



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Meetkundige Dienst

MO-GAM-1998-22

DI: 237392

Informatiecentrum
Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst

23 AUG 2002

**Padlodingssystemen voor
Onderwater Inspectie Kunstwerken**

Testresultaten van: Reson SeaBat 8101
Simrad EM3000
Sonar RD SVS

MO Gam- 9822



MDR 571 MD

PADLODINGSSYSTEMEN VOOR PROJECT OINK

Testresultaten van:

Reson SeaBat 8101
Simrad EM3000
Sonar RD Seabed Visualisation System

Opdrachtgever: **Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat**
Meetdienst Noord-Holland

Rapport *MDGAM-9822*

Meetkundige Dienst, Rijkswaterstaat
P. van Waalwijk van Doorn
N. de Hilster
Versie 1.0
Delft, 8 juni 1998

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	3
INLEIDING	4
1. SYSTEMEN	5
1.1 Gyro	5
1.2 Bewegingssensor	5
1.3 Navigatiesysteem	5
1.4 Geluidssnelheidsmeter	5
1.5 Padlodingssystemen	5
1.6 Meetvaartuig	8
2. INSTALLATIE EN KALIBRATIE	9
2.1 Geometrie	9
2.2 Gyro	9
2.3 Bewegingssensor	10
2.4 Navigatiesysteem	10
2.5 Padlodingssysteem	10
3. UITVOERING TESTPROGRAMMA	11
3.1 Afwijkingen van het programma	11
3.2 Beschrijving van de data-interpretatie	11
4. TESTBESCHRIJVING	13
4.1 Slingermasttest	13
4.2 Opname vlakke zandbodem	16
4.3 Taludopname	20
4.4 Objectdetectie	23
4.5 Sluismetingen	27
4.6 Opname blokkendam	31
4.7 Opname slibgebied	34
5. EVALUATIE	37
5.1 tests	37
5.2 Gebruiksvriendelijkheid	38
5.3 Kwaliteitsborging	39
5.4 Communicatie met leverancier	40
APPENDICES	42
A - Testopzet OINK	
B - Scheepsgeometrie MS Breesem	
C - Scheepsstelsel	
D - Specificaties Robertson RGC11 (gyro)	
E - Specificaties TSS DMS05 (bewegingssensor)	
F - Specificaties Ashtech Z-12 (positionering)	
G - Specificaties Falmouth FSI micro CTD (geluidssnelheidsmeter)	
H - Specificaties Reson SeaBat 8101 (padlodingssysteem)	
I - Specificaties Simrad EM3000 (padlodingssysteem)	
J - Specificaties Sonar RD Seabed Visualisation System (padlodingssysteem)	
K - Bibliografie	
L - Commentaar NeSA / Reson	
M - Commentaar Radio Holland / Simrad	
N - Commentaar Seabed / Sonar RD	
O - Grafieken	

SAMENVATTING

In dit rapport worden de testresultaten met drie padlodingssystemen besproken. Het gaat hierbij om de Reson SeaBat 8101, de Simrad EM3000 en het Sonar RD Seabed Visualisation System. Doel van de tests is uit te zoeken in hoeverre de systemen kunstwerken zoals blokkendammen en sluisen in kaart kunnen brengen. Daarnaast wordt aandacht besteed aan bathymetrische opnames en statistische data analyse.

Vastgesteld is, dat alle systemen in staat zijn de bovengenoemde kunstwerken te meten.

De kwaliteit van de blokkendamopnames is verschillend. Van grids, waarbij de blokken uit vakjes van 0.1m bij 0.1m zijn opgebouwd, tot een 3D beeld met daarin realistisch uitzijnde blokken. Uit een vergelijking van twee van de gebruikte systemen komt naar voren dat de posities van de blokken met een nauwkeurigheid van enkele decimeters bepaald kan worden.

Er is een grote variëteit aan geleverde producten. Traditioneel geplotte kaarten met al dan niet gekleurde dieptecijfers, reliëf, 3D, Side Scan Sonar, artificial light presentaties. Ook kleuren geclassificeerd naar diepte, standaarddeviatie en waarnemingen per cel behoren tot de mogelijkheden.

De EM3000 en SeaBat 8101 zijn in staat op diverse manieren hun producten met een statistische analyse te onderbouwen. Het Seabed Visualisation System van Sonar RD doet zijn naam recht aan: het brengt de bodem in beeld. Het is niet mogelijk de gebruikte data met hun software aan een statistische analyse te onderwerpen.

Qua nauwkeurigheid zijn de SeaBat 8101 en de EM3000 gelijkwaardig, al laat de EM3000 op het talud grotere verschillen dan de SeaBat 8101 zien. Door een tekort aan produkten is hierover bij Sonar RD geen beoordeling mogelijk.

De padbreedtes zijn verschillend voor de drie systemen en aan de wensen van de gebruiker aan te passen. De SeaBat 8101 kan met meer ontvangstelementen uitgerust worden of de ontvangsttransducer als zendtransducer gebruiken, de EM3000 kan in *single* of *dual head* uitvoering geleverd worden en bij Sonar RD zijn alle denkbare combinaties van maximaal vier transducersets mogelijk.

Een compleet overzicht van de drie systemen is te vinden in Tabel 5-1: Overzicht gebruikte padlodingssystemen bij de evaluatie op bladzijde 41.

INLEIDING

Directie Noord-Holland van de Rijkswaterstaat heeft de Meetkundige Dienst (MD) te Delft gevraagd te adviseren omtrent de inrichting, beheer en gebruik van een productielijn voor het leveren van geometrische en thematische informatie. Deze informatie betreft de onderhoudstoestand van kunstwerken, vaargeulen en onderwaterbodembodem. De productielijn kent de deelprocessen voorbereiding, inwinning, verwerking en presentatie.

De opdracht beperkt zich tot de onderwaterproblematiek en de landwater overgang tot en met dijkshoogte (\approx deltahoogte) in het werkgebied van de meetdienst Noord-Holland.

Nadruk moet daarbij liggen op het leveren van informatie ten behoeve van de onderhoudstoestand van kunstwerken. Tevens dient te worden aangegeven in hoeverre de productielijn ook informatie kan leveren over de onderhoudstoestand van vaargeulen.

Onder de titel Onderwater INSpectie Kunstwerken (OINK) is een project gestart dat in meerdere fasen is opgedeeld en dat op verzoek begonnen is bij de aanpak van het onderwatergedeelte. In dit rapport komt het onderzoek naar een geschikt onderwatermeetsysteem aan bod. Uitgangspunt is een padlodingssysteem te gebruiken in verband met het detecteren van betonnen blokken (grote datadichtheid, en tot aan de landwater overgang kunnen meten), die daarbij geometrisch correct in kaart gebracht moeten kunnen worden.

Uit ervaring is bekend dat een drietal systemen goede kans hebben te kunnen omgaan met kunstwerken zoals blokkendammen en sluizen. Deze systemen zijn de Reson SeaBat 8101, de Simrad EM3000 en het Seabed Visualisation System van Sonar RD. De systemen zijn gehuurd bij respectievelijk NeSA, Radio Holland en Seabed. Ten einde weersinvloeden zoveel mogelijk te elimineren is besloten de drie systemen in een zo kort mogelijke periode te testen. In twee weken tijd zijn alle tests afgerond, waarbij de eerste week de SeaBat 8101 en de Simrad EM3000 tegelijkertijd aan boord waren en de tweede week het Sonar RD Seabed Visualisation System.

De systemen zijn in deze periode aan een zevental tests onderworpen, waarvan de uitkomsten in dit rapport staan. De volgorde waarop de systemen in elk hoofdstuk aan bod komen is alfabetisch op fabrikant (Reson, Simrad, Sonar RD) en reflecteert niet de eventuele voorkeur van de MD. De doelstelling van dit rapport is dan ook *niet* een systeem aan te wijzen als 'winnaar', maar de systemen met elkaar te vergelijken, zodat het de opdrachtgever kan dienen als leidraad om een keuze te maken.

1. SYSTEMEN

Voor het in kaart brengen van de onderwaterkunstwerken en bodem is een meetinstallatie nodig. Behalve de voor de test geselecteerde padlodingssystemen zijn er ook nog systemen voor de plaatsbepaling, koers, beweging en getijde nodig. Dit hoofdstuk behandelt de diverse systemen die tijdens de tests gebruikt zijn.

1.1 Gyro

Voor de koersbepaling is een Robertson RGC11 gyrokompas gebruikt. Deze was reeds aan boord van het meetvaartuig en heeft volgens de fabrikant een standaardafwijking (2σ , 95%) van 0.8° . Zie Appendix D voor specificatie van dit systeem.

1.2 Bewegingssensor

Voor het meten van heave, pitch en roll is gebruik gemaakt van een DMS05 van TSS. Deze was reeds aan boord van het meetvaartuig en meet de pitch en roll met een nauwkeurigheid van ongeveer 0.05° . De heave heeft een nauwkeurigheid van circa 0.05m absoluut of 5% van de golfhogte. Zie Appendix E voor specificaties van dit systeem.

1.3 Navigatiesysteem

Voor de plaatsbepaling is, in verband met de gewenste hoge X, Y, en Z nauwkeurigheid, een Ashtech Z-12 RTK-systeem met een update rate van 1hz gebruikt. Volgens de fabrikant is de nauwkeurigheid (RMS) 0.03m horizontaal en 0.05m vertikaal. Het systeem is door de NeSA geleverd. Sonar RD heeft tijdens hun test zelf nog een extra Ashtech Z-12 RTK ontvanger geleverd, omdat deze wel aan de minimale eis voldeed (5hz update rate), die Sonar RD stelde. De nauwkeurigheid is dezelfde, er komen alleen meer posities per seconde uit de ontvanger. Beide ontvangers krijgen elke seconde hun correcties door en gebruiken deze in hun berekeningen. Zie Appendix F voor specificaties van dit systeem.

1.4 Geluidssnelheidsmeter

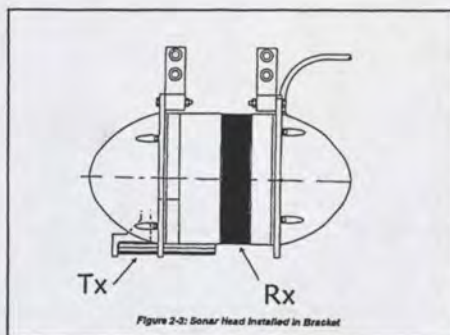
Voor het bepalen van de geluidssnelheid is een Falmouth probe gebruikt. Deze is door directie Noord-Holland geleverd. Zie Appendix G voor specificaties van dit systeem.

1.5 Padlodingssystemen

Voorwaarde voor het onderwatersysteem is, dat het kunstwerken zoals blokkendammen en sluizen akoestisch moet kunnen 'zien'. Uitgangspunt is een padlodingssysteem te gebruiken in verband met het detecteren van betonnen blokken (grote datadichtheid), die daarbij geometrisch correct in kaart gebracht moeten kunnen worden. Uit ervaring is bekend dat een drietal systemen goede kans hebben dit te kunnen. Deze systemen zijn de Reson SeaBat 8101, de Simrad EM3000 en het Seabed Visualisation System van Sonar RD.

1.5.1 SeaBat 8101

De SeaBat 8101 wordt geproduceerd door Reson te Denemarken en in Nederland vertegenwoordigd door NeSA. Contacten verlopen via de heer N. van Woerkom of mevrouw H.G. Stuijbergen.



Figuur 1-1: Zijaanzicht SeaBat 8101

Hardware

De hardware bestaat uit een rechte transmitter (Tx) en een cilindervormige ontvanger (Rx, zie Figuur 1-1). Deze zitten samen in één gestroomlijnde behuizing, welke eventueel met een speciale bracket onder een hoek van 25° gehangen kan worden.

De uitgezonden puls, een lob van 170° x 1.5°, wordt na weerkaatsing ontvangen en door middel van amplitude of fase detectie omgerekend tot dieptes.

Na ontvangst worden 100 bundels gevormd met een totale openingshoek van 150°, hetgeen neerkomt op 7.4 x de waterkolom. De frequentie van het uitgezonden signaal is 240kc, de maximale meetfrequentie (aantal volledige metingen per seconde) is 30hz, afhankelijk van de waterkolom. Volgens specificaties is de nauwkeurigheid beter dan 0.05m.

Door gebruik te maken van een *Sound Velocity Profile* wordt ook gecorrigeerd voor *ray bending*. Dit proces wordt ook wel aangeduid als *ray tracing*.

Software

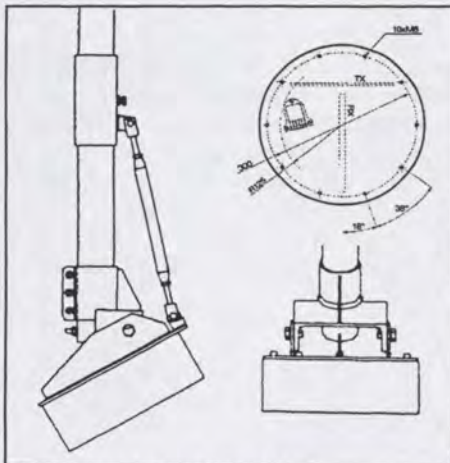
Als software heeft de NeSA, het in eigen huis ontwikkelde, PDS1000 gebruikt. Dit is een pakket dat onder DOS op een PC draait. Het pakket wordt voor zowel opname als verwerking gebruikt. Daarnaast zijn een aantal producten met applicaties van Triton-Elics geproduceerd.

Specificaties

Zie Tabel 1-1: Specificatie padlodingssystemen en Appendix H voor specificaties van dit systeem.

1.5.2 EM3000

De EM3000 wordt geproduceerd door Kongsberg Simrad te Noorwegen en in Nederland vertegenwoordigd door Radio Holland. Contacten verlopen via de heer J. van Straten of de heer R. de Valk.



Figuur 1-2: EM3000 single head

Hardware

De hardware bestaat uit een rechte transmitter (Tx) en ontvanger (Rx, zie Figuur 1-2). Deze zitten samen in één cilindrische behuizing, welke met een speciale bracket onder een instelbare hoek gehangen kan worden.

Het bij deze test gebruikte model was uitgevoerd als *single head* (zie Figuur 1-2: EM3000 single head), terwijl *dual head* ook mogelijk is. De *dual head* bestaat letterlijk uit twee, naast elkaar geplaatste, *single head* transducers.

De uitgezonden puls wordt na weerkaatsing ontvangen en door middel van amplitude of fase detectie omgerekend tot dieptes.

Het aantal bundels dat op deze manier gevormd wordt is 127 (per *head*) met een totale openingshoek van 140°, hetgeen neerkomt op 4.0 x de waterkolom (voor de *dual head* uitvoering zou dit theoretisch 8 x de waterkolom zijn).

De frequentie van het uitgezonden signaal is 300kc, de maximale meetfrequentie (aantal volledige metingen per seconde) is 25hz, afhankelijk van de waterkolom. Volgens specificaties is de

nauwkeurigheid beter dan 0.10m.

Door gebruik te maken van een *Sound Velocity Profile* wordt ook gecorrigeerd voor *ray bending*. Dit proces wordt ook wel aangeduid als *ray tracing*.

Software

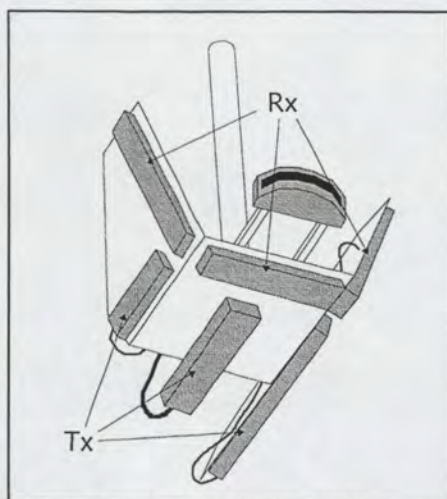
Als software is Neptune voor de postprocessing gebruikt. De opnamesoftware draait onder UNIX op een Sun werkstation en wordt standaard meegeleverd. Bij de postprocessing wordt ook van het pakket CFLOOR gebruik gemaakt. Met dit pakket worden dan de DTM's en profielen gemaakt (dit laatste is met Neptune niet mogelijk).

Specificaties

Zie Tabel 1-1: Specificatie padlodingssystemen en Appendix I voor specificaties van dit systeem.

1.5.3 Seabed Visualisation System

Het Seabed Visualisation System wordt geproduceerd door Sonar RD te Engeland en in Nederland vertegenwoordigd door Seabed. Contacten verlopen via de heer R. de Koning.



Figuur 1-3: Seabed Visualisation System (gebruikte configuratie)

Hardware

De hardware bestaat uit een zender (Tx) en ontvanger (Rx, zie Figuur 1-3). Deze zitten samen op één vlakke plaat, welke onder een instelbare hoek gehangen kan worden¹. Het systeem kan naar wens met meerdere transducers van verschillende afmetingen uitgerust worden. Ook een *scanning transducer*² en een *forward looking sonar*³ behoren tot de mogelijkheden.

Het bij deze test gebruikte model was uitgevoerd met drie transducersets, waarvan de middelste ook als *scanning transducer* gebruikt kon worden, en een *forward looking transducer*.

De uitgezonden puls wordt na weerkaatsing ontvangen en door middel van analoge fase detectie omgerekend tot dieptes.

Het aantal bundels dat op deze manier gevormd wordt is 74 (per set) met een totale openingshoek van 60° (30° en 120° behoort ook tot de mogelijkheden, afhankelijk van de gebruikte frequentie), hetgeen neerkomt op 1.1 x de waterkolom voor de middelste transducer (bij drie transducers moet het mogelijk zijn tot horizontaal en daarboven nog te meten).

Voor de frequentie van het uitgezonden signaal kan gekozen worden tussen 75kc, 150kc of 300kc. Met een frequentie van 10kc (10.000hz)

wordt het weerkaatste signaal gescand. Het aantal volledige metingen per seconde en de nauwkeurigheid zijn niet gespecificeerd.

Het systeem maakt in ondiep water (0-100m) gebruik van een gemiddelde geluidssnelheid, *ray tracing* is on-line niet beschikbaar, maar is bij postprocessing wel toepasbaar. Het is niet duidelijk of bij de verwerking *ray tracing* toegepast is.

Software

Als software is, het in eigen huis ontwikkelde, QC gebruikt voor de postprocessing. Ook de opnamesoftware is in eigen huis ontwikkeld en draait onder DOS op een drietal PC's. De eerste PC stuurt de transducers aan (en leest ze uit), de tweede verzorgt de interfacing met de rest van de sensoren (navigatiesysteem, gyro, bewegingssensor, getij) en de derde zorgt voor alle compensatieberekeningen met de gegevens uit de tweede PC. De drie PC's kunnen dankzij een zogenaamde KVM multiplexer met één toetsenbord en muis bediend worden.

Specificaties

Zie Tabel 1-1: Specificatie padlodingssystemen op bladzijde 8 en Appendix J voor specificaties van dit systeem.

¹ De vele mogelijkheden die het systeem biedt maken installatie en gebruik ervan niet eenvoudiger. Naar onze mening is er hier sprake van een expert systeem.

² Met een *scanning transducer* kan stilliggend in een paar minuten een gebied van circa 1 bij 1.5 keer de waterkolom gescand worden.

³ De *forward looking sonar* kan voor *obstacle avoidance* gebruikt worden. Hij scant in een naar voren gericht, getild, horizontaal vlak.

1.5.4 Specificatie padlodingssystemen

Hieronder volgt een kort overzicht van de drie padlodingssystemen.

	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Leverancier	NeSA	Radio Holland	Seabed
Contactpersoon	dhr. N. van Woerkom mvr. H.G. Stuijbergen	dhr. J. van Straten dhr. R. de Valk	dhr. R. de Koning
techniek	fase / amplitude	fase / amplitude	analoge fase
transducer type	Tx recht Rx rond	Tx recht Rx recht	Tx recht Rx recht
aantal Tx/Rx	1	1 - 2	1 - 4
aantal bundels per Tx/Rx	100	127	74
Openingshoek per Tx/Rx	150°	140°	120°, 60° of 30°
signaalfrequentie	240kc	300kc	75kc, 150kc of 300kc
meetfrequentie	maximaal 30hz	maximaal 25hz	10.000hz
Nauwkeurigheid	0.05m	0.10m	Geen specificatie
Software platform	DOS	UNIX	DOS
Hardware prijs ⁴	410 kfl. 40 kfl. (uitbreiding naar 210° openingshoek)	375 kfl. (single head) 547 kfl. (dual head)	295 kfl. (kaal, zonder Tx/Rx) 53 kfl. per Tx/Rx (2 stuks minimaal nodig)
Software prijs ⁴	20 kfl. PDS1000 10 kfl. (extra licentie)	90 kfl. Neptune 131 kfl. Incl. Seafloor	software is inbegrepen
Systeemprijs (minimaal) ⁴	430 kfl.	465 kfl.	401 kfl.
Systeemprijs (maximaal) ⁴	480 kfl.	653 kfl.	507 kfl.

Tabel 1-1: Specificatie padlodingssystemen

1.6 Meetvaartuig

Er is gebruik gemaakt van meetvaartuig "Breesem" van de meetdienst Noord-Holland. De "Breesem" is een meetvaartuig van 20 meter lang en 5 meter breed. De padlodingssystemen zijn zowel aan bakboord als aan stuurboord bevestigd.

In Appendix B staat de geometrie van de "Breesem" zoals gemeten door de MD.

⁴ Richtprijzen zoals gehanteerd eind 1997.

2. INSTALLATIE EN KALIBRATIE

Voor een goede test is het belangrijk, dat het systeem nauwkeurig wordt geïnstalleerd en gekalibreerd. De complete installatie en 'droge' kalibratie heeft ruim een dag in beslag genomen voor de EM3000 en de SeaBat, Sonar RD heeft twee dagen nodig gehad. Daarna hadden alle systemen nog een kwart dag nodig voor de 'natte' kalibratie.

Als eerste van de installatie moeten de posities van de diverse sensoren ten opzichte van elkaar, in het lokale scheepsassenstelsel, nauwkeurig bekend zijn.

Daarna moeten de meetassen van de verschillende sensoren worden opgelijnd aan het scheepsstelsel. Appendix C geeft aan de hand van een rekenvoorbeeld weer dat zonder goede oplijning van de meetassen fouten kunnen ontstaan.

Het oplijnen gebeurt in twee stappen. Eerst worden de meetassen van de bewegingssensor en gyro opgelijnd aan het scheepsassenstelsel, waarna het transducerassenstelsel opgelijnd wordt aan het scheepsassenstelsel middels een natte kalibratie.

2.1 Geometrie

Op het meetvaartuig "Breesem" zijn een groot aantal punten in X, Y en Z binnen het scheepsstelsel bepaald. Ten behoeve van de test zijn er extra metingen uitgevoerd om de posities van de navigatie-antennes en de diverse transducers in het scheepsassenstelsel te bepalen. Tevens zijn tijdens de geometriemeting de scheefstanden van het scheepsassenstelsel gemeten.

De metingen zijn uitgevoerd met een tachymeter, dat aan boord is opgesteld [8]. Het schip is gedurende de meting strak tegen de kant getrokken. Vervolgens zijn de gemeten lokale coördinaten met behulp van het programma MOVE 3D veriffend en omgezet naar coördinaten in het scheepsstelsel. In Tabel 2-1:

Scheepsgeometrie Breesem zijn de extra gemeten punten uitgezet. In Appendix B is de volledige geometrie van de "Breesem" te vinden. De nauwkeurigheid van deze meting is beter dan 0.02m in alle richtingen.

	X	Y	Z
Fasecentrum Ashtech antenne	-0.013	-0.028	10.017
DMS05	-0.273	-0.379	+0.140
Transducer SeaBat 8101 horizontaal	-2.712	-2.682	-0.190
Transducer SeaBat 8101 tilt 25°	-2.804	-2.682	-0.170
Transducer EM3000 horizontaal	+2.702	-2.529	-0.079
Transducer EM3000 tilt 29°	+2.825	-2.529	-0.088
Opening bracket Seabed Visualisation System	-2.706	+2.559	+2.116
Correctie per meter Z	0.000	+0.002	-1.000

Tabel 2-1: Scheepsgeometrie Breesem

2.2 Gyro

De gyro is ongeveer 1.5m aan stuurboord ten opzichte van de Y-as in de stuurhut geïnstalleerd.

Om de gyro op te lijnen met het scheepsassenstelsel is de voorligging van het schip bepaald door het meetvaartuig langs een steiger met bekende richting te leggen en vervolgens met een meetband de ligging van het meetvaartuig ten opzichte van de steiger te bepalen [9]. Tegelijkertijd is doorlopend de aanwijzing van de gyro gelogd. Deze handelingen zijn een aantal keer herhaald. De gemiddeld gemeten voorligging van het meetvaartuig was 81.0° ten opzichte van het kaartnoorden. Om de voorligging naar het ware (gyro)noorden te verkrijgen moet worden gecorrigeerd voor de meridiaanconvergentie.

Het verschil tussen de gyro aanwijzing en de gemeten voorligging van het schip ten opzichte van het gyronoorden (-0.1°) is niet ingevoerd in het PDS1000 pakket, omdat de gevonden waarde ruimschoots binnen de ruis van de kalibratie valt.

Sonar RD was niet in staat het standaard SKR82 bericht van de Robertson te decoderen en moest daarvoor nog een interfaceroutine schrijven. Bij het testen hiervan bleek de gyro niet vlekkeloos te werken. Deze hoort een graad in zessen te verdelen, afgerond is dit 0.0, 0.2, 0.3, 0.5, 0.7, 0.8, maar in plaats daarvan genereerde de gyro de reeks 0.0, 0.1, 0.2, 0.5, 0.6, 0.7. Bij SRD is dit opgelost in de software. De andere fabrikanten zijn hierover ingelicht.

2.3 Bewegingssensor

De bewegingssensor zit onder in het vaarttuig op ongeveer 0.25m achter en 0.35m naast de antenne. Om de bewegingssensor op te lijnen met het scheepsassenstelsel zijn de scheefstanden van het schip ten opzichte van de horizon bepaald. Er zijn vier bolders, die bekend zijn in de scheepsgeometrie, met een waterpasinstrument ingemeten terwijl tegelijkertijd de aflezing van de bewegingssensor is gelogd [7]. Deze handeling is een aantal keer herhaald. De gemiddeld gemeten scheefstanden voor roll en pitch zijn respectievelijk $+1.67^\circ$ en -0.14° , terwijl gemiddeld $+0.71^\circ$ en $+0.27^\circ$ is afgelezen. De benodigde correcties ($+0.96^\circ$ en -0.41°) zijn in de DMS05 ingevoerd en gecontroleerd.

2.4 Navigatiesysteem

Om de doorwerking van eventueel overgebleven fouten in hoekverschillen van de assenstelsels te beperken verdient het de voorkeur de navigatie antenne zo goed mogelijk vertikaal boven de transducer te plaatsen. Doordat gebruik gemaakt is van een transducer aan zowel bakboord als aan stuurboord is besloten de antenne in het midden tussen de twee transducers te plaatsen. Door de antenne op ongeveer 10m boven de transducer in de mast te installeren is vrij zicht boven de stuurhut verkregen. Om slinging van de mast ten opzichte van het scheepsstelsel te voorkomen is de mast stevig geschoord.

Door de dichte bebouwingsgraad van IJmuiden viel het niet mee een geschikte locatie voor het referentiestation te vinden. Elke locatie voor het referentiestation is gecontroleerd met behulp van ACQRS, een applicatie waarmee gekeken kan worden of de, op de locatie geïnstalleerde, ontvanger last heeft van effecten als *multipath*. Pas na twee weken is een geschikte locatie gevonden op de getijschaal aan de zuidelijke havenarm van IJmuiden. Het station is binnen enkele centimeters nauwkeurig in X, Y en Z ingemeten.

Door de tijdsdruk was het niet meer mogelijk de positionering van het primaire navigatiesysteem, dat gedurende de gehele test is gebruikt, voor de aanvang van de tests te controleren. Het lag in de bedoeling na de tests deze controle uit te voeren. Dit mislukte echter doordat Sonar RD per ongeluk de datakabel, die tussen de datalink en de ontvanger hoort, mee naar Engeland had genomen en er geen reservekabel beschikbaar was.

De consequentie hiervan is dat de resultaten in absolute zin een positiefout zouden kunnen hebben, maar dit is niet van invloed op de beoordeling van de systemen, waarbij de nadruk ligt op de blokherkenning en blokgeometrie.

Daarnaast heeft Sonar RD halverwege hun testweek een tweede ontvanger geïnstalleerd, maar niet de juiste referentiecoördinaten ingevoerd, waardoor een verschuiving van circa 30m is opgetreden. Dit had tijdig opgemerkt kunnen worden als zij gebruik hadden gemaakt van een aangeleverd digitaal bestand van IJmuiden. Er is voor deze fout niet gecorrigeerd in de producten.

2.5 Padlodingsysteem

Installatie van de padlodingsystemen is achtereenvolgens uitgevoerd door de NeSA, Simrad / Radio Holland en SRD in samenwerking met Rijkswaterstaat.

De transducers kunnen met behulp van een speciaal frame op rails naast het schip, zowel aan bakboord als aan stuurboord, worden geplaatst. Voor de testen zijn de transducers van de SeaBat en de EM3000 gemonteerd op ongeveer 1m onder de waterspiegel, SRD zat op ongeveer 1.6m onder de waterspiegel. De transducer wordt op zicht opgelijnd met het scheepsassenstelsel.

Via eerder beschreven installaties en kalibraties worden bewegingssensor, gyro en navigatiesysteem opgelijnd aan het scheepsassenstelsel en worden de offsets bepaald. Als laatste moeten de offsets van het transducerassenstelsel worden bepaald ten opzichte van het scheepsassenstelsel, opdat de zojuist beschreven sensoren de stand van de transducer aangeven in het wereldse RD stelsel. Dit gebeurt varende en is gedaan volgens de procedures van de respectievelijke leveranciers.

3. UITVOERING TESTPROGRAMMA

Van te voren is een uitgebreid testprogramma opgezet [6]. Deze is toegevoegd als Appendix A. Door omstandigheden is het programma op een aantal punten aangepast. Op basis van de uiteindelijke uitvoer van de testen is een grote hoeveelheid eindproducten gevraagd. Voor het juist interpreteren van deze producten moet met een aantal punten rekening worden gehouden.

3.1 Afwijkingen van het programma

Algemeen

In de testopzet is steeds elk onderdeel onafhankelijk beschreven. In de praktijk is het echter goed mogelijk om raaien die voor testonderdeel A zijn gevaren, ook te gebruiken bij testonderdeel B om zo de uitvoering aanzienlijk te versnellen. Bij de meeste testonderdelen is dit zo gebeurd.

Opname vlakke zandbodem

Door de slechte weersomstandigheden tijdens de testopnamen in week 1 is met alle systemen uitgeweken naar een soortgelijk gebied van eveneens 100x100m maar met zuidoost hoekcoördinaat (in RD):

97950E 498050N

Op dit gebied zijn alle beschreven testen op de vlakke zandbodem uitgevoerd behalve de opnamen met slingerend platform. Het bleek in de praktijk niet mogelijk om het meetvaartuig "Breesem" een slingerbeweging uit te laten voeren door sterk wisselende roeruitslagen. Deze test is daarom uitgevoerd in het oorspronkelijk geplande gebied waar van de golfslag gebruik kon worden gemaakt.

Taludopname

Het in de testopzet aangegeven gebied is verkleind naar het gebied:

99500E 497775N

99300E 497900N

Hier bleek voldoende talud aanwezig om een goede test op uit te voeren.

Sluismetingen

De varende metingen zijn uitgevoerd zoals gepland. De metingen waarbij stil in de sluis wordt gelegen, bleken te tijdrovend voor de druk bezette Noordersluis. Hiervoor is daarom in week 1 uitgeweken naar de noorderkade van het Hoogovenkanaal. In week 2 is naar de kop van de landtong tussen Vissershaven en Haringhaven uitgeweken omdat de in week 1 gebruikte kade bezet werd. Dit heeft als nadeel dat de resultaten van week 2 niet met die van week 1 vergeleken kunnen worden. Dit probleem heeft zichzelf opgelost, doordat de producten van week 2 niet geleverd zijn.

Opname Blokkendam

Vanwege de windrichting en golfhoogte in week 2 is de opname met het systeem van Sonar RD verschoven naar de Zuidelijke Havendam. Hier zijn, in een soortgelijke constructie, dezelfde blokken gebruikt als bij de Noordelijke Havendam. Ten gevolge hiervan is het slechts ten dele mogelijk de resultaten van Sonar RD met die van de andere fabrikanten te vergelijken.

Opname slibgebied

Door tijdgebrek zijn niet alle geplande acties op slibgebied uitgevoerd. Over het slibgebied zijn slechts enkele raaien tegengesteld gevaren.

Herhalingstest

Deze test is door tijdgebrek volledig vervallen.

3.2 Beschrijving van de data-interpretatie

De fabrikanten specificeren sensoren aan de hand van diverse parameters. Voor de SeaBat 8101 geldt volgens opgave een nauwkeurigheid beter dan 5cm. Voor de EM3000 is dit beter dan 10cm. Sonar RD geeft hiervoor geen specificatie. In dit rapport wordt de nauwkeurigheid van het systeem grotendeels besproken door verschillen tussen opnamen te vergelijken, met andere woorden de herhalingsnauwkeurigheid. De herhalingsnauwkeurigheid wordt uitgedrukt in een gemiddeld verschil met een betrouwbaarheidsinterval. Het betrouwbaarheidsinterval geeft de halve bandbreedte aan, waarbinnen 95% van de metingen valt.

Het verschil tussen twee opnames is altijd groter dan de standaarddeviatie uit een afzonderlijke opname. Aannemende dat beide opnamen even nauwkeurig zijn, dan resulteert het verschil gedeeld door $\sqrt{2}$ in een standaarddeviatie voor elke afzonderlijke meting [1]. Tevens wordt de herhalingsnauwkeurigheid ook door andere sensoren zoals bewegingssensor, gyro en navigatiesysteem beïnvloed. De door de fabrikant opgegeven standaarddeviaties voor deze sensoren zijn een indicatie voor de nauwkeurigheid, maar geven geen informatie over de uiteindelijke doorwerking op de meting van een bodempunt⁵.

Van grote invloed is verder de software. Kleine onnauwkeurigheden in algoritmen voor bijvoorbeeld rotatieberekeningen en tijdsvertragingen, kunnen vergaande gevolgen hebben in de herhalingsnauwkeurigheid van een padlodingsysteem.

Omdat het afzonderlijk toetsen van de sensornauwkeurigheid moeilijk is te realiseren, is de nauwkeurigheid van het bodempunt een resultaat van het hele meetsysteem. De systeemconfiguratie is dan ook zeer belangrijk voor het resultaat van de test en in overleg met de fabrikanten samengesteld. Het is belangrijk door juiste sensorkeuzen en goede kalibratieprocedures de invloed van andere sensoren zover mogelijk terug te brengen. Als navigatie systeem is daarom gekozen voor een RTK-systeem. De door de fabrikant opgegeven nauwkeurigheid van dit systeem onder dynamische omstandigheden, is voor X en Y 3cm en voor Z 5cm.

Een deel van de invloeden is wel te splitsen van het uiteindelijke resultaat. Zo is het goed mogelijk de positieberekening naar de transducer te toetsen onder zowel statische als dynamische omstandigheden. Indien de nauwkeurigheid van het bodemprodukt en het "droge" rekendeel bekend is, kan de nauwkeurigheid van het "natte" deel worden bepaald.

Daarnaast kan de invloed van een slingerbeweging op het resultaat worden onderzocht door de boot boven een vlakke bodem aan het slingeren te brengen.

Weersomstandigheden en omgeving hebben ook een sterke invloed op het gedrag van het meetsysteem. Tijdens het testen zijn de omstandigheden over het algemeen redelijk geweest. In hoofdstuk 4 wordt bij iedere test de opname-omstandigheden beschreven. Het resultaat van de afzonderlijke testen, is dan ook het resultaat bij dat weertype.

⁵ Momenteel wordt door Ir. R. de Koning van de Meetkundige Dienst gewerkt aan een foutenanalyse programma voor padlodingsystemen (MEET). Hiermee wordt getracht invloeden van verschillende sensoren te splitsen.

4. TESTBESCHRIJVING

De resultaten worden per testonderdeel beschreven aan de hand van ervaringen opgedaan tijdens de testen en verkregen eindprodukten. Ruwe data is voor dit rapport niet gebruikt.

4.1 Slingermasttest

Doel

- Omgang met tijdsvertragingen van de standopnemer en het navigatiesysteem door de software.
- Controle op de doorberekening van scheefstanden van het meetplatform in de scheepsgeometrie.

Testbeschrijving

De slingermasttest is uitgevoerd met een, cardanisch in een frame opgehangen, mast (zie Foto 4-1: Slingermast). De navigatie-antenne is boven in de mast bevestigd en op het platform onder het scharnierpunt ($\pm 6\text{m}$ onder de antenne) is de bewegingssensor geplaatst. De afstanden van het scharnierpunt naar de antenne en standopnemer zijn nauwkeurig gemeten.

Om de mast loodrecht te zetten is gebruik gemaakt van een theodoliet. Vervolgens is de standopnemer opgelijnd aan de mast en is de "voorligging" van de slingermast bepaald door de mast in twee uiterste standen te plaatsen en voor beide standen de positie te laten bepalen, waaruit de koers ten opzichte van het gridnoorden is berekend.

De test zelf bestaat uit het observeren van de door de software berekende positie van het scharnierpunt met de mast in verschillende standen, zowel statisch als dynamisch. De berekende positie van het scharnierpunt moet tijdens alle standen hetzelfde blijven. De volgende standen zijn geobserveerd:

a) Stilstaand

De mast wordt opnieuw rechtop gesteld en de positie van het scharnierpunt wordt gedurende een minuut gelogd.

- Doel
 - Ruis van de navigatie en standopnemer te bepalen.
 - Referentie scheppen voor de statische en dynamische hellingen.
- Referentie

Nauwkeurigheid van Ashtech is 3cm in X- en Y-richting en 5cm in Z-richting. De nauwkeurigheid van de TSS DMS05 bewegingssensor is 0.05°, wat niet meer dan een centimeter beweging in X- en Y-richting kan veroorzaken.

b) Statische hellingen

De mast wordt achtereenvolgens onder vier verschillende hellingen van ongeveer 15 à 20° vastgezet namelijk roll over bakboord, roll over stuurboord, pitch voorover en pitch achterover. In elke stand wordt de positie van het draaipunt een minuut gelogd.

- Doel
 - Controle op doorberekening van offsets en hellingshoeken.
- Referentie

Positie moet gelijk blijven aan de tijdens de stilstaande test gevonden positie omdat het scharnierpunt niet van positie verandert.

c) Dynamische hellingen

De mast wordt in verschillende richtingen aan het slingeren gebracht waarbij de positie van het draaipunt weer steeds een minuut gelogd wordt.

- in pitch-richting (15 à 20°).
- in roll-richting (15 à 20°).
- in zowel pitch- als roll-richting (15 à 20°).
- Doel
 - Controle op de toepassing van tijdsvertragingen door de software
- Referentie

Positie moet hetzelfde blijven als de tijdens de stilstaande test gevonden positie daar het scharnierpunt op dezelfde plek blijft.

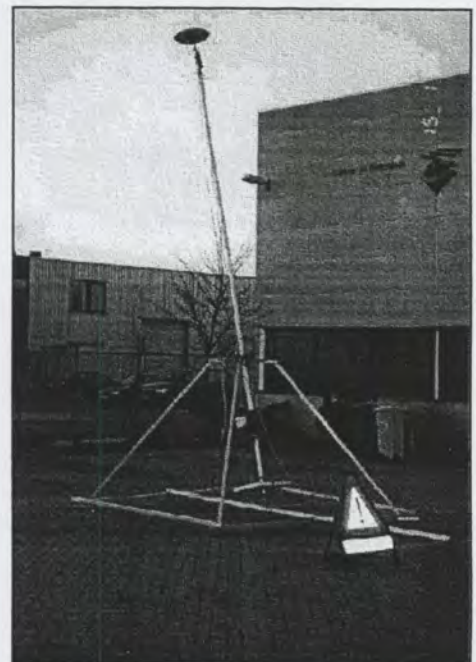
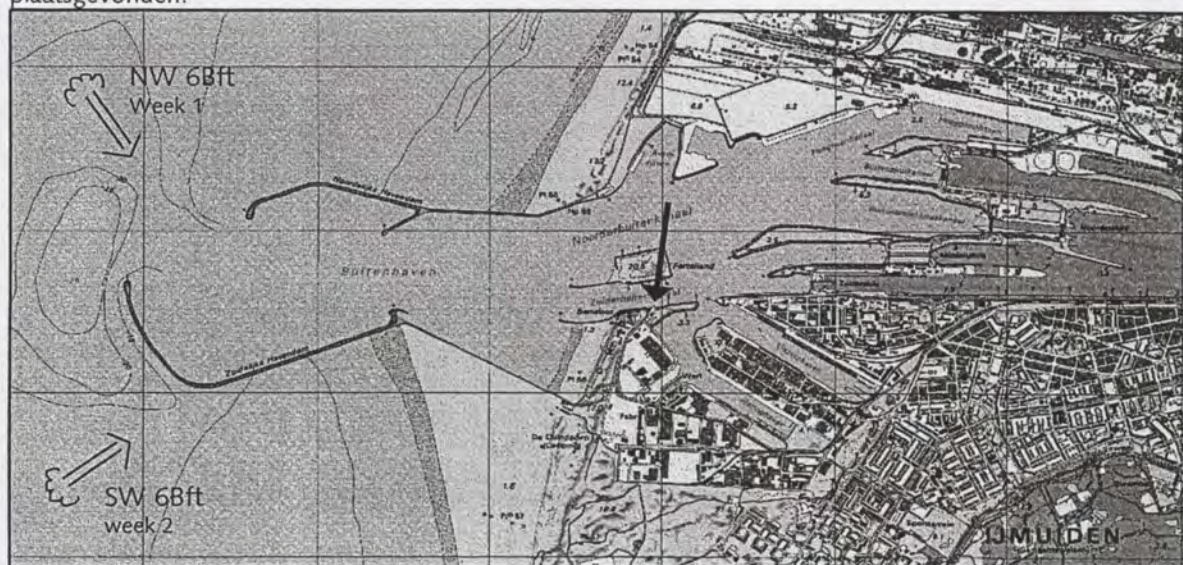


Foto 4-1: Slingermast

Omgevingsbeschrijving

De test is aan land ten zuiden van het Zuiderbuitenkanaal uitgevoerd zodat de test niet beïnvloed is door de weersomstandigheden. De drie systemen zijn daarom onder dezelfde omstandigheden getest. Tijdens alle testen is het RTK ontvangst goed geweest. "Locatieschets 4-1: Slingermasttest" geeft aan waar de test heeft plaatsgevonden.



Locatieschets 4-1: Slingermasttest

4.1.1 Geleverde producten

Hoewel de tabel en verdere tekst ingedeeld is naar akoestisch systeem, is het niet noodzakelijk dat deze daarbij gebruikt is en heeft deze test ook nog weinig tot niets met het systeem te maken. Het gaat hier om de tijdsvertraging tussen positionering en hellingmeters. In plaats van het akoestische systeem kunnen we hier dus respectievelijk NeSA met PDS1000, Simrad met Neptune en Sonar RD lezen. De productnummers verwijzen naar het testprogramma [6], welke als Appendix A is toegevoegd.

	Product nummer	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Stilstaand				
X,Y positieplot	1a1			
Heave / tijd grafiek	1a2			
Pitch en roll / tijd grafiek	1a3			✓
Statische hellingen				
X,Y positieplot	1b1	✓		
Heave / tijd grafiek	1b2			
Pitch en roll / tijd grafiek	1b3			✓
Dynamische hellingen				
X,Y positieplot	1c1	✓		✓
Heave / tijd grafiek	1c2			
Pitch en roll / tijd grafiek	1c3			✓
Niet gespecificeerde producten				
Statische Easting en Northing plots				✓
Dynamische Easting en Northing plots				✓
Dynamische hellingmeter / dGPS plots				✓
Tijdsvertraging plots				✓
Percentage geleverde gespecificeerde producten	(9=100%)	22%	0%	44%

Tabel 4-1: Productenlijst slingermasttest

4.1.2 Resultaten

Hieronder volgen de resultaten van de slingermasttest per fabrikant.

4.1.2.1 Reson SeaBat 8101

On-line is reeds te zien dat de gebruikte software (PDS1000) in staat is goed met de tijdsvertraging om te gaan. Doordat het slechts mogelijk is in te zoomen tot een gebied van circa 25m is het moeilijk dit tot op de laatste centimeter te bekijken.

Hoewel uit de postprocessing alleen postieplots van de statische en dynamische hellingen geleverd zijn is er toch een goed beeld van de test te krijgen. Alle statische metingen geven een positieplot met een standaarddeviatie (2σ , 95%) van circa 0.01m in twee richtingen. De dynamische metingen geven een positieplot met een standaarddeviatie (2σ , 95%) van circa 0.025m in de bewegingsrichting en 0.01m loodrecht daarop. In het geval dat de slingermast in beide richtingen tegelijkertijd bewogen werd zijn de standaarddeviaties (2σ , 95%) 0.025m in beide richtingen.

Wel is te zien dat de slingermast ook zijn beperkingen heeft. Bij de statische hellingen zit er een verschuiving tussen de uiterste standen van circa 0.08m, veroorzaakt door doorbuiging van de mast dan wel het montageplateau voor de TSS.

4.1.2.2 Simrad EM3000

On-line is het niet mogelijk een doorgerekende antennepositie te presenteren.

De fabrikant heeft geen van de gespecificeerde producten geleverd, waardoor een evaluatie van deze test niet mogelijk is.

4.1.2.3 Sonar RD Visualisation System

On-line is het niet mogelijk een doorgerekende antennepositie te presenteren.

De fabrikant heeft de test niet helemaal begrepen en heeft in plaats van het scharnierpunt van de mast, de antenneposities, direct uit de dGPS en indirect via de TSS berekend, met elkaar vergeleken. Hierdoor en doordat de grafieken met een spreadsheet uit de ruwe data zijn vervaardigd is het niet mogelijk een eindoordeel te vormen over de doorrekening. Wel is een grafiek geleverd waaruit de tijdsvertraging tussen de dGPS en de TSS blijkt. Deze is bepaald op 0.148s met een standaard afwijking (2σ , 95%) van circa 0.1s.

4.1.3 Conclusie slingermasttest

Alleen de NeSA is in staat een overtuigend bewijs te leveren dat de doorrekening in de software naar behoren werkt en geen noemenswaardige tijdsvertraging gerelateerde problemen, tussen de positionering en de hellingmeter, ondervindt. Ook on-line is het alleen NeSA die direct laat zien waar de software toe in staat is. Sonar RD kon weliswaar aantonen dat de tijdsvertraging circa 0.148s is, maar kon met het systeem zelf dit niet bevestigen.

	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
On-line controle	ja	nee	nee
s.d. statisch (2σ , 95%)	0.01m	-	-
s.d. dynamisch (2σ , 95%)	0.025m	-	-
Tijdsvertraging	PPS ⁶	0.2s ⁷	0.148s

Tabel 4-2: Resultaten slingermasttest

⁶ NeSA heeft gebruik gemaakt van de PPS (Pulse Per Second) uitgang van de ontvanger, waarmee het mogelijk is de, door de ontvanger, berekende latency (circa 0.2s) te gebruiken.

⁷ Volgens opgave van TSS.

4.2 Opname vlakke zandbodem

Doel

Er zijn verschillende testen uitgevoerd boven een vlakke zandbodem (zie Appendix A "Testopzet") met de volgende doelen:

- Gedrag van het systeem op een vlakke zandbodem bepalen.
- Nauwkeurigheid van de verschillende bundelgroepen op een vlakke zandbodem bepalen.
- Grootte padbreedte onder dynamische omstandigheden op zand bepalen.
- Sonarkwaliteit op zandbodem.
- Controle op de afregeling van de roll.
- Herhalingsnauwkeurigheid.
- Grootte padbreedte onder dynamische omstandigheden op zand bepalen.

Testbeschrijving

Eerst is een gebied van 100 bij 100m dekkend opgenomen met normale surveysnelheid en met 100% overlap. Al deze raaien zijn noord-zuid en zuid-noord georiënteerd. Op deze wijze is het gebied zo goed mogelijk door het systeem in kaart gebracht. De dekkende meting heeft voornamelijk als functie, een referentie te creëren voor de overige metingen op de zandbodem.

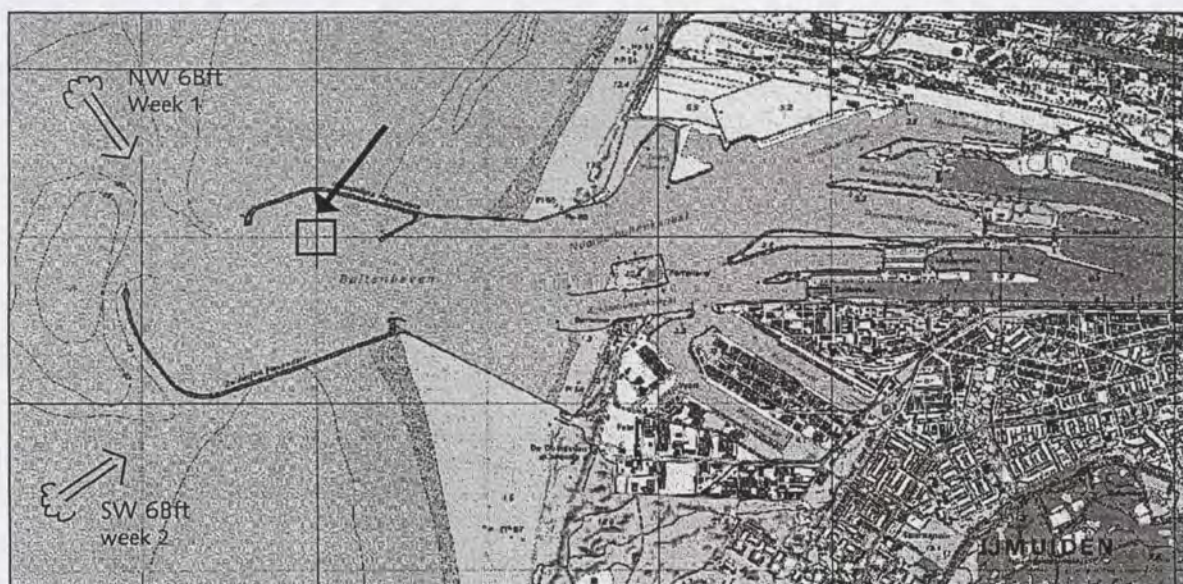
Na de dekkende meting is dwars op deze raaien een raai heen- en teruggevaren (oost-west en west-oost) met opnieuw normale surveysnelheid. Hieruit is de padbreedte en het gedrag van de afzonderlijke bundels te bepalen. Deze raaien zijn ook tegengesteld gevaren ter controle op de afstelling van de roll.

Referentie

Alle raaien moeten relatief worden geïnterpreteerd en kunnen daarom alleen onderling worden vergeleken. Daarnaast kunnen de verschillende systemen elkaars referentie vormen.

Omgevingsbeschrijving

De metingen hebben plaatsgevonden aan de zuidzijde van de Noordelijke Havendam. In "Locatieschets 4-2: Opname vlakke zandbodem" is het testgebied aangegeven. De diepte is hier ongeveer 9m en de bodem heeft een maximale helling van 1:10 en is volledig vrij van onnatuurlijke verstoringen. De weersomstandigheden zijn helaas niet steeds hetzelfde geweest. Zo zijn de testen van SeaBat en EM3000 beïnvloedt door een noordwesten wind van 6Bft, waardoor een golfslag/deining is ontstaan van 1 à 2m. Tijdens de testen met Sonar RD heerste een zuidwesten wind, kracht 5bft. De deining was beperkt tot ongeveer 1m.



Locatieschets 4-2: Opname vlakke zandbodem

4.2.1 Geleverde producten

De productnummers verwijzen naar het testprogramma [6], welke als Appendix A is toegevoegd.

	Product nummer	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Gebied dekkend varen				
Dieptecijferkaart met dieptelijnen	2a1	✓	✓	✓
Standaarddeviaties (1σ , 68%) per cel	2a2	✓	✓	
Aantal dieptemetingen per cel	2a3	✓	✓	
Langsprofielen	2a4	✓		
Trackplot	2a5	✓	✓	
Dwarsraaien				
Afzonderlijke dieptecijferkaarten met dieptelijnen van de twee dwarsraaien	2b1	✓	✓*	
Standaarddeviaties (1σ , 68%) per cel (per raai)	2b2	✓	✓	
Aantal dieptemetingen per cel (per raai)	2b3	✓	✓*	
Verskil DTM (per raai) met 2a1	2b4	✓	✓	
Sonar image	2b5			
Tegengestelde raaien				
Verskil DTM van de twee raaien	2c1	✓		
Standaarddeviaties (1σ , 68%) per cel (per raai)	2c2		✓*	
Aantal dieptemetingen per cel (per raai)	2c3		✓*	
Niet gespecificeerde producten				
Artificial light			✓	
Percentage geleverde gespecificeerde producten	(13=100%)	77%	77%	8%

Tabel 4-3: Productenlijst opname vlakke zandbodem

Producten gemerkt met ✓* konden door te late levering niet meegenomen worden in de beoordeling.

4.2.2 Resultaten

Hieronder volgen de resultaten van de vlakke zandbodem opname per fabrikant.

4.2.2.1 Reson SeaBat 8101

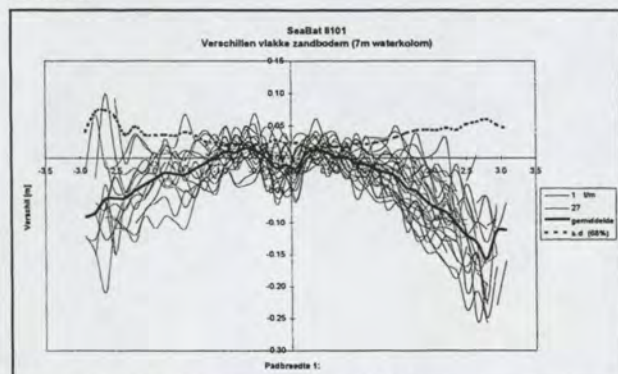
Presentatie

Met uitzondering van producten 2a3 en 2b3 (beiden screendumps, en daardoor niet op schaal) zagen alle producten er netjes uit. Het zijn traditioneel geplote kaarten met al dan niet gekleurde dieptecijfers. Ook de schalen zijn conform specificatie.

Padbreedte

De gemiddelde padbreedte, die uit de producten te halen is, is $5\frac{1}{2}$ tot 6 keer de waterkolom uitgaande van alle metingen. Als we uitgaan van verschillen (Z) kleiner zijn dan 0.1m, vinden we een padbreedte van 5 keer de waterkolom. Met een minimum van 2 waarnemingen per vierkante meter als criterium vinden we een padbreedte van 4.2 keer de waterkolom.

Patroon



Figuur 4-1: Verschilmetingen SeaBat 8101

Product 2b4 toont verschillen tussen langs- en dwarsraaien. Doordat deze raaien loodrecht op elkaar staan worden alle bundels van de dwarsraaien vergeleken met de gegevens van één bundel van de langsraai. Er van uitgaand dat die ene bundel van de langsraai een constante fout heeft, kunnen we deze als referentie gebruiken voor de dwarsraai. In Figuur 4-1: Verschilmetingen SeaBat 8101 (zie ook Appendix O) is het typische patroon [2] van de SeaBat 8101 te zien die te voorschijn komt als van bovenstaand product een aantal profielen geplote worden. De kuil in het midden zou veroorzaakt worden door de overgang van amplitude naar fase metingen. De bolle vorm van de profielen wordt veroorzaakt door afwijkingen in de geluidssnelheid. De getoonde standaardafwijking is de standaarddeviatie (1σ , 68%) van deze 27 profielen.

Verschillen buitenste bundels

De verschillen gevonden in de buitenste bundels (het gedeelte van het pad waar de verschillen groter zijn dan 0.1m) zijn circa 0.15m.

Standaarddeviaties

De standaarddeviaties (2σ , 95%) zijn over het algemeen kleiner dan 0.14m.

Datadichtheid

Over het algemeen is het aantal waarnemingen per vierkante meter minder dan 20, in circa 50% van de gevallen minder dan 10, uitgaande van een enkele track

Bijzonderheden

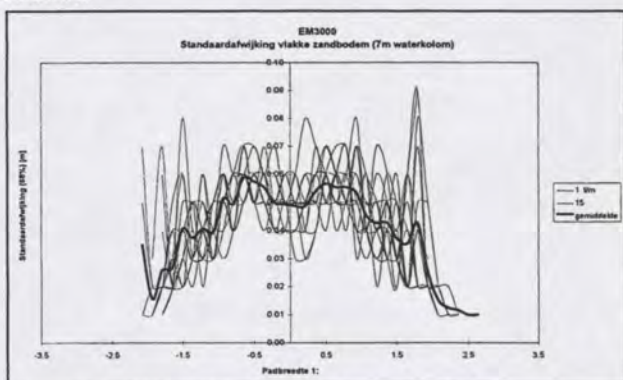
Uit product 2c1 (verschillen tegengestelde raaien) blijkt dat er nog een fout in de roll zit van circa 0.3° .

4.2.2.2 Simrad EM3000**Presentatie**

Alle presentaties zijn in kleur, waarbij de kleuren geclassificeerd zijn naar diepte, standaarddeviatie, waarnemingen per cel etc. Dit geeft een zeer overzichtelijke presentatie, ware het niet dat fabrikant alle producten op één A4 heeft gepresenteerd en daardoor van de gespecificeerde schaal is afgeweken (de schaal is volledig losgelaten, zodat schalen van 1:194, 1:1340 etc. ontstonden). Naar verluidt moet het wel mogelijk zijn de producten op schaal te leveren. Het is niet mogelijk met de gebruikte pakketten profielen te produceren.

Padbreedte

De gemiddelde padbreedte, die uit de producten te halen is, is tot 4.4 keer de waterkolom uitgaande van alle metingen. Als we uitgaan van verschillen (Z) kleiner zijn dan 0.1m, vinden we een padbreedte van 3.8 keer de waterkolom. Met een minimum van 2 waarnemingen per vierkante meter als criterium vinden we een padbreedte van 3.5 keer de waterkolom.

Patroon

Figuur 4-2: Standaarddeviaties EM3000 (1σ , 68%)

Door van de standaardafwijking uit product 2a2 een aantal profielen te plotten kwam het patroon van de EM3000 te voorschijn (zie Figuur 4-2: Standaarddeviaties EM3000 (1σ , 68%) en Appendix O). Recht onder de transducer is de standaardafwijking lager dan net daarbuiten. Vanaf circa een $\frac{1}{2}$ tot driekwart de waterdiepte naast de transducer gaat de standaardafwijking duidelijk omlaag tot circa een kwart van de waarde recht onder de transducer. Dit verschijnsel kan veroorzaakt worden door de overgang van amplitude naar fase metingen. Door een tekort aan gegevens was het niet mogelijk ook een product zoals Figuur 4-1: Verschilmetingen SeaBat 8101 te maken.

Verschillen buitenste bundels

De verschillen gevonden in de buitenste bundels (het gedeelte van het pad waar de verschillen groter zijn dan 0.1m) zijn circa 0.25m.

Standaarddeviaties

De standaarddeviaties (2σ , 95%) zijn over het algemeen kleiner dan 0.16m.

Datadichtheid

Over het algemeen is het aantal waarnemingen per vierkante meter minder dan 60, in circa 50% van de gevallen minder dan 30, uitgaande van een enkele track.

Bijzonderheden

Uit product 2a1 (dieptekleurenkaart met dieptelijnen) valt op te maken dat er een kleine fout in de geluidssnelheid zit. Ter plaatse van de transducer wordt de bodem hoger weergegeven dan bij de buitenste bundels, waardoor de gevaren tracks in de bathymetrie terug te vinden zijn.

4.2.2.3 Sonar RD Visualisation System

Presentatie

Qua presentatie geeft Sonar RD een combinatie van de andere twee systemen te zien. Een traditioneel geplotte kaart met daarin een kleurengrid verwerkt. Ziet er netjes uit.

Padbreedte

Uit een demonstratie bij ons op kantoor was uit profielen op het scherm een maximale padbreedte van 1 : 5.9 tot 1 : 6.6 af te leiden. Opvallend is dat de drie transducersets geen ononderbroken pad geven, volgens Sonar RD een concessie aan het willen detecteren van de blokkendam. De buitenste transducerset was daarvoor onder een dusdanige hoek gezet dat het systeem tot aan de horizontaal kon meten.

Patroon

Door een tekort aan gegevens is beoordeling van dit item niet mogelijk.

Verschillen buitenste bundels

Door een tekort aan gegevens is beoordeling van dit item niet mogelijk.

Standaarddeviaties

Door een tekort aan gegevens is beoordeling van dit item niet mogelijk.

Datadichtheid

Door een tekort aan gegevens is beoordeling van dit item niet mogelijk.

Bijzonderheden

Er zijn geen bijzonderheden te melden.

4.2.3 Conclusie vlakke bodem opname

De producten van NeSA zijn netjes volgens specificatie gemaakt, al is de presentatievorm van Simrad of Sonar RD wel duidelijker. Doordat Simrad de gespecificeerde schaal heeft losgelaten is het niet gemakkelijk een goede vergelijking met de andere systemen te maken. Bovendien lijken dit soort presentaties altijd mooier bij een kleinere schaal en bestaat de kans dat, voor ons belangrijke, details verdwijnen.

Qua nauwkeurigheid zitten de SeaBat en de EM3000 bij elkaar, alleen is de padbreedte van de SeaBat bijna 50% groter dan die van de EM3000 (Waarbij we wel in gedachte moeten houden dat de EM3000 ook als *dual-head* uitgevoerd kan worden. Ook de SeaBat kan verder uitgebreid worden tot een openingshoek van 210° door extra ontvangstelementen te gebruiken of door de ontvangst transducer als transmitter te gebruiken.).

Bij zowel de SeaBat als de EM3000 kunnen we een patroon aantonen, veroorzaakt door de overgang van fase naar amplitude metingen.

Tenslotte valt er nog op te merken dat door een tekort aan producten het systeem van Sonar RD niet beoordeeld kan worden. Uit een demonstratie op kantoor kon alleen de padbreedte afgeleid worden.

	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Maximale padbreedte	1 : 5.5 - 6	1 : 4.4	1 : 5.9 - 6.6
Padbreedte $\Delta_z < 0.1\text{m}$	1 : 5	1 : 3.8	-
Padbreedte 2 pings / m ²	1 : 4.2	1 : 3.5	-
Maximale verschillen	0.15m	0.25m	-
s.d. (2 σ , 95%)	< 0.14m	< 0.16m	-
Maximum pings / m ²	< 20	< 60	-
Gemiddelde pings / m ²	< 10	< 30	-

Tabel 4-4: Resultaten opname vlakke zandbodern

4.3 Taludopname

Doel

Hoofddoel van deze test is vaststellen of het systeem in staat is taluds nauwkeurig te meten. Daarnaast is een talud een ideale omgeving om fouten en verkeerde instellingen van het meetsysteem te detecteren.

De volgende aspecten zijn bekeken:

- Gedrag van het systeem bepalen op taluds
- Invloed van vaarsnelheid op de nauwkeurigheid van de meting
- Controle op de afregeling van de tijdsvertragingen in de software, pitch, offsets en gyro
- Bepalen van de nauwkeurigheid van de verschillende bundelgroepen bij het op- en afvaren van het talud
- Bepalen van de nauwkeurigheid van de verschillende bundelgroepen bij het langsvaren van het talud waarbij elke bundel een andere diepte meet

Testbeschrijving

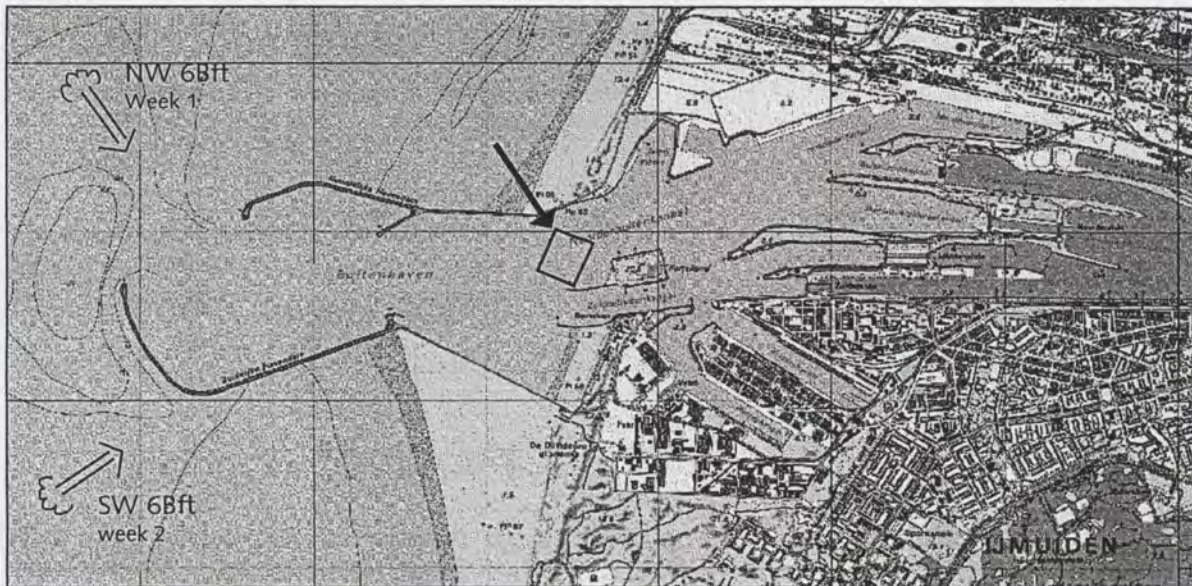
Om een referentie te scheppen voor de testmetingen is het talud dekkend gevaren door vijf raaien met steeds gelijke langzame surveysnelheid in dezelfde richting het talud op of af te varen. De raaien zijn steeds een halve padbreedte verschoven waardoor 100% overlap ontstaat en alleen de nauwkeurigste metingen worden gebruikt. Na de dekkende metingen is een raai op het talud in tegenovergestelde richting gevaren als de dekkende meting en, opnieuw in dezelfde richting, zijn raaien gevaren met afwisselend hoge en lage surveysnelheid. Daarna zijn raaien gevaren die verschillende afstanden verschoven zijn. Als laatste is op verschillende afstanden langs het talud heen en weer gevaren.

Referentie

Alle raaien moeten relatief geïnterpreteerd worden en kunnen daarom alleen onderling vergeleken worden. Daarnaast kunnen de verschillende systemen elkaars referentie vormen.

Omgevingsbeschrijving

Alle opnamen hebben plaatsgevonden op een talud van het Noorderbuitenkanaal (zie Locatieschets 4-3: Taludopname). Het talud bestaat geheel uit zand en loopt van 10m tot 18m diepte onder een helling van 1:5. Er zijn geen noemenswaardige weersinvloeden geweest vanwege de beschutte ligging van het testgebied.



Locatieschets 4-3: Taludopname

4.3.1 Geleverde producten

De productnummers verwijzen naar het testprogramma [6], welke als Appendix A is toegevoegd.

	Product nummer	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Gebied dekkend varen				
Dieptecijferkaart met dieptelijnen	3a1	✓	✓	✓
3D plot	3a2			
Track plot	3a3	✓	✓	
Kaart met bodemclassificatie	3a4			
Talud op- en afvaren bij verschillende snelheden				
Langsprofielen voor langzaam/snel en op/af	3b1	✓		
Track plot	3b2	✓	✓	
Talud op- en afvaren bij gelijke snelheid				
Langsprofielen voor op- en afvaren	3c1	✓		
Track plot	3c2	✓	✓	
Verschoven het talud op- en afvaren				
Langsprofielen voor op- en afvaren	3d1	✓		
Track plot	3d2	✓	✓	
Verschoven langs het talud heen- weer varen				
Dwarsprofielen voor alle raaien	3e1	✓		
Track plot	3e2	✓	✓	
Niet gespecificeerde producten				
Valid points			✓	
Depth difference			✓	
Standaarddeviatie (1σ , 68%)		✓	✓	
Artificial light			✓	
Percentage geleverde gespecificeerde producten	(12=100%)	83%	50%	8%

Tabel 4-5: Productenlijst taludopname

4.3.2 Resultaten

Hieronder volgen de resultaten van de talud opname per fabrikant.

4.3.2.1 Reson SeaBat 8101

Presentatie

Alle producten zien er netjes uit. Het zijn traditioneel geplote kaarten met al dan niet gekleurde dieptecijfers. Met uitzondering van de profielen zijn de schalen conform specificatie. Voor de profielen is, in overleg met de MD, voor andere schalen gekozen, omdat ze groter uit waren gevallen dan verwacht.

Padbreedte

Uit product 3a1 volgt een padbreedte van 5.8 keer de waterkolom.

Verschillen op talud

De verschillen gevonden tussen de diverse profielen van 3b1 en 3e1 (zie Tabel 4-5: Productenlijst taludopname) op het talud zijn kleiner dan 0.2m en gemiddeld circa 0.1m. Voor profielen 3c1 en 3d1 is dit 0.1m en 0.05m. Buiten het talud zijn grotere verschillen te vinden, maar die zijn naar alle waarschijnlijkheid te wijten aan het inslingeren van de TSS kort na het draaien van het schip.

Standaarddeviaties op talud

De standaarddeviaties (2σ , 95%) zijn over het algemeen kleiner dan 0.32m (er is één uitschieter naar 1.28m) en gemiddeld circa 0.2m.

4.3.2.2 Simrad EM3000

Presentatie

Alle presentaties zijn in kleur, waarbij de kleuren geclassificeerd zijn naar diepte, standaarddeviatie, waarnemingen per cel etc. Dit geeft een zeer overzichtelijke presentatie, ware het niet dat fabrikant alle producten op één A4 heeft gepresenteerd en daardoor van de gespecificeerde schaal is afgeweken (de schaal is volledig losgelaten, zodat schalen van 1:194, 1:1340 etc. ontstonden). Naar verluidt moet het wel mogelijk zijn de producten op schaal te leveren. Het is niet mogelijk met de gebruikte pakketten profielen te produceren.

Padbreedte

Uit product 3a1 volgt een padbreedte van 3.8 keer de waterkolom. Uit het extra product met betrekking tot de standaarddeviaties volgt een padbreedte van 4.1 keer de waterkolom.

Verschillen op talud

Uit het extra product *depth difference* volgt een maximale fout van 0.9m op het talud. De gemiddelde fout op het talud bedraagt 0.5m.

Standaarddeviaties op talud

De standaarddeviaties (2σ , 95%) zijn over het algemeen kleiner dan 0.32m. Het gemiddelde ligt op circa 0.22m. Er is een duidelijke correlatie te zien met de diepte (0.16m boven tot 0.26m onder aan het talud).

4.3.2.3 Sonar RD Visualisation System

Presentatie

Qua presentatie geeft Sonar RD een combinatie van de andere twee systemen te zien. Een traditioneel geplote kaart met daarin een kleurengrid verwerkt. Ziet er netjes uit.

Padbreedte

Door een tekort aan gegevens is beoordeling van dit item niet mogelijk.

Patroon

Door een tekort aan gegevens is beoordeling van dit item niet mogelijk.

Verschillen op talud

Door een tekort aan gegevens is beoordeling van dit item niet mogelijk.

Standaarddeviaties op talud

Door een tekort aan gegevens is beoordeling van dit item niet mogelijk.

4.3.3 Conclusie talud opname

De producten van NeSA zijn netjes volgens specificatie gemaakt, al is de presentatievorm van Simrad of Sonar RD wel duidelijker. Doordat Simrad de gespecificeerde schaal heeft losgelaten is het niet gemakkelijk een goede vergelijking met de andere systemen te maken. Bovendien lijken dit soort presentaties altijd mooier bij een kleinere schaal en bestaat de kans dat, voor ons, belangrijke details verdwijnen.

De standaarddeviaties van de SeaBat en de EM3000 zijn bijna gelijk op het talud, terwijl we bij de EM3000 grotere (factor 5) verschillen vinden dan bij de SeaBat.

De padbreedte van de SeaBat bijna 50% groter dan die van de EM3000 (Waarbij we wel in gedachte moeten houden dat de EM3000 ook als *dual-head* uitgevoerd kan worden).

Tenslotte valt er nog op te merken dat door een tekort aan producten het systeem van Sonar RD niet beoordeeld kan worden.

	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Padbreedte	1 : 5.8	1 : 4.1	-
Maximale verschillen	0.2m	0.9m	-
Gemiddelde verschillen	0.1m	0.5m	-
Maximale s.d. (2σ , 95%)	0.32m	0.32m	-
Gemiddelde s.d. (2σ , 95%)	0.2m	0.22m	-

Tabel 4-6: Resultaten taludopname

4.4 Objectdetectie

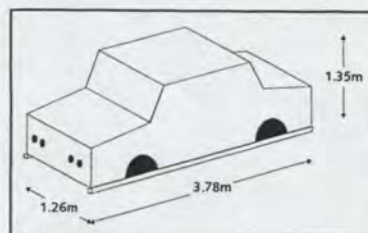
Doel

- Is herkenbaar wat voor object is opgenomen?
- Indicatie van het detectieniveau.
- Controle op de afregeling van de gyro.
- Geometriecontrole dwarsscheeps.

Testbeschrijving

Het object is een speciaal voor deze test gefabriceerd object in de vorm van een vijfdeurs auto. De afmetingen zijn 3,78m x 1,26m x 1,35m (l x b x h).

De opname is vrijgelaten aan de fabrikant. Alle fabrikanten hebben geprobeerd het object vanuit vier verschillende raaien op te nemen zodat een zo volledig mogelijk beeld ontstaat. Dit is bemoeilijkt door de aanwezigheid van boeien. Ook de presentatie is grotendeels vrijgelaten. De fabrikant kan zo de voor hen ideale methode gebruiken om het object zo goed mogelijk weer te geven.



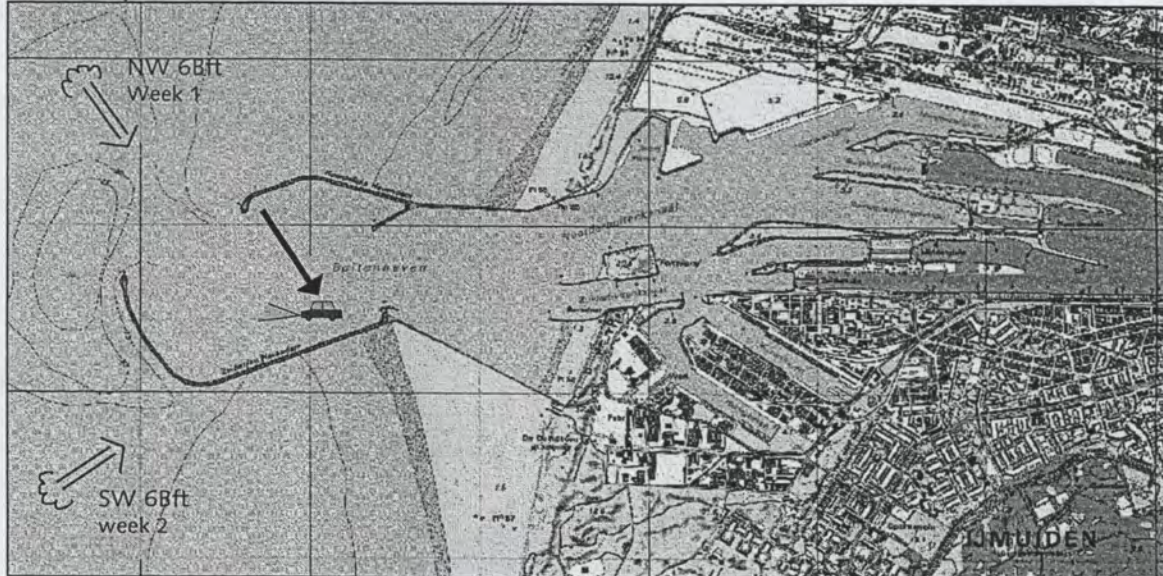
Referentie

De afmetingen van het object zijn zeer nauwkeurig bekend. Voor de ligging van het object vormen de systemen elkaars referentie.

Omgevingsbeschrijving

Het object is net ten noorden van de Zuidelijke Havendam geplaatst op een zandbodem met een diepte van ruim 5.5m (zie Locatieschets 4-4: Objectdetectie). De havendam ligt ver genoeg van het object verwijderd zodat geen verstoringen in de opname door de dam ontstaan zijn. Ook is rond het wrak niet veel stroming zodat ook geen verandering in de omgeving te verwachten zijn tussen de drie opnamen.

De weersomstandigheden zijn tijdens alle testen voldoende goed voor een betrouwbare test geweest. In de eerste week waarin de SeaBat en de EM3000 zijn getest, stond een golfslag/deining van ongeveer 1m. Tijdens week 2 was het vrijwel vlak.



Locatieschets 4-4: Objectdetectie

4.4.1 Geleverde producten

De productnummers verwijzen naar het testprogramma [6], welke als Appendix A is toegevoegd.

	Product nummer	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Dieptecijferkaarten met dieptelijnen	4a1	✓	✓	✓
Volgende produkten zijn naar eigen inzicht				
Standaarddeviatie (1 σ , 68%)	4a2		✓	
Valid points / cell	4a3		✓	
Depth difference	4a4		✓	
Artificial light	4a5	✓	✓	
Trackplot	4a6	✓	✓	
3D	4a7	✓		✓
Reliëf	4a8	✓		
Side Scan Sonar	4a9	✓		
Profielen	4a10			✓
Depth points	4a11		✓	
Percentage geleverde gespecificeerde producten	(1=100%)	100%	100%	100%

Tabel 4-7: Productenlijst objectdetectie

4.4.2 Resultaten

Hieronder volgen de resultaten van de objectdetectie per fabrikant.

4.4.2.1 Reson SeaBat 8101

Presentatie

NeSA heeft verschillende soorten software gebruikt voor de presentatie. PDS1000 is gebruikt voor de traditioneel geplote kaarten met al dan niet gekleurde dieptecijfers en Triton-Elics is gebruikt voor reliëf, 3D, Side Scan Sonar en artificial light presentaties. De producten van Triton-Elics zijn echter niet met een afgeronde schaal gepresenteerd.

Afmetingen

Uit de diverse producten valt op te maken dat het object een afmeting heeft van minimaal 1.4m x 3.2m en maximaal 1.7 x 4.0m.

Vertikale afmetingen

Het object ligt in een stroomkuil van circa 0.55m diep en heeft een totale hoogte van 1.1m met pieken (blaasjes?) tot 2.4m. Het object steekt dus 0.55m boven de bodem uit met pieken naar 1.9m.

Oriëntatie

Uit de diverse producten valt op te maken dat het object een oriëntatie heeft van 152°

Positie

Uit de diverse producten is de volgende positie af te leiden:

X = 98110.3m

Y = 497358.0m

Herkenbaarheid

Het 3D beeld laat de vorm van het object het beste zien en is duidelijk herkenbaar als een auto. Ook bij producten 4a1 (dieptekaart), 4a5 (artificial light) en 4a8 (reliëf) is de het object van bovenaf herkenbaar al is 4a5 wat grof door de gebruikte celgrootte. Op product 4a9 (Side Scan Sonar presentatie) is het object te zien, maar qua vorm niet herkenbaar.

4.4.2.2 Simrad EM3000

Presentatie

Alle presentaties zijn in kleur, waarbij de kleuren geassocieerd zijn naar diepte, standaarddeviatie, waarnemingen per cel etc. Dit geeft een zeer overzichtelijke presentatie, ware het niet dat fabrikant alle producten op één A4 heeft gepresenteerd en daardoor van de gespecificeerde schaal is afgeweken (de schaal is volledig losgelaten, zodat schalen van 1:194, 1:1340 etc. ontstonden). Naar verluidt moet het wel mogelijk zijn de producten op schaal te leveren. Het is niet mogelijk met de gebruikte pakketten profielen te produceren.

Afmetingen

Uit de diverse producten valt op te maken dat het object een afmeting heeft van minimaal 1.1m x 3.7m en maximaal 1.6m x 4.1m.

Vertikale afmetingen

Het object ligt in een stroomkuil van circa 0.8m diep en heeft een totale hoogte van 1.9m. Het object steekt dus 1.1m boven de bodem uit.

Oriëntatie

Uit de diverse producten valt op te maken dat het object een oriëntatie heeft van 152°

Positie

Uit de diverse producten is de volgende positie af te leiden:

X = 98110.2m

Y = 497358.2m

Herkenbaarheid

De artificial light (product 4a5) presentatie laat de vorm van het object het beste zien en is herkenbaar als een auto. Het 3D beeld laat de vorm van het object het beste zien en is duidelijk herkenbaar als een auto. Ook bij producten 4a1 (dieptekaart), 4a11 (depth points) is de het object van bovenaf herkenbaar.

4.4.2.3 Sonar RD Visualisation System

Presentatie

Qua presentatie geeft Sonar RD een combinatie van de andere twee systemen te zien. Een traditioneel geplotte kaart met daarin een kleurengrijs verwerkt. Het 3D beeld ziet er spectaculair uit.

Afmetingen

Uit de diverse producten valt op te maken dat het object een afmeting heeft van 1.6m x minimaal 3.4m en maximaal 3.7m.

Vertikale afmetingen

Het object ligt in een stroomkuil van circa 0.5m diep en heeft een totale hoogte van 1.5m. Het object steekt dus 1.0m boven de bodem uit.

Oriëntatie

Uit de diverse producten valt op te maken dat het object een oriëntatie heeft van 150°

Positie

Uit product 4a1 is de volgende positie af te leiden:

X = 98110.5m

Y = 497357.8m

Herkenbaarheid

Het 3D beeld (product 4a7) en de profielen (product 4a11) laten de vorm van het object het beste zien en zijn herkenbaar als een auto. Wel dient hierbij vermeld te worden dat Sonar RD in bezit is van gedetailleerde tekeningen van het object, hetgeen vraagttekens zet bij de kwaliteit van deze producten. Bij product 4a1 (dieptekaart) is het object van bovenaf redelijk herkenbaar.

4.4.3 Conclusie objectdetectie

Duidelijk is dat iedereen mogelijkheden heeft het object duidelijk in beeld te brengen, wel moet hierbij in gedachte gehouden worden dat Sonar RD voorkennis heeft van het object. In Tabel 4-8: Resultaten objectdetectie staan de fysieke eigenschappen van het object zoals in kaart gebracht door de diverse partijen. Afmetingen en posities volgen uit interpretatie door de MD.

	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Minimale afmetingen	1.4m x 3.2m	1.1m x 3.7m	1.6m x 3.4m
Maximale afmetingen	1.7 x 4.0m	1.6m x 4.1m	1.6m x 3.7m
Gemiddeld	1.55m x 3.6m	1.35m x 3.9m	1.6m x 3.55m
Verschil	+0.29m x -0.18m	+0.09m x +0.12m	+0.34m x -0.23m
Hoogte object	1.1m (piek 2.4m)	1.9m	1.5m
Verschil	-0.35m (+1.05m)	+0.55m	+0.15m
Oriëntatie	152°	152°	150°
Locatie	X = 98110.3m Y = 497358.0m	X = 98110.2m Y = 497358.2m	X = 98110.5m Y = 497357.8m
Hoogte boven bodem	0.55m (piek 1.9m)	1.1m	1.0m
Beste presentatie	3D beeld	artificial light	3D beeld / profielen
Vorm herkenbaar	ja	ja	ja

Tabel 4-8: Resultaten objectdetectie

4.5 Sluismetingen

Doel

- Controle op de meetnauwkeurigheid van het gehele systeem onder ideale omstandigheden en op systematische fouten.
- Controle op de toepassing van de refractie.
- Vaststellen of alle bundels even nauwkeurig zijn (dynamisch).
- Hoe gaat het systeem om met de reflecties van de muren en in hoeverre is peilen in de hoeken mogelijk.
- Nauwkeurigheid onder ideale omstandigheden (varend).
- Vaststellen of het systeem in staat is tegen de sluismuur op te peilen.
- Bepalen van de bruikbare padbreedte onder ideale omstandigheden.
- Vaststellen of de nauwkeurigheid gehandhaafd blijft als het schip slingert.
- Vaststellen of de padbreedte gehandhaafd blijft als het schip slingert.
- Vaststellen of alle bundels dezelfde nauwkeurigheid hebben (statisch bepaald).
- Vaststellen hoe datadichtheid verloopt over het pad.

Testbeschrijving

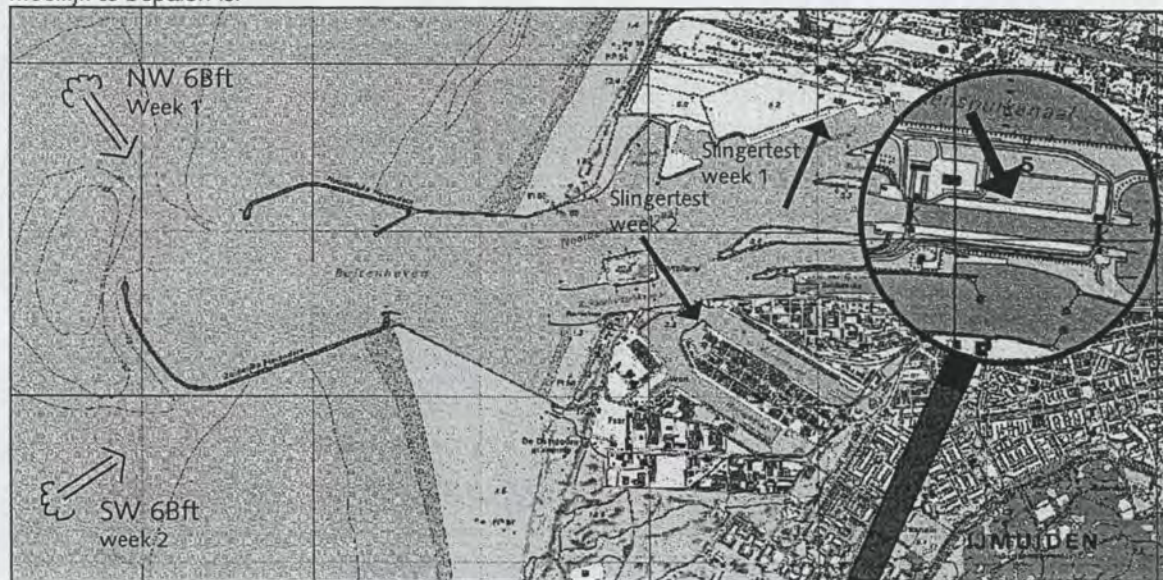
De eerste zes doelen zijn bereikt via metingen in de sluis. Met normale surveysnelheid is de sluis in- en uitgevaren. De testen waarmee de overige doelen bereikt zijn, waren gepland te bereiken via sluismetingen maar zijn wegens de beperkte beschikbaarheid van de sluis op andere locaties uitgevoerd (zie omgevingsbeschrijving). Hierbij is het schip eerst met de boeg strak tegen de kade gepositioneerd. Over een korte is zo data opgeslagen. Vervolgens is het schip aan het slingeren gebracht en opnieuw is data opgeslagen.

Referentie

Voor de sluismetingen zijn de afmetingen en hoogte van de drempel bekend uit bouwtekeningen. Peilingen met het singlebeam systeem van Noord Holland bevestigden deze tekeningen. Daarnaast zijn de raaien onderling te vergelijken en kunnen de verschillende systemen elkaars referentie vormen. De testen die buiten de sluis genomen zijn, zijn enkel onderling te vergelijken.

Omgevingsbeschrijving

De sluismetingen zijn uitgevoerd in de Noordersluis in IJmuiden (zie Locatieschets 4-5: Sluismeting). Deze sluis heeft aan de zeezijde een drempel van beton met een lengte van ruim 100m en een breedte van 50m. Het bodemverloop van de drempel is karakteristiek. De drempel ligt op 15m diepte en is vlak met zeven opvallende verdiepingen. De middelste is de grootste en de twee aan de buitenzijden zijn de kleinste (dilatatievoegen). Aan de kanaalzijde is verder nog een groef. Aan de zeezijde en in de sluis bestaat de bodem uit stortsteen. Vanwege de beschutte ligging van de sluis zijn de weersomstandigheden niet van invloed op de resultaten geweest. Wel van mogelijke invloed is het geluidssnelheidsprofiel dat door zoute en zoete lagen in het water zeer moeilijk te bepalen is.



Locatieschets 4-5: Sluismeting

De weersomstandigheden zijn ook niet van invloed geweest op de metingen buiten de sluis. Deze zijn echter niet voor alle systemen op dezelfde locatie uitgevoerd (zie Locatieschets 4-5: Sluismeting). In week 1 is de slingertest gedaan voor de kade van het Hoogovenkanaal. De bodem is redelijk vlak en bestaat uit overwegend zand met een

gemiddelde diepte van 16.6m. In week 2 was hier tegen de verwachting in een schip aangemeerd. Na een speurtocht naar een vergelijkbare locatie is uiteindelijk uitgeweken naar de kop van de landtong tussen Vissershaven en Haringhaven. Ook hier is een redelijk vlakke zandbodem. De diepte is echter slechts 10m.

4.5.1 Geleverde producten

De productnummers verwijzen naar het testprogramma [6], welke als Appendix A is toegevoegd.

	Product nummer	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Stilliggend in de sluis (van iedere file)				
Dieptecijferkaarten van iedere file	5a1	✓	✓	
Profielen van iedere file in de sweeprichting	5a2	✓		
Standaarddeviaties per cel	5a3	✓	✓	
Aantal meetwaarden per cel	5a4	✓	✓	
Slingerend in de sluis (van iedere file)				
Dieptecijferkaarten van iedere file	5b1	✓	✓	
Profielen van iedere file in de sweeprichting	5b2	✓		
Standaarddeviaties per cel	5b3	✓	✓	
Aantal meetwaarden per cel	5b4	✓	✓	
Varend in de sluis (over de drempel)				
Dieptecijferkaart met dieptelijnen van beide raaien	5c1	✓	✓	✓
Verschilmatrix tussen beide opnamen	5c2	✓	✓	
Langs- en dwarsprofielen	5c3	✓		
Niet gespecificeerde producten				
Standaarddeviaties (1 σ , 68%)			✓	
Artificial light			✓	
Valid points / cell			✓	
Trackplot		✓	✓	
3D				✓
Percentage geleverde gespecificeerde producten	(11=100%)	100%	73%	9%

Tabel 4-9: Productenlijst sluismeting

4.5.2 Resultaten

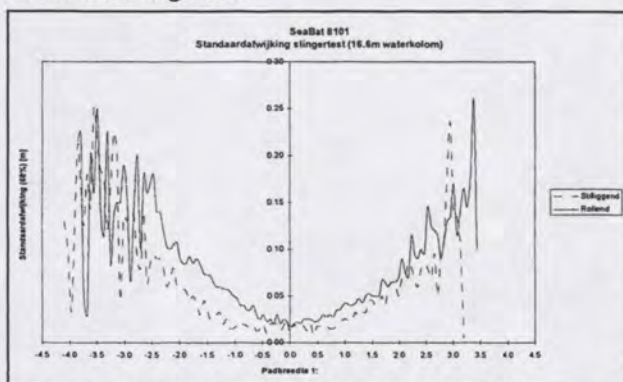
Hieronder volgen de resultaten van de sluismeting per fabrikant.

4.5.2.1 Reson SeaBat 8101

Presentatie

NeSA heeft PDS1000 gebruikt voor de traditioneel geplote kaarten met al dan niet gekleurde dieptecijfers en screendumps voor 5a4 en 5b4. De screendumps zijn echter niet met een afgeronde schaal gepresenteerd.

Resultaten slingertest



Figuur 4-3: Standaardafwijking SeaBat 8101 (1 σ , 68%)

De gevonden padbreedte tijdens de slingertest is, zowel stilliggend als slingerend, circa 7.2 keer de waterkolom. Uitgaande van een maximaal verschil van 0.1m is dit 5.4 keer de waterkolom en 4.5 (rollend) tot 5.5 (stilliggend) keer de waterkolom bij standaarddeviaties (2 σ , 95%) kleiner dan 0.2m. De uiterste waarden bij de slingertest zijn verschillen van 0.6m en een standaarddeviatie (2 σ , 95%) van 0.8m bij zowel stilliggen als slingeren. Figuur 4-3: Standaardafwijking SeaBat 8101 (1 σ , 68%) (zie ook Appendix O) is een uitwerking van producten 5a3 en 5b3 (zie Tabel 4-9: Productenlijst sluismeting), zodat de standaardafwijking als functie van de padbreedte zichtbaar is

Resultaten drempelmeting Noordersluis

Op de drempel zijn de maximale fouten 0.3m met een gemiddelde van 0.1m.

Herkenbaarheid drempelmeting Noordersluis

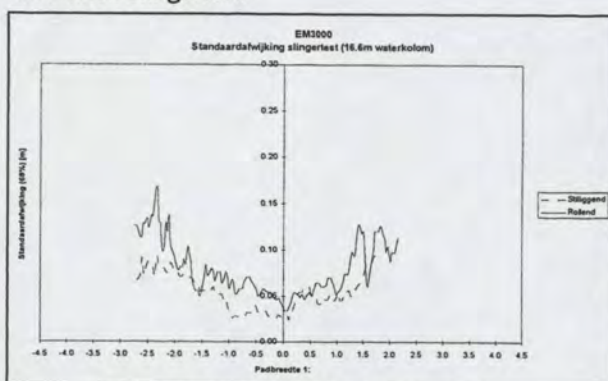
De profielen en dieptecijferkaart laten de drempel van de sluis inclusief de dilatatievoegen, de deurrails en de omloopriolen zien.

Bijzonderheden

In de lengte richting is een zeeg waarneembaar in de uitgaande meting (fout TSS?), de ingaande meting heeft die niet. Aan de zuidzijde zijn de grootste verschillen te vinden.

4.5.2.2 Simrad EM3000**Presentatie**

Alle presentaties zijn in kleur, waarbij de kleuren geclassificeerd zijn naar diepte, standaarddeviatie, waarnemingen per cel etc. Dit geeft een zeer overzichtelijke presentatie, ware het niet dat fabrikant alle producten op één A4 heeft gepresenteerd daardoor van de gespecificeerde schaal is afgeweken (de schaal is volledig losgelaten, zodat schalen van 1:194, 1:1340 etc. ontstonden). Naar verluidt moet het wel mogelijk zijn de producten op schaal te leveren. Het is niet mogelijk met de gebruikte pakketten profielen te produceren.

Resultaten slingertest

Figuur 4-4: Standaardafwijking EM3000 (1 σ , 68%)

De gevonden padbreedte tijdens de slingertest is stilliggend circa 4.5 en slingerend circa 5.0 keer de waterkolom. Uitgaande van een standaarddeviatie (2σ , 95%) kleiner dan 0.2m is dit circa 4.5 keer de waterkolom bij stilliggen en circa 4.0 keer de waterkolom bij rollen. De uiterste waarden bij de slingertest zijn standaarddeviaties (2σ , 95%) van 0.4m bij stilliggen en 0.45 bij slingeren. Figuur 4-4: Standaardafwijking EM3000 (1 σ , 68%) (zie ook Appendix O) is een uitwerking van producten 5a3 en 5b3 (zie Tabel 4-9: Productenlijst sluismeting), zodat de standaardafwijking als functie van de padbreedte zichtbaar is.

Resultaten drempelmeting Noordersluis

Op de drempel zijn de maximale fouten 0.4m en een standaarddeviatie (2σ , 95%) van 0.16m. De gemiddelden voor beide waarden zijn respectievelijk 0.25m en 0.1m

Herkenbaarheid drempelmeting Noordersluis

De artificial light presentatie ziet er zeer goed uit. Alle details zijn goed herkenbaar en door het gebruik van een kleurschaal zijn de dieptes ook te zien.

Bijzonderheden

Aan de zuidzijde van de kolk is een 'richel' te zien. Er treedt een lichte bolling van de sluisvloer op.

4.5.2.3 Sonar RD Visualisation System**Presentatie**

Qua presentatie geeft Sonar RD een combinatie van de andere twee systemen te zien. Een traditioneel geplote kaart met daarin een kleurengrijs verwerkt. Het 3D beeld ziet er spectaculair uit.

Resultaten slingertest

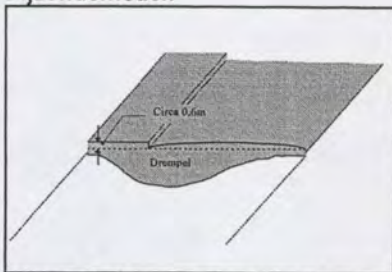
Door een tekort aan gegevens is beoordeling van dit item niet mogelijk.

Resultaten drempelmeting Noordersluis

Door een tekort aan gegevens is beoordeling met betrekking tot nauwkeurigheden niet volledig mogelijk, uit een profiel van de drempel is te zien dat de meting een ruis heeft van circa 0.30m. Aangezien vergrid is met een celgrootte gelijk aan de datadichtheid, zou dit kunnen duiden op een standaarddeviatie (2σ , 95%) van circa 0.15m.

Herkenbaarheid drempelmeting Noordersluis

De dieptekaart ziet er goed uit. Alle details zijn redelijk herkenbaar en door het gebruik van een kleurenschaal zijn de dieptes ook te zien.

Bijzonderheden

Figuur 4-5: Drempel Noordersluis

In het 3D beeld is te zien dat de vlakke sluisbodem niet als zodanig wordt weergegeven (zie Figuur 4-5). Het Noordelijke derde deel is vlak, terwijl het zuidelijke deel een bolling vertoont van circa 0.6m, waarvan het midden even hoog ligt als het noordelijk stuk. Deze bolling is ook in de aanloop naar de drempel te zien (dit is niet weer gegeven in de figuur, de kuil voor de drempel is een spoelgat).

4.5.3 Conclusie sluismetingen

Bij zowel de SeaBat 8101 als de EM3000 vinden we een kleine verhoging van de standaardafwijking van respectievelijk 0.04m en 0.05m (2σ , 95%). Door een tekort aan gegevens kon Sonar RD hierover niet beoordeeld worden.

In de sluis laten alle systemen de details van de drempel zien. Bij het 3D beeld van Sonar RD is duidelijk te zien dat het systeem moeite heeft de vlakke sluisbodem vlak te meten. Ook de EM3000 en de SeaBat hebben hier last van, zij het in mindere mate. De oorzaak hiervan moet gezocht worden in een verkeerde geluidssnelheid. In de sluis vindt namelijk uitwisseling van zoet en zout water plaats, waardoor het moeilijk is de juiste geluidssnelheid vast te stellen. Van de resultaten van deze test zullen daarom de verschillen en standaarddeviaties op de sluisdrempel niet in de evaluatie meegenomen worden.

	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Maximale padbreedte	1 : 7.2	1 : 5.0	-
Padbreedte bij fouten kleiner dan 0.1m	1 : 5.4	-	-
Padbreedte bij standaarddeviatie (2σ , 95%) < 0.2m	1 : 4.5 - 1 : 5.5	1 : 4.0 - 1 : 4.5	-
Maximaal verschil bij slingerproef	0.6m	-	-
Maximale standaarddeviatie (2σ , 95%) bij slingerproef	0.8m	0.45m	-
Maximaal verschil op sluisdrempel	0.3m	0.4m	>0.6m
Maximale standaarddeviatie (2σ , 95%) op sluisdrempel	-	0.16m	-
Gemiddeld verschil op sluisdrempel	0.1m	0.25m	0.3m
Gemiddelde standaarddeviatie (2σ , 95%) op sluisdrempel	-	0.1m	0.15m?
Details zichtbaar?	Redelijk	goed	redelijk

Tabel 4-10: Resultaten sluismeting

4.6 Opname blokkendam

Doel

- Nauwkeurigheid op blokkendammen vaststellen en beoordelen sonarkwaliteit.
- Bepalen in hoeverre het systeem in staat is stenen en gaten te herkennen en presenteren?
- Bepalen of betrouwbare hoogte-informatie van de blokkendam verkregen kan worden.

Testbeschrijving

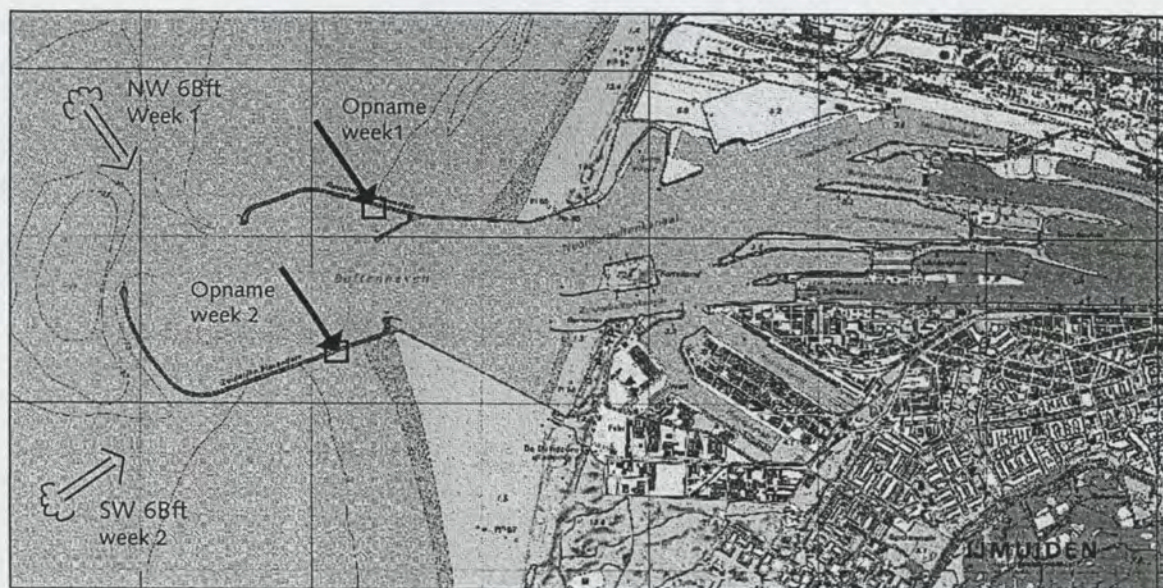
In principe is de opname volledig vrij gelaten aan de fabrikant. De blokkendam moet zo nauwkeurig mogelijk in beeld worden gebracht en de opname moet zo goed mogelijk aan de bovengenoemde doelstellingen voldoen. Over het algemeen is met lage surveysnelheid op verschillende afstanden en in verschillende richtingen langs de blokkendam gevaren. Om het detailniveau zo groot mogelijk te krijgen moet veel data worden verzameld. De opname door NeSA en Simrad is uitgevoerd met een gekantelde transducer om zo ver mogelijk tegen het talud op te kijken. De configuratie van Sonar RD is zo opgezet dat een compromis is gesloten tussen de opname van de blokkendam en bathymetrische metingen.

Referentie

Eerder zijn Side Scan Sonar opnamen gedaan, die als referentie kunnen dienen voor de onderlinge ligging van de blokken, die de bekende grootte hebben van 2x2x2m. Daarnaast kunnen de verschillende systemen elkaars referentie vormen.

Omgevingsbeschrijving

Uit sonaropnamen is een deel van de havendam gekozen om de test op uit te voeren. Hier liggen een aantal blokken karakteristiek buiten de dam. Door de verschillende weersomstandigheden tijdens week 1 en 2, is in week 2 uitgeweken naar een ander deel van de blokkendam. Hier zijn, in een soortgelijke constructie, dezelfde blokken van 2x2x2m gebruikt.



Locatieschets 4-6: Opname blokkendam

De blokkendam is gesloten zodat geen doorstroming van de zeezijde plaatsvindt. Toch stond gedurende week 1 een golflslag/deining van 1m. Tijdens week 2 was dit zelfs 1 à 2m.

4.6.1 Geleverde producten

De productnummers verwijzen naar het testprogramma [6], welke als Appendix A is toegevoegd.

	Product nummer	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Kaart met bodemclassificatie	6a1			
Dwarsprofielen (iedere 20 op centrale lijn)	6b2			
Volgende produkten zijn naar eigen inzicht				
Standaarddeviatie (1 σ , 68%)	6b3		✓	
Depth difference	6b4		✓	
Diepte kleuren kaart	6b5	✓	✓	✓
Dieptelijnen	6b6		✓	
Hellingen	6b7	✓		
Reliëf	6b8	✓		
Side Scan Sonar	6b9	✓		
3D	6b10	✓		✓
3D met ingepaste theoretische blokken	6b11			✓
Artificial light	6b12	✓		
Depth points	6b13		✓	
Percentage geleverde gespecificeerde producten	(2=100%)	0%	0%	0%

Tabel 4-11: Producten opname blokkendam

4.6.2 Resultaten

Hieronder volgen de resultaten van de opname blokkendam per fabrikant.

4.6.2.1 Reson SeaBat 8101

Presentatie

NeSA heeft verschillende soorten software gebruikt voor de presentatie. PDS1000 is gebruikt voor de traditioneel geplotte kaarten met al dan niet gekleurde dieptecijfers en Triton-Elics is gebruikt voor reliëf, 3D, Side Scan Sonar, dieptekleuren en artificial light presentaties. De producten van Triton-Elics zijn echter niet allemaal met een afgeronde schaal gepresenteerd.

Herkenbaarheid

De reliëf en artificial light presentaties laten duidelijk blokken zien, al zijn ze wat grof. De gebruikte gridcelgrootte was 0.2m in het vierkant.

Detectiegrens

Er zijn twee tot drie rijen blokken te zien. Het ondiepste blok is op circa 1.7m onder het wateroppervlak waargenomen. De gebruikte transducerdiepte was 1.13m.

4.6.2.2 Simrad EM3000

Presentatie

Alle presentaties zijn in kleur, waarbij de kleuren geclassificeerd zijn naar diepte, standaarddeviatie, waarnemingen per cel etc. Dit geeft een zeer overzichtelijke presentatie, ware het niet dat fabrikant alle producten op één A4 heeft gepresenteerd en daardoor van de gespecificeerde schaal is afgeweken (de schaal is volledig losgelaten, zodat schalen van 1:194, 1:1340 etc. ontstonden). Naar verluidt moet het wel mogelijk zijn de producten op schaal te leveren. Het is niet mogelijk met de gebruikte pakketten profielen te produceren.

Herkenbaarheid

De depth points presentatie laat de blokken zeer duidelijk zien. Ook de grid versie laat duidelijke blokken zien, echter minder scherp als bij de depth points methode, doordat met een gridcelgrootte van circa 0.1m gewerkt is. Nadeel van de eerste methode van processen is echter dat twee situaties alleen visueel vergeleken kunnen worden, met grids kan dit softwarematig.

Detectiegrens

Er zijn één tot twee rijen blokken te zien. Het ondiepste blok is op circa 2.2m onder het wateroppervlak waargenomen. De gebruikte transducerdiepte was 1.05m.

4.6.2.3 Sonar RD Visualisation System**Presentatie**

Qua presentatie geeft Sonar RD een combinatie van de andere twee systemen te zien. Een traditioneel geplotte kaart met daarin een kleurengrijs verwerkt. Er zijn ook twee 3D presentaties gemaakt. Eén van de werkelijke data en één waar, met de hand, de theoretische blokken zijn ingepast.

Herkenbaarheid

De dieptekaart en het 'ruwe' 3D beeld laten zien dat tot circa de vierde rij blokken zijn gemeten, waarvan slechts de eerste rij en enkele blokken van de tweede rij duidelijk te zien zijn. Het met de hand gemaakte 3D beeld laat de 4 rijen blokken zien. Tijdens een demonstratie bij de MD is getoond hoe men tot dit product komt.

Eerst worden in een 2D beeld de posities en Z-rotaties (koers) van de blokken handmatig bepaald. Voor de buitenste blokken kan dit met een nauwkeurigheid van circa 0.3m voor de positie en circa 5° voor de koers. De kwaliteit van de andere blokken is volledig afhankelijk van de (subjectieve) interpretatie van de man achter de knoppen.

Vervolgens worden de blokken in een 3D beeld over het DTM gezet, waarbij te zien is of het DTM bij de blokken aansluit of niet. Hier kunnen dan nog correcties in positie en rotatie (X, Y en Z) doorgevoerd worden om de blokken nog beter aan te laten sluiten. Ook hier geldt dat dit redelijk tot goed gaat met de buitenste blokken, maar dat, naarmate de blokken meer naar achteren liggen, dit proces weer afhankelijk is van de man achter de knoppen. Zo op het eerste gezicht is de verwachting dat deze methode circa een minuut per blok kost (afhankelijk van de vaardigheden van de man achter de knoppen).

Detectiegrens

Er zijn tot vier rijen blokken gemeten, waarvan alleen de eerste rij en enkele blokken van de tweede rij als dusdanig herkenbaar zijn. Het ondiepste blok is op circa 2.2m onder het wateroppervlak waargenomen. De gebruikte transducerdiepte was circa 1.6m.

4.6.3 Conclusie opname blokkendam

Van de drie systemen laat de SeaBat 8101 de meeste blokken zien, maar de kwaliteit van de presentatie van de EM3000 is veel beter (scherper) dan die van de SeaBat. Sonar RD heeft de meest spectaculaire presentatievorm nl. een 3D presentatie met ingepaste theoretische blokken. De kwaliteit ervan laat zich raden doordat het een manueel, niet statistisch onderbouwd, proces is. Bovendien is vergelijking met de andere systemen niet mogelijk, omdat een ander gebied getoond wordt dan bij de andere systemen.

De producten van de SeaBat en de EM3000 laten zich wel met elkaar vergelijken. Daaruit blijkt dat de twee systemen de blokken binnen 0.3m (X,Y) van elkaar detecteren. Onderstaande tabel is een samenvatting van dit hoofdstuk:

	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Bovenste blok	1.7m onder water	2.2m onder water	2.2m onder water
Transducerdiepte	1.13m	1.05m	circa 1.6m
Aantal rijen	2-3	1-2	1-2
Beste presentatie	artificial light	depth points	3D beeld theoretisch
Blokken herkenbaar	redelijk	goed	zeer goed
Processing	automatisch	automatisch	handmatig

Tabel 4-12: Resultaten opname blokkendam

4.7 Opname slibgebied

Doel

- Gedrag van het systeem op een slibbodem bepalen.
- Grootte padbreedte onder dynamische omstandigheden op slib bepalen.
- Nauwkeurigheid van de verschillende bundelgroepen op slib bepalen.

Testbeschrijving

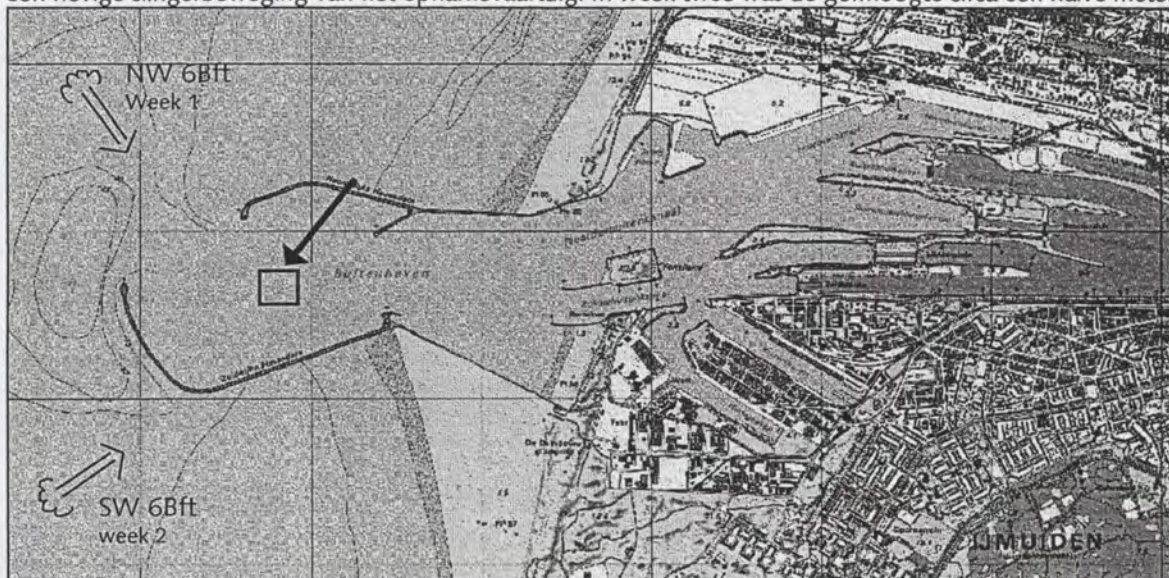
Het oorspronkelijk geplande gebied is 100x100m groot. Door tijdgebrek zijn enkel tegengestelde raaien gevaren. De slibopname is door NeSA en Simrad uitgevoerd met een gekantelde transducer omdat niet voldoende tijd beschikbaar was om de transducer na de blokkendamopname terug te kantelen.

Referentie

Alle raaien moeten relatief worden geïnterpoleerd en kunnen daarom alleen onderling worden vergeleken. Daarnaast kunnen de verschillende systemen elkaars referentie vormen.

Omgevingsbeschrijving

De slibopname heeft plaatsgevonden onder de taluds in de Buitenhaven. De diepte van het slibgebied is ongeveer 17.5m t.o.v. NAP begrensd door een steil talud oplopend tot 10m. Door de windrichting zijn de weersomstandigheden in de eerste week een stuk slechter geweest. De deining/golfslag van 1 à 2m veroorzaakte een hevige slingerbeweging van het opnamevaartuig. In week twee was de golfhoogte circa een halve meter.



Locatieschets 4-7: Slibgebied

4.7.1 Geleverde producten

De productnummers verwijzen naar het testprogramma [6], welke als Appendix A is toegevoegd.

	Product nummer	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Gebied dekkend opnemen				
Dieptecijferkaart met dieptelijnen	7a1		✓	✓
Standaarddeviaties per cel	7a2		✓	
Aantal dieptemetingen per cel	7a3		✓	
Langsprofielen	7a4			
Trackplot	7a5		✓	
Dwarsraaien				
Dieptecijferkaarten met dieptelijnen	7b1		✓*	
Standaarddeviaties per cel	7b2		✓*	
Aantal dieptemetingen per cel	7b3		✓*	
Verschil DTM met 7a1	7b4		✓	
Niet gespecificeerde producten				
Art. light			✓	
Percentage geleverde gespecificeerde producten	^(9=100%)	0%	89%	11%

Tabel 4-13: Producten opname slibgebied

Producten gemerkt met ✓* konden door te late levering niet meegenomen worden in de beoordeling.

4.7.2 Resultaten

Hieronder volgen de resultaten van de opname slibgebied per fabrikant.

4.7.2.1 Reson SeaBat 8101

Presentatie

Door een tekort aan gegevens is beoordeling van dit item niet mogelijk.

Padbreedte

Door een tekort aan gegevens is beoordeling van dit item niet mogelijk.

4.7.2.2 Simrad EM3000

Presentatie

Alle presentaties zijn in kleur, waarbij de kleuren geassocieerd zijn naar diepte, standaarddeviatie, waarnemingen per cel etc. Dit geeft een zeer overzichtelijke presentatie, ware het niet dat fabrikant alle producten op één A4 heeft gepresenteerd en daardoor van de gespecificeerde schaal is afgeweken (de schaal is volledig losgelaten, zodat schalen van 1:194, 1:1340 etc. ontstonden). Naar verluidt moet het wel mogelijk zijn de producten op schaal te leveren. Het is niet mogelijk met de gebruikte pakketten profielen te produceren.

Padbreedte

Door een tekort aan gegevens is beoordeling van dit item niet mogelijk.

Bijzonderheden

Deze test is onder extreme omstandigheden gevaren. Er stond een behoorlijke swell, die bovendien van opzij kwam, zodat het schip een aanzienlijke roll kreeg. Uit de producten is duidelijk te zien dat het systeem deze roll niet goed kon verwerken. Het lijkt alsof er op de bodem zandrichels staan met een hoogte van circa 0.60m (waterdiepte circa 18m). Gezien de correlatie met het slingeren van het schip (te zien aan het pad) en het ontbreken van de richels direct onder de transducer mogen we er van uit gaan dat dit inderdaad door de roll veroorzaakt wordt.

4.7.2.3 Sonar RD Visualisation System

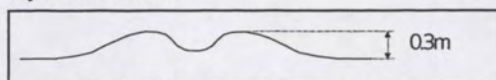
Presentatie

Qua presentatie geeft Sonar RD een combinatie van de andere twee systemen te zien. Een traditioneel geplotte kaart met daarin een kleurengrid verwerkt.

Padbreedte

Door een tekort aan gegevens is beoordeling van dit item niet mogelijk.

Bijzonderheden



Figuur 4-6: Patroon Sonar RD

Er is een duidelijk patroon in de vaarrichting (circa 0.20m) en loodrecht daarop (circa 0.30m, zie Figuur 4-6) zichtbaar in de dieptekaart. Het laatste patroon is uit twee tracks opgebouwd, de twee bulten smelten samen tot één daar waar de twee tracks volledig op elkaar liggen.

4.7.3 Conclusie opname slibgebied

Door tijdsgebrek is deze test niet volledig uitgevoerd en alleen uitgevoerd om de padbreedte te bepalen op slibbodems. Door een tekort aan gegevens is het echter niet mogelijk deze te bepalen.

Wel is duidelijk te zien dat de EM3000, onder de extreme omstandigheden die tijdens de opname heersten (zware zegang van opzij), moeite heeft de roll correcties uit te voeren. Hierdoor ontstaat een golfpatroon op de bodem met een hoogte van circa 0.6m.

Bij het systeem van Sonar RD is duidelijk een patroon in de sweeprichting te zien, wellicht veroorzaakt door een verkeerd gemeten of ingestelde geluidssnelheid.

5. EVALUATIE

In dit hoofdstuk worden de drie padlodingssystemen geëvalueerd naar uitkomst van de tests, gebruiksvriendelijkheid, kwaliteitsborging en communicatie met de leverancier.

5.1 tests

Vastgesteld is, dat alle systemen in staat zijn kunstwerken zoals blokkendammen en sluizen te meten.

De kwaliteit van de blokkendamopnames is echter verschillend.

Sonar RD levert het mooiste plaatje, welke via een handmatige methode tot stand gekomen is. Van kwaliteitscontrole is hierbij geen sprake.

Uitgaande van de werkelijke data met automatische processing levert de EM3000 het scherpste beeld op.

De SeaBat 8101 laat onder dezelfde omstandigheden meer rijen blokken zien, maar minder scherp gedefinieerd.

Doordat de EM3000 en de SeaBat 8101 hetzelfde gebied in kaart gebracht hebben is het mogelijk de resultaten met elkaar te vergelijken. De positieverschillen van de blokken zijn niet groter dan circa 0.3m.

Ook de type producten zijn verschillend.

De producten van de SeaBat 8101 zijn met verschillende soorten software gemaakt. PDS1000 is gebruikt voor de traditioneel geplote kaarten met al dan niet gekleurde dieptecijfers en diverse software van Triton-Elics is gebruikt voor reliëf, 3D, Side Scan Sonar, kleurendiepte en artificial light presentaties. De producten van Triton-Elics zijn niet allemaal met een afgeronde schaal gepresenteerd. Naast deze presentaties is het ook mogelijk een statistische analyse van de data uit te voeren.

Alle presentaties van de EM3000 zijn in kleur, waarbij de kleuren geclassificeerd zijn naar diepte, standaarddeviatie, waarnemingen per cel etc. Dit geeft een overzichtelijke presentatie, ware het niet dat fabrikant alle producten op één A4 heeft gepresenteerd en daardoor van de gespecificeerde schaal is afgeweken (de schaal is volledig losgelaten, zodat schalen van 1:194, 1:1340 etc. ontstonden). Naar verluidt moet het wel mogelijk zijn de producten op schaal te leveren. Ook hier is het mogelijk een statistische analyse van de data uit te voeren. Het is niet mogelijk met de gebruikte pakketten profielen te produceren.

Het Seabed Visualisation System van Sonar RD laat als presentatie een combinatie van bovenstaande twee systemen zien. Een traditioneel geplote kaart met daarin een kleurengrid verwerkt. De 3D beelden zien er spectaculair uit, maar zijn minder duidelijk dan die gemaakt met Triton-Elics. Voor de rest doet het systeem zijn naam recht aan: het brengt de bodem in beeld. Het is niet mogelijk met de gebruikte pakketten een statistische analyse te produceren.

Qua nauwkeurigheid zijn de SeaBat 8101 en de EM3000 gelijkwaardig, al laat de EM3000 op het talud grotere verschillen dan de SeaBat 8101 zien. Door een tekort aan produkten is hierover bij Sonar RD geen beoordeling mogelijk.

De padbreedtes zijn verschillend voor de drie systemen en aan de wensen van de gebruiker aan te passen. De SeaBat 8101 kan met meer ontvangstelementen uitgerust worden of de ontvangsttransducer als zendtransducer gebruiken, de EM3000 kan in *single of dual head* uitvoering geleverd worden en bij Sonar RD zijn alle denkbare combinaties van maximaal vier transducersets mogelijk.

Kortom: De SeaBat 8101 en de EM3000 zijn qua prestaties competitieve systemen. Aan de ene kant zien we bij de EM3000 scherpe afbeeldingen van de blokkendam met alleen de eerste twee rijen blokken (gezien vanaf de transducer) en aan de andere kant laat de SeaBat 8101 twee tot drie rijen blokken zien (ook gezien vanaf de transducer), maar minder scherp. Het Seabed Visualisation System van Sonar RD laat de bodem tot aan de vierde rij zien, maar alleen van de eerste twee rijen (gezien vanaf de transducer) zijn afzonderlijke blokken te herkennen. Een compleet overzicht van de drie systemen is te vinden in Tabel 5-1: Overzicht gebruikte padlodingssystemen bij de evaluatie op bladzijde 41.

5.2 Gebruiksvriendelijkheid

Hieronder wordt de gebruiksvriendelijkheid per fabrikant besproken.

5.2.1 SeaBat 8101

Het softwarepakket PDS1000 draait onder DOS en staat bekend om zijn gebruiksvriendelijkheid [2]. Ook de hardware is makkelijk te bedienen. Het pakket is wel ontwikkeld vanuit een *single beam* achtergrond, waardoor het minder geschikt is voor verwerking van grote hoeveelheden data. Het voordeel is wel dat de mogelijkheden uitgebreid zijn. Een uitgebreide training, waarbij zowel theoretische als praktische begeleiding wordt geboden, is wel aan te raden.

De datafiles die door PDS1000 aangemaakt worden zijn maximaal 1Mb, hetgeen betekent dat er veel bestanden worden aangemaakt. Dit kan bij de verwerking als een nadeel ervaren worden.

Omdat de MD er geen ervaring mee heeft kan over de gebruiksvriendelijkheid van de applicaties van Triton-Elics geen oordeel geveld worden.

De te verwachten postprocessing verwerkingstijd is 1:1 voor PDS1000 met "normale" opnames, 1:3 voor PDS1000 met "speciale" opnames zoals blokkendammen en 1:1 voor de producten van Triton-Elics Isis. Ook aan boord is het mogelijk de gegevens kort na de survey te bekijken.

5.2.2 EM3000

Ook de hardware is gemakkelijk te bedienen. Het pakket is volledig ontwikkeld voor deze multibeam toepassing. Een uitgebreide training is wel aan te raden. Het is niet mogelijk met de gebruikte pakketten profielen te produceren.

Tot op heden hebben we nog geen inzicht gekregen in de verwerkingstijd bij postprocessing. Wel is het mogelijk on-line vrijwel direct de resultaten te bekijken, waarbij een verwerkingstijd beter dan 1:1 gehaald wordt.

5.2.3 Sonar RD

Het softwarepakket draait onder DOS en ziet er niet overzichtelijk en gebruiksvriendelijk uit. De methode waarop de scheepsgeometrie ingevoerd moet worden is namelijk niet eenduidig. Ook de hardware wordt via dit pakket bediend, hetgeen niet eenvoudig is. Dit gebeurt onder andere met *threshold windows*, die het gebied aangeven waarbinnen de bodem verwacht kan worden. Deze werden handmatig bijgesteld, hetgeen de operator continu bezig hield.

Tot op heden hebben we nog geen inzicht gekregen in de verwerkingstijd bij postprocessing. Voor wat betreft het 3D beeld van de blokkendam met de ingepaste blokken is de inschatting dat hier op een verwerkingstijd in de orde van 1:200 - 1:300 gerekend moet worden.

5.3 Kwaliteitsborging

Hieronder zal de kwaliteitsborging per leverancier besproken worden.

5.3.1 SeaBat 8101

De kwaliteitscontrole en data-interpretatie zijn via hulpmiddelen eenvoudig uit te voeren.
Voor de kalibratie van de SeaBat 8101 is in PDS1000 een speciale module opgenomen.

5.3.2 EM3000

De kwaliteitscontrole en data-interpretatie zijn via hulpmiddelen eenvoudig uit te voeren.
Voor de kalibratie van de EM3000 zijn in de software voldoende mogelijkheden beschikbaar.

5.3.3 Sonar RD

Het QC pakket was niet overzichtelijk en beperkt in z'n mogelijkheden.
Tijdens de testweek hebben we geen inzicht gekregen in de kalibratiemethode, doordat deze achteraf op kantoor gedaan en toegepast is. De pakketten bieden vrijwel geen mogelijkheden een kwaliteitscontrole uit te voeren.
Statistische analyse behoort niet tot de mogelijkheden.

5.4 Communicatie met leverancier

In dit onderdeel wordt de communicatie met de diverse leveranciers besproken.

5.4.1 SeaBat 8101

De communicatie verliep volledig via NeSA. Geen moeite werd gespaard de MD van de gewenste producten te voorzien. Het merendeel van de producten was volgens specificatie en daar waar er van afgeweken is, is dit gedaan in overleg met de MD.

5.4.2 EM3000

De communicatie verliep volledig via Radio Holland. Zij waren het snelst met het leveren van producten, al waren deze niet allemaal volgens specificatie en bovendien incompleet. Bij verzoek om nieuwe data werd deze uiteindelijk wel geleverd, maar weer niet volgens specificatie en bovendien te laat. Dit laatste werd veroorzaakt door een hardnekkig gerucht dat "de opdrachtgever reeds een keuze gemaakt had en een verdere inspanning dus geen zin had"⁸. Ten gevolge van deze te late levering was het niet meer mogelijk alle producten in dit rapport te verwerken. Wel is het contact in deze periode altijd correct geweest.

5.4.3 Sonar RD

De communicatie verliep zowel via Seabed als direct met Sonar RD. De directe communicatie met Sonar RD verliep niet zoals van een betrokken partij verwacht mag en kan worden. Vragen met betrekking tot kwaliteitsborging leidden niet zelden tot enige wrevel bij de fabrikant.

De rol van Seabed als contactpersoon was ook niet als verwacht, al waren zij "graag bereid, zover in ons vermogen ligt -RWS te voorzien van gegevens- benodigd voor de beoordeling van de apparatuur"⁹.

⁸ Citaat uit telefoongesprek met Ron de Valk van Radio Holland.

⁹ Citaat uit fax van Rein de Koning van Seabed.

	Reson SeaBat 8101	Simrad EM3000	Sonar RD Visualisation System
Algemeen			
Leverancier	NeSA	Radio Holland	Seabed
Contactpersoon	dhr. N. van Woerkom mvr. H.G. Stuijbergen	dhr. J. van Straten dhr. R. de Valk	dhr. R. de Koning
Service	goed	redelijk	matig
Specificaties			
techniek	fase / amplitude	fase / amplitude	analoge fase
transducer type	Tx recht Rx rond	Tx recht Rx recht	Tx recht Rx recht
aantal Tx/Rx	1	1 - 2	1 - 4
aantal bundels per Tx/Rx	100	127	74
Openingshoek	150°	140°	120°, 60° of 30°
signaalfrequentie	240kc	300kc	75kc, 150kc of 300kc
meetfrequentie	30hz	25hz	10.000hz
Nauwkeurigheid	0.05m	0.10m	-
Software platform	DOS	UNIX	DOS
Verwerkingstijd (normaal - blokken)	1 : 1 - 1 : 3	-	? - 1 : 200
Prijzen (Richtprijzen zoals gehanteerd eind 1997)			
Hardware (A)	410 kfl. 40 kfl. (uitbreiding naar 210° openingshoek)	375 kfl. (single head) 547 kfl. (dual head)	295 kfl. (kaal, zonder Tx/Rx) 53 kfl. per Tx/Rx (2 stuks minimaal nodig)
Software (B)	20 kfl. PDS1000 10 kfl. (extra licentie)	90 kfl. Neptune 131 kfl. Incl. CFLOOR	software is inbegrepen
Systeem (A + B, minimaal)	430 kfl.	465 kfl.	401 kfl.
Systeem (A + B, maximaal)	480 kfl.	653 kfl.	507 kfl.
Resultaten testmetingen			
Producten (56 gespecificeerd = 100%)			
Volgens specificatie	33 (59%)	33 (59%)	9 (16%)
niet gespecificeerd	12	22	10
totaal	45	55	19
Slingermasttest			
On-line positie controle?	ja	nee	nee
s.d. statisch (2σ, 95%)	0.01m	-	-
s.d. dynamisch (2σ, 95%)	0.025m	-	-
Tijdsvertraging	PPS (zie voetnoot 6, blz. 15)	0.2s (zie voetnoot 7, blz. 15)	0.148s
Opname vlakke zandbodem			
Maximale padbreedte	1 : 5.5 - 6.0	1 : 4.4	1 : 5.8 - 6.6
Padbreedte Δ _z < 0.1m	1 : 5.0	1 : 3.8	-
Padbreedte 2 pings / m ²	1 : 4.2	1 : 3.5	-
Maximale verschillen	0.15m	0.25m	-
s.d. (2σ, 95%)	< 0.14m	< 0.16m	-
Maximum pings / m ²	< 20	< 60	-
Gemiddelde pings / m ²	< 10	< 30	-
Opname talud			
Padbreedte	1 : 5.8	1 : 4.1	-
Maximale verschillen	0.2m	0.9m	-
Gemiddelde verschillen	0.1m	0.5m	-
Maximale s.d. (2σ, 95%)	0.32m	0.32m	-
Gemiddelde s.d. (2σ, 95%)	0.2m	0.22m	-
Objectdetectie			
Beste presentatie	3D beeld	artificial light	3D beeld / profielen
Vorm herkenbaar?	Ja	ja	ja
Slingertest			
Maximale padbreedte	1 : 7.2	1 : 5.0	-
Padbreedte bij fouten kleiner dan 0.1m	1 : 5.4	-	-
Padbreedte bij standaarddeviatie (2σ, 95%) < 0.2m	1 : 4.5 - 1 : 5.5	1 : 4.0 - 1 : 4.5	-
Maximaal verschil	0.6m	-	-
Maximale standaarddeviatie (2σ, 95%)	0.8m	0.45m	-
Sluismeting			
Details zichtbaar?	Redelijk	goed	redelijk
Opname blokkendam			
Bovenste blok	1.7m onder water	2.2m onder water	2.2m onder water
Transducerdiepte	1.13m	1.05m	circa 1.6m
Aantal rijen	2-3	1-2	1-2
Beste presentatie	artificial light	depth points	3D beeld theoretisch
Blokken herkenbaar?	redelijk	goed	zeer goed
Processing	automatisch	automatisch	handmatig

Tabel 5-1: Overzicht gebruikte padlodingssystemen

Een '-' teken in de tabel geeft aan dat door een tekort aan gegevens het item niet bepaald kon worden.

Appendices

- A - Testopzet OINK
- B - Scheepsgeometrie MS Breesem
- C - Scheepsstelsel
- D - Specificaties Robertson RGC11 (gyro)
- E - Specificaties TSS DMS05 (bewegingssensor)
- F - Specificaties Ashtech Z-12 (positionering)
- G - Specificaties Falmouth FSI micro CTD (geluidssnelheidsmeter)
- H - Specificaties Reson SeaBat 8101 (padlodingssysteem)
- I - Specificaties Simrad EM3000 (padlodingssysteem)
- J - Specificaties Sonar RD Seabed Visualisation System (padlodingssysteem)
- K - Bibliografie
- L - Commentaar NeSA / Reson
- M - Commentaar Radio Holland / Simrad
- N - Commentaar Seabed / Sonar RD
- O - Grafieken

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten

Appendix A

Testopzet OINK^[6]

ONDERWATER INSPECTIE KUNSTWERKEN

Ten behoeve van het project "Onderwater Inspectie Kunstwerken" zullen in de eerste weken van december 1997 drie multibeam systemen en verschillende software pakketten worden getest. Er zijn verschillende tests opgezet, zodat de specifieke kwaliteiten van de systemen kunnen worden beoordeeld (1). Om zowel tijdens de opnamen als na de verwerking de data te kunnen beoordelen is het noodzakelijk, dat elk systeem de data in RD-coördinaten en NAP-hoogten presenteert.

Daarnaast zullen de opnamen steeds op dezelfde gebieden plaatsvinden, zodat data van de verschillende systemen met elkaar kunnen worden vergeleken. Om dezelfde reden wordt ook van alle systemen dezelfde verwerkingsproducten gevraagd (2). Enkele testen vormen hierop een uitzondering. De verwerking van deze opnamen is volledig vrijgelaten aan de verwerker, zodat ruimte blijft om specifieke verwerkingsmethoden te demonstreren.

1 INWINNINGSPROGRAMMA

1.1 Testprocedure "Slingermast"

- Doel

- Toepassing van tijdsvertragingen door de software
- Controle op de doorberekening van scheefstanden van het meetplatform in de scheepsgeometrie

- Testbeschrijving

De slinger mast bestaat uit een mast, die cardanisch is opgehangen in een frame (zie Foto 2 Slingermast). De navigatie-antenne wordt boven in de mast bevestigd en op het platform onder het draaipunt (6m onder de antenne) wordt de bewegingssensor geplaatst. Zowel de afstand antenne-bewegingssensor als de afstand antenne-draaipunt wordt nauwkeurig gemeten. Onder verschillende omstandigheden wordt nu de positie van het draaipunt via de aangesloten software geobserveerd. Bij een goede werking van de software zal de positie van het draaipunt binnen de ruis van de meetsensoren variëren.

In drie verschillende situaties wordt de positie geobserveerd:

a) Stilstaand

- Doel

- Ruis van de navigatie en bewegingssensoren te bepalen.
- Referentie scheppen voor de statische en dynamische hellingen.

- Referentie

Nauwkeurigheid van Kart is 5cm in X- en Y-richting en 7cm in Z-richting. Voor Ashtech is dit respectievelijk 3 en 5cm. De nauwkeurigheid van de TSS DMS05 bewegingssensor is 0.05°, wat niet meer dan een centimeter beweging in X- en Y-richting kan veroorzaken.

- Testbeschrijving

De mast wordt met behulp van een theodoliet loodrecht gezet en vervolgens vastgezet. Gedurende enkele minuten wordt er data gelogd.

b) Statische hellingen

- Doel

Controle op doorberekening van offsets en hellingshoeken.

- Referentie

Positie moet gelijk blijven aan de tijdens de stilstaande test gevonden positie omdat het draaipunt op dezelfde plek blijft.

- Testbeschrijving

De mast wordt achtereenvolgens onder vier verschillende hellingen van ongeveer 15 à 20° vastgezet namelijk roll over bakboord, roll over stuurboord, pitch voorover en pitch achterover.

Dynamische hellingen

- Doel

Controle op de toepassing van tijdsvertragingen door de software

- Referentie

Positie moet hetzelfde blijven als gevonden tijdens de stilstaande test daar het draaipunt op dezelfde plek blijft.

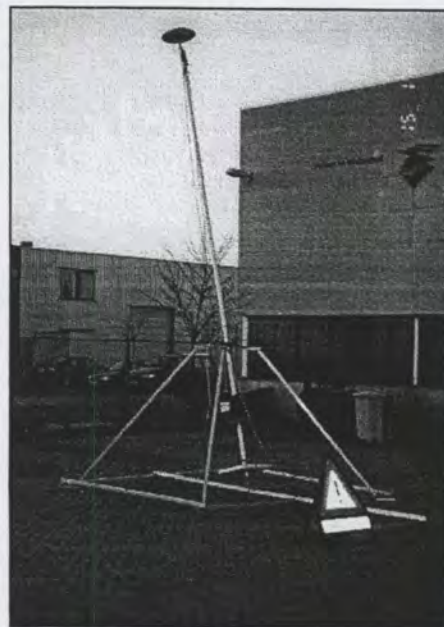


Foto 2 Slingermast

- Testbeschrijving

Achtereenvolgens wordt de mast in de volgende richtingen aan het slingeren gebracht:

- in pitch-richting van schip en bewegingssensor (15 à 20°).
- in roll-richting van schip en bewegingssensor (15 à 20°).
- in zowel pitch- als roll-richting (15 à 20°).

1.2 Testprocedure "Opnamen vlakke zandbodem"

a) Gebied dekkend opnemen.

- Doel
- Referentie creëren van opname boven vlakke zandbodem.
- Gedrag van het systeem op een vlakke zandbodem bepalen.

- Referentie

Niet van toepassing

- Testbeschrijving

Het gebied is 100x100m groot en heeft als zuidoost hoekcoördinaat (in RD) :

97250E 497250N

Het gebied wordt met 100% overlap dekkend opgenomen met normale surveysnelheid. Vereist hierbij is dat de centrale raai gevaren wordt. Deze raai heeft als start- en eindcoördinaat (in RD) resp.:

97250E 497300N

97350E 497300N

Tijdens de meting wordt ook de data van het single beam echolood opgeslagen.

b) Dwarsraaien.

- Doel
- Grootte padbreedte onder dynamische omstandigheden op zand bepalen.
- Controle op dekkende meting.
- Nauwkeurigheid van de verschillende bundelgroepen op een vlakke zandbodem bepalen.
- Sonarkwaliteit op zandbodem.

- Referentie

Onder a) beschreven dekkende meting

- Testbeschrijving

Dwars op de dekkende meting worden raaien uitgezet. De centrale raai hierbij is (resp. start- en eindcoördinaat in RD):

97300E 497250N

97300E 497350N

Deze lijn wordt heen en terug gevaren. Voor de padbreedte is het belangrijk dat de bundel nergens onderbroken wordt en dat de bodem vlak is over de gehele padbreedte.

c) Tegengestelde raaien

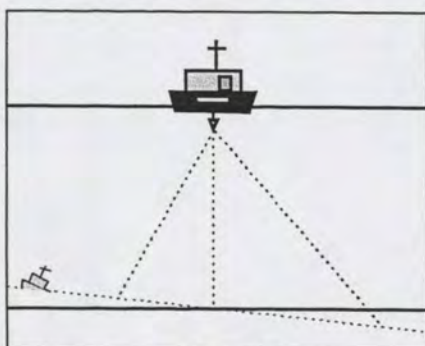
- Doel
- Nauwkeurigheid van de verschillende bundelgroepen op een vlakke zandbodem bepalen.
- Controle op de afregeling van de roll.

- Referentie

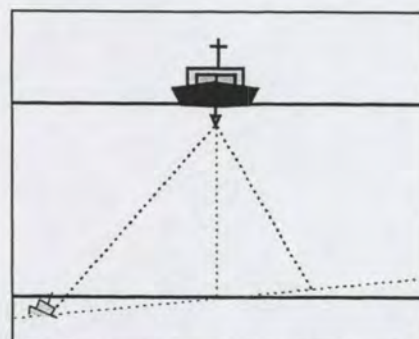
De twee tegengestelde raaien zijn elkaars referentie.

- Testbeschrijving

Er worden twee tegengestelde raaien gevaren met normale surveysnelheid. De tegengesteld gevaren dwarsraaien kunnen hiervoor dienen. Bij een verkeerd ingevoerde roll-correctie zullen de verschillen tussen de buitenste bundels toenemen (zie Figuur 8 Verdraaiing van de bodem (heenweg) en Figuur 7 Verdraaiing van de bodem (terugweg)).



Figuur 8 Verdraaiing van de bodem (heenweg)



Figuur 7 Verdraaiing van de bodem (terugweg)

d) Gebied met slingerend platform opnemen.

- Doel
- Vaststellen of de nauwkeurigheid gehandhaafd blijft als het schip slingert.
- Vaststellen of de padbreedte gehandhaafd blijft als het schip slingert. (EM3000 maakt gebruik van "automatic beam steering." Bij slingering zou daardoor toch een recht pad moeten worden opgenomen.)

- Referentie

De onder a) beschreven dekkende meting kan als referentie dienen.

- Testbeschrijving

Over het onder a) gepeilde gebied wordt de centrale raai gevaren met slingerend platform door het schip steeds kleine roeruitslagen te geven.

1.3 Testprocedure "Taludopname"

Algemene doel van de taludopnamen is bepalen of het systeem in staat is taluds nauwkeurig aan te peilen. Een talud is echter ook bij uitstek geschikt om het systeem te kalibreren/controleren. Het talud moet minstens een helling hebben van 1:10 en maximaal een helling van 1:2. Om alle testen goed te kunnen uitvoeren moet het talud minstens 5m hoog zijn.

a) Gebied dekkend varen.

- Doel

Referentie scheppen.

- Referentie

Niet van toepassing (zie doel).

- Testbeschrijving

Het gebied wordt dekkend gevaren door met gelijke (langzame) surveysnelheid in dezelfde richting het talud op- of af te varen en de raaien steeds een halve padbreedte te verschuiven waardoor 100% overlap ontstaat. Centrale lijn in het gebied heeft als start en eindcoördinaten (in RD):

99500E 498200N

99300E 497300N

b) Talud opvaren bij verschillende snelheden en afvaren bij verschillende snelheden.

- Doel

– Gedrag van het systeem bepalen bij taludmetingen met lage en hoge vaarsnelheid.

– Controle op afregeling van de tijdsvertragingen in de software.

- Referentie

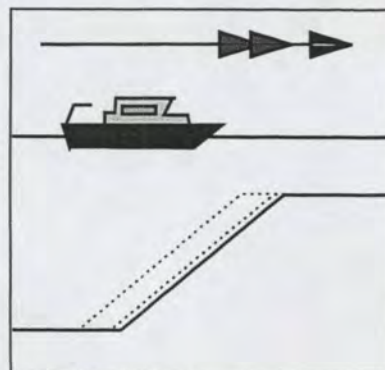
Als er een fout is in de tijdsvertragingen in de software dan zal zich dit weinig uiten bij een langzame surveysnelheid. Bij een hoge surveysnelheid komt de vertraging juist extreem naar voren. De twee gevaren raaien vormen daarom elkaars referentie.

Daarnaast geldt de dekkende meting, die is besproken onder a) als referentie.

- Testbeschrijving

Er wordt over de centrale lijn een raai tegen het talud opgevaard met een extreem lage surveysnelheid. Vervolgens wordt dezelfde raai in dezelfde richting nogmaals gevaren. Ditmaal echter met een extreem hoge surveysnelheid. Een fout in de tijdsvertragingberekening in de software zal zich uiten in een verschuiving in de vaarrichting (Figuur 9 Delay fout).

Vervolgens wordt dezelfde procedure doorlopen, maar ditmaal als het talud wordt afgevaard. Deze metingen kunnen vergeleken worden met de referentiemeting wat een indicatie geeft voor het gedrag van het systeem bij het op- en afvaren van het talud onder verschillende snelheden.



Figuur 9 Delay fout

c) Talud op- en afvaren bij gelijk snelheid (tegengesteld)

- Doel

– Gedrag systeem bepalen bij taludmetingen met normale vaarsnelheid.

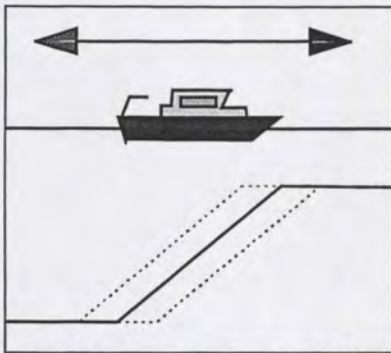
– Controle op afregeling van de pitch en (langsscheeps) in de software.

- Referentie

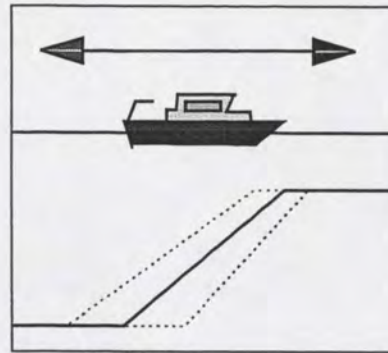
Als er een fout is in de geometrie of pitch dan zal zich dit uiten bij het varen van tegengestelde raaien op een talud. De twee gevaren raaien vormen daarom elkaars referentie. Daarnaast geldt de dekkende meting, die is besproken onder a) als referentie.

- Testbeschrijving

Er wordt over de centrale lijn een raai het talud op- en afgevaard met gelijke vaarsnelheid. Zowel een fout in pitch als een blunder in de langsscheepse geometrie zal zich hierbij uiten. De geometriefout uit zich als een constante verschuiving van het talud (Figuur 10 Langsscheepse geometriefout). Een pitchfout uit zich eveneens in een verschuiving van het talud maar zal kleiner worden als de diepte afneemt (Figuur 11 Pitch fout). Daarnaast kunnen beide raaien vergeleken worden met de referentiemeting om een indicatie te geven van de prestatie van het systeem bij het talud op- en afmeten.



Figuur 10 Langsscheepse geometriefout



Figuur 11 Pitch fout

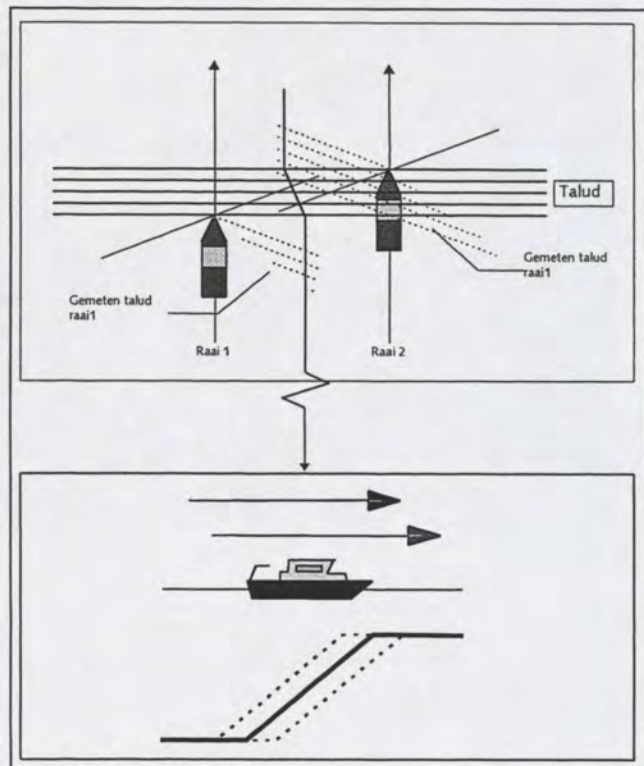
d) Vershoven raaien het talud op- en afvaren

- Doel
 - Controle op de afregeling van de gyro.
 - Bepalen van de nauwkeurigheid van verschillende bundelgroepen bij het op- en afvaren van een talud.
- Referentie

Als er een fout is in de gyro dan zal zich dit uiteten bij het varen van verschoven raaien op een talud (Figuur 12 Gyrofout op een talud). De twee gevaren raaien vormen daarom elkaars referentie. Daarnaast geldt de dekkende meting, die is besproken onder a) een referentie.

• Testbeschrijving

Er worden verschoven raaien (10m) het talud opgevaren met gelijke vaarsnelheid. Een gyrofout uit zich als een constante verschuiving van het talud. Daarnaast kunnen de raaien worden vergeleken met de referentiemeting om een indicatie te geven van de prestatie van de verschillende bundelgroepen bij het talud meten.



Figuur 12 Gyrofout op een talud

e) Langs talud heen en weer varen op verschillende afstanden zodat verschillende bundels elkaar overlappen.

- Doel
 - Vaststellen hoe systeem omgaat met variërende dieptes per bundel.
 - Controle op ingevoerde scheepsgeometrie (dwarsscheeps).
 - Presenteren bundels bij verschuiving dezelfde waarden?
- Referentie

Deze lijnen hebben als referentie de dekkende meting die onder a) is uitgevoerd.

• Testbeschrijving

Er worden drie lijnen gevaren evenwijdig aan het talud, waarvan één zich boven, één onder en één midden op het talud is gevaren. Deze drie lijnen worden vervolgens vergeleken met de referentie-opname.

Met de verzamelde data wordt onder andere gekeken naar:

- Systematische verschillen tussen bundels.
- Verschillen tussen talud op en talud af meten.
- Eventuele verschuiving van het talud ten opzichte van de referentiemeting.

1.4 Testprocedure "Wrakopname"

- Doel
 - Is wrak als zodanig te herkennen?
 - Indicatie voor het detectieniveau.
 - Controle op de afregeling van de gyro.
 - Geometriecontrole dwarsscheeps.

• Referentie

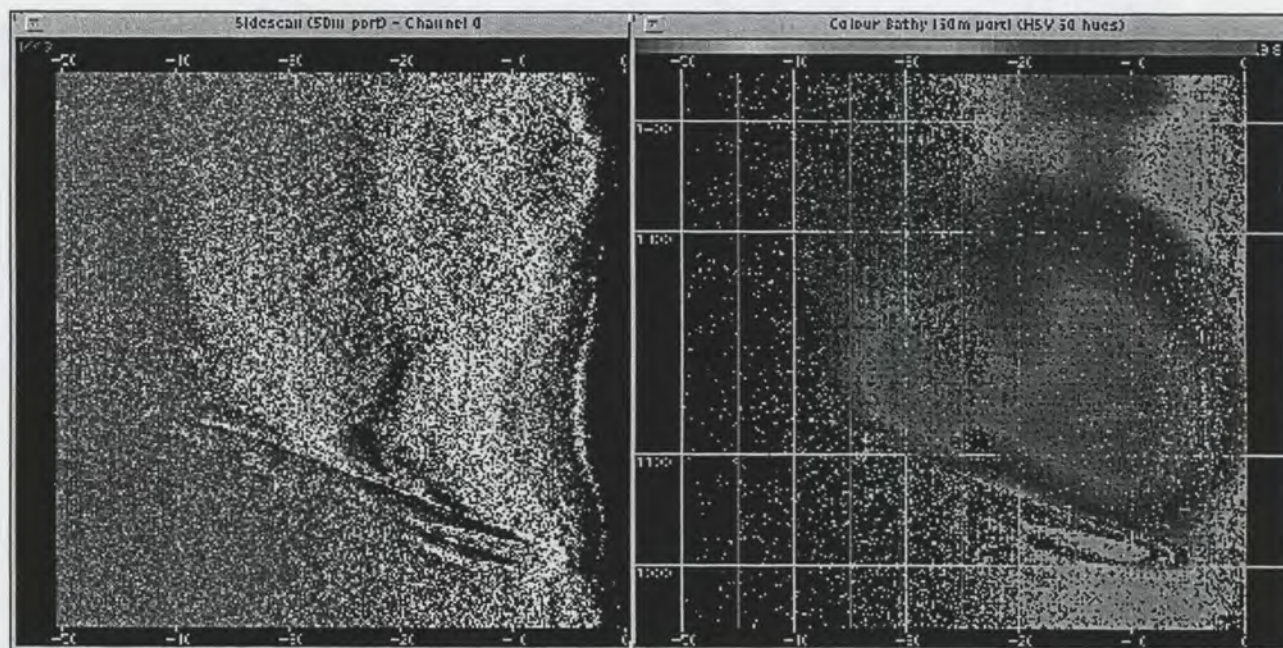
Bij voorkeur is het wrak nauwkeurig bekend uit eerdere surveys.

Voor de gyro- en geometriecontrole worden raaien onderling vergeleken.

• Testbeschrijving

Het wrak moet zo nauwkeurig mogelijk in beeld worden gebracht en de opname moet zo goed mogelijk aan de bovengenoemde doelstellingen voldoen. In principe is de opname volledig vrij gelaten aan de fabrikant.

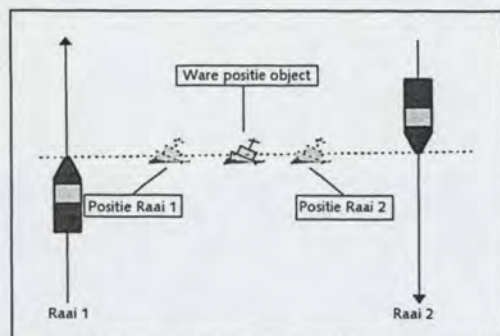
Eerdere testen zijn als volgt uitgevoerd: Het wrak wordt dekkend gepeild door vier raaien rondom en één over het



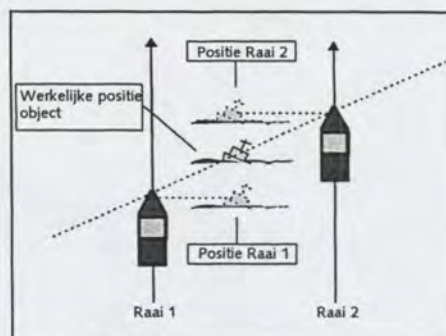
Figuur 13 Wrakopname m.b.v. sonar en bathymetrie

wrak te varen. Hierbij wordt zowel sonar als diepte-informatie opgeslagen zodat de twee meetprincipes elkaar aanvullen (zie Figuur 13 Wrakopname m.b.v. sonar en bathymetrie)

Voor de gyrocontrole worden twee raaien gevaren in dezelfde richting en met dezelfde snelheid alleen elke raai aan één zijde van het wrak (zie Figuur 15 Gyrofout).



Figuur 14 Geometriefout (dwarsscheeps)



Figuur 15 Gyrofout

De geometrie kan gecontroleerd worden op blunders door twee verschoven en tegengestelde raaien te varen (zie Figuur 14 Geometriefout (dwarsscheeps)).

1.5 Testprocedure "Sluismetingen"

a) Stilliggend dwars in de sluis (volle sluis) of strak langs de wand

- Doel
 - Controle op de meetnauwkeurigheid van het gehele systeem onder ideale omstandigheden en op systematische fouten.
 - Bepalen van de bruikbare padbreedte onder ideale omstandigheden
 - Vaststellen of alle bundels dezelfde nauwkeurigheid hebben (statisch bepaald).
 - Vaststellen hoe datadichtheid verloopt over het pad.
 - Controle op de toepassing van de refractie.

- Referentie

De Noordersluis is uit eerdere metingen (waaronder ook multibeam) bekend. De drempel is van beton en is ruim 100m lang en 50m breed. Dwars op de drempel bevinden zich onder andere de rails van de deuren. De hoogte van de sluisvloer zal tijdens de test ook worden gemeten door een single beam echolood. Steekproefsgewijs wordt daarnaast met een handlood en NAP-aflezing de hoogte van de sluisvloer bepaald.

- Testbeschrijving

Het schip wordt dwars in de sluis gepositioneerd en vastgelegd (zie Foto 3 Sluismeting). Over een korte periode (om de hoeveelheid data beperkt te houden) worden drie files met data opgeslagen zodat drie onafhankelijke kaarten kunnen worden gegenereerd. Tegelijkertijd wordt data van de Deso25 opgeslagen en worden steekproefsgewijs metingen met een handlood verricht. Een andere mogelijkheid is om de meting uit te voeren terwijl het schip tegen de sluiswand ligt. Dit heeft als voordeel dat zo een vlakke vloer kan worden aangestraald.



Foto 3 Sluismeting

b) Slingerend dwars in de sluis (volle sluis) of langs de wand

- Doel
 - Vaststellen of de nauwkeurigheid gehandhaafd blijft als het schip slingert.
 - Vaststellen of de padbreedte gehandhaafd blijft als het schip slingert.
- Referentie

De Noordersluis is uit eerdere metingen (waaronder ook multibeam) bekend. De drempel is van beton en is ruim 100m lang en 50m breed. Dwars op de drempel bevinden zich onder andere de rails van de deuren. De hoogte van de sluisvloer zal tijdens de test ook worden gemeten door een single beam echolood. Steekproefsgewijs wordt daarnaast met een handlood en NAP-aflezing de hoogte van de sluisvloer bepaald.

- Testbeschrijving

Terwijl het schip nog op dezelfde positie ligt als tijdens de stilliggende opname wordt het schip aan het slingeren gebracht door een touw aan de mast te bevestigen en vanaf de kant het schip steeds scheef te trekken. Als het schip slingert wordt opnieuw over een korte periode drie datafiles gelogd. De dieptemeting en de padbreedte moeten onveranderd blijven.

c) Varend over de drempel van de sluis (bij volle sluis)

- Doel
 - Vaststellen of alle bundels even nauwkeurig zijn (dynamisch).
 - Hoe gaat het systeem om met de reflecties van de muren en in hoeverre is peilen in de hoeken mogelijk.
 - Nauwkeurigheid onder ideale omstandigheden (varend).
 - Vaststellen of het systeem in staat is tegen de sluismuur op te peilen.

- Referentie

De Noordersluis is uit eerdere metingen (waaronder ook multibeam) bekend. De drempel is van beton en is ruim 100m lang en 50m breed. Dwars op de drempel bevinden zich onder andere de rails van de deuren. De hoogte van de sluisvloer zal tijdens de test ook worden gemeten door een single beam echolood. Steekproefsgewijs wordt daarnaast met een handlood en NAP-aflezing de hoogte van de sluisvloer bepaald. De hoogte van de sluisvloer wordt ook meegemeten tijdens de test met een single beam echolood.

- Testbeschrijving

Met normale surveysnelheid wordt de sluis in- en uitgevaren (dus in tegengestelde richtingen). Hierbij wordt zowel de multibeam- als single beam data opgeslagen. Belangrijk is dat ten minste hetzelfde deel van de sluis wordt opgenomen als bij de stilliggende opname en minstens 20m voor en achter de drempel.

1.6 Testprocedure "Opname blokkendam"

- Doel
 - Nauwkeurigheid kribmeting vaststellen en beoordelen sonarkwaliteit.
 - In hoeverre is systeem in staat stenen en gaten te herkennen en presenteren?
 - Bepalen of van betrouwbare hoogte-informatie van de blokkendam verkregen kan worden.

- Referentie

Van de blokkendam is bekend dat de opbouw heeft plaatsgevonden met blokken van 2.5x2.5x2.5m. De blokken zijn in elkaar geplaatst zodat een zeer geaccidenteerd terrein ontstaan is. Daarnaast is in de maand oktober een sonaropname gemaakt.

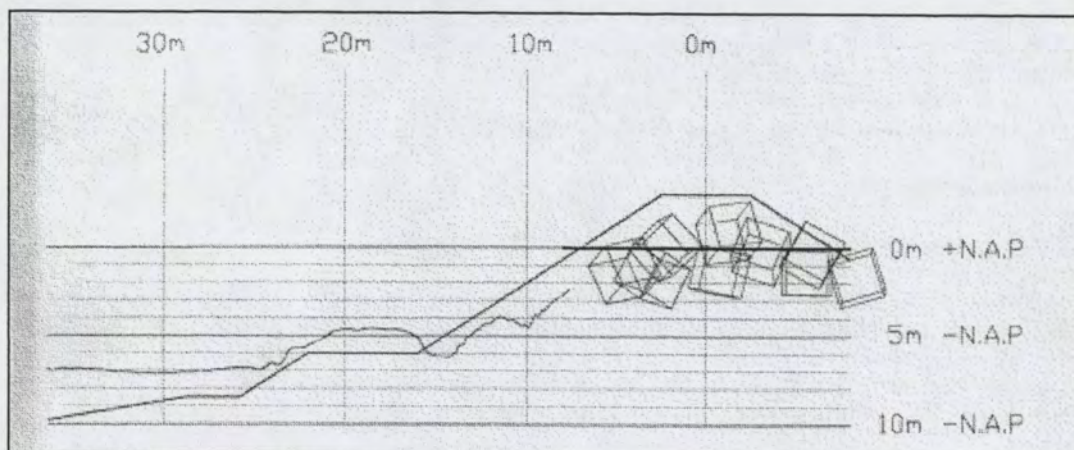
- Testbeschrijving

Uit sonaropnamen is een deel van de blokkendam gekozen om de test op uit te voeren. Dit deel ligt parallel aan de blokkendam langs de lijn (in RD-coördinaten):

98025E 497315N

98214N 497380E

De blokkendam moet zo nauwkeurig mogelijk in beeld worden gebracht en de opname moet zo goed mogelijk aan de bovengenoemde doelstellingen voldoen. In principe is de opname volledig vrij gelaten aan de fabrikant. Eerdere testen zijn als volgt uitgevoerd: Er wordt met lage surveysnelheid op verschillende afstanden en in verschillende richtingen langs de blokkendam gevaren. Om het detailniveau zo groot mogelijk te krijgen zullen de matrixcellen zo klein mogelijk moeten worden gekozen. Daarom moet ook zeer veel data verzameld worden. In Figuur 16 Blokkendamopname is een opname te zien van een blokkendam in IJmuiden zoals gevonden met behulp van laser-altimetrie.



Figuur 16 Blokkendamopname

1.7 Testprocedure "Opname slibbodem"

a) Gebied dekkend varen

- Doel
- Referentie creëren van opname boven vlakke slibbodem.
- Gedrag van het systeem op een vlakke slibbodem bepalen.

- Referentie

Niet van toepassing

- Testbeschrijving

Het gebied is 100x100m groot en heeft als zuidoost hoekcoördinaat (in RD):

97800E 497700N

Het gebied wordt met 100% overlap dekkend opgenomen met normale surveysnelheid. Vereist hierbij is dat de centrale raai gevaren wordt. Deze raai heeft als start- en eindcoördinaat (in RD) resp.:

97800E 497750N

97900E 497750N

Tijdens de meting wordt ook de data van het single beam echolood opgeslagen.

b) Dwarsraaien

- Doel
 - Grootte padbreedte onder dynamische omstandigheden op slib bepalen.
 - Controle op dekkende meting.
 - Nauwkeurigheid van de verschillende bundelgroepen op slib bepalen.
- Referentie

Onder a) beschreven dekkende meting. Daarnaast kan het gedrag van het systeem op betere bodems (zand, beton) als referentie worden gebruikt.

- Testbeschrijving

Dwars op de dekkende meting worden raaien uitgezet. De centrale raai hierbij is (resp. start- en eindcoördinaat in RD):

97850E 497700N

97850E 497800N

Deze lijn wordt heen en terug gevaren. Voor de padbreedte is het belangrijk dat de bundel nergens onderbroken wordt en dat de bodem vlak is over de gehele padbreedte.

1.8 Testprocedure "Herhalingstest"

- Doel

Herhalingsnauwkeurigheid van het systeem tijdens onafhankelijke metingen bepalen

- Referentie

De onafhankelijke metingen zijn elkaars referentie

- Testbeschrijving

Op twee verschillende dagen wordt eenzelfde gebied dekkend en met 100% overlap opgenomen. Beide peilingen worden gedaan onder acceptabele opnameomstandigheden en bij gewone surveysnelheid.

4 PRODUKTENLIJST

Elk uitgevoerde testonderdeel heeft een specifiek doel. Met behulp van de produkten moeten de kwaliteiten van de diverse systemen worden vergeleken. Het is daarom belangrijk de produkten zo gericht mogelijk te kiezen. Daarnaast is de verwerking een tijdrovende bezigheid en moet daarom zoveel mogelijk beperkt worden.

De produkten worden parallel met de testmethodieken besproken.

Naast onderstaande produkten is gevraagd:

- Alle ruwe en verwerkte data
- Kalibratiegegevens op papier
- Specificatielijst met alle relevante gegevens per test (zoals settings aan boord en tijdens de verwerking, gebruikte frequentie, waterstandsbeplating enz.)

Nr.	Produkt	Detail niveau	Hor. Schaal	Vert. Schaal	Cel grootte
1.1 Produkten "Slingermast"					
<i>a) Stilstaand</i>					
1a1	X,Y positieplot	cm	1:10	1:10	n.v.t.
1a2	Heave	cm	tijd (vrij)	1:1	
1a3	Pitch en roll tegen de tijd	0.1°	tijd (vrij)	1° = 5cm	n.v.t.
<i>b) Statische hellingen (voor elke helling)</i>					
1b1	X,Y positieplot	cm	1:10	1:10	n.v.t.
1b2	Heave	cm	tijd (vrij)	1:1	
1b3	Pitch en roll tegen de tijd	0.1°	tijd (vrij)	1° = 5cm	n.v.t.
<i>c) Dynamische hellingen (voor elke slingerrichting)</i>					
1c1	X,Y positieplot	cm	1:10	1:10	n.v.t.
1c2	Heave	cm	tijd (vrij)	1:1	
1c3	Pitch en roll tegen de tijd	0.1°	tijd (vrij)	1° = 0.5cm	n.v.t.
1.2 Produkten "Vlakke zandbodem"					
<i>a) Gebied dekkend opnemen</i>					
2a1	Dieptecijferkaart met dieptelijnen (0.5m)	cm	1:200	1:200	1x1
2a2	Standaard deviaties per cel	cm	1:200	1:200	1x1
2a3	Aantal dieptemetingen per cel	1	1:200	1:200	1x1
2a4	Langsprofielen met multi- en single beam data (centrale raai en offsets 25 en 50m)	cm	1:100	1:10	1x1
2a5	Trackplot	n.v.t.	1:200	1:200	n.v.t.
<i>b) Dwarsraaien</i>					
2b1	Afzonderlijke dieptecijferkaarten met dieptelijnen (0.5m) van de twee dwarsraaien	cm	1:200	1:200	1x1
2b2	Standaard deviaties per cel (per raai)	cm	1:200	1:200	1x1
2b3	Aantal dieptemetingen per cel (per raai)	1	1:200	1:200	1x1
2b4	Verschil DTM (per raai) met 2a1	cm	1:200	1:200	1x1
2b5	Sonar image				
<i>c) Tegengestelde raaien</i>					
2c1	Verschil DTM van de twee raaien	cm	1:200	1:200	1x1
2c2	Standaard deviaties per cel (per raai)	cm	1:200	1:200	1x1
2c3	Aantal dieptemetingen per cel (per raai)	1	1:200	1:200	1x1
1.3 "Taludopname"					
<i>a) Gebied dekkend varen</i>					
3a1	Dieptecijferkaart met dieptelijnen iedere 1m	cm	1:500	1:500	1x1
3a2	3D plot	Naar eigen inzicht			
3a3	Track plot	n.v.t.	1:500	1:500	n.v.t.
3a4	Kaart met bodemclassificatie	Naar eigen inzicht			
<i>b) Talud op- en afvaren bij verschillende snelheden</i>					
3b1	Langsprofielen voor langzaam/snel en op/af centrale raai en 10m offsets. In dezelfde plot profielen uit de dekkende meting (a).	cm	1:100	1:100	1x1
3b2	Track plot	n.v.t.	1:100	1:100	n.v.t.

Nr.	Produkt	Detail niveau	Hor. Schaal	Vert. Schaal	Cel grootte
<i>c) Talud op- en afvaren bij gelijke snelheid</i>					
3c1	Langsprofielen voor op- en afvaren centrale raai en 10m offsets. In dezelfde plot profielen uit de dekkende meting (a).	cm	1:100	1:100	1x1
3c2	Track plot	n.v.t.	1:100	1:100	n.v.t.
<i>d) Verschoven het talud op- en afvaren</i>					
3d1	Langsprofielen voor op- en afvaren en voor alle dwarsraaien centrale raai en 10m offsets. In dezelfde plot profielen uit de dekkende meting (a).	cm	1:100	1:100	1x1
3d2	Track plot	n.v.t.	1:100	1:100	n.v.t.
<i>e) Verschoven langs het talud heen- weer varen</i>					
3e1	Dwarsprofielen voor alle raaien centrale raai en 10m offsets. In dezelfde plot profielen uit de dekkende meting (a).	cm	1:100	1:100	1x1
3e2	Track plot	n.v.t.	1:100	1:100	n.v.t.
1.4 Produkten "Wrakopname"					
4a1	Dieptecijferkaarten met dieptelijnen (0,25m) aan beide zijden voor de gyro controle	cm	1:50	1:50	0.5x0.5
4a2 t/m 4ax	Alle produkten zijn volledig naar eigen inzicht				
1.5 Produkten "Sluismetingen"					
<i>a) Stilliggend in de sluis (van iedere file)</i>					
5a1	Dieptecijferkaarten van iedere file (met pos. Schip)	cm	1:100	1:100	1x1
5a2	Profielen van iedere file in de sweeprichting	cm	1:100	1:10	1x1
5a3	Standaard deviaties per cel (met pos. Schip)	cm	1:100	1:100	1x1
5a4	Aantal meetwaarden per cel (met pos. Schip)	1	1:100	1:100	1x1
<i>b) Slingerend in de sluis (van iedere file)</i>					
5b1	Dieptecijferkaarten van iedere file (met pos. Schip)	cm	1:100	1:100	1x1
5b2	Profielen van iedere file in de sweeprichting	cm	1:100	1:10	1x1
5b3	Standaard deviaties per cel (met pos. Schip)	cm	1:100	1:100	1x1
5b4	Aantal meetwaarden per cel (met pos. Schip)	1	1:100	1:100	1x1
<i>c) Varend in de sluis (over de drempel)</i>					
5c1	1 Dieptecijferkaart met dieptelijnen van beide raaien	cm	1:100	1:100	1x1
5c2	Verschilmatrix tussen beide opnamen	cm	1:100	1:100	1x1
5c3	Voor beide richtingen twee langs- en dwarsprofielen (Deze moeten zover mogelijk overeenkomen met de opnamen onder a) en b).	cm	1:100	1:10	1x1
1.6 Produkten "Blokendamopname"					
6a1	Kaart met bodemclassificatie	Naar eigen inzicht			
6b2	Dwarsprofielen (iedere 20 op centrale lijn)	cm	1:100	1:100	Eigen inzicht
6b3 t/m 6bx	Alle produkten zijn volledig naar eigen inzicht				
1.7 Produkten "Slibopname"					
<i>a) Gebied dekkend opnemen</i>					
7a1	Dieptecijferkaart met dieptelijnen (0.5m)	cm	1:200	1:200	1x1
7a2	Standaard deviaties per cel	cm	1:200	1:200	1x1
7a3	Aantal dieptemetingen per cel	1	1:200	1:200	1x1
7a4	Langsprofielen met multi- en single beam data (centrale raai en offsets 25 en 50m)	cm	1:100	1:10	1x1
2a5	Trackplot	n.v.t.	1:200	1:200	n.v.t.

Nr.	Produkt	Detail niveau	Hor. Schaal	Vert. Schaal	Cel grootte
<i>b) Dwarsraaien</i>					
7b1	Afzonderlijke dieptecijferkaarten met dieptelijnen (0.5m) van de twee dwarsraaien	cm	1:200	1:200	1x1
7b2	Standaard deviaties per cel (per raai)	cm	1:200	1:200	1x1
7b3	Aantal dieptemetingen per cel (per raai)	1	1:200	1:200	1x1
7b4	Verschil DTM (per raai) met 7a1	cm	1:200	1:200	1x1
1.8 Produkten "Herhalingstest"					
8a1	Dieptecijferkaarten met dieptelijnen (1m) van beide opnamen	cm	1:200	1:200	1x1
8a2	Verschil DTM van beide opnamen	cm	1:200	1:200	1x1

Appendix B

Bootgeometrie MS Breesem

GEOMETRIE "MS BREESEM" file

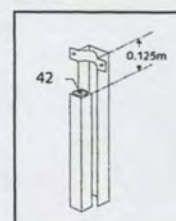
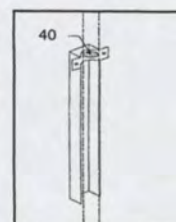
"BREE_WORD.DOC"

INMETING Meetkundige Dienst RWS.
d.d. maart 1996 Afdeling: Mariene Geodesie (GAM)
Opname: Ad Pieters

GRID DEFINITIE: RWSLOD OORSPRONG: kiel ter hoogte van de 15/210kc transducer

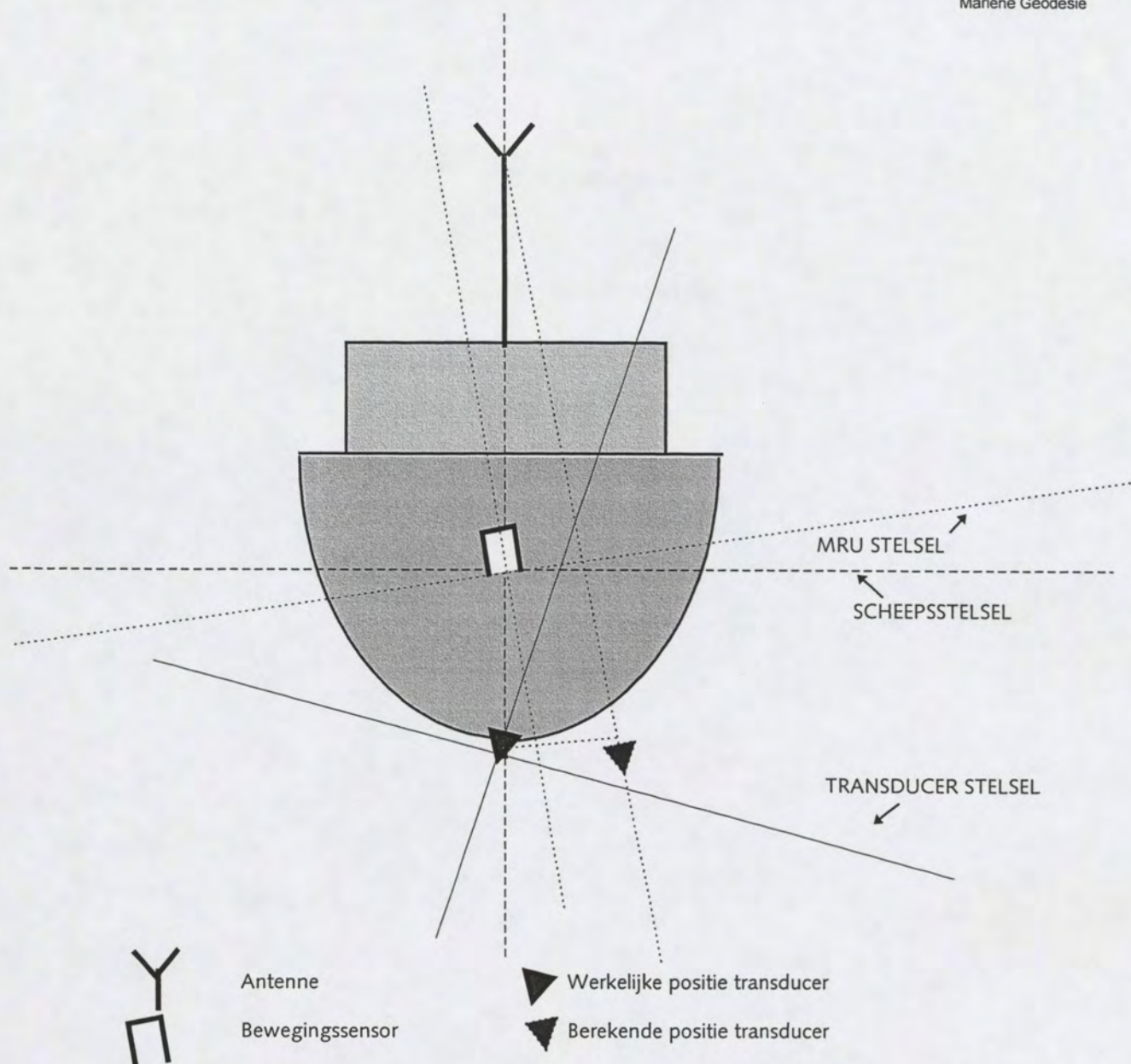
- positieve X-as: over stuurboord, loodrecht op Y-as
- positieve Y-as: = kiel over de boeg
- positieve Z-as: naar boven, loodrecht op XY-vlak.

Omschrijving:	X	Y	Z
1 roerkoning BB Onder	-0.800	-10.367	0.033
1a roerkoning SB Onder	0.800	-10.370	0.034
33 roerkoning BB Boven	-0.854	-10.301	1.941
34 roerkoning SB Boven	0.804	-10.345	1.943
14 waterlijn BB Achter	-1.954	-10.707	0.984
10 waterlijn BB	-2.312	-6.230	0.963
11 waterlijn BB	-2.390	-0.968	0.952
12 waterlijn BB	-2.143	3.658	0.945
9 Merk BB voor (x = waterlijn)	-0.084	8.473	0.981
16 waterlijn SB Achter	1.977	-10.735	1.003
17 waterlijn SB	2.212	-8.002	0.986
18 waterlijn SB Midden	2.353	-4.720	0.971
13 waterlijn SB	2.389	-2.592	0.970
15 waterlijn SB	2.390	-0.827	0.969
19 waterlijn SB	2.112	3.926	0.970
9a Merk SB voor (x = waterlijn)	0.105	8.483	0.997
3 kiel voor	-0.005	7.236	-0.010
3a kiel voor	0.012	6.824	-0.007
35 eind kiel	-0.002	-4.648	-0.003
4 ijkplaat (onderkant)	-0.633	0.007	-0.011
5 transducer 33kc oud	-0.340	-0.097	0.002
6 transducer 210kc Achter	-0.068	-0.161	0.005
7 transducer 210kc Voor	-0.070	-0.019	0.004
8 transducer 15/210kc	0.395	-0.000	0.000
2 kop transducer (210kc)	0.003	8.476	0.477
20 Bolder BB Achter Achter	-1.978	-9.023	2.551
21 Bolder SB Achter Achter	1.976	-9.024	2.550
23 Bolder BB Midden	-2.228	-0.584	2.603
32 Bolder SB Midden	2.232	-0.608	2.601
25 Vlag mast Voor Boven	0.032	8.884	5.243
26 pin = steunpunt oude mast	0.008	5.650	3.597
28a stikker Mast (hulp punt)	-0.010	-0.028	9.904
27 Midden draaipunt mast	0.005	-0.074	5.394
28 bovenkant mast	-0.010	-0.034	9.281
29 bovenkant driehoek op mast	-0.010	-0.034	9.331
30 plaat = onderkant GPS antenne	-0.010	-0.027	9.941
31 Centrum GPS antenne	-0.010	-0.027	10.028
36 Fasecentrum Ashtech antenne	-0.013	-0.028	10.017
37 DMS05	-0.273	-0.379	0.140
40 Stuurboord bovenkant bracket	2.693	-2.529	2.222
41 Correctie per meter Z	0.004	0.000	-1.000
42 Bakboord bovenkant bracket	-2.711	-2.559	-2.096
43 Correctie per meter Z	0.000	0.002	-1.000
Transducer SeaBat 8101 horizontaal	-2.712	-2.682	-0.190
Transducer SeaBat 8101 tilt 25°	-2.804	-2.682	-0.170
Transducer EM3000 horizontaal	2.702	-2.529	-0.079
Transducer EM3000 tilt 29°	2.825	-2.529	-0.088
Opening bracket Seabed Visualisation System	-2.706	2.559	2.116
Correctie per meter Z	0.000	0.002	-1.000



Appendix C

Scheepsstelsels^[2]



Verondersteld wordt dat de bewegingssensor (MRU) en transducer goed aan elkaar zijn opgelijnd. De MRU is echter niet opgelijnd aan het scheepsassenstelsel. Bij het inmeten is gebleken dat in het scheepsstelsel de transducer 10m onder de antenne is geïnstalleerd. Terwijl het schip recht ligt (het scheepsstelsel) geeft de MRU een scheefstand aan van 1° (dit is de oplijningsfout tussen MRU en scheepsassenstelsel). Als de positie van de transducer berekend wordt zal het systeem 10m onder een hoek van 1° uitzetten in plaats van 10m loodrecht naar beneden. Dit resulteert in een fout in de positie die gegeven wordt door:
 $1000\text{cm} * \text{TAN}1^\circ = 17.46\text{cm}.$

Appendix D

Specificaties Robertson RGC11

(gyro)

1-3 Specifications

1-3.1	Accuracy	(lat. ... latitude)
	Settling time	Within 4 hours (at lat. 35°)
	Settle point error	$\pm 0.75^\circ \times \text{SEC. lat.}$
	Standard deviation	$0.25^\circ \times \text{SEC. lat.}$
	Repeatability	$\pm 0.25^\circ \times \text{SEC. lat.}$
	Roll and pitch error	$\pm 1.0^\circ \times \text{SEC. lat.}$
	Accuracy for environmental change	$\pm 1.0^\circ \times \text{SEC. lat.}$
1-3.2	General specification	
	Repeater type	Step-motor type (DC 24 V 1 step 1/6°)
	Number of connected repeaters	7 circuits
	Follow up rate	24°/sec
	Angular freedom of gimbal	$\pm 40^\circ$ Both for roll and pitch
	Latitude error correction	Automatic 0° ~ 70° Initial setting is required only at the time of starting.
	Speed error correction	Automatic (When 200 pulse/mile is inputted) or manual 0 ~ 50 Knot Only the repeater compass is corrected.
	Main power supply	DC 24 V (for master compass) Starting condition 300 VA Normal running 150 VA DC 24 V (for repeater compass) 1A for a repeater circuit
	Voltage fluctuation	+30% ~ -29%
	Ambient temperature	-10°C ~ +50°

Appendix E

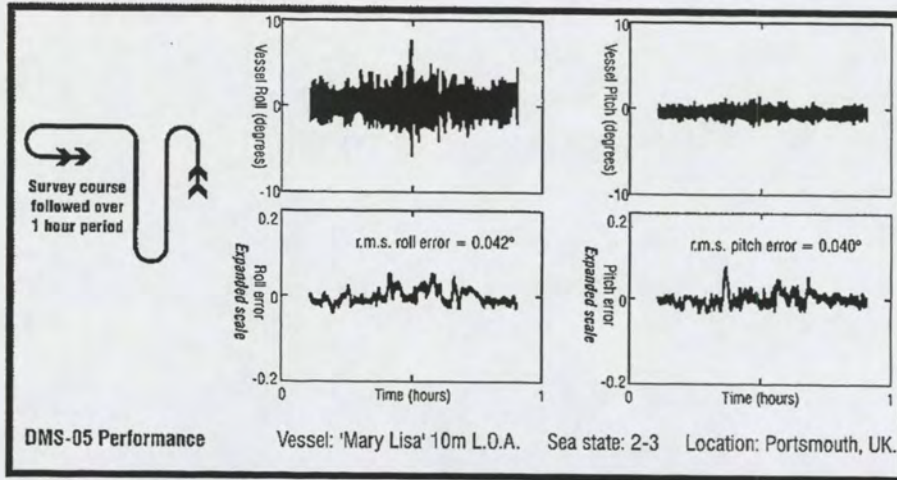
Specificaties TSS DMS05

(bewegingssensor)

TSS

DMS

Dynamic Motion Sensor -05/-10/-25



Technical Specifications

	Heave	Roll & Pitch		
Accuracy	The greater of 5cm or 5%	DMS-05 0.03° at ±5° mounted on CG 0.05° at ±30° mounted off-axis	DMS-10 0.05° at ±5° mounted on CG 0.1° at ±30° mounted off-axis	DMS-25 0.1° at ±5° mounted on CG 0.25° at ±30° mounted off-axis
Range	±99m	±50°		
Resolution	1cm	Digital 0.01° (RS232 or RS422) Analogue 0.024° (12-bit ±50° -10V ~ +10V)		
Bandwidth	0.05 - 10Hz	0 - 10Hz		
Update Rate	Digital: up to 200Hz Analogue: up to 500Hz			
Dimensions	257mm (L) x 127mm (H) x 171mm (W)			
Weight	4.8 kg			
Temperature Range	Operating: 0° to +40°C Storage: -20° to +70°C			
Power Requirement	18 to 36V d.c. (15W). Option: PSU 90 to 260V a.c.			
Velocity Input Packet Formats	NMEA 0183 TSIP (Trimble Standard Interface Protocol)			
Heading Input Packet Formats	NMEA 0183; SGB; Robertson			



**INNOVATORS IN
MARINE TECHNOLOGY**

TSS (UK) Ltd. 4 Weston Business Park, Weston-on-the-Green, Oxfordshire OX6 8SY, UK
Telephone: +44 (0)1859 343666 Facsimile: +44 (0)1859 343655
24 Hour Customer Support: +44 (0)836 637345
E mail: survey@tssuk.co.uk

TSS (America) Inc. 10801 Hammerly Blvd., Suite 206, Houston, TX 77043 USA
Telephone: +1 713 461 3030 Facsimile: +1 713 461 3099
24 Hour Customer Support: +44 836 637345
E mail: tssusa@tssusa.com

Represented by:



THE QUALITY AWARD FOR EXPORT ACHIEVEMENT

The above product descriptions are intended as a guide only. In line with the TSS philosophy of continued development and improvement, technical data contained in this datasheet is correct at the time of going to press, but may be subject to variation. These products are protected by United States patents.

08.96

Appendix F

Specificaties Ashtech Z-12

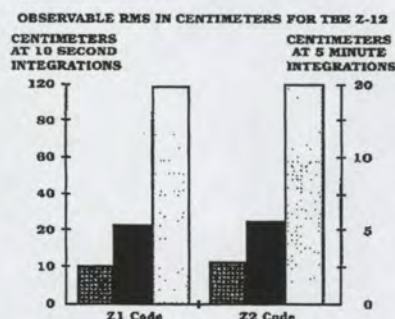
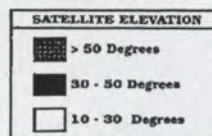
(positionering)

Z-12 Technical Specifications

Measurement Precision

C/A (>25°)			
Carrier phase	(25 Hz)	0.15 cm	
	(1 sec)	0.02 cm	
Pseudo-range	(10 sec)	20.00 cm	
	(5 min)	3.60 cm	
P-Code A/S Off (>25°)			
L1 Carrier phase	(10 sec)	0.10 cm	
	(5 min)	0.02 cm	
L1 Pseudo-range	(10 sec)	5.00 cm	
	(5 min)	0.90 cm	
L2 Carrier phase	(10 sec)	0.10 cm	
	(5 min)	0.02 cm	
L2 Pseudo-range	(10 sec)	7.00 cm	
	(5 min)	1.30 cm	
Real-Time Differential Position	(PDOP<4)	<1 m	
Status, Rapid Static or 5 mm +1 ppm Pseudo-Kinematic Survey			

P-Code A/S On (Z-Tracking)



Systematic Errors (Between Satellites)

Pseudo-Range (all bands)	< 1.00 cm
Carrier Phase (all bands)	< 0.01 cm

Ashtech P-Code GPS receivers have been FGCC tested and are capable of performing first order survey (report available upon request).

Z-12, Z-Tracking, PNAV and PRISM II are trademarks of Ashtech Inc.

Specifications are subject to change without notice



Ashtech Europe Limited • Blenheim Business Park
Long Hanborough, Oxfordshire OX8 8LN England
44 (0) 993-883533 • Fax 44 (0) 993-883977

Environmental

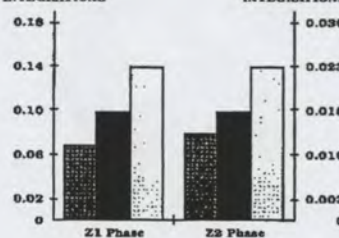
Waterproof to	5 psi
Temperature Ranges	
Receiver/data Logger	
Operating	-20° to +55°C
Storage	-30° to +75°C
Antenna	
Operating	-40° to +65°C
Storage	-55° to +75°C
Humidity	100%
Weight	
Receiver	8.8 lbs
Antenna	3.75 lbs
Speed (Max)	Does not exceed 1,000 nautical miles-per-hour

Altitude (Max)

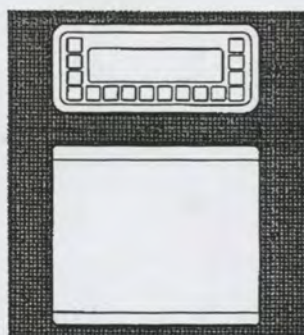
Does not exceed 60,000 Ft.

Higher altitude and velocities up to 25,000 nautical miles-per-hour options are available in the U.S. and under validated export license for other countries.

OBSERVABLE RMS IN CENTIMETERS FOR THE Z-12
CENTIMETERS AT 10 SECOND INTEGRATIONS CENTIMETERS AT 5 MINUTE INTEGRATIONS



Dimensions



Standard Features

- 12 Channel "All-In-View" operation
- Automatic Switching to Z-Tracking when A/S is activated.
- Full wavelength carrier on L1 and L2
- 21 Watt power consumption (typical)*
- 10 - 32 VDC input
- 2 Power inputs
- Audible alarm for low power
- Internal RAM data recorder
- 8-Line by 40-character display
- 4 RS-232 ports (115,200 baud max)
- Static, rapid static, kinematic, pseudo-kinematic surveys
- Waypoint navigation
- Real-time data outputs
- 1 PPS timing signal
- Cold start - 2 Minutes to first data
- Warm start - <30 Seconds to first data
- 1 Year warranty

Standard Accessories

- Precision geodetic antenna
- 10-meter antenna cable
- External power cable
- RS-232 data cable (Z-format)
- Battery and charger
- Rotatable Tribrach adapter
- High-impact shipping case
- Receiver operating manual (Shipping weight of standard Z-12 package is 48 pounds)

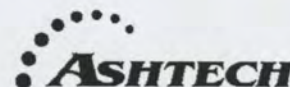
Optional Features

- External frequency standard input 1 to 20 MHz in 10KHz steps
- Real-time differential GPS RTCM format
- Expanded internal memory

Optional Accessories

- Survey Tribrach
- Kinematic bipod and pole
- 10, 30 and 60-meter antenna cable Expandable to 150 meters w/line amps
- External battery
- Battery charger 110/120 VAC
- PRISM II™ Software Package
- PNAV Software Package

*Display off/with LNA



1170 Kifer Road • Sunnyvale, CA 94086 • USA • 1(408) 524-1400 • Fax 1(408) 524-1500

2/94

Appendix G

Specificaties Falmouth FSI micro CTD

(geluidssnelheidsmeter)

DETAILED SPECIFICATIONS MICRO-CTD

PARAMETER UNITS	CONDUCTIVITY mmho	TEMPERATURE celsius	TEMPERATURE celsius	PRESSURE dBar
SENSOR:	Inductive Cell	Platinum Thermometer	Thermistor Sheathed	Titanium Strain Gauge
RANGE:	0 - 65	-2 - 32	-2 - 32	0 - 200 0 - 500 0 - 1000 0 - 3000 0 - 7000
ACCURACY:	+/- 0.005	+/- 0.005	+/- 0.010	+/- 0.15% i
STABILITY: ii	+/- 0.0005	+/- 0.0005	+/- 0.002	+/- 0.01%
RESOLUTION:	0.0001	0.0001	0.0001	0.001
RESPONSE: iii	5.0 cm	500 mS	100 mS	25 mS

i) % of Full Scale, ii) Per Month, iii) @ 1 m/second flow.

SYSTEM:

POWER: **	UWU +7-9 VDC @ 110 mAMPS @ 770 mWatt
PHYSICAL	Pressure Rating: 7,000 M Deep, 500 M Shallow Size: 1.94" O.D. X 13.8" Long Direct Reading Size: 2.94" O.D. X 13.8" Long Int. Recording
MATERIAL:	Titanium 6AL-4v Deep, Delrin Shallow
SAMPLING:	RATE: USER PROGRAMMABLE 2 TO 6.5 FRAMES/SEC (3 - 30 Parameters/Second)
RESOLUTION	16 BITS @ 6.5 Hertz 18 BITS @ 2 Hertz
DC CHANNELS:	TYPE : 6 UNIPOLAR RANGE: 0 -> 5.0 VDC RESOLUTION: 1.22 mV RATE: SAME AS CTD SAMPLING RATE PROGRAMMED
CONNECTOR:	SEA-CON VSG-4-BCL MATE: VMG-4-FS OR VMG-4-FS-RA
DATA FORMAT:	CONDUCTIVITY IN MMHO IPSS-78 TEMPERATURE IN CELSIUS ITS-90 PRESSURE IN DECIBARS (SNNNNN.NN) BAUD RATES: 9.6, 19.2, 38.4 KBPS DATA BITS : 8 STOP BITS : 1 FORMAT : ASCII
CLOCK:	CRYSTAL 32.768KHz +/- 5 ppm INITIAL ACCURACY +/- 12 ppm/year, +/- 1.2 ppm Over temperature Programmable Alarm/Sleep Functions Input Connector Jumper Instrument Wake-Up
WARM-UP:	3.0 SECONDS AFTER POWER-UP
BATTERY: (OPTION)	6 Each 9.0 VDC ALKALINE RADIO (27.0 W-HR) Continuous Operation 24 Hours

- Specifications Subject to Change Without Notice -

Appendix H

Specificaties Reson SeaBat 8101^[3]

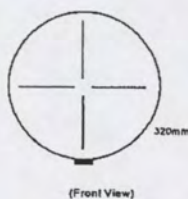
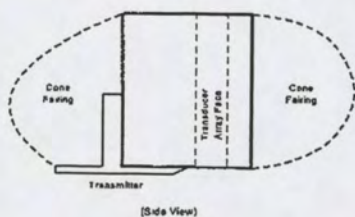
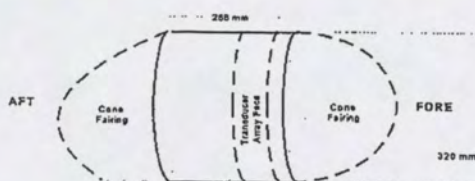
(padlodingssysteem)

SeaBat 8101 SYSTEM SPECIFICATIONS

Operating Frequency: 240kHz
Range Settings: 2.5, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 400m
Resolution: 1cm
Number of Beams: 100
Horizontal Beamwidth: Receive: 1.5°
 Transmit: 170°
Vertical Beamwidth: Receive: 20°
 Transmit: 1.5°/3.0°
Update Rate: f: depth (variable)
 Maximum: 30 times/sec
Source Level: 217 db

SONAR HEAD SPECIFICATIONS

Power Requirements: 24VDC, 2 Amps max. (Power is available from the surface unit.)
Power Consumption: 250 W
Uplink Data: Digital
Down Link Control: RS-232 or RS-422, 300 baud
Operating Depth: 300 meters
Dimensions: Receiver: 266x320mm (W/Diam)
 Transmitter: 25x150x50mm (HWD)
Temperature: Operating: -5° to +40°C
 Storage: -30° to +55°C
Weight: Dry: 25 kg (55 lbs)
 Wet: 10 kg (22 lbs)

**DISPLAY SPECIFICATIONS**

Screen Size: 330mm (13 in.) Diagonal
Input: Analog RGB, S-Video, or composite
Display: High Resolution Color Monitor
Power Consumption: 62 W

PROCESSOR SPECIFICATIONS

Power Requirements: 115/230VAC, 50/60Hz, 200W max.
Data Input (Uplink): Pseudo-video, 1.5 MHz black and white video channel
Data Output (Down Link): RS-232, 300 baud
Data Input (Annotation): RS-232, 1200 baud
Data Output (Digital Sidescan): Selectable
Data Output (Phase/Amplitude): Selectable
Data Input (Control): RS-232, 1200 baud
Data Output (Depth): RS-232, 300 to 38400 baud
Data Output (Intensity): RS-232, 300 to 38400 baud
Display Video Output: Analog RGB, S-Video, or composite
Graphis Colors: 256 colors (8-bit)
Display Mode: Sector Format
Display Arc: 150°
Input Device: Trackball
Dimensions: 266x483x434mm (HWD)
Mounting: 19 inch rack mountable
Temperature: Operating: 0° to +40°C
 Storage: -30° to +55°C
Weight: 20 kg (44 lbs)



Due to our policy of continuous product improvement, specifications are subject to change without notice.

8101spec-1

Appendix I

Specificaties Simrad EM3000^[4]

(padlodingssysteem)

Technical specifications

1 OVERALL SPECIFICATIONS

Note !

Please note that Simrad is engaged in continuous developments of its products and reserves the right to alter the system specifications without prior notice.

Number of beams per ping	127
Beamwidth normal to sonar head	1.5 x 1.5°
Depth range from sonar head	< 0.5 m to >250m (depending upon conditions)
Maximum swath width	>200m (depending upon conditions)
Depth resolution	1 cm
Depth accuracy	< 10 cm RMS (excluding external sensors)
Data storage rate	40-400 MB/h (max at 10 m depth)

2 TRANSMISSION AND RECEPTION

2.1 Transmitter

Operating frequency	300 kHz
Pulse length	150 μ s
Coverage sector	max 140°
Alongtrack beamwidth	1.5° to 30°
Beam steering	$\pm 25^\circ$ in 0.5° steps
Number of elements in array	56
Source level	214 dB/ μ Pa at 1 meter
Sidelobes	< -22 dB

Note ! *Frequencies of 293 and 308 kHz are available for additional sonar heads.*

2.2 Receiver and beamformer

Acrosstrack beamwidth	1.5°
Beam spacing	0.9°
Alongtrack beamwidth	30° (usable to 45°)
Sidelobes	< -22 dB
Range sampling distance	15 kHz
Number of elements in array	80 x 3
Beamforming method	FFT
Bandwidth	6 kHz
Maximum analog gain	100 dB
TVG dynamic range	85 dB
ADC resolution	12 bits

Note ! *Both beamwidth and beam spacing are proportional with sec of beam pointing angle with respect to sonar head (i.e. beamwidth is 2.1° at $\pm 45^\circ$ and 3.0° at $\pm 60^\circ$, and beam spacing is 1.3° at $\pm 45^\circ$ and 1.8° at $\pm 60^\circ$)*

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten.

Appendix J

Specificaties Sonar RD Seabed Visualisation System^[5]

(padlodingssysteem)

Noot: Omdat het systeem volledig naar wens opgebouwd kan worden zijn er verschillende specificaties voor wat betreft frequenties, bundelhoeken en daar aan gerelateerde parameters. Hieronder volgen wat algemene specificaties. Fabrieksopgave omtrent nauwkeurigheden ontbreken.

Gegevens verzameld tijdens demo bij Seabed b.v.:

Sonar frequenties	25kc, 50kc, 80kc - 360kc
Scanning frequentie	10kc
Openingshoek	30° (300kc), 60° (150kc), 130° (75kc)
Bundelhoek	0.2° (300kc), 0.5° (150kc), 3° (75kc)
Datadichtheid	tot 2500 samples / scan

Fabrieksopgave [5]:

Range Resolution	
Sonar System	0.075 metres
Processing and Modelling	0.01 metres
Bearing Resolution	
Sonar System	0.01 degrees.
Digital Terrain Map Resolution	Selectable to 0.05 metres.
Fill and Smooth Functions	User Selectable.
Charting and Contouring Parameters	User Selectable.
External Sensor Time Tagging Resolution	0.001 Seconds.
External Sensor Parameter Resolution.	Angles 0.01 degrees Position 0.01metres

Appendix K

Bibliografie

- [1] M.L. Wijvekate
Verklarende statistiek
Utrecht / Antwerpen 1983
- [2] B. Valstar
P. van Waalwijk van Doorn
Testen met het padlodingssysteem SeaBat 8101
rapport MD-GAM-9754
Delft, juli 1997
- [3] Reson
SeaBat 8101
PRODUCT SPECIFICATION
240kHz MULTIBEAM ECHO SOUNDER
- [4] Simrad
Simrad EM 3000
Multibeam Echo Sounder
PRODUCT DESCRIPTION
P2438E/857-160055/PDS/AA050
- [5] Sonar Research & Development Ltd.
Technical Specification of the Seabed Visualisation System
installed on the Dredger Amsterdam for Ballast Nedam
Visdata9
October 1996
- [6] Paul van Waalwijk van Doorn
Testopzet O.IN.K.
Delft, november 1997
- [7] ing. D. Bloeme
E.B. Wiegmann
Gebruik, beheer en onderhoud van de standopnemers TSS,
MRU en Newmark
Rijkswaterstaat Voorschriften nr. 923.00.F003
- [8] ing. D. Bloeme
Gebruik en bepaling van de bootgeometrie
Rijkswaterstaat Voorschriften nr. 923.00.F007
- [9] ing. D. Bloeme
E.B. Wiegmann
Gebruik, beheer en onderhoud van het Robertson, Sperry en
Tokimec gyrokompas
Rijkswaterstaat Voorschriften nr. 923.00.F008

Appendix L

Commentaar NeSA / Reson



Commentaar NeSA op rapport.

Allereerst wil NeSA graag Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst bedanken voor de uitnodiging om deel te nemen aan de test met de Reson Seabat 8101 en complimenteren met het fraaie rapport.

Ons inziens geeft het rapport goed weer wat getest is en met welk resultaat. Op een aantal punten willen wij echter graag een kleine toelichting geven.

Slingertest in de Sluis

Tijdens verwerking kwamen de verschillen in standaarddeviatie tussen stilliggend en rollend gemeten van 80 cm naar voren. Deze meting wordt uitgevoerd met alle sensoren: Ashtech, TSS, PDS1000, gyro en Reson Seabat.

Met de slingermasttest is aangetoond dat de door PDS1000 berekende positie met TSS en Ashtech een afwijking heeft van slechts 1 cm. in de positie. We mogen dus aannemen dat de correctie voor de Seabat sonarhead goed wordt berekend onder rollende omstandigheden. Wij verwachten dat deze roltest de nauwkeurigheid van de Seabat als totaalsysteem niet degenereert. Toch werden de waarden van 80 cm gevonden. Nader onderzoek wijst uit dat de constructie die gebruikt is voor montage van de Seabat sensor niet stijf genoeg is om deze test goed uit te kunnen voeren. Hierdoor ontstaat een foutieve berekening voor de positie en de stand van de sensor ten opzichte van de boot waardoor een foutief dieptepunt wordt berekend. Helaas heeft NeSA hieruit moeten concluderen dat de gebruikte constructie niet geschikt is voor precisie dieptemetingen.

De verwachting is dat met een stijve constructie de resultaten in dezelfde orde zullen liggen als die van de vlakke bodem test. De slingermasttest heeft immers aangetoond dat het systeem op de juiste wijze pitch en roll corrigeert.

Zichtbaarheid details en herkenbaarheid van de blokken

Daar de presentaties van de andere sensoren niet in het rapport zijn opgenomen, kunnen wij dit helaas niet te beoordelen.

Opname Slibgebied

NeSA is in de veronderstelling dat de data voor de slibgebieden ingeleverd is met de overige data. In ieder geval heeft NeSA deze data wel verwerkt. Naar het schijnt is deze data niet bij u aangekomen wat wij ten zeerste betreuren. Uit de resultaten blijkt dat de standaarddeviatie minder is dan 0.05 m voor 95 % van de data. Het aantal metingen is 5 tot 10 dieptemetingen per cel van 1 bij 1 m. De padbreedte werd beïnvloedt door de swell van de golven maar is minimaal 40 m. en maximaal 50 m. Zoals gesteld is deze data aanwezig en kan ieder moment aan u beschikbaar worden gesteld.

RACAL



PDS1000

NeSA is momenteel bezig om PDS2000 te ontwikkelen als opvolger van PDS1000. PDS2000 zal draaien onder Windows en zal evenals PDS1000 een volledig opname- en verwerkingspakket zijn, waarbij (gekleurde) presentaties en "artificial light" presentaties een belangrijke aanvulling zullen vormen.

RACAL

Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten.

Appendix M

Commentaar Radio Holland / Simrad

Op aanwijzing van Radio Holland zijn een aantal tekstuele verbeteringen doorgevoerd.
Voor de rest geen commentaar.

Appendix N

Commentaar Seabed / Sonar RD

SEABED

TECHNOLOGY BV



RWS Meetkundige Dienst
t.a.v. dhr. N. de Hilster
Postbus 5023
2600 GA Delft

P.O. Box 335, 1970 AH Ymuiden
The Netherlands

Phone: +31 (0)255 53 78 74
Fax: +31 (0)255 53 39 45

Office: Visseringstraat 10, 1975 BR Ymuiden
The Netherlands

7 mei 1998

Betreft: **Padlodingsystemen voor projekt OINK**

Geachte heer de Hilster,

Het rapport MDGAM-9822 is verzonden aan Sonar Research & Development, maar helaas hebben wij geen reactie ontvangen vóór de door u genoemde datum van 4 mei 1998.

Namens Seabed Technology hebben wij echter wél de behoefte om enige opmerkingen te maken:

Rapportage

Wij spreken onze grote waardering uit voor het opstellen van het zeer gedetailleerde rapport en de vormgeving hiervan, zoals uitgevoerd door de MD.

Functioneren van SRD Seabed Visualisation System

In z'n algemeenheid mogen wij vaststellen dat het SRD systeem heeft voldaan aan de verwachtingen en in het bijzonder geschikt is voor bijzondere inspectie-werkzaamheden zoals het in kaart brengen van blokkendam en andere onderwater-constructies of objecten.

5.2 Gebruiksvriendelijkheid

Wij begrijpen uw opmerking over gebruiksvriendelijkheid.

Het SRD systeem welke wordt toegepast voor bovengenoemde inspectie-werkzaamheden is niet geschikt om -zonder begeleiding- aan boord van een schip af te leveren, het survey uit te voeren en daarna de gewenste produkten te produceren.

Begeleiding door SRD voor deze speciale werkzaamheden -zoals het in kaart brengen van de blokkendam en het op termijn produceren van verschil-kaarten- is een essentiële voorwaarde. Om deze reden voert SRD t.b.v. opdrachtgevers zoals havenauthoriteiten, oliemaatschappijen en andere offshore bedrijven zelf de surveys uit.

Bank: ING Bank Ymuiden, account no.: 68 97 57 670 (NMB Heller) • Giro of Bank no.: 35555 • VAT no.: NL.0038.95.774.B01
All transactions subject to our Seabed Technology BV general terms of delivery • Chamber of Commerce Haarlem, Holland no.: 34045873



De apparatuur en surveyors worden dan door SRD ter beschikking gesteld en de overeengekomen produkten geleverd tegen een overeengekomen bedrag.

5.4 Communicatie met leverancier

Seabed heeft z'n uiterste best gedaan om de communicatie met SRD goed te laten verlopen, maar de wijze van reactie door SRD is niet altijd overeenkomstig de verwachtingen.

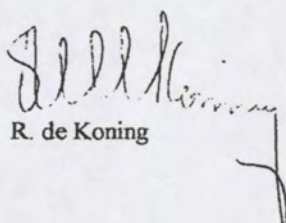
De beperking in onze reactie t.o.v. bijvoorbeeld NeSA moge duidelijk zijn:

Seabed vertegenwoordigt SRD in Nederland, maar voert zelf geen surveys uit, zodat wij - vooral i.v.m. de te leveren of aan te passen survey data- afhankelijk zijn van SRD.

Wij vertrouwen u met deze informatie van dienst te zijn geweest,

hoogachtend,

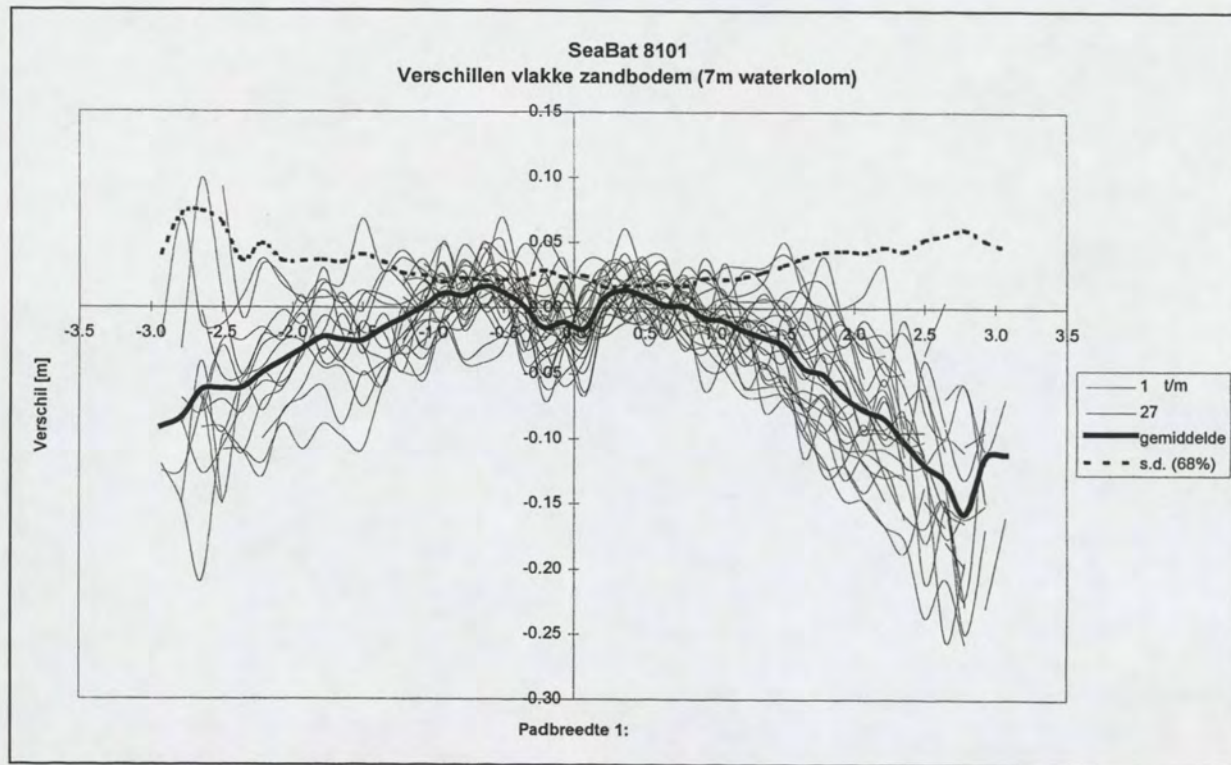
Seabed Technology BV


R. de Koning

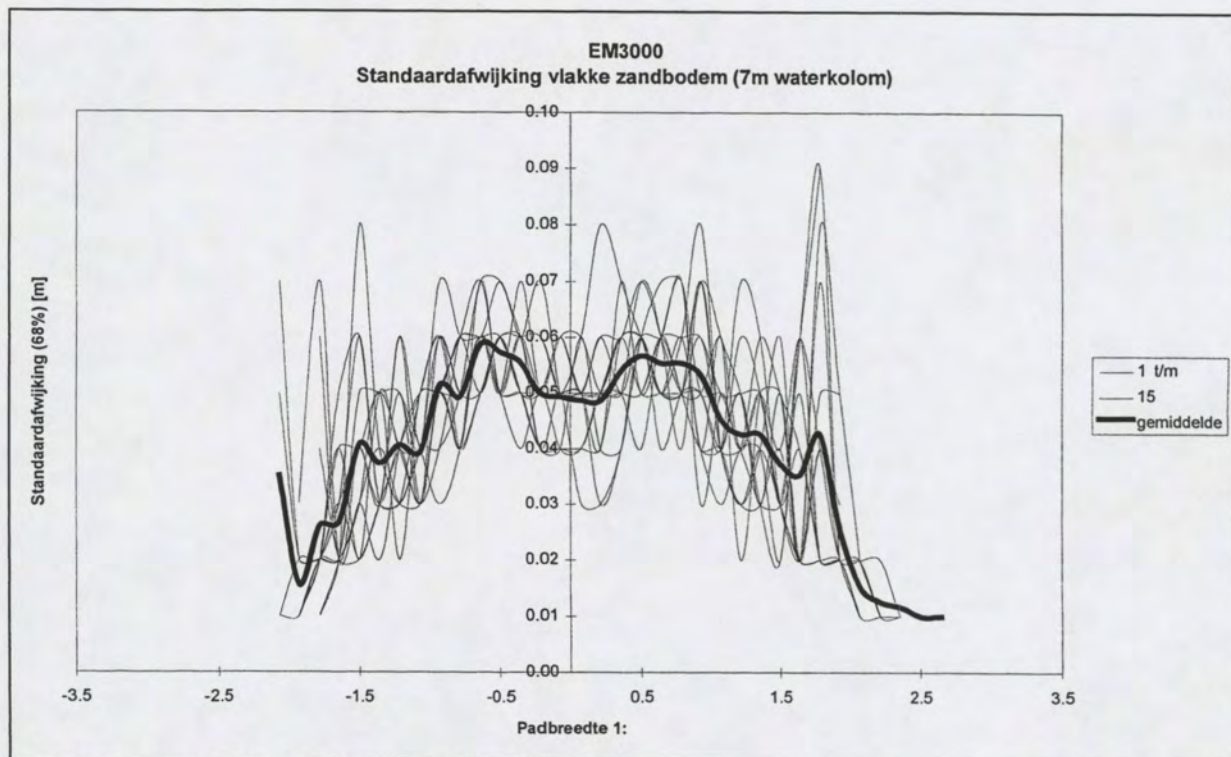
Deze pagina is opzettelijk leeg gelaten.

Appendix O

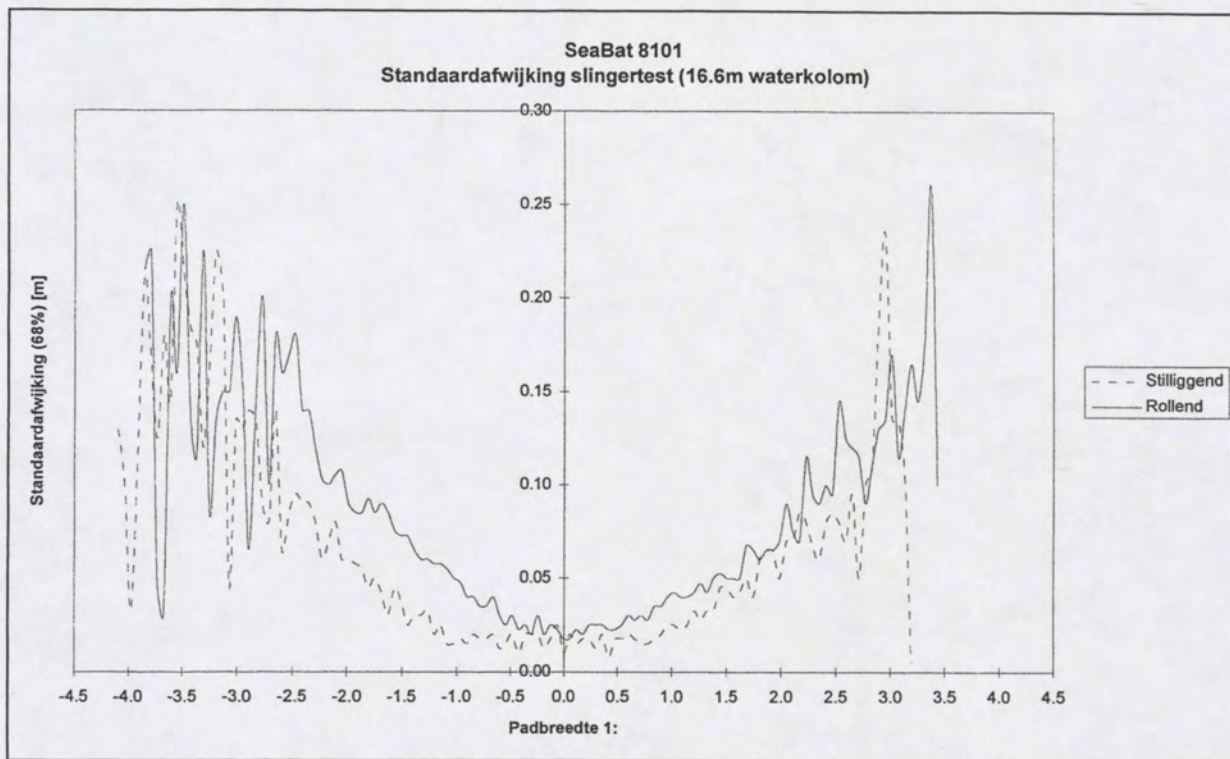
Grafieken



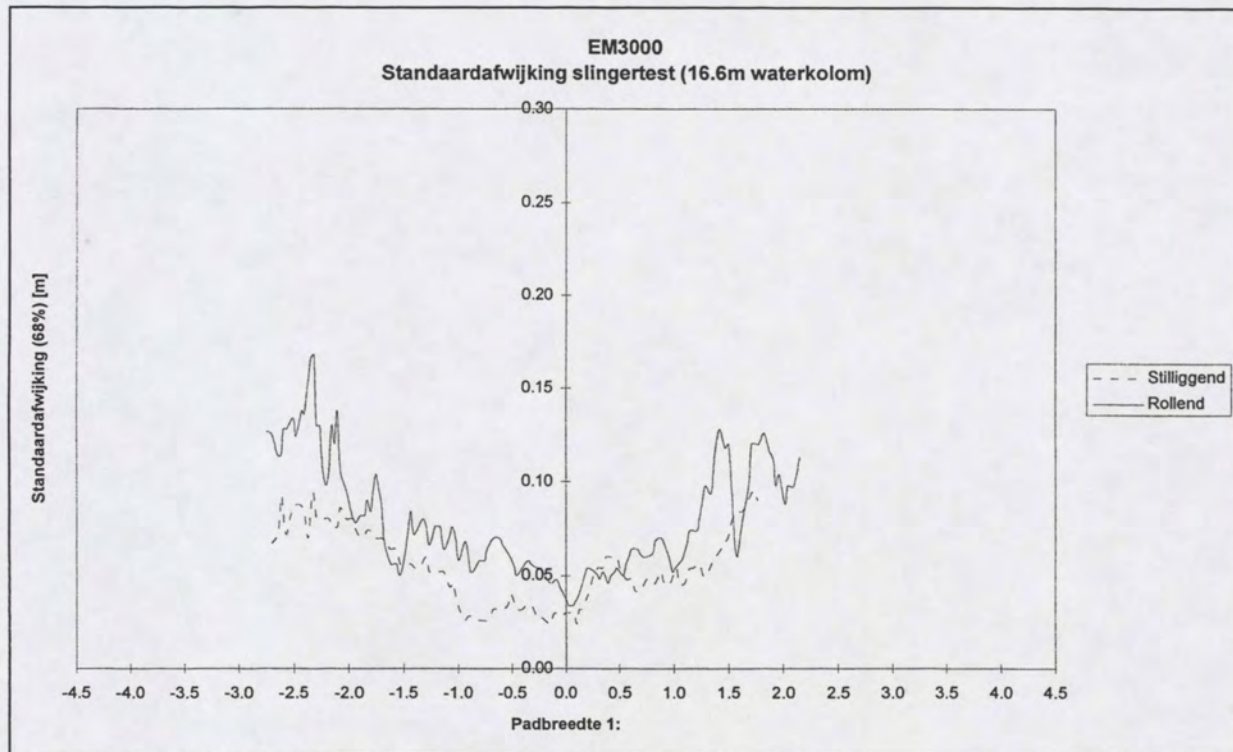
Figuur 4-1: Verschilmetingen SeaBat 8101



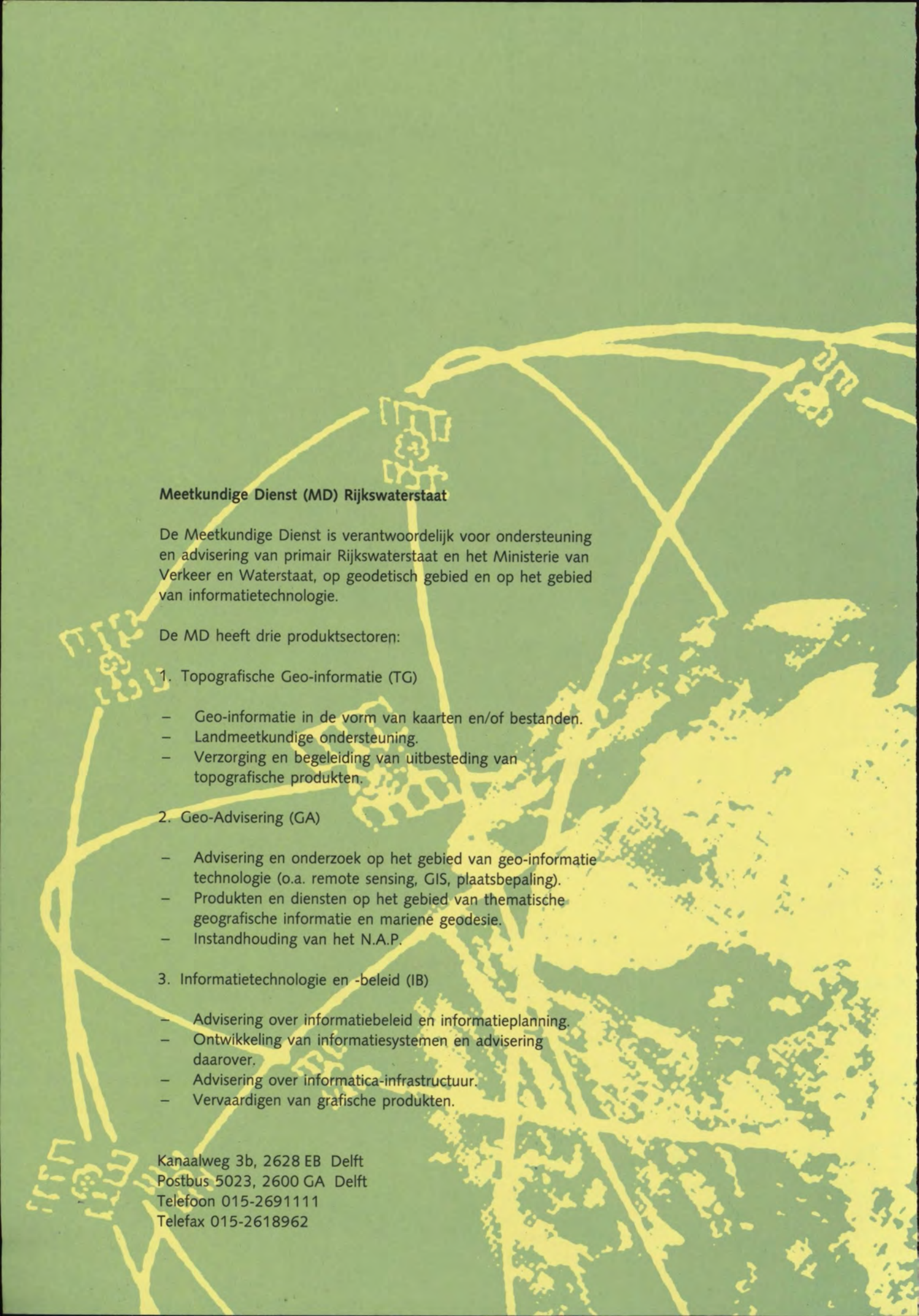
Figuur 4-2: Standaarddeviaties EM3000 (1σ, 68%)



Figuur 4-3: Standaardafwijking SeaBat 8101 (1 σ , 68%)



Figuur 4-4: Standaardafwijking EM3000 (1 σ , 68%)



Meetkundige Dienst (MD) Rijkswaterstaat

De Meetkundige Dienst is verantwoordelijk voor ondersteuning en advisering van primair Rijkswaterstaat en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, op geodetisch gebied en op het gebied van informatietechnologie.

De MD heeft drie produktsectoren:

1. Topografische Geo-informatie (TG)

- Geo-informatie in de vorm van kaarten en/of bestanden.
- Landmeetkundige ondersteuning.
- Verzorging en begeleiding van uitbesteding van topografische produkten.

2. Geo-Advisering (GA)

- Advisering en onderzoek op het gebied van geo-informatie technologie (o.a. remote sensing, GIS, plaatsbepaling).
- Produkten en diensten op het gebied van thematische geografische informatie en mariene geodesie.
- Instandhouding van het N.A.P.

3. Informatietechnologie en -beleid (IB)

- Advisering over informatiebeleid en informatieplanning.
- Ontwikkeling van informatiesystemen en advisering daarover.
- Advisering over informatica-infrastructuur.
- Vervaardigen van grafische produkten.

Kanaalweg 3b, 2628 EB Delft
Postbus 5023, 2600 GA Delft
Telefoon 015-2691111
Telefax 015-2618962