

RAPPORTAGE ACCEPTATIE TOETS

MS HARMONIE



Opdrachtgever: North Sea Port
Contactpersoon: N. Durinck
Locatie: Vlissingen, Grote sluis en Buitenhaven
Uitgevoerd dd.: 24-11-2020



Versie: 1.0 Definitief
Datum: 24-11-2020
Uitgevoerd door: Stek-GHE
Auteur: R. Stek (BBE)
Klantnr. SGHE: NL-00-001
Projectnr. SGHE: 12018003



Inhoud

1. Inleiding	2
2. Programma van eisen.....	3
3. Rapportage uitgevoerde metingen en resultaten	4
4. Conclusie.....	10
5. Akkoord verklaring.....	10
Bijlagen	11
<i>Bijlage 1: Meetwaarden RWS sluisdrempelmeting februari 2012</i>	<i>12</i>
<i>Bijlage 2: Afbeelding meetpunten ZSP Buitenhaven Vlissingen</i>	<i>13</i>
<i>Bijlage 3: Afbeelding sediment Zeesluis Buitenhaven Vlissingen.....</i>	<i>14</i>

1. Inleiding

In opdracht van North Sea Port is een acceptatietoets uitgevoerd om aan te tonen dat het meetvaartuig Harmonie voldoet aan de eisen geldend voor IHO/RWS NL-norm A.

Bij de meting waren aanwezig:

- Ing. R.L. Stek (Sr. Surveyor en eigenaar van Stek-GHE)
- Ing. J. de Geyter (Surveyor/beheerder North Sea Port)
- Luc (schipper ms Harmonie, North Sea Port)

Meetvaartuig 'Harmonie' is ingericht voor diverse surveywerkzaamheden en heeft onder het schip een blister waarin een multibeamtransducer en geluidsnelheidsensor geplaatst is.

Het vaartuig is uitgerust met de volgende apparatuur:

- Plaatsbepaling: Applanix POS MV GNSS-RTK (GNSS correctie d.m.v. VRS van 06-GPS)
- Koersbepaling: Applanix POS MV
- Bewegingsensor: Applanix POS MV/INS20
- Echolood: Reson Seabat T50R
- Geluidsnelheid transducer: Valeport miniSVP
- Geluidssnelheid waterkolom: Valeport Swift
- Software: PDS2000 versie 4.4.1.5

Omdat er geen meetplatform in het Westerscheldegebied aanwezig is, is de sluisdrempel van de Zeesluis te Vlissingen gekozen als referentie van de absolute meetwaarden. Multibeamstand (roll, pitch en yaw) kalibraties (zgn. patchtest) zijn uitgevoerd in de Buitenhaven te Vlissingen.

Acceptatietest is uitgevoerd ter plekke van de Buitenhaven nabij het sluizencomplex te Vlissingen. Van Rijkswaterstaat zijn de hoogten in m t.o.v. N.A.P van de sluisvloer bekend (meting uitgevoerd in februari 2012) welke zullen dienen als ondergrond voor de absolute systeem controle. Een afbeelding van de meting van de sluis-drempel en een nauwkeurigheidberekening van deze meetpunten is opgenomen in [bijlage 1](#).

Dit verslag geeft weer aan welke eisen het systeem volgens contract moet voldoen, hoe dit gerealiseerd is en wat de resultaten zijn.

2. Programma van eisen.

Voor een acceptatietest conform IHO/RWS NL-norm A zijn de vereisten van het meetsysteem uiteengezet:

- **Controle plaatsbepalingssysteem** door de GNSS antenne boven een Vast Punt (VP) van OG plaatsen en minimaal 10 epochs te laten loggen. Resulterende coördinaten en hoogte mogen niet meer verschillen dan 5 cm t.o.v. de opgegeven coördinaten en hoogte van de OG.
- **Controle gyro kompas** (cq. kaarthoek) in 2 richtingen. Dit dient uitgevoerd te worden door de as van het meetvaartuig t.o.v. de kademuur te bepalen. Kaarthoek van kade is d.m.v. vaste punten bekend bij OG.
- **Controle geluidsnelheidsmeter** door de gemeten waarde te controleren conform '*IHO Manual on Hydrography, 1st. edition May 2005*'. Hierbij dient men de temperatuur en het zoutgehalte van het water te bepalen waarna de formules ingevuld kan worden. Maximale afwijking tussen meetapparaat en berekening mag niet meer bedragen dan 3 m/s.
- **Controle van bootgeometrie**. Dit is te bepalen a.d.h van de te varen kalibratielijnen. Bootgeometrie wordt gecontroleerd a.d.h van roll-, pitch- en yaw kalibratie (patchtest).
- **Controle gehele meetsysteem op bekend object**. Deze absolute controle van het gehele meetsysteem wordt uitgevoerd m.b.v de sluisvloer van de Zeesluis te Vlissingen. Afwijkingen van de meting t.o.v door OG bepaalde waarden mogen niet meer dan 5 cm bedragen..

Daar er zich geen grondslagpunten (GP) van het kadaster of Rijkswaterstaat in de buurt van de Buitenhaven te Vlissingen bevinden is gebruik gemaakt van een vast punt (VP) van North Sea Ports in de Buitenhaven nabij de zuid-oost hoek van de Handelskade. Dit punt bevindt zich op een moeilijk te bereiken locatie om de antenne van het vaartuig op te plaatsen. Toetsing vindt daarom plaats door met een secundair systeem (Trimble SPS585 GNSS-RTK hand set, RTCM correcties via 06-GPS) de positie van de GNSS-antenne te controleren. Secundaire systeem is gecontroleerd boven het VP op de wal.

Daar de kademuur te Vlissingen niet bekend is in de richting t.o.v. de projectie en/of geografische noorden is de controle van de koersbepaling uitgevoerd door de scheepsas in te meten met het secundaire systeem ter plekke van de Buitenhaven te Vlissingen. Door gebruik te maken van een, gecontroleerd, secundair systeem worden aldus de juiste positie van de GNSS-antenne, de koers en de positie van het referentiepunt geverifieerd. Controle van de koers en absolute positie (in RD en t.o.v. N.A.P) vindt plaats door de berekeningen cq. metingen te vergelijken met de door het meetsysteem bepaalde meetwaarden.

Alle gevraagde controles zijn uitgevoerd op 24-11-2020 in de Buitenhaven en bij het sluisencomplex te Vlissingen.

3. Rapportage uitgevoerde metingen en resultaten

Een positiecontrole is uitgevoerd op het VP in de Buitenhaven. Daar het door de locatie lastig is het VP te bereiken is het niet mogelijk de GNSS antenne van het meetvaartuig boven het VP te plaatsen en is gekozen voor een alternatieve methode: met een losse GNSS-RTK set wordt het VP gemeten ter controle van dat systeem waarna de betreffende GNSS-RTK set op de primaire GNSS antenne op het meetvaartuig wordt geplaatst. De meetstok met GNSS antenne is bovenop de meetspijker op de wal geplaatst.

De ingewonnen data is gedurende 30 meetpunten ingewonnen en statistisch geanalyseerd.

Ter controle van het secundaire systeem is data ingewonnen boven het VP2100 in de Buitenhaven te Vlissingen (zie afbeelding in [bijlage 2](#)) en zijn het gemiddelde en standaardafwijking van de metingen bepaald.

Van dit punt is bekend:

Vast Punt (VP) nummer: 2100

Gegeven waarden	X (RD)	Y(RD)	Z(NAP)
	30579.104	385633.156	4.488

De toetsing van de nauwkeurigheid wordt bepaald door 2 eisen:

- 1) Een toets op de standaard normale verdeling van het verschil tussen de metingen en de gegeven coördinaten. Deze waarde wordt bepaald als de verhouding tussen de (kwadratische) som van de σ van het verschil tussen de meting en de referentiewaarde ($\sigma_{xy/z}$) en de verwachtingswaarde ($\sigma_{Exy/z}$). Hierbij moet 95% van de metingen binnen 2 keer de verwachtingswaarde vallen.
- 2) De norm als gesteld in de IHO/RWS NL norm A. Het verschil tussen de meting en de referentie mag niet hoger zijn dan gesteld in de norm.

Van het VP is de σ niet bekend. Hiervoor is een aanname gedaan met typische waarden voor VP zijnde geen kadastrale punten. De gegeven uitgangspunten zijn bepaald als:

Nauwkeurigheid VP (aanname):	σ_{xy} :	0.020	m
	σ_z :	0.020	m
Nauwkeurigheid Trimble SPS585:	σ_{xy} :	0.008	m
	σ_z :	0.015	m

Welke resulteren in de eisen voor de nauwkeurigheid als:

Verwachtingswaarde normale verdeling ($2\sigma_E$):	$2\sigma_{Exy}$:	0.043	m
	$2\sigma_{Ez}$:	0.050	m

Een verticale nauwkeurigheid van 5 cm is conform het programma van eisen van een RWS acceptatietoets.

De metingen boven het VP met de GNSS-RTK meetstok hebben de volgende resultaten:

Opname VP2100

Tijdsduur 30 epochs (1 epoch = 1 sec.)

Gemeten waarden	X (RD)	Y(RD)	Z(NAP)	σ_{xy} :	σ_z :
	30579.112	385633.151	4.511	0.010	0.013
Verskil t.o.v. VP	0.009		-0.023	0.022	0.024
Toetsingswaarde verwachting	0.519		0.477		
Kritieke waarde	0.950		0.950		
Geaccepteerd st. verdeling	JA		JA		
Geaccepteerd kritieke waarde	JA		JA		

Verificatie van de toepasbaarheid van de GNSS-RTK meetstok is geaccepteerd. Waarden vallen binnen de gestelde eisen.

Doordat de punten aan boord onder dynamische omstandigheden gemeten worden en het gemiddelde hiervan afhankelijk is wordt de eis van de horizontale positie verruimt. De eis voor verticale positie blijft gehandhaafd daar de dynamiek van het vaartuig gedurende de meting hier minder invloed op heeft. Gedurende de opnamen is het schip onderhevig aan bewegingen veroorzaakt door:

- Variatie van positie afmeerlokatie (in deze de variatie ontstaan door wind en golfslag welke invloed hebben op het afmeertouw).
- Variatie van positie meetplatform door scheepvaartbeweging.

Hierdoor ontstaat meer variatie in de meetwaarden welke het gemiddelde negatief beïnvloeden.

De te stellen eisen aan de nauwkeurigheid wordt bepaald door 2 toetsen:

- 1) Toetsing op de standaard normale verdeling van de σ van het verschil tussen de metingen.
- 2) Toetsing t.o.v. de kritieke waarden. Verschil tussen beide meetmethoden moet kleiner zijn dan de gestelde kritieke waarden.

De eisen zijn gesteld op:

Verwachtingswaarde normale verdeling ($2\sigma E$):	$2\sigma E_{xy}$:	0.043	m
	$2\sigma E_z$:	0.050	m
Eis nauwkeurigheid dyn. meting kritieke waarde:	Δxy :	0.100	m
	Δz :	0.050	m

Er is aangevangen met de controle van het meetsysteem aan boord door eerst de resulterende positie (in RDNAP 2008) van de GNSS antenne aan boord te verifiëren. Resultaten van de controle zijn:

GNSS antenne aan boord (dynamische meting)

	X (RD)	Y(RD)	Z(NAP)	σ_{xy} :	σ_z :
Meetsysteem Harmonie	30570.06	385451.02	4.63	0.030	0.023
GNSS-RTK meetstok	30570.09	385451.04	4.62	0.017	0.021
Verschillen relatief	0.026	0.021	-0.015	σ_{xy} :	σ_z :
Verschillen hor-vert	0.033		-0.015	0.034	0.031
Toetsingswaarde verwachting	0.800		0.623		
Max. spreiding	0.950		0.950		
Geaccepteerd st. verdeling	JA		JA		
Geaccepteerd kritieke waarde	JA		JA		

Vervolgens is het scheepsreferentiepunt ingemeten om te verifiëren dat het meetsysteem aan boord dit punt goed uitrekent:

Referentiepunt scheepsgeometrie aan boord (dynamische meting)

	X (RD)	Y(RD)	Z(NAP)	σ_{xy} :	σ_z :
Meetsysteem Harmonie	30568.50	385460.02	2.30	0.021	0.023
GNSS-RTK meetstok	30568.54	385460.01	2.31	0.025	0.033
Verschillen relatief	0.040	-0.010	0.010	σ_{xy} :	σ_z :
Verschillen hor-vert	0.041		0.010	0.033	0.040
Toetsingswaarde verwachting	0.758		0.804		
Max. spreiding	0.950		0.950		
Geaccepteerd st. verdeling	JA		JA		
Geaccepteerd kritieke waarde	JA		JA		

De ruimere eisen dienen ook te worden meegenomen bij de gyrocontrole daar de uitgevoerde metingen onder dezelfde condities zijn opgenomen. Uitgaande van een maximale horizontale afwijking van + of – 10 cm wordt de tolerantie vastgesteld op doorberekening van de lengte van de basislijn (tussen de 2 meetpunten).

Gyrohoek (dynamische meting)

	X (RD)	Y(RD)	Z(NAP)	σ_{xy} :	σ_z :
Meetpunt boeg	30569.56	385445.56	2.93	0.018	0.024
Meetpunt hek	30568.49	385459.92	2.30	0.017	0.022
Verschillen relatief	-1.067	14.354			

Lengte basislijn	14.394	σ_{gyro} :
Berekende kompashoek	175.7488	0.099 °
Kompashoek meetsysteem Harmonie	176.1279	0.150 °
Verschil	0.3791	°
Kritieke waarde max. verschil	0.796	°
Geaccepteerd kritieke waarde	JA	

Voorafgaand aan de patchtest en metingen van de sluisvloer is een profiel gemaakt van de geluidssnelheid m.b.v een Sound Velocity Profiler. Om deze waarde te controleren is de probe in een emmer met drinkwater (zoutgehalte = 0 ppt) geplaatst en is de gemeten waarde vergeleken met de berekende waarde. Om de probe nabij de transducer te controleren zijn de meetwaarden van de probe vergeleken met het gemeten profiel na controle van de probe gebruikt voor het meten over de gehele.

Resultaten van de controle van de SVP van het meetvaartuig (t.b.v. waterkolommetingen):

Controle SVP

Gemeten geluidssnelheid:	1455.6	m/s	SV Probe Valeport	Zoet water
Gemeten geluidssnelheid:	1487.7	m/s	Probe bij transducer	Zout water
Berekening geluidssnelheid:				

Berekening geluidssnelheid:

WGS84 Coordinates:

N	51.4	°
E	3.6	°
H (approx.)	45.6	m

Measured water temperature:

12	°C
----	----

Measured Salinity:

0	ppt
---	-----

Measurement depth:

1	m
---	---

Calculations as described in IHO Manual on Hydrography, 1st ed. May 2005

Parameters:	T	12.0	°C
	S	0.0	ppt
	Z	0.001001	km
	ΔZ	0.000000	

Calculated Sound Velocity (C): **1455.0** m/s

Sound Velocity Probe in zout water (C): **1487.1** m/s

Verschillen:	Δx	0.60	m/s	Voldoet:	JA	Probe bij transducer
Verschillen:	Δx	0.63	m/s	Voldoet:	JA	SV Probe Valeport

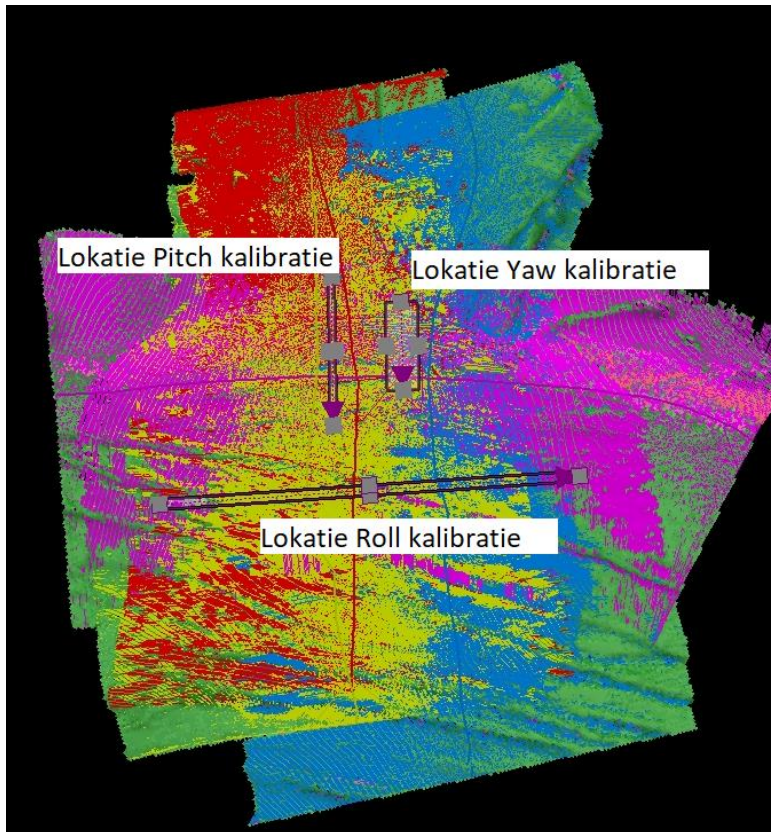
Eis Δ max

3 m/s

Controleberekening is conform de formule vermeld in IHO 'Manual on Hydrography 1st edition May 2005' hoofdstuk 2 paragraaf 2.2.1.2.

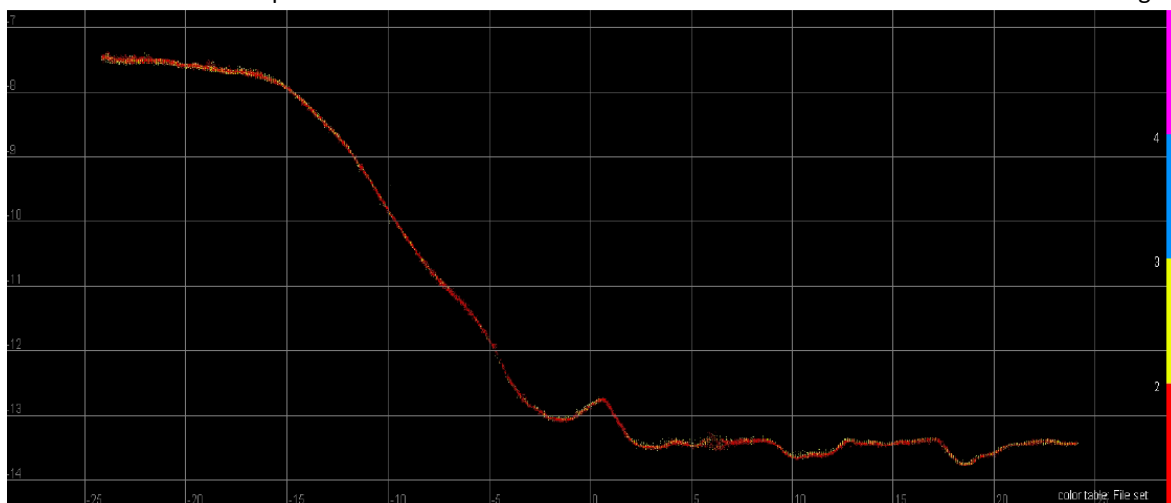
Voor de bepaling van de multibeamstand en absolute hoogtecontrole is gevaren naar de monding van de haven voor het bepalen van de multibeamstand en naar de Westelijke sluiskolk. Resultaten zijn visueel gemaakt door middel van enkele screenshots en kaarten:

Lokaties profielen t.b.v mbes standkalibratie:



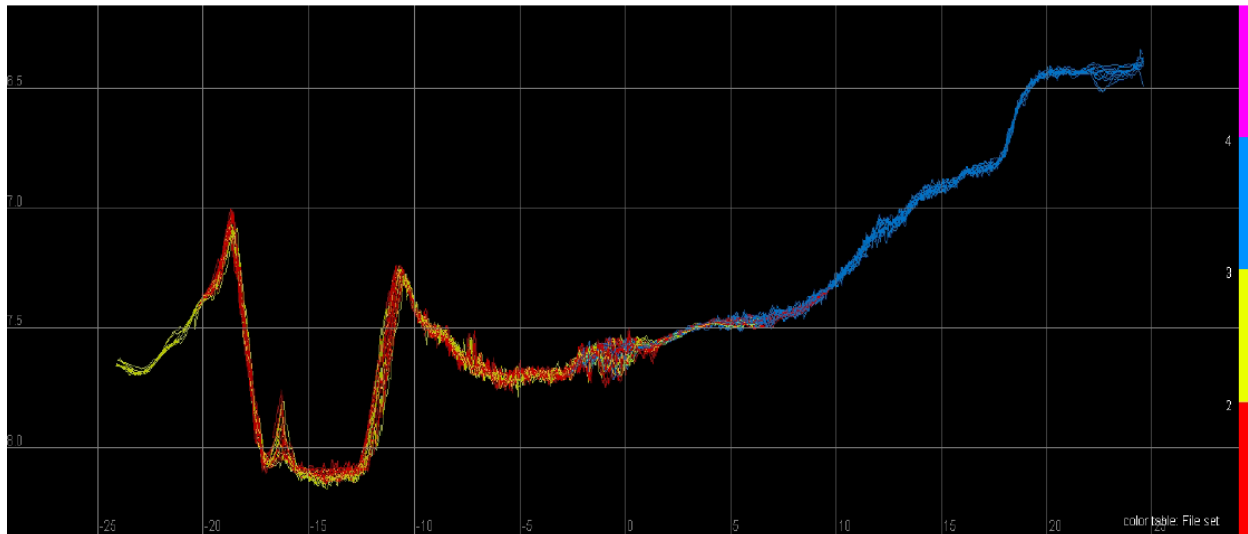
Pitch kalibratie:

Kalibratie berekend een pitch correctie van 0.50° . Dit levert een verschil van <0.05 m tussen beide metingen.



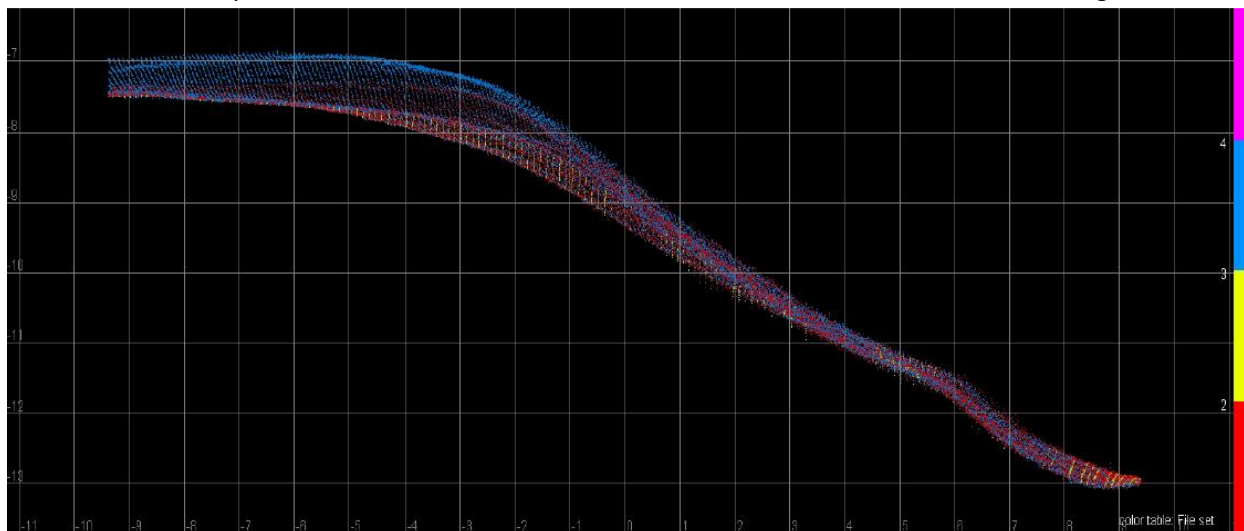
Roll kalibratie:

Kalibratie levert een roll correctie van -0.04° . Dit levert een verschil van <0.05 m tussen beide metingen.



Yaw kalibratie:

Kalibratie levert een yaw correctie van -1.49° . Dit levert een verschil van <0.05 m tussen beide metingen.



Daar er gebruik wordt gemaakt van het GPS tijdbericht en de PPS pulse zijn time delays uitgesloten.

Voor een absolute controle is een plot gemaakt van de hoogtewaarden van de sluisvloer te Vlissingen. Bekend is dat de hoogte van de drempel NAP -8.00 m en de inkassing voor de sluisdeur NAP -8.50 m zijn:



Hoogtekaart sluisvloer in m t.o.v. N.A.P



Standaard afwijkingen metingen sluisvloer in m

Metingen van de inkassing voor de sluisdeuren in sluisvloer leveren een gemiddeld verschil van 0.002 m op. Het toegepaste geluidsprofiel is opgenomen in de binnenhaven ter plekke van de sluisdrempel. Op de vloer is sediment aangetroffen, ter plekke van de inkassingen voor de sluisdeuren is de vloer schoon, zie tekening in bijlage 3.

Aangetoond is dat het verschil tussen de gemeten absolute meetwaarden ten opzichte van de bekende absolute waarden < 0.05 m bedragen zoals vereist.

4. Conclusie

Filtering van de meetpunten conform NL norm A gebeurt gedurende de opnamen in de software. Hierdoor voldoet de uiteindelijke data aan deze normering.

Overzicht van de uitgevoerde metingen en acceptatie:

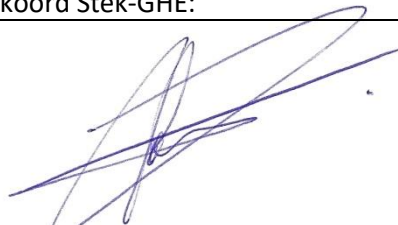
Overzicht uitgevoerde metingen en resultaten

	Toetswaarde		Eis controle	Eis NL norm A	Voldoet
	Criterium	Waarde			
Controle Positionering	Δxy :	0.033	<0.10m	n.v.t	JA
	Δz :	-0.015	<0.05m	n.v.t	JA
Controle Referentiepunt	Δxy :	0.041	<0.10m	n.v.t	JA
	Δz :	0.010	<0.05m	n.v.t	JA
Controle Kompashoek	$\Delta \psi$:	0.379	<0.788°	n.v.t	JA
Controle Geluidssnelheid	ΔSV :	0.6	<3 m/s	n.v.t	JA
Controle Multibeamstand	Patchtest	herhaalbaar	herhaalbaar	n.v.t	JA
Controle Absolute waarde	Δz :	0.002	<0.05 m	<0.12	JA

(NL Norm A formule: $TVU \leq \sqrt{a^2 + (bxd)^2}$ waarbij $a=10$, $b=0.0075$ en $d=\text{diepte (8 m)}$)

Uit alle uitgevoerde controles blijkt dat het meetsysteem aan de gestelde eisen (conform IHO/RWS NL norm A) voldoet en ingezet kan worden voor de metingen waar deze norm een vereiste is.

5. Akkoord verklaring

Akkoord Stek-GHE:	Akkoord North Sea Port:
	
R.L. Stek	N. Durinck
Sr. Surveyor/Eigenaar	Beheerder

Bijlagen

Bijlage 1: Meetwaarden RWS sluisdrempelmeting februari 2012



Afbeelding 5.

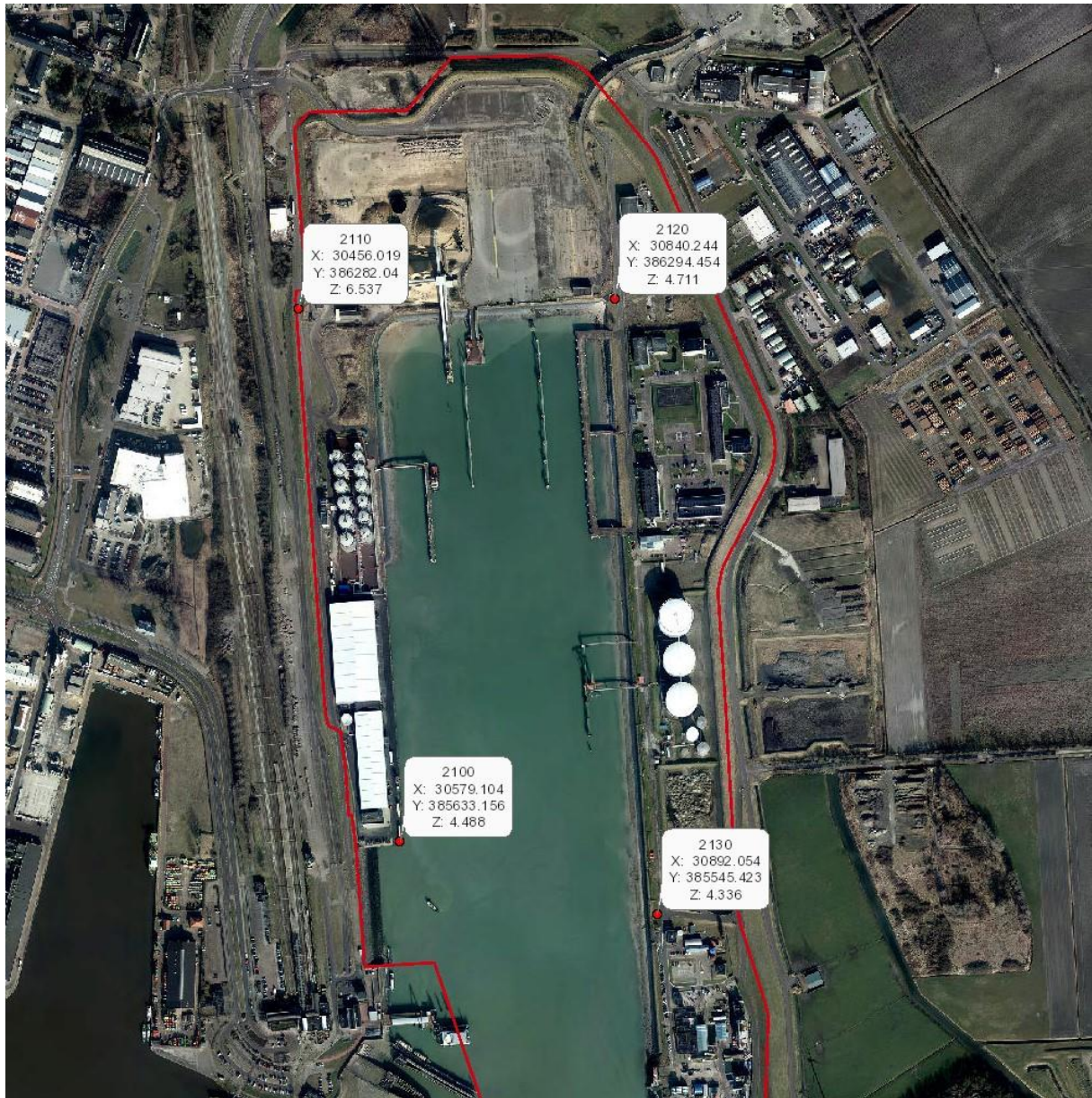
Sluis Vlissingen

Totale standaarddeviatie:

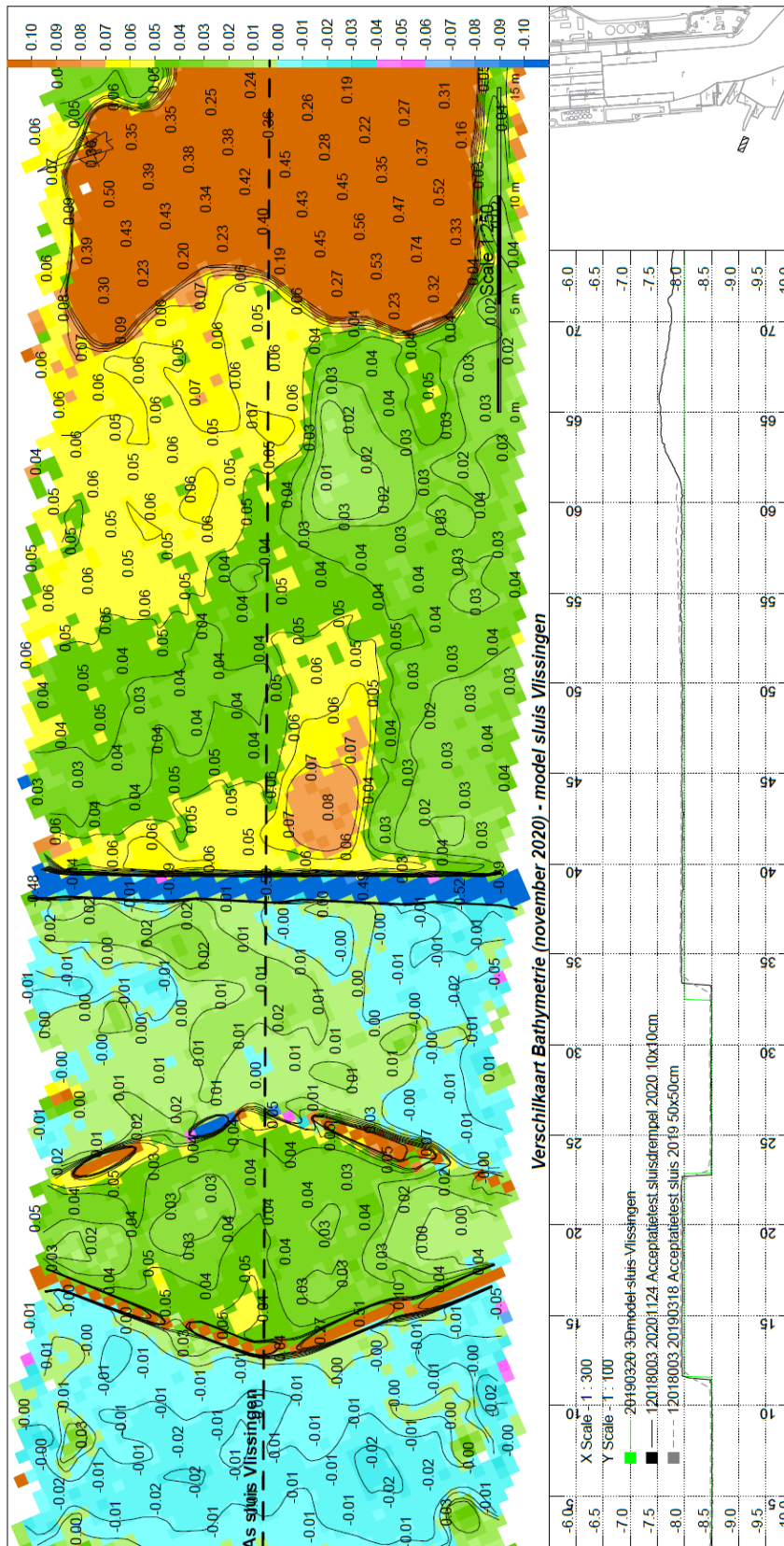
$$\sigma_{xy} \text{ totaal} = \sqrt{(\sigma_{xy} \text{ ligging}^2 + \sigma_{xy} \text{ stokrechttop}^2 + \sigma_{xy} \text{ tachymeter}^2)} = 0.0781\text{m}$$

$$\sigma_z \text{ totaal} = \sqrt{(\sigma_z \text{ NAP}^2 + \sigma_z \text{ waterpast}^2 + \sigma_z \text{ stoklengte}^2 + \sigma_z \text{ stokrechttop}^2 + \sigma_z \text{ tachymeter}^2)} = 0.0052\text{m}$$

Bijlage 2: Afbeelding meetpunten North Sea Port Buitenhaven Vlissingen



Bijlage 3: Afbeelding sediment Zeesluis Buitenhaven Vlissingen



 Geodetic & Hydrographic ENGINEERING Dorpsstraat 13 4268 GE Meeuwen The Netherlands Tel: +31(0)6 28176079 f: www.stek-ghe.nl e: info@stek-ghe.nl	Client: NL-00-001		Date of design: 24-11-2020 Engineer: Ing. R. Stek	Geodetic parameters Satellite ellipsoid: ETRS89 Projection: Rijksdriehoeknet (RD) 2008 Reference level: N.A.P. Drawingnr.: 12018003-007	Local waterheight(s) Local Waterheight: level +/-: z.z.zz m
	Client info:  Address: Havennummer 1151 Terneuzen Nederland				
	Initials: Approved client: Name:				
	Initials:				
Sediment in Zeesluis Vlissingen Binnenzijde			Scale bar: Scale 1:250 A4 Papertype:		