SHORE youtube kanaal, van ieder meetgebied, iedere meting.
8. **Onder water beelden op vaste locaties t.b.v. ecologie**

²Landelijke Opslagsysteem Lodingen

- 2 jaarlijks binnen de vier detail locaties op 3 plaatsen binnen de detail locaties. In kustdwarse of langse verdeling in overleg met ecologen RWS.
9. **Veldrapportage van de integrale meting t.b.v. het opbouwen van een dossier rond de data set.** Hierin komt aan bod:
- Meetgebied en scope van het meetwerk
 - Overeengekomen en op te leveren resultaten
 - Survey strategie
 - Survey equipment t.b.v. de uitvoering
 - Resultaten van de uitgevoerde QA checks t.b.v. kwaliteitsborging
 - Veldobservaties/bijzonderheden
 - Afwijkingen t.o.v. op te leveren producten
 - Indicatie van de weersomstandigheden tijdens de metingen
 - Linkjes naar 360 graden filmpjes

3 Toegepaste Survey Strategie

Dit hoofdstuk beschrijft de toegepaste methoden en strategieën in het kader van de metingen.

3.1 GNSS base station op benchmark

Eén referentiepunt is aangebracht bij Trintelhaven, waarover een GNSS base station is gepositioneerd t.b.v. het verzenden van real time correctie waardes naar de GNSS rovers (Fig. 3.1). De coördinaten van dit punt zijn bepaald door de GNSS 10 uur continu te laten meten boven de meetspijker. Vervolgens is de ruwe data gepostprocest met Leica Geo Office en 1 Hz referentie data van het LNRNet³. De resulterende coördinaten staan vermeld in Tabel 3.1.

Tijdens alle metingen wordt boven dit punt een GNSS base station opgesteld om de rovers via radio correcties te verzenden en ruwe GNSS data te loggen t.b.v. GNSS post-processing.

Table 3.1: Coördinaten van benchmark BMSH01 op Trintelhaven

Punt:	X (m RD):	Y (m RD):	Z (m NAP):
BMSH01	156872.379	516563.795	3.806



Figure 3.1: GNSS Base station boven BMSH01.

³<http://lnrnet.com/opbouw-lnr-net/>

3.2 PingDSP 3DSS

De bathymetrie wordt m.b.v. de SHORE RIB ingemeten, die is uitgerust met Dual Antenna GNSS, INS en de PingDSP 3DSS. De boot wordt op de IJMzijde lokaal gelanceerd m.b.v. SHORE's 4x4 voertuig. De MMzijde biedt deze mogelijkheid niet, waardoor gemobiliseerd wordt vanaf Bataviahaven. Data wordt ingewonnen op de meetraaien. Indien de tijd het toelaat wordt een lijn langs het onderwater talud gevaren t.b.v. informatie over het kustlangse verloop van de bodem hoogte. M.a.w. de cross line wordt zo dicht mogelijk bij het onderwater talud gevaren als praktisch en veilig mogelijk is. De metingen met de PingDSP worden steeds met afluende wind uitgevoerd.

Vanwege de verwachte onbreikbaarheid van detail locatie 4 zijn de metingen van T0 en T1 uitgevoerd met een SBES oplossing. Echter blijkt de doorgang naar detail locatie 4 voldoende bereikbaar te zijn voor de SHORE RIB. De metingen van T2 en de daarop volgende metingen van detail locatie 4 zullen ook ingemeten worden met de SHORE RIB.

3.3 LiDAR

Tijdens de *T4 - Maart 2020 (halfjaarlijkse)* is voor het inmeten van de topografie gebruik gemaakt van UAV LiDAR. Deze meting wordt simultaan met de PingDSP meting uitgevoerd. Voor de orthofoto worden GCP's geplaatst en ingemeten met GNSS. Ten behoeve van de orthofoto zijn tijdens de LiDAR vluchten ook foto's gemaakt.

3.4 Kruiwagen GNSS

De GNSS kruiwagen wordt ingezet om overlap te krijgen tussen de LiDAR en bathymetrie data. Praktisch betekent dit dat rond de waterlijn en tot ca. 75 cm diepte met de kruiwagen de bodem hoogte wordt bemeaten.

3.5 360 graden camerabeelden

Bij elke meting, dus ook bij de *T4 - Maart 2020 (halfjaarlijkse)* worden 360 graden filmpjes gemaakt, door met een DJI Mavic Pro en GoPro Fusion de meetgebieden in kaart te brengen. Dit gebeurt aansluitend op de uitgevoerde hoogte metingen.

3.6 Satellietbeelden

Na elke meting worden de meest recente en bruikbare satelliet beelden gebruikt voor extractie van de waterlijn langs de gehele zandige versterking. Bij beschikbaarheid van (gratis) hoge resolutie beelden kan de waterlijn met een nauwkeurigheid van < 1m worden bepaald. Wanneer deze niet beschikbaar zijn, worden beelden met een lagere resolutie gebruikt (Sentinel-2, 10 m).

3.7 Onder water camera

Ecologen van RWS hebben aangegeven interesse te hebben in beelden met een frequentie van 2 maal per jaar, binnen alle detail locaties. Met een GoPro Fusion wordt handmatig een foto gemaakt op de gewenste locaties.

4 Survey Equipment

Voor dit project wordt als survey equipment gebruikt:

- AL3-32 mobiele LiDAR systeem op een UAV
- AL3-32 mobiele LiDAR systeem op een voertuig
- Leica GX1230GG GNSS base station op een tripod
- Leica GS14/GS10 GNSS rovers voor transect metingen en validatie
- DJI Mavic Pro
- PingDSP meetsysteem
- Jetski survey systeem op een kleine RIB of jetski
- GoPro Fusion 360 graden camera

5 Resultaten van de QA checks

SHORE volgt strikte procedures om de kwaliteit van proces en product te borgen. De procedures beslaan:

1. Voorbereiding van instrumenten en uitvoeringsaspecten voor uitvoer van de metingen
2. Uitvoer van de metingen
3. Post-processing / verwerking van de data
4. Validatie van de data alvorens wordt opgeleverd

Om zorg te dragen dat checks worden uitgevoerd wordt met checklists gewerkt en foto's/printscreens van settings. Deze worden geuploadt en verwerkt tot QA rapporten voor intern gebruik en controle door de Lead Sureyor, Lead Processor en PM.

In het kader van dit project worden specifieke checks gerapporteerd aan de opdrachtgever. De resultaten van de checks worden in dit hoofdstuk in de vorm van verificatie tabellen gepresenteerd. Enkele profielen (JRK data) worden getoond en apart (alle profielen) meegezonden met de data. De uitgevoerde checks worden hieronder kort benoemd.

5.1 Uitgevoerde QA checks met mobiele LiDAR vanaf UAV

1. cross scan line door andere scan lines (loodrecht)
2. GNSS hoogte validatie data
 - transects op vlakke (harde) oppervlaktes om de LiDAR producten te vergelijken, specifiek op hoogte.
3. GNSS planimetrische validatie data
 - GNSS puntmetingen op duidelijke 3D objecten verspreid op over de AOI om planimetrische correctheid van de puntenwolk te vergelijken met GNSS
4. scan van een hard en vast oppervlak in/nabij de AOI om consistentie te beoordelen met historische/recente/toekomstige data.

5.2 Uitgevoerde QA checks t.b.v. GNSS

1. cross line loodrecht op meettransecten om kruisingen analyse te kunnen doen
2. GNSS hoogte validatie data met GNSS rolconstructie in ondiepe zone op transecten en met overlap met PingDSP, om interne consistentie tussen PingDSP, kruiwagen, LiDAR te verifiëren.
3. positie meting GNSS systeem op vast punt
4. antennehoogte bepalen per meting

5.3 Uitgevoerde QA checks met PingDSP meetsysteem

1. eenmalig patchtest (T0)
2. cross line door alle andere survey lines, zo mogelijk in een morfologisch interessant gebied (parallel aan en dichtbij talud)
3. GNSS hoogte validatie met GNSS rolconstructie in ondiepe zone
4. Positie meting GNSS van PingDSP systeem op vast punt

5.4 Uitgevoerde QA checks met jetski survey system

1. cross line door alle andere survey lines
2. GNSS hoogte validatie met GNSS rolconstructie in ondiepe zone
3. Positie meting GNSS van meet systeem op vast punt

5.5 Verificatie tabellen

Een map met afbeeldingen van printscreen en andere QA figuren is bijgevoegd als appendix welke inzicht geven bij het SHORE oordeel 'Passed/Failed'. Beschrijving van de verificaties staat vernoemd in App. B.

GNSS vastpunt controle										
	Meetdatum JM					Meetdatum MM				
	Datum controle	Datum controle	Pass/Fail	Initials	Datum controle	Datum controle	Pass/Fail	Initials		
Topo GNSS	20200401	20200401	Passed	LV	20200319	20200401	Passed	LV		
SBES GNSS	NVT	-	select	-	20200326	20200401	Passed	LV		
PingDSP GNSS	20200401	20200401	Passed	LV	20200319	20200401	Passed	LV		

Kruisingen analyse										
	Meetdatum JM					Meetdatum MM				
	Datum controle	Datum controle	gemiddelde std (m)	Initials	Datum controle	Datum controle	gemiddeld std (m)	Initials		
Topo GNSS	20200401	20200512	0.024	RR	202004	20200511	0.022	RR		
SBES GNSS	NVT	-	-	-	20200326	20200512	0.012	RR		
PingDSP GNSS	20200401	20200407	Passed	LV	20200319	20200508	Passed	RR		

Hoogteverschil overlap Topo GNSS data met overige										
	Meetdatum JM					Meetdatum MM				
	Datum controle	Datum controle	gemiddeld (m)	std (m)	Initials	Datum controle	Datum controle	gemiddeld (m)	std (m)	Initials
LIDAR	20200401	20200511	0.010	0.064	RR	20200319	20200511	0.008	0.039	RR
Jet ski GNSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PingDSP GNSS	20200401	20200511	0.033	0.025	RR	20200319	20200511	0.015	0.026	RR

Figure 5.1: Verificatietabel 1.

LiDAR planimetrisch

	Meetdatum				Meetdatum			
	IJM	Datum controle	Pass/Fail	Initials	MM	Datum controle	Pass/Fail	Initials
Planimetrisch	20200407	20200511	Passed	RR	20200325	20200511	Passed	RR

PingDSP specifiek

	Meetdatum				Meetdatum			
	IJM	Datum controle	Pass/Fail	Initials	MM	Datum controle	Pass/Fail	Initials
Data dekking	20200401	20200508	Passed	LV	20200319	20200510	Passed	RR
Data kwaliteit	20200401	20200508	Passed	LV	20200319	20200510	Passed	RR

Consistentie in de tijd obv JRK profielen

	Meetdatum				Meetdatum			
	IJM	Datum controle	Pass/Fail	Initials	MM	Datum controle	Pass/Fail	Initials
Profiel evaluatie	20200407	20200512	Passed	RZ	20200325	20200512	Passed	RZ

Figure 5.2: Verificatietabel 2.

5.6 Voorbeeld JRK profielen

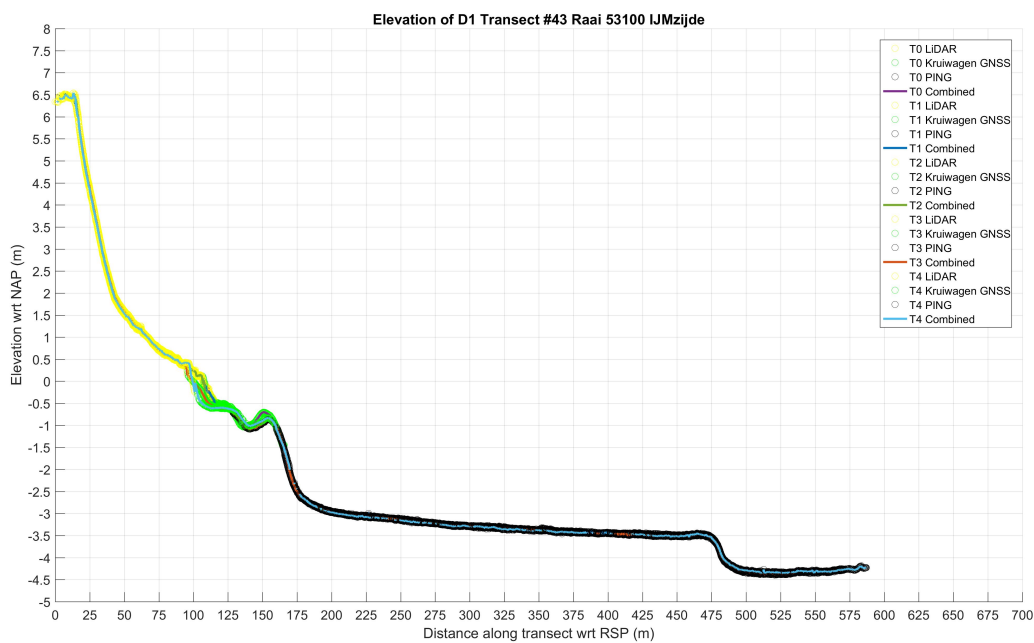


Figure 5.3: Voorbeeld JRK raai data aansluiting en temporele consistentie

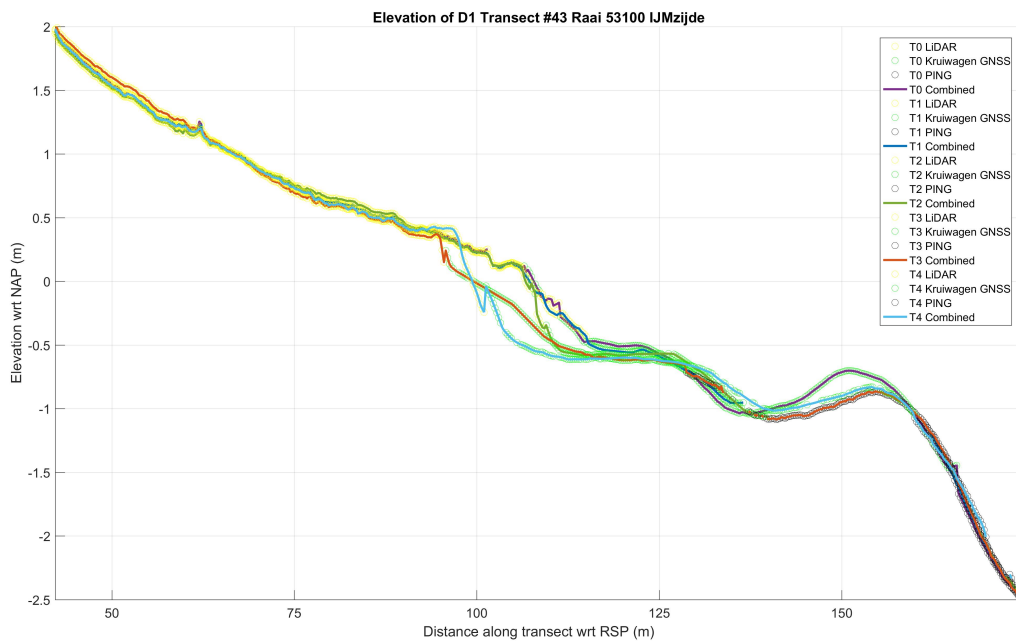


Figure 5.4: Voorbeeld detail JRK raai data aansluiting en temporele consistentie

6 Veldobservaties en bijzonderheden

De hoogte van de puntenwolken van T3 en T4 aan de IJsselmeerzijde komen niet overeen. Dit verschil bedraagt ongeveer 8 cm bij detaillocatie 2 en 0 cm bij detaillocatie 1. De hoogte van de puntenwolken zijn getoest aan de hand van de hoogtemetingen van de GNSS-kruiwagen. Het verschil tussen de GNSS-kruiwagen en de puntenwolk is minimaal.

Op het droge deel van de versterking is met name de enorm droge, keiharde (kleiige) toplaag opvallend. Ook lijkt het gras minder vitaal dan de voorgaande metingen (Fig. 6.1).

Op enkele dagen is met (dichte) mist gemeten. Dankzij lokale lanceermogelijkheid heeft die niet tot vertraging geleid.

Verder is aan de Markermeerzijde tussen de uitvoeger (D4) en de toegang naar Trintelzand B (waar de aannemer aan het werk is) een flink stevige zandige oever ontstaan door het vele verkeer. Shovels onderhouden deze strook zand goed, zodat deze 'weg' goed begaanbaar blijft voor kleine voertuigen.

Achter Trintelzand A is met SBES gevaren en GNSS gelopen om de transecten in te meten. Tijdens dit lopen is andermaal geconstateerd dat de bodem erg zacht is en veel stenen/objecten op de bodem liggen.

Voor overige observaties wordt verwezen naar de 360filmpjes en foto's in dit veldrapport.



Figure 6.1: Harde droge kleilaag met dorre vegetatie (IJM zijde).

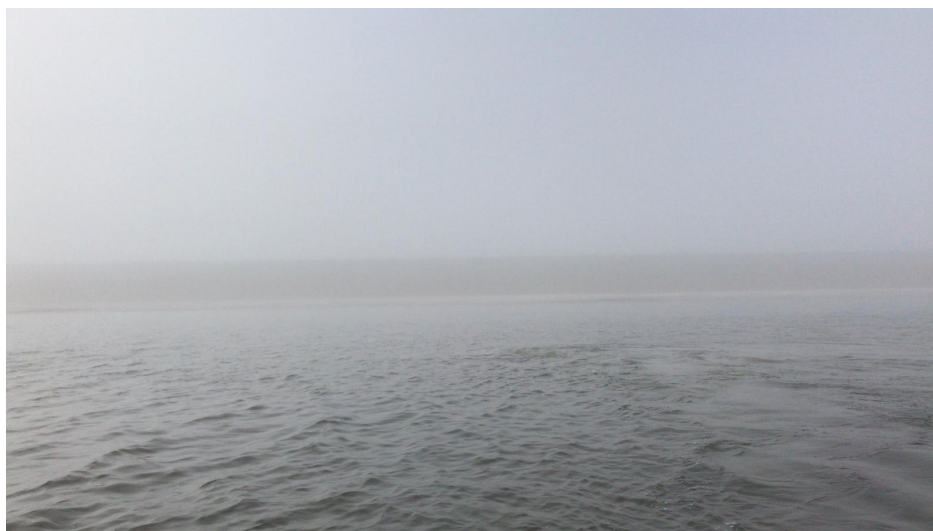


Figure 6.2: Enkele dagen met dichte mist kunnen meten, dankzij het lokale lanceren.

7 Afwijkingen

- Achter Trintelzand A en de gebieden waar stenen werden aangetroffen tijdens de stenensurvey, is niet met PingDSP gemeten, maar lopend met GNSS en varend met SBES. Uiteraard in goed overleg met R. Wilmink.
- Na overleg met ecologisch adviseurs van RWS en RWS-WVL is besloten nog geen onderwater beelden te maken t.b.v. van de ecologische monitoring. De verwachting is dat eind april - begin mei de ecologische monitoring opstart en dan wordt bepaald waar en hoe de beelden gemaakt gaan worden.
- Doordat de orthofoto van de zandige versterking is gemaakt is geen satelliet beeld nodig voor de gebieden tussen de detaillocaties.

8 Indicatie weersomstandigheden

De metingen zijn uitgevoerd in een rustige periode tussen 19 maart en 10 april. Metingen op het water zijn uitgevoerd bij offshore of windstil weer, m.u.v. de gebieden achter de vooroeverdammen, waar onshore wind geen belemmering is voor goede metingen.

Een aantal meetdagen waren gehuld in dichte mist. Deze mist was zeer lokaal (in Lelystad en Enkhuizen zon, op de dijk en het meer mist.)

9 360°filmpjes

Linkjes naar de 360°filmpjes van de T4 - Maart 2020 (halfjaarlijkse):

- IJsselmeerzijde: <https://youtu.be/2PBZXoBP-dEs>
- Markermeerzijde: https://youtu.be/15FI__zKKdg

10 Overzicht survey methoden per dag per gebied

Een overzicht van toegepaste surveytechniek per gebied per dag (Tab. 10.1 & 10.2):

Table 10.1: Overzicht surveytechniek IJsselmeer per dag

Ping DSP	Topo GNSS	Orthofoto	LiDAR	SBES
20200401	20200401	20200407	2020407	
20200402	20200407			
20200407	20200408			
	20200410			

Table 10.2: Overzicht surveytechniek Markermeer per dag

Ping DSP	Topo GNSS	Orthofoto	LiDAR	SBES
20200319	20200319	20200325	20200325	20200326
20200320	20200320			
20200324	20200323			
	20200325			

Appendix A Patchtest PingDSP meet systeem T4 - Maart 2020 (halfjaarlijkse)

De onderstaande tabel geeft de resultaten weer van de uitgevoerde patchtest tijdens de T4 - Maart 2020 (halfjaarlijkse).

Table A.1: Resultaten patchtest SHORE RIB met PingDSP meetsysteem

Meetdatum	Transducer	Roll (°)	Pitch (°)	Yaw (°)
20200319 (MM)	Portside	68.926	-0.800	-0.470
	Starboard	-71.250	-0.800	-0.470
20200401 (IJM)	Portside	68.842	0.280	0.170
	Starboard	-70.997	0.280	0.170

Appendix B Toelichting Verificaties

B.1 GNSS vast punt controle

De GNSS antenne wordt boven/op een bekend fysiek punt gepositioneerd (op een loodstaaf of direct met het ARP op het punt). Gedurende 1 minuut wordt het bekende punt ingemeten. De resulterende coördinaten worden vergeleken met de bekende punten. Als de oplossing binnen de specificaties van de gebruikte GNSS apparatuur valt (2cm + 1mm/km), krijgt de check het oordeel 'Passed'. De resultaten worden bijgehouden in een excelsheet waarvan per meting een printscreen in de map met verificatie figuren wordt geplaatst.

Dit gebeurt niet voor de GNSS van het LiDAR systeem, wat een geïntegreerd systeem is, zonder de mogelijkheid de componenten (gemakkelijk) los te koppelen. Het LiDAR systeem wordt op andere wijze geverifieerd (sec. B.3).

B.2 Kruisingen analyse GNSS, SBES en PingDSP

GNSS en SBES

Op en rond de kruisingen van de (kustdwarse) transect metingen en een kustlangs controle transect worden de meetpunten binnen een bepaalde afstand vanaf het kruispunt met elkaar vergeleken. De vergelijking is gebaseerd op de hoogte van de bodemligging (z-coördinaat) van alle surveypunten (x,y) binnen het geselecteerde gebied.

De methodologie voor SBES en GNSS metingen bestaat uit de volgende stappen:

1. Identificatie van de x,y- locaties van de kruisingen, door deze aan te klikken in een topview van de meetdata
2. Identificatie van alle surveypunten die binnen een straal van 1 m (loopdata) en 2 m (SBES data) liggen. Dit om feitelijke morfologische variaties binnen het te evalueren gebied rond de kruisingen zo veel mogelijk uit te sluiten.
3. Berekening van de statistiek van de punten per te evalueren kruising:
 - A Aantal punten per kruising
 - B De gemiddelde bodemligging μ rond de kruising $\mu = \sum z_i / n$
 - C De standaard afwijking σ in bodemligging waardes voor elke kruising, $\sigma^2 = \sum (z_i - \mu)^2 / (n - 1)$

De methode wordt geïllustreerd aan de hand van een arbitraire survey (in dit geval in Ghana, 2015, Fig. B.1). In dit geval wordt onderscheid gemaakt tussen data in de nearshore en verder offshore (variatie van morfologie significant verschillend in kustdwarse zin).

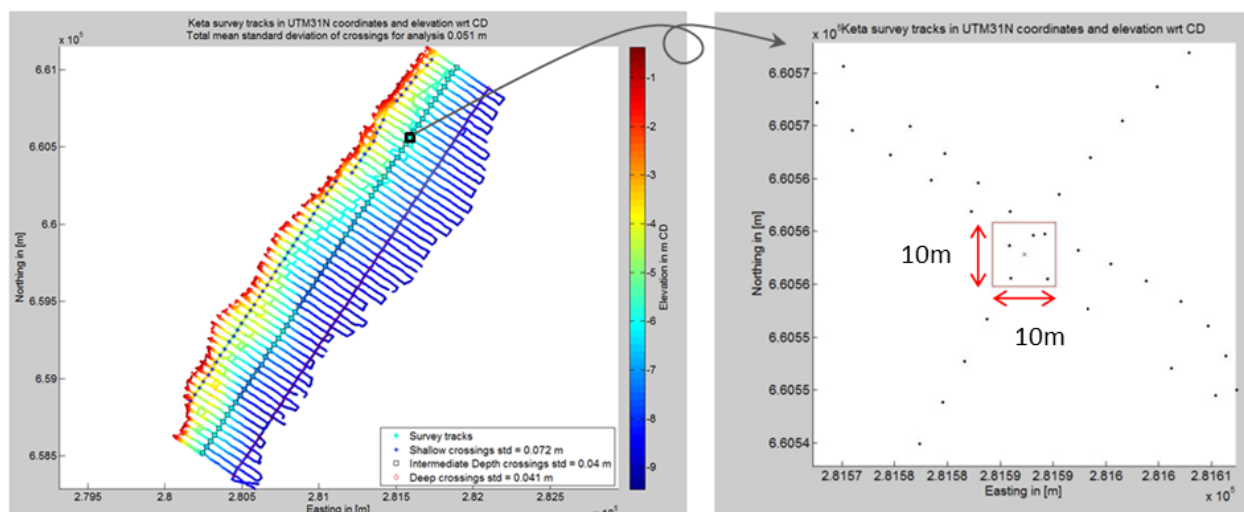


Figure B.1: Links: Surveypaden met kruisingen tussen kustlangse (controle) en kustdwarse meet transecten. Rechts: detail van een kruising en het evaluatiegebied (rode vierkant).

In dit voorbeeld is de survey data in een gebied van 10x10 m rond een kruising gegeven in Tab. B.1. De gemiddelde bodemligging voor deze kruising is -5.84 m met een standaard afwijking van 3 cm.

Table B.1: Voorbeeld kruising analyse

Punt nr.	Bodemligging in m CD
1	-5.8302 m
2	-5.8124 m
3	-5.8901 m
4	-5.8444 m
5	-5.8251 m
Gemiddeld $\mu = -5.8405$ m, Standaard afwijking $\sigma = 0.0300$ m	

Dit wordt voor alle kruisingen gedaan. Voor de voorbeeld survey zijn de resultaten (Tab. B.2):

Table B.2: Voorbeeld kruisingen analyse per diepte zone

Kustlangs transect per zone	Aantal kruisingen	Gemiddelde bodemligging kruisingen	Gemiddelde standaard afwijking kruisingen
Ondiep	51	-4.09 m CD	0.072 m
Nearshore	61	-6.53 m CD	0.040 m
Offshore	59	-8.19 m CD	0.041 m

De resultaten van de kruisingen analyse worden in de verificatie tabellen vernoemd per gebied.

PingDSP

Voor de PingDSP wordt deze check gedaan met behulp van het programma Autoclean van Beamworx. Hierin worden alle surveypunten in het surveygrid getoetst aan NL Norm A, zo ook de controle transect die door alle transect metingen loopt. Deze controle transect toont dan tevens aan dat de resultaten

intern consistent zijn in de tijd en ruimte.

B.3 LiDAR verificaties

De LiDAR data van de T0 is geverifieerd met GNSS loop data op een verhard oppervlak. Voor D1 en D2 is dit gedaan met de verharding van Trintelhaven. Voor D3 en D4 is dit gedaan met de (asfalt) verharding bij D4.

Bij de navolgende metingen (Tn) wordt de puntenwolk van de Tn in hoogte gematched met het verharde (onveranderelijke) deel van de gevalideerde puntenwolk van de T0. Voor D1 & D2 is dat het fietspad/of de weg. Voor de D3 de weg en voor D4 de asfaltverharding bij de uitvoegstrook en de weg.

De LiDAR data wordt ook planimetrisch geverifieerd, door de puntenwolk te vergelijken met GNSS metingen van 3D objecten. Hiervan worden de resultaten als printscreens meegeleverd in de map met verificatie figuren.

Tevens wordt alle LiDAR data op de versterking gevalideerd met de uitgevoerde transect metingen met de GNSS loop constructie (sec. B.4).

B.4 Hoogteverschil overlap Topo GNSS data met data van overige methodes

Doordat gestreefd wordt naar aansluiting en mogelijk overlap tussen de meetmethodes bestaat de mogelijkheid om de hoogteligging langs de transecten te checken.

Zo wordt het **LiDAR** DTM geverifieerd met GNSS transectmetingen. Daartoe wordt op elke GNSS meetpunt (x,y) de z-coördinaat van GNSS vergeleken met de LiDAR hoogte op die locatie. Van het totale aantal geverifieerde punten worden het gemiddelde en de standaard afwijking bepaald en vernoemd in de verificatie tabel.

De PingDSP hoogtedata wordt, indien er overlap met de GNSS loop metingen is, op dezelfde wijze geverifieerd als de LiDAR hoogtedata.

B.5 PingDSP specifiek

Alle hoogtedata van de PingDSP wordt gecheckt in Beamworx Autoclean

- Kwaliteit: ingebouwde check waarbij NL Norm A het criterium is
- Punt dichtheid: ingebouwde check waarbij 10p/m² het criterium is

Van beide checks worden figuren gemaakt (groen=voldoet, rood=voldoet niet) en toegevoegd in de map met verificatie figuren.

B.6 Consistentie in de tijd

Van alle meettransecten worden figuren gemaakt met daarop afgebeeld de hoogteligging per meting, per meetmethode. Deze figuren worden geverifieerd, waarbij speciale aandacht uit gaat naar overeenstemming op het 'diepe' deel (PingDSP en/of SBES) tussen de verschillende metingen: consistent op morfologisch inactieve gebieden. Dit geldt ook voor de LiDAR op de 'hoge' droge delen van de transecten. En als laatste, de overgang tussen PingDSP/SBES, GNSS loopmetingen en LiDAR data: sluit de data mooi aan of zijn er vreemde sprongen tussen de verschillende methodes. Figuren van alle transecten worden meegeleverd per meting in de map met verificatie figuren.