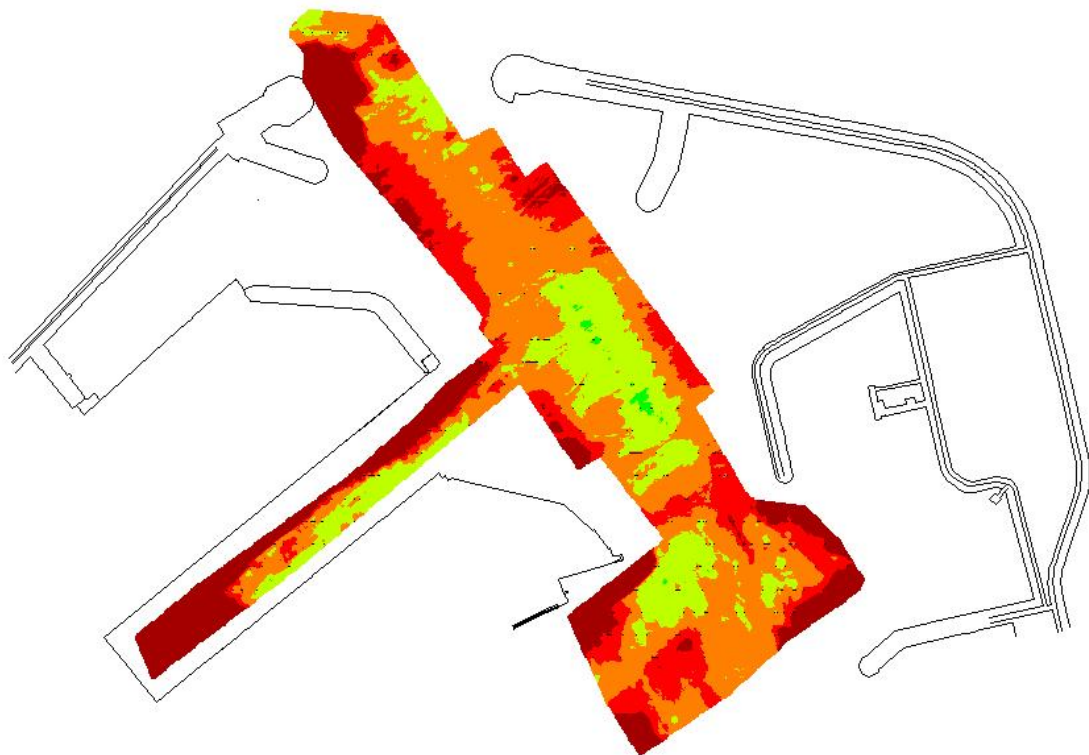


TV Nautic



Proefpeiling Reologische Gedragsovergang



Proefpeiling Reologische Gedragsovergang

Eindverslag

Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust
Afdeling Kust
Nr. Dossier 208.017

IWT
Project 70610 “*Het meten van de Nautische Diepte*”

Proeven uitgevoerd te Zeebrugge
van 30 September t/m 7 Oktober 2008

Ref TV Nautic R081125a

Proefpeiling van de Reologische Gedragsovergang**Eindverslag****Inhoud**

	Pag.
Deel 1. Logboek der Proeven	3
1.1 Logboek	4
1.1.1 Dinsdag 30 september 2008	
1.1.2 Woensdag 1 oktober 2008.	
1.1.3 Donderdag 2 oktober 2008.	
1.1.4 Vrijdag 3 oktober 2008.	
1.1.5 Maandag 6 oktober 2008.	
1.1.6 Dinsdag 7 oktober 2008.	
1.2 Foto's	11
Deel 2. Proefprotocollen	18
2.1 Calibraties	19
2.1.1 Calibratie 1: CTD's	
2.1.2 Calibratie 2: Merktekens meetkabel	
2.1.3 Calibratie 3: Meetkabel dieptemeting	
2.1.4 Calibratie 4: Diepte Bodem	
2.1.5 Calibratie 5: Resistiviteit	
2.2 Proeven op zandbodem	27
2.3 Proeven op slibbodem	30

Deel 3. Bespreking van de proefresultaten.	33
3.1 Test der Hypothesen	34
3.1.1 Discontinuïteit.	
3.1.2 Snelheid	
3.1.3 Contact.	
3.1.4 Snelheid begin zweven	
3.1.5 Scheidingsvlak – Snelheidsvenster.	
Conclusie	
3.2. Resultaten: Peilkaarten	39
3.2.1 De Reologische Gedragsovergang	
3.2.2 Ligging van de Reologische Gedragsovergang t.o.v andere peilingen	
210 kHz	
33 kHz	
Densiteitsprikken 1.2	
Reologische prikken	
3.2.2 Verloop van de resistiviteit	
3.3 Resultaten: Statistische Aanpak	42
3.3.1 ZP1	
3.3.2 CDNB	
3.3.3 Het probleem ZP1	
Slotbeschouwing.	46
Aanbevelingen voor verder onderzoek	47
Appendix 1 Grafieken	
Appendix 2 Kaarten	
Appendix 3 Analyse meting Nautische Bodem	

Proefpeiling van de Reologische Gedragsovergang

Eindverslag

Deel 1 Logboek der Proeven

1.1 Logboek

1.1.1 Dinsdag 30 september 2008

Mobilisatie van materieel Wintershoven – Zeebrugge.

1400h Stuurgroepvergadering in Oostende.

1.1.2 Woensdag 1 oktober 2008.

Aanwezig	Voor TV Nautic	Peteralv Brabers Paul Philippaars Paul Wagemans Marc Druyts
	Voor Geo – xyz	Samuel Delen Albrecht Marcel

Activiteiten

0800h – 0930h aan wal vismijn Zeebrugge

montage van sleepkabel
uitvoeren van de calibratie 2 ‘Merkttekens meetkabel’

0930h – 1220h

Wachten op peilvlet

1220h – 1630h Aan boord Geosurveyor 2

Aan boord brengen van materiaal - montage en aansluitingen – verificatie
van de functies

1.1.3 Donderdag 2 oktober 2008.

Aanwezig	Voor TV Nautic	Peteralv Brabers Paul Philippaars Paul Wagemans Marc Druyts
	Voor Geo – xyz	Samuel Delen Albrecht Marcel
	Voor het Bestuur	Johan Verstaeten

Activiteiten

0845h – 1000h a/b Geosurveyor 2

Opstarten van systemen en oplossen van interface problemen boord – TV Nautic

1000h – 1030h a/b Geosurveyor 2, tussen Vissershaven en A II – dok.

Uitvoeren van calibratie 5 ‘Resistiviteit’

1030h – 1515h a/b Geosurveyor 2, A II – dok

1030h – 1100h Uitvoeren van calibratie ‘Meetkabel dieptemeting’
1100h – 1515h Uitvoeren van proef ‘snelheid begin zweven slibbodem’
1515h Puntmeting met CTD

1515h – 1545h a/b Geosurveyor 2, tussen A II – dok en Vissershaven

Peiling op de lichtenlijn zuidelijk deel CDNB – noordelijk deel ZP1
Schip afgemeerd om 1545h – einde der werkzaamheden

1.1.4 Vrijdag 3 oktober 2008.

Aanwezig	Voor TV Nautic	Peteralv Brabers Paul Philippaars Paul Wagemans Marc Druyts
	Voor Geo – xyz	Samuel Delen Albrecht Marcel
	Voor het Bestuur	Nadia Bos

Activiteiten

0800h - 0845 a/b Geosurveyor 2

Opstarten van systemen, mob CTD's, herstellen van oorspronkelijke kabel, aanpassen kabellengte tot 73.35 m.

8045h – 0905h a/b Geosurveyor 2, tussen Vissershaven en A II – dok.

Proef met zwevende kabel. (gewicht 20 kg, lengte 73.35 m)

0905h – 0920h a/b Geosurveyor 2, A II – dok

Uitvoeren van Calibratie 4 Diepte Bodem

0920h – 1155h a/b Geosurveyor 2, tussen A II - dok

Peilen van het A II – dok, 7 raaien (ongeveer 3 raaien per uur)

Schip aangemeerd om 1215h, overdracht van peilgegevens Geosurveyor 2 naar TV Nautic en einde der werkzaamheden

1.1.5 Maandag 6 oktober 2008.

Aanwezig	Voor TV Nautic	Peteralv Brabers Geert Cockaerts Paul Wagemans Marc Druyts
	Voor Geo – xyz	Samuel Delen Albrecht Marcel
	Voor het Bestuur	Bart Provoost

Activiteiten

1200h – 1250h a/b Geosurveyor 2

Opstarten van systemen, mob CTD's.

Opmerking: Geosurveyor 2 heeft 's morgens prik peilingen uitgevoerd met de reometer en densiteitmeter in het A II – dok.

1250h – 1315h a/b Geosurveyor 2, tussen Vissershaven en A II – dok.

Te water laten van kabel en varen.

1315h – 1430h a/b Geosurveyor 2, A II – dok

Peilen van drie raaien volgens de prikmetingen 's morgens reeds uitgevoerd.

1430h – 1530h a/b Geosurveyor 2, CDNB ZP₁

Aanvang peilingen CDNB, zuidelijk deel, met overlap in ZP₁

Opmerking: om 1515 ronde het containerschip 'Ever Strong' de oude môle, diepgang ongeveer 12 m.

Schip aangemeerd om 1545h, overdracht van peilgegevens Geosurveyor 2 naar TV Nautic en einde der werkzaamheden

1.1.6 Dinsdag 7 oktober 2008.

Aanwezig	Voor TV Nautic	Peteralv Brabers Geert Cockaerts Paul Wagemans Marc Druyts
	Voor Geo – xyz	Samuel Delen Albrecht Marcel
	Voor het Bestuur	Guido Jansseune Kris Vanparys

Activiteiten

0730h – 0755h a/b Geosurveyor 2

Opstarten van systemen, mob CTD's.
Luchtdruk 1015 mbar

0755h – 1000h a/b Geosurveyor 2, CDNB

Afmeren, te water laten van kabel nabij CHZ en varen naar CDNB
Vervolledigen van peiling in het zuidelijk deel van het CDNB, volgens de
raaien van de prikken (100m tussen de raaien). Twee centrale lijnen
worden tot buiten de koppen gepeild.

1000h – 1145h a/b Geosurveyor 2, ZP₁

Volledige peiling van de ZP₁, volgens de raaien van de prikken.

1145h – 1300h a/b Geosurveyor 2, CDNB

Ook het noordelijk deel van de CDNB wordt nu volledig gepeild volgens
de raaien van de prikken. De meest westelijk raai kan niet gelopen worden
wegens baggerwerkzaamheden ter hoogte van het A II – dok.

1300h – 1355h a/b Geosurveyor 2, ZP₁

Er worden nog drie tussenraaien gelopen in de ZP₁ met het doel de
meerwaarde van deze bijkomende informatie te kunnen evalueren.

1355h – 1445h a/b Geosurveyor 2, ZP₁ - Vissershaven

Einde der peilingen, aan dek halen van kabel.

1405h schip aangemeerd in de Vissershaven aan de Vismijn, volledige demobilisatie, overdracht van peilgegevens Geosurveyor 2 naar TV Nautic.

Uitvoeren van de calibratie 1, CTD's.

1445h Alles van boord.

1445h – 1530h Aan wal, Vismijn Vissershaven

Demontage van de kabel, inpakken en inladen.

1530h Einde der werkzaamheden en vertrek.

1.2 Foto's

Opbouw van de kabel tijdens de mobilisatie op woensdag 1 oktober.



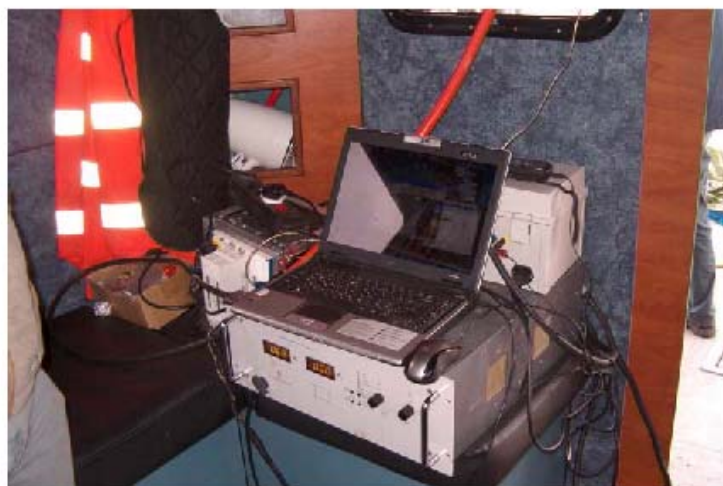
De CTD voor het meten van de diepte wordt aangebracht.



De CTD's voor het meten van de densiteit worden op verschillende hoogtes aangebracht.



De mobilisatie is voltooid. De foto bovenaan toont de kabel aan dek van de peilvlet, onderaan ziet men gelijkstroom generator geïnstalleerd in de brug, samen met één van de computers. Op deze computer wordt de resistiviteit geregistreerd.



Een tweede computer is nodig om de rest van de gegevens te registreren. Onderaan ziet men de post van de surveyor aan boord van de Geosurveyor 2.



Zowel tijdens het varen als tijden het peilen blijft de kabel zonder problemen in het water en vergt geen nadere manipulaties of aandacht.



De kabel wordt simpel manueel ingehaald, bij het einde van de dagtaak. Onderaan bemerkt men dat de gewichten met de CTD voor de dieptemeting, ingepakt in de dik rubberen hoes, geheel vrij van schade en zelfs van slib - indringing gebleven zijn.



Proefpeiling van de Reologische Gedragsovergang

Eindverslag

Deel 2 Proefprotocollen

2.1 Calibraties

Proefpeiling Reologische Gedragsovergang		<u>2.1.1 Calibratie 1: CTD's</u>	
<p>Beschrijving.</p> <p>De CTD's worden tezamen in een waterbad gelegd. CTD's met afwijkende aflezingen worden vervangen.</p> <p>Uit te voeren: bij aanvang van een meetcampagne</p>			
Datum: 2008 – 10 - 07			
Locatie: aan boord van de Geosurveyor 2			
Uur: 1430h			
<p>Aanwezig:</p> <p>Peteralv, Brabers, Geert Cockaerts, Paul Wagemans, Marc Druyts, Marcel Albrecht, Samuel Deleu, Guido Jansseune, Kris Vanparys</p>			
Resultaten	Conductiviteit	Temperatuur	Druk
CDT 1			
CDT 2			
CDT 3			
...			
<p>Opmerkingen:</p> <p>De calibratie werd uitgevoerd op het einde der werkzaamheden. Er werden geen onregelmatigheden werden vastgesteld.</p>			

Proefpeiling Reologische Gedragsovergang	<u>2.1.2 Calibratie 2: Merktekens meetkabel</u>
<p>Beschrijving.</p> <p>Op de meetkabel zijn merktekens aangebracht met een onderlinge afstand van 5 m. Eén van de merktekens is geplaatst ter plaatse van de drukopnemer bij de gewichten: het nulpunt.</p> <p>De kabel wordt vlak uitgerold, de afstanden tussen de merktekens worden nauwkeurig gemeten:</p> <p>Uit te voeren: bij ingebruikname van een nieuwe kabel</p>	
Datum: 2008 - 10 - 01	
Locatie: Vismijn Zeebrugge, op de kaai	
Uur: 0930 h	
<p>Aanwezig:</p> <p>Peteralv Brabers, Paul Philippaers, Paul Wagemans, Marc Druyts</p>	
<p>Resultaten</p> <p>Merk 0 (gewichten) Merk 1 (blauw enkel)</p> <p>Merk 0 – Merk 2 (blauw enkel)</p> <p>Merk 0 – Merk 3 (zwart enkel)</p> <p>Merk 0 – Merk 4 (blauw dubbel)</p> <p>Merk 0 – Merk 5 (zwart enkel)</p>	<p>Afstand in cm</p> <p>5.00 m</p> <p>10.00 m</p> <p>15.00 m</p> <p>20.00 m</p> <p>25.00 m</p>
Opmerkingen: geen	

Proefpeiling Reologische Gedragsovergang		<u>2.1.3 Calibratie 3: Meetkabel dieptemeting</u>	
<p>Beschrijving.</p> <p>De meetkabel wordt in het water neergelaten. Hierbij wordt elk merkteken met het wateroppervlak gelijk gebracht en de druk gemeten door de CTD bij het nulpunt wordt genoteerd.</p> <p>Een calibratie curve druk gemeten – waterdiepte wordt aangemaakt</p> <p>Uit te voeren: éénmaal per dag, bij aanvang der werkzaamheden</p>			
Datum 2/10/2008			
Locatie A II – dok, West N 51° 20' 843" E 3° 11' 138" Wind WZW 6			
Uur 1030h – 1100h			
Aanwezig: Peteralv Brabers, Paul Philippaers, Paul Wagemans, Marc Druyts, Marcel Albrecht, Samuel Deleu, Johan Verstaeten			
Resultaten	Afstand in cm tussen Merk 0 en 1, 2, 3, ... Volgens cal 2	CTD 0 druk in mwk	Densiteit berekend
Merk - 5m diepte	5m	5.44	Zie opm
Merk -10m diepte	11m	11.91	
Merk -15m diepte	15m	15.82	
		Gem. dens.	
Opmerkingen: Het manipuleren van de kabel verliep zeer moeizaam, mede door de ongunstige weersomstandigheden. De resultaten van de calibratie hebben hierdoor weinig betekenis.			

Deze calibratie zal dan ook bij verdere peilingen niet uitgevoerd worden, ook omdat ze overbodig is wegens:

- De CTD dienen, volgens de uitdrukkelijke instructies van de fabrikant, nooit gekalibreerd te worden.
- De densiteit van het water wordt voortdurend gemeten door de 4 langs de kabel aangebrachte CTD's op verschillende hoogte.

Proefpeiling Reologische Gedragsovergang	<u>2.1.4 Calibratie 4: Diepte Bodem</u>
<p>Beschrijving.</p> <p>Wanneer de gewichten op de bodem rusten, wordt de gemeten diepte genoteerd, tezamen met de peiling 210 kHz, 33 kHz en de handpeiling.</p> <p>Uit te voeren: bij aanvang van een nieuwe zone</p>	
Datum 3/10/2008	
Locatie Albert II – dok, in het midden	
Uur 0905h – 0920h	
<p>Aanwezig</p> <p>Peteralv Brabers, Paul Philippaers, Paul Wagemans, Marc Druyts, Marcel Albrecht, Samuel Deleu, Nadia Bos</p>	
<p>Resultaten</p> <p>Meetkabel</p> <p>Handpeiling</p> <p>210 kHz</p> <p>33 kHz</p>	<p>Waterdiepte in cm</p> <p>Zie opmerkingen</p>
<p>Opmerkingen.</p> <p>Bij het stilliggen werd vastgesteld dat de kabel zachtjes dieper zakte in het slib, meetgegevens bij een interval van 1/2 minuut:</p> <p>1834 cm</p> <p>1836 cm</p> <p>1840 cm</p> <p>1843 cm een snelheid van gemiddeld 6 – 1(tij afnemend met 1 cm per</p>	

minuut) = 5 cm per minuut
1843 spanning op de kabel

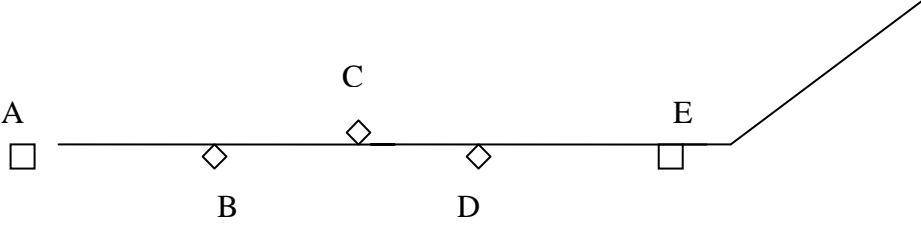
De peilvlet dreef af met de wind: NW 6

Bij herpositionering, meetgegevens bij een interval van ½ minuut:

1837 cm
1844 cm
1842 cm
1845 cm
1850 cm een snelheid van gemiddeld 6.5– 1(tij afnemend met 1 cm per minuut) = 5.5 cm cm per minuut
1846 cm

Gegevens van 210 kHz en 33 kHz werden gelogd, maar de positie was niet overeenkomstig wegens afdrijven van het peilvaartuig

Wegens de ongunstige weersomstandigheden verdient het aanbeveling om deze proef te herhalen in gunstiger omstandigheden, ook omdat de dieptes met de hand geregistreerd werden, niet digitaal.

Proefpeiling Reologische Gedragsovergang	<u>2.1.5 Calibratie 5: Resistiviteit</u>
<p>Beschrijving.</p> <p>De kabel is als volgt samengesteld:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aan dek: deck lead - tussen dek en de kabel op de grond: umbilical - op de grond: elektrodes, met (zie tekening): <p style="margin-left: 40px;"> A en E stroom elektrodes B en D potentiaal elektrodes Potentiaal BC resistiviteit R_1 Potentiaal CD resistiviteit R_2 </p>  <p>Bij deze proef wordt gevaren aan een hoge snelheid zodat de kabel zeker zweeft in het water. Bij definitie is de resistiviteit dan gekend – zeewater – en kan men de potentialen BC en CD kalibreren. Men tracht in principe de afstanden BD en CD gelijk te maken, dus zouden de potentialen ook gelijk moeten zijn.</p>	
Datum 2/10/2008	
Locatie varende tussen Vissershaven en A II dok	
Uur 1000h – 1030h	
<p>Aanwezig</p> <p>Peteralv Brabers, Paul Philippaers, Paul Wagemans, Marc Druyts, Marcel Albrecht, Samuel Deleu, Johan Verstaeten</p>	

Resultaten:

Snelheid 5 knoop

Resistiviteit R_1 0.259

Resistiviteit R_2 0.259

Opmerkingen.

geen

2.2 Proeven op Zandbodem

<p align="center">Proefpeiling Reologische Gedragsovergang</p>	<p align="center">Post 8. Proeven op zandbodem Snelheid begin zweven</p>
<p>Beschrijving</p> <p>1. De digitale opname van alle volgend parameters wordt gecontroleerd en verzekerd:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tijd, - druk, conductiviteit, temperatuur van de CTD's: 0 (nulpunt bij gewichten), 1, 2, 3... - resistiviteit punt R₁, resistiviteit punt R₂ - getij (indien beschikbaar) - positie vaartuig - x – y positie gewichten - snelheid over de grond - snelheid in het water - peiling 210 kHz - 33 kHz <p>- Uitzetten van een raai 1/2 mijl lang Coördinaten:</p> <p>(Opmerking: er wordt aangenomen dat op deze locatie stroming aanwezig is. De raai zal derhalve zoveel als mogelijk parallel met deze stroming gekozen worden)</p> <p>2. De raai wordt aangevat met een snelheid van 1 knoop over de grond. Na één minuut wordt de snelheid opgevoerd naar 2 knopen, na weer een minuut tot 3 knopen en zoverder totdat de kabel begint te zweven.</p> <p>Het zweven van de kabel is een feit als de resistiviteit R₁ en/of de resistiviteit R₂ sterk variëren.</p> <p>Deze snelheid wordt ingeschat en genoteerd: bij latere verwerking van de gegevens zal de precieze snelheid vastgelegd worden.</p> <p>3. De oefening wordt herhaald, nu echter in de tegenovergestelde richting. De snelheidsintervallen kunnen nu kleiner gekozen worden (0.5 of 0.25 knoop) in de omgeving van de vastgestelde snelheid van begin zweven.</p>	

4. De run heen en terug wordt nog zeker tweemaal herhaald om de invloed van de stroming op een redelijke manier te neutraliseren.

5. Bij elk 'run' worden volgende gegevens aan boord genoteerd
 snelheid begin zweven
 Overeenkomende resistiviteit R_1 en R_2
 visueel vastgestelde gemiddelde diepte

De tabel 1 tabel snelheid - begin zweven zandbodem wordt ingevuld

5. De snelheid van begin zweven wordt verkregen door het berekenen van het gemiddelde der gemiddelden.

Datum

Locatie

Uur

Aanwezig

Verdere rapportering.

Bij de verwerking achteraf, worden van de gelopen runs grafieken aangemaakt, voorstellende op eenzelfde tijdsas de gegevens:

Gemeten diepte
 Snelheid over de grond
 Resistiviteit R_1
 Resistiviteit R_2

De snelheid begin zweven wordt dan nauwkeurig afgeleid en bepaald.

Opmerkingen

Deze proef kon aanvankelijk wegens weersomstandigheden niet uitgevoerd worden. Nadien, in het bezit van de resultaten van de proeven op een slibbodem, werd geoordeeld dat deze proef in eerste instantie niet meer nodig was.

2.3 Proeven op Slibbodem

Proefpeiling Reologische Gedragsovergang		Post 8. Proeven op zandbodem Snelheid begin zweven		
<u>Tabel:</u> gewicht kabel kg				
run nr.	snelheid begin zweven	diepte (gem.)	resis. R ₁	resis. R ₂
	knoop	m		
1 heen				
1 weer				
2 heen				
2 weer				
3 heen				
3 weer				
.....				
Opmerkingen				
Deze proef kon aanvankelijk wegens weersomstandigheden niet uitgevoerd worden. Nadien, in het bezit van de resultaten van de proeven op een slibbodem, werd geoordeeld dat deze proef in eerste instantie niet meer nodig was.				

<p align="center">Proefpeiling Reologische Gedragsovergang</p>	<p align="center">Post 9. Proeven op slibbodem Snelheid begin zweven</p>
<p>Beschrijving</p> <p>1. De digitale opname van alle volgende parameters wordt gecontroleerd en verzekerd:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tijd, - druk, conductiviteit, temperatuur van de CTD's: 0 (nulpunt bij gewichten), 1, 2, 3... - resistiviteit punt R_1, resistiviteit punt R_2 - getij (indien beschikbaar) - positie vaartuig - x – y positie gewichten - snelheid over de grond - snelheid in het water - peiling 210 kHz - 33 kHz - Uitzetten van een raai, 1/4 mijl lang, bij voorkeur waar de diepte van de sliblagen niet veel variatie vertoont: <p>Coördinaten:</p> <p>(Opmerking: er wordt aangenomen dat op deze locatie stroming aanwezig is. De raai zal derhalve zoveel als mogelijk parallel met deze stroming gekozen worden)</p> <p>2. De raai wordt gevaren bij een constante snelheid. Bij de eerste run wordt een lage snelheid gelopen, bijvoorbeeld 1 knoop, waarbij de kabel zeker niet zal zweven.</p> <p>3. Na uitvoeren van de eerste run, wordt dezelfde raai in tegenovergestelde richting en bij dezelfde snelheid opnieuw gelopen.</p> <p>4. Deze oefening, een run heen en terug, wordt herhaald telkens bij een constante snelheid die 1 knoop hoger is.</p> <p>5. Bij elk 'run' wordt volgende genoteerd:</p> <ul style="list-style-type: none"> Snelheid over de grond (GPS) Visueel vastgestelde gemiddelde diepte Resistiviteit R_1 Resistiviteit R_2 	

<p>De tabel ‘snelheid over de grond - begin zweven slibbodem’ wordt ingevuld</p> <p>Bij stijgende snelheid, beginnen op een bepaald moment de resistiviteit R_1 en/of de resistiviteit R_2 sterk te variëren: dit is het moment van begin zweven van de kabel in de slibbodem.</p>
Datum: 02/10/2008
Locatie: Albert 2 - dok
Uur: 1100h – 1515h
Aanwezig: Peteralv Brabers, Paul Philippaars, Paul Wagemans, Marc Druyts, Samuel Delen, Albrecht Marcel, Johan Verstraeten
<p>Verdere rapportering.</p> <p>Bij de verwerking achteraf, worden van de gelopen runs de volgende grafieken aangemaakt:</p> <p>A. Een grafiek per run, voorstellende op eenzelfde x - as (samenvallend met de raai) de volgende gegevens:</p> <ul style="list-style-type: none">Gemeten diepteSnelheid over de grondResistiviteit R_1Resistiviteit R_2 <p>B. Door interpolatie, een nauwkeurige bepaling van snelheid begin zweven.</p> <p>C. Een grafiek, voorstellende op eenzelfde x – as (samenvallend met de raai) de gemeten diepte van alle runs bij een snelheid die lager is, of gelijk aan de snelheid begin zweven (zie B).</p>
<p>Opmerkingen</p> <p>De resultaten van deze proef worden uitvoering besproken in Deel 3 van het Eindverslag: 3.1 ‘Bespreking der Proefresultaten’</p>

Proefpeiling Reologische Gedragsovergang		Post 8. Proeven op slibbodem Snelheid begin zweven		
<u>Tabel:</u> gewicht kabel kg				
run nr.	snelheid over de grond	diepte (gem.)	resis. R ₁	resis. R ₂
	knoop	m		
1 heen				
1 weer				
2 heen				
2 weer				
3 heen				
3 weer				
.....				
Opmerkingen				
De resultaten van deze proef worden uitvoering besproken in Deel 3 van het Eindverslag: 3.1 'Bespreking der Proefresultaten'				

Proefpeiling van de Reologische Gedragsovergang

Eindverslag

Deel 3 Bespreking der Proefresultaten

3.1 Test der Hypothesen

Het toegepaste concept van de peiling der Reologische Gedragsovergang berust op twee hypothesen:

1. De veronderstelling dat een drastische en plotse rheologische Gedragsovergang aanwezig is tussen de vloeibare sliblaag en de geconsolideerde sliblaag in een slibbodem.

Deze hypothese wordt ondersteund door vroeger uitgevoerde rheologische prikmetingen¹ en door ervaringen bij het baggeren².

2. De veronderstelling dat er een snelheidsvenster bestaat waarbinnen de gesleepte kabel zich positioneert op het scheidingsvlak van de vloeibare en de geconsolideerde sliblaag. Dit scheidingsvlak wordt bij definitie de Reologische Gedragsovergang genoemd.

De proef die hierover uitsluitsel dient te geven werd uitgevoerd tijdens dag 2, donderdag 2 oktober 2008: zie ook Logboek der Proeven. Eén raai werd bij verschillende snelheden gepeild: zie Appendix 2, Kaart 1.

3.1.1 Discontinuïteit.

In grafiek 1 worden de gemeten en geregistreerde waarden van de resistiviteit tijdens de proef grafisch voorgesteld in meetvolgorde (run sequence plot). Er is zeer duidelijk een discontinuïteit te merken in de meting van rho: zie de metingen tussen de nrs. 240 en 305.

Deze discontinuïteit wordt nog duidelijker als we de meetwaarden van rho rangschikken volgens grootte: zie grafiek 2.

De grafiek toont een verzameling van meetwaarden met lage resistiviteiten, een uiterst beperkt overgangsgebied en een verzameling van meetwaarden met hoge resistiviteiten.

¹ 'Nautical Bottom, Measuring the Rheological transition level, outlining of the problem, state of Affairs', ir. M. Druyts, 26/03/2007

² 'Nautical Bottom, Measuring the Rheological transition level, Model and Calculation', ir. M. Druyts, 30/01/2008

De lage resistiviteiten rond de waarde 0.256/0.260, komen overeen met de resistiviteit van zeewater: zie hiervoor ook de proefprotocollen, calibratie 5, resistiviteit.

De hoge resistiviteiten worden gemeten tijdens het contact van de kabel met specie waarvan de resistiviteit duidelijk hoger is, vergeleken met de resistiviteit van zeewater.

Er is slechts een uiterst beperkt overgangsgebied aanwezig tussen deze verzameling van lage resistiviteit en hoge resistiviteit.

Proefondervindelijk wordt derhalve een zeer duidelijke discontinuïteit vastgesteld met betrekking tot de meetwaarden van de resistiviteit. Het is bovendien zeer wel mogelijk elke individuele meetwaarde te rangschikken in één van de drie waargenomen verzamelingen: lage resistiviteit, hoge resistiviteit en overgang.

De hypothese van de rheologische discontinuïteit kan hiermede veel concreter geformuleerd worden:

1. Bij hoge resistiviteit is de kabel in contact met de geconsolideerde sliblaag: de kabel sleept
2. Bij lage resistiviteit is de kabel in contact met het zeewater of met de vloeibare sliblaag: de kabel zweeft
3. het zeer beperkte overgangsgebied markeert de overgang tussen 1 en 2.

Indien bevestigd, maakt dit de meting van de resistiviteit zeer geschikt om als bewaker op te treden van het feit dat de kabel sleept of zweeft. Als de kabel zweeft, of in de overgang ernaar verkeert, dienen de geregistreerde dieptes verworpen te worden voor het aanmaken van de peilkaart Reologische Gedragsovergang.

3.1.2 Snelheid

Dat er een verband is tussen de resistiviteit en de snelheid wordt duidelijk als we grafiek 3 vergelijken met grafiek 1.

Grafiek 3 toont de snelheid over de grond, eveneens grafisch voorgesteld in meetvolgorde.

Het verband tussen de meetwaarden van rho en van de snelheid is duidelijk. De metingen tussen nrs. 240 en 305 werden gelopen met een (hoge) snelheid waarbij de kabel is gaan zweven, met een plotse terugval van de resistiviteit tot gevolg.

Het verband dat hier vastgesteld wordt is dat als bij een bepaalde snelheid de kabel begint te zweven, de resistiviteit via een uiterst korte overgang terugvalt naar haar waarde in zeewater.

De resistiviteit bewaakt dus inderdaad zoals verondersteld, de toestand van de kabel: slepend of zwevend.

3.1.3 Contact.

Als een meetpunt behoort tot de verzameling met hoge resistiviteit, dan is de kabel in contact met het geconsolideerde slib.

Deze stelling volgt uit de waarnemingen die geregistreerd zijn in de grafiek 4.

In deze grafiek zijn alleen opgenomen de meetpunten met lage – en met overgangsresistiviteit.

Van deze meetpunten zijn de dieptes uitgezet in functie van de vaarsnelheid. Men bemerkt dat een groot deel van de kabelmeetpunten zich bevindt op dieptes die variëren tussen -16.0 en -14.0 m. Er zijn er ook die hoger liggen, wat te verwachten is: de kabel zweeft.

Op deze dieptes (16.0 en -14.0 m) bevindt de kabel zich met zekerheid in het vloeibare slib: de vloeibare sliblaag is in het centrum van het A2 dok immers ongeveer 2.0 à 2.5 m dik.

Hiermede is aangetoond dat de resistiviteit van het vloeibare slib thuishoort ofwel in de verzameling met lage resistiviteit ofwel in de verzameling van de overgangzone. Deze beide zones – lage resistiviteit en overgang - kunnen tot op de individuele meetpunten geïdentificeerd worden (en uitgesloten voor het opmaken van de peilkaarten).

Hiermede is tegelijkertijd ook de these bewezen dat, als een meetpunt behoort tot de verzameling met hoge resistiviteit, dan de kabel in contact is met het geconsolideerde slib.

3.1.4 Snelheid begin zweven

Bij welke vaarsnelheid begint het zweven van de kabel?

Deze vraag word gedeeltelijk beantwoord door de proef die werd uitgevoerd op 3/10/2008. Bij deze gelegenheid werd een hoge vaarsnelheid, waarbij de kabel

zweeft, op verschillende niveaus even aangehouden en werd tegelijkertijd de positie van het kabelmeetpunt geregistreerd.

Het resultaat van deze oefening is vastgelegd in grafiek 5.

De bekomen resultaten sluiten goed aan ($R^2 = 0.97$) bij een kwadratische functie van de positie, met de vaarsnelheid als onafhankelijke variabele.

Van deze grafiek kan de snelheid waarbij de kabel contact maakt met de bodem bij dalende vaarsnelheid, afgelezen worden in functie van de beschikbare diepte.

Op het moment van contact met de bodem, verandert de belastingstoestand van de kabel. Het uiteinde van de kabel ondervindt nu een horizontale kracht ten gevolge van het slepen in plaats van een verticale kracht (de gewichten) bij het zweven.

De snelheid waarbij de kabel loskomt van de bodem, bij oplopende vaarsnelheid, zal daarom verschillen – zal hoger zijn – dan de snelheid van contact bij dalende vaarsnelheid. Er bestaat als het ware een snelheids – hysteresis lus.

Deze beide toestanden dienen nader onderzocht en theoretisch ondersteund te worden om optimale oplossingen voor de kabel te helpen vinden.

Inderdaad, de ervaring van de proefpeilingen leerde dat een maximumsnelheid van 3.0 à 3.5 knoop diende aangehouden te worden bij het peilen van A2 dok, CDNB en ZP1 in Zeebrugge.

Deze snelheid werd ervaren als te traag, onder andere voor de peilvlet. De snelheid kan opgevoerd worden door de keuze van een kabel met kleinere diameter en waarschijnlijk vooral met een groter gewicht per meter.

Het is aan te bevelen om dit verder te onderzoeken.

3.1.5 Scheidingsvlak – Snelheidsvenster.

De grafiek nr 6 heeft betrekking op de verzameling van de kabelmeetpunten met hoge resistiviteit van de proef op 02/10/2008: de verzameling van punten die in contact is met de geconsolideerde sliblaag. De kabel sleept.

De grafiek toont de dieptes van deze kabelmeetpunten in functie van de vaarsnelheid.

In tegenstelling tot de punten in grafiek 5, vertonen deze dieptes geen enkel verband met de snelheid.

Naar analogie werd de best passende polynoom van de tweede graad ingetekend. Deze heeft geen enkele zinvolle betekenis: hij lijkt nog het meest op een horizontale door de gemiddelde diepte, zekere indicatie voor totale onafhankelijkheid.

Bovendien is de correlatie van de dieptes met deze best passende polynoom absoluut onbestaande: $R^2 = 0.05$.

Deze resultaten tonen dat bij een slepende kabel, de dieptes gans onafhankelijk evolueren van de vaarsnelheid: het bestaan van het snelheidsvenster is nu aangetoond.

Tegelijkertijd staat hiermee vast dat het kabelmeetpunt zich bevindt op het scheidingsvlak tussen het vloeibare en het geconsolideerde slib.

(Om de bewijsvoering helemaal sluitend te maken dient nog een ‘bezinkingsproef’, vaarsnelheid 0, in het geconsolideerde slib uitgevoerd te worden. Dit dient uitgevoerd bij een stilliggende peilvlet: wegens de weersomstandigheden was dit in de periode van de proef peilingen niet mogelijk).

Conclusie

De gebruikte peilmethode levert resistiviteitswaarden op die een zeer duidelijke discontinuïteit vertonen.

De meting van de resistiviteit is in staat om streng het slepen of het zweven van de kabel te bewaken.

Er werd bovendien aangetoond dat deze discontinuïteit overeenkomt met de Reologische discontinuïteit tussen de geconsolideerde sliblaag en de vloeibare sliblaag.

Tegelijkertijd werd het bestaan van deze Reologische discontinuïteit aangetoond.

Deze nieuwe peilmethode maakt het mogelijk de Reologische Gedragsovergang nauwkeurig te bepalen

3.2. Resultaten: Peilkaarten

3.2.1 De Reologische Gedragsovergang.

Op vrijdag 3, maandag 6 en dinsdag 7 oktober, werd dan een peiling uitgevoerd van de volgende zones in de haven van Zeebrugge:

- Centraal Deel van de Nieuwe Buitenhaven (CDNB)
- Het Albert 2 – dok (A2 – dok)
- De zwaaiplaats 1 (ZP1)

Het eindresultaat van de peiling en de verwerking van de gegevens, is getoond op Kaart 4, Appendix 2: ‘Reologische Gedragsovergang – geëdit’.

Het blijkt dat, op het moment van de peiling, in het grootste deel van de zone CDNB en ZP1 de Reologische Gedragsovergang – de Reologische Gedragsovergang - ondieper is gelegen dan de aanlegdiepte van -15.5m.

Kaart 2, Appendix 2, toont dezelfde kaart maar niet geëdit: ook de waarden gemeten bij zwevende kabel werden in deze kaart opgenomen.

Vergelijkt men deze kaart met de Kaart 3, Appendix 2, ‘Resistiviteitswaarden’ dan merkt men zeer duidelijk de parallel tussen de lage resistiviteitswaarden en de ondiepe peilingen bijvoorbeeld in de ZP1.

Bij de verwerking van de gegevens worden deze lage waarden geëlimineerd met de Kaart 4, Appendix 2, ‘Reologische Gedragsovergang geëdit’ als resultaat.

3.2.2 Ligging van de Reologische Gedragsovergang t.o.v andere peilingen

33 kHz

Kaart 5, Appendix 2, toont het resultaat van de peiling 33 kHz die tegelijkertijd met de peiling Reologische Gedragsovergang aan boord van de peilvlet Geosurveyor 2, werd gelopen.

De peiling werd door GeoXYZ uitgevoerd en ons door het Bestuur ter beschikking gesteld .

De Kaart 6 toont de verschilkaart Reologische Gedragsovergang – 33 kHz.

De Reologische Gedragsovergang ligt duidelijk ondieper dan de 33 kHz: over het grootste deel van de zones meer dan een halve meter ondieper, met pieken tot 1.5 m.

Op sommige plaatsen is geregistreerd dat de Reologische Gedragsovergang dieper zou liggen dan de peiling 33 kHz.

Voor bijvoorbeeld NO hoek ZP1, geldt dat niet 100% zeker is dat de kabel recht achter de peilvlet volgde: wegens 180° keren van de vlet op het einde van de raai, en/of wegens de aanwezigheid van een steil talud. In beide gevallen heeft een kleine afwijking van de kabel met de raai, een relatief groot verschil in diepte tot gevolg.

Dit verschijnsel – de kabel uit lijn met de gevaren raai – dient nader onderzocht te worden.

210 kHz.

Kaart 7 toont de ligging van de peiling 210 kHz: ze ligt overal ondieper dan - 14.5m. (In feite is de gehanteerde kleurverdeling hieraan niet aangepast)

Kaart 8 toont de verschilkaart Reologische Gedragsovergang – 210 kHz.

Het verschil is praktisch over de alle zones 1.5 m en meer.

Waar de verschillen klein tot zelfs negatief zijn, is dezelfde opmerking geldig als gemaakt voor de verschillen met 33 kHz, inclusief de aanbeveling om dit verder te onderzoeken.

Nautische Bodem.

Voor Zeebrugge is de densiteitshorizon van 1.2 gedefinieerd als de Nautische Bodem in slibrijke gebieden.

Deze horizon wordt bepaald door het uitvoeren van prikmetingen. Deze metingen worden uitgevoerd in een aantal gespecificeerde locaties van de havendokken en deze locaties zijn dezelfde en blijven behouden bij elke peiling.

Voor commentaar met betrekking tot de relevantie van dit criterium, wordt verwezen naar Appendix 3 ‘Analyse meting Nautische Bodem’.

De conclusie van deze analyse is dat het criterium van de densiteitshorizon 1.2 problematisch is en dat bijgevolg de ligging van de Nautische Bodem op die manier bepaald, niet altijd coherent en éénduidig is.

Dit gebrek aan kwaliteit en coherentie toont zich ook in de nogal chaotische verschilkaart tussen de Reologische Gedragsovergang en de Nautische Bodem, maar toch kunnen enkele vaststellingen gemaakt worden.

Kaart 9 toont dit verschil tussen de Reologische Gedragsovergang en de Nautische Bodem.

In de ZP1 ligt de Nautische Bodem éénduidig dieper dan de Reologische Gedragsovergang: het verschil situeert zich op het eerste zicht rond 1 meter.

In het CDNB is het verschil niet éénduidig. In de Oostelijke helft heeft de Reologische Gedragsovergang de neiging om zich te situeren onder de Nautische Bodem, in de Westelijke helft ziet men het omgekeerde: daar ligt de Nautische Bodem onder de Reologische Gedragsovergang.

Deze tendens – dat de Nautische Bodem dieper gelegen is dan de Reologische Gedragsovergang – heeft toch de overhand in het CDNB.

De conclusie is dat in het algemeen de Nautische Bodem dieper ligt dan de Reologische Gedragsovergang en dat het verschil groter is in de ZP1 dan in het CDNB.

3.2.3 Het verloop van de resistiviteit.

Indien men Kaart 9 ‘Verschilkaart 210 kHz – 33 kHz’ vergelijkt met Kaart 3 ‘Resistiviteitswaarden, dan merkt men dat de hoogste waarden voor de resistiviteit grosso modo samenvallen met de grootste verschillen tussen de twee peilingen, in feite dus met de dikte van de sliblaag.

Het is op zich logisch te verwachten dat de geregistreerde resistiviteit door de kabel in contact met de geconsolideerde sliblaag, ook mede een functie is van de bovenliggende vloeibare fase.

Het feit dat een hogere resistiviteit zou samenhangen met een dikkere vloeibare sliblaag is derhalve geloofwaardig als hypothese.

Het zou ook de verschillen in resistiviteit kunnen verklaren die gemeten worden door de kabel in contact met de geconsolideerde sliblaag: er wordt terug verwezen naar grafiek 2. De verzameling hoge resistiviteiten toont inderdaad waarden tussen 0.33 Ohmm en 0.48 Ohmm.

Als deze hypothese bevestigd en geconcretiseerd wordt, dan kan men met deze meting niet alleen de Reologische Gedragsovergang bepalen maar tegelijkertijd de dikte van de sliblaag.

3.3 Resultaten: Statistische Aanpak

Alle in dit rapport besproken peilingen genereren een zeer grote hoeveelheid van gegevens en het is dan als het ware voorgeprogrammeerd om ook de statistische methode te hanteren bij de analyse ervan.

Deze methode is reeds toegepast in het hoofdstuk 3.1 ‘Test der Hypothesen’ bij het hanteren van de grafieken ‘in meetvolgorde’ (run sequence plots), correlaties en correlatie grafieken.

De (relatieve) frequentieverdeling en de gecumuleerde frequentieverdeling op hun beurt, laten toe om de verschillende peilingen met elkaar te vergelijken.

3.3.1 ZP1

Grafiek 7 toont de frequentieverdelingen van enkele peilingen in de zone ZP1: de Reologische Gedragsovergang, de Nautische Bodem (densiteitshorizon 1.2) en de akoestische peiling met 33 kHz.

De drie verdelingen lijken in hoofdzaak op het model van de normale distributie: klokvormig en symmetrisch gegroepeerd rond een gemiddelde. Bovendien is de spreiding van de verdelingen onderling goed vergelijkbaar.

Deze verdelingen geven derhalve een nauwkeurig beeld van de ligging der peilingen

De gemiddelde ligging is 15,50 m voor de Reologische Gedragsovergang, 16,00 m voor de Nautische Bodem en 16,50 m voor de 33 kHz peiling.

Omwille van de overzichtelijkheid, werd de peiling met 210 kHz niet opgenomen in de grafiek 7. 90% van de geregistreeerde waarden ligt tussen 13,00 m en 14,00 m. De gemiddelde diepte voor de peiling met 210 kHz is 13,50 m, drie meter ondieper dan de peiling met 33 kHz.

Afwijkend van de ‘normale’ zijn de percentages van 8 tot 17% waarden die ondieper liggen dan 13,50 m.

Zoals men op de desbetreffende kaarten kan waarnemen, zijn deze ondiepten vooral te vinden aan de randen van de zone.³

³ Het is aanbevelenswaard om behalve een baggertolerantie in de z as, ook toleranties in de x en y assen te overwegen en ze te definiëren als ‘zones van niet – gewaarborgde dieptes’. Het zou klaarheid brengen voor de scheepvaart en voor de baggeraars en het zou een besparend effect hebben op het baggerbudget.

De cumulatieve frequentieverdelingen nemen in hoofdzaak de vorm aan van de klassieke S – curven, bekend van de normale verdeling: zie grafiek 8. De afwijking situeert zich hier uiteraard ook bij de ondiepere waarden.

Deze verdelingen leveren een belangrijk bijkomend gegeven.

Volgens de S – curve van de Nautische Bodem (densiteitshorizon 1.2) heeft 44% van de geregistreerde diepten een waarde die kleiner is dan 15,50 m en voldoet 56% van de dieptes aan het criterium van de Nautische Bodem.

De S – curve van de Reologische Gedragsovergang levert sterk afwijkend waarden: 77% is te ondiep en slechts 23% is diep genoeg.

Voor de peiling met 33 kHz zijn de waarden: 21% te ondiep, 79% diep genoeg.

Dit resultaat onderlijnt de belangrijkheid van de juiste keuze als criterium voor de Nautische Bodem.

Bovendien zijn frequentieverdelingen die de peilingen van de Reologische Gedragsovergang opleveren, zeer gelijkvormig met de frequentieverdelingen van de andere peilingen. De nieuwe methode van peilen, met behulp van resistiviteitsmetingen, levert derhalve even robuuste en reproduceerbare resultaten op als de klassieke peilmethodes.

3.3.2 CDNB.

In de grafiek 9 worden dezelfde verdelingen als in de zone ZP1 hernomen en teruggevonden, zij het met enkele verschillen.

Opnieuw kan men hier de klokvormige verdelingen waarnemen waarvan de eigenschappen reeds beschreven zijn in de voorgaande paragraaf 3.3.1.

Opmerking.

Een opvallend verschil wordt waargenomen in de curve van de peiling met 33 kHz. Behalve de hoofdpijk op 16,50 m diepte, verschijnt een tweede piek rond de diepte van 15,50 m.

Voor dit fenomeen dient nog een verklaring gezocht te worden. Misschien wijst dit op een plaatselijk probleem ergens in het CDNB – waar bijvoorbeeld nog moet gebaggerd worden – of misschien is er een mechanisme bij de procedure van de digitalisering dat dit kan veroorzaken.

De gemiddelde ligging van de Reologische Gedragsovergang is 15,50 m, voor de Nautische Bodem is dit 15,65 m en voor de peiling met 33 kHz 16,50 m.

Ook hier werd de peiling met 210 kHz niet opgenomen in de grafiek : de gemiddelde diepte voor deze peiling is 13.1 m.

De cumulatieve frequentieverdelingen zijn opgenomen in grafiek 10.

Volgens de S – curve van de Nautische Bodem (densiteitshorizon 1.2) heeft 59% van de geregistreerde diepten een waarde die kleiner is dan 15,50 m en voldoet 41% van de dieptes aan het criterium van de Nautische Bodem.

De S – curve van de Reologische Gedragsovergang levert ook afwijkende waarden, maar de afwijking is niet zo groot als bij ZP1: 78% is te ondiep en slechts 22% is diep genoeg.

Voor de peiling met 33 kHz zijn de waarden: 33% te ondiep, 67% diep genoeg.

Dezelfde besluiten als voor de zone ZP1 zijn ook hier van toepassing: het belang van het gehanteerde criterium en de reproduceerbaarheid van de nieuwe peilmethode.

3.3.3 Het probleem ZP1.

Kunnen de resultaten van de nieuwe peilmethode helpen om inzicht te verschaffen in het probleem van de ZP1?

De ligging van de gemiddelde dieptes voor de verschillende peilmethodes in het CDNB en in de ZP1 zijn samengevat in onderstaande tabel: de opgegeven waarden zijn de gemiddelde dieptes in meter voor de verschillende peilingen

	ZP1	CDNB
Reologische Gedragsovergang	15,50	15,50
Nautische Bodem	16,00	15,65
Peiling met 33 kHz	16,50	16,50
Peiling met 210 kHz	13,50	13,1

Tabel: Gemiddelde dieptes in meter

Wat in eerste instantie opvalt is dat, ten tijde van de proefpeilingen, de toestand in het CDNB en in de ZP1 volgens de meting van de Reologische Gedragsovergang volkomen gelijk was: zie ook grafiek 11, waar de frequentieverdeling voor

Reologische Gedragsovergang van de twee zones is samengebracht. De twee verdelingen zijn praktisch identiek.

Dat de situatie in beide zones praktisch identiek is wordt ook ondersteund door de frequentieverdelingen van de peiling met 33 kHz: zie grafiek 12. De verdelingen zijn identiek, op de reeds vermelde bijkomende piek in het CDNB na.

De frequentieverdelingen voor de ligging van de Nautische Bodem vertonen een ander beeld: grafiek 13.

Volgens de prikmetingen ligt de Nautische Bodem (densiteitshorizon 1,2) in de ZP1 lager dan in het CDNB, ondanks de identieke situatie in beide zones voor de Reologische Gedragsovergang en voor de peiling met 33 kHz. Het verschil bedraagt ongeveer 0,4 m.

Opmerkingen.

1. Een interessante hypothese om dit verschil te verklaren is de veronderstelling dat in het slib van het CDNB meer zand is gemengd dan in de ZP1.

Dit geeft aanleiding tot verschillen in de dichtheidprofielen van de twee zones: in het CDNB zal de horizon van 1,2 ondieper liggen / vlugger bereikt worden dan in de ZP1.

2. Bij de prikmetingen kan men herhaaldelijk nabij het diepste punt van het profiel, een discontinuïteit in de dichtheid waarnemen. De waarschijnlijke oorsprong ligt bij de onderhoudsbaggerwerken. Het zou kunnen dat het 33 kHz signaal op deze discontinuïteit weerkaatst wordt. Het is een mogelijke verklaring voor een tot nog toe onbekend fenomeen: wat is de fysische betekenis van de peiling met 33 kHz?

Nochtans zal men bij het baggeren ernaar streven dat de Nautische Bodem, en niet de Reologische Gedragsovergang, in beide zones gelijk is, namelijk – 15,50 m.

Uit het voorgaande kan men besluiten dat in deze situatie – Nautische Bodem even diep in het CDNB als in de ZP1 – de Reologische Gedragsovergang in de ZP1 ondieper zal liggen dan in het CDNB: orde van grootte van 0,3 tot 0,5 m.

Het is denkbaar dat dit verschil aanleiding geeft tot stugger / moeilijker scheepsgedrag in de ZP1 dan in het CDNB.

Het concept van de Reologische Gedragsovergang (ligging van de Reologische Gedragsovergang), tezamen met de bekomen resultaten, kan alzo bijdragen aan een mogelijke verklaring voor het afwijkende scheepsgedrag in de ZP1 dat nog steeds door de loodsen wordt gemeld.

Slotbeschouwing.

De vooropgestelde hypothesen, die aan de basis lagen van deze nieuwe methode, werden allen bevestigd.

De beproefde peilmethode maakt een nauwkeurige bepaling van de Reologische Gedragsovergang mogelijk en biedt een perspectief om de problemen in de ZP1 aan te pakken.

Ondanks de lager dan verwachte vaarsnelheid voor begin zweven, bleken ook de praktische aspecten van het peilen te voldoen. Er waren minder dan twee dagen nodig om een peiling uit te voeren in het CDNB, het A2 – dok en de ZP1, en dit ondanks het nieuwe van de methode en van de omstandigheden.

Beide aspecten, het theoretische en het praktische, kunnen verbeterd worden: zie de hiernavolgende aanbevelingen.

In alle geval hebben de proefpeilingen aangetoond dat de Reologische Gedragsovergang nu reeds nauwkeurig kan gepeild worden, op een praktisch aanvaardbare manier.

De nieuwe peilmethode werd dan ook, naar onze mening, op een succesvolle manier getest en goed bevonden.

Het spreekt vanzelf dat dit alles dient bevestigd te worden bij verdere peilingen met deze nieuwe methode. Wij hopen dan ook dat ons deze mogelijkheid zal geboden worden.

Aanbevelingen voor verder Onderzoek

Aanbeveling 1.

Het gedrag van de kabel met betrekking tot de regimes zweven en slepen, inclusief de overgangen tussen beide, wordt verder theoretisch en praktisch onderzocht.

De doelstelling is om een kabel te ontwerpen, die een hogere sleepsnelheid toelaat.

Aanbeveling 2.

De omstandigheden waarbij de kabel uit lijn naast de gevaren raai terecht komt, worden onderzocht, inclusief de gevolgen ervan op de nauwkeurigheid der posities van de geregistreerde dieptes.

Aanbeveling 3.

Het verband tussen de gemeten resistiviteit en de dikte van de vloeibare sliblaag wordt verder geanalyseerd en onderzocht.

Gedaan te Brugge en te Wintershoven op 9 mei 2009,



Marc Druyts



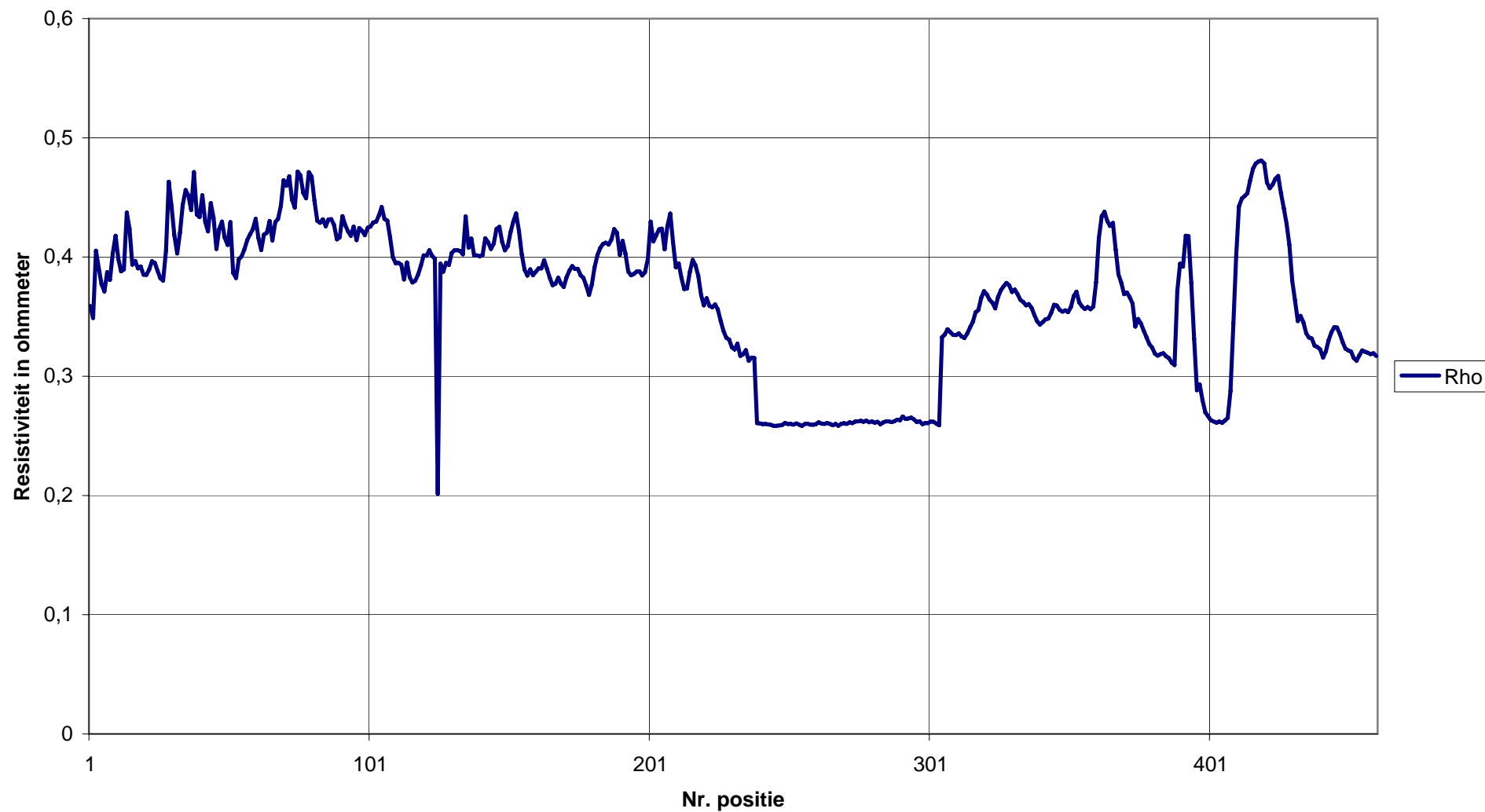
Peteralv Brabers

Proefpeiling Reologische Gedragsovergang

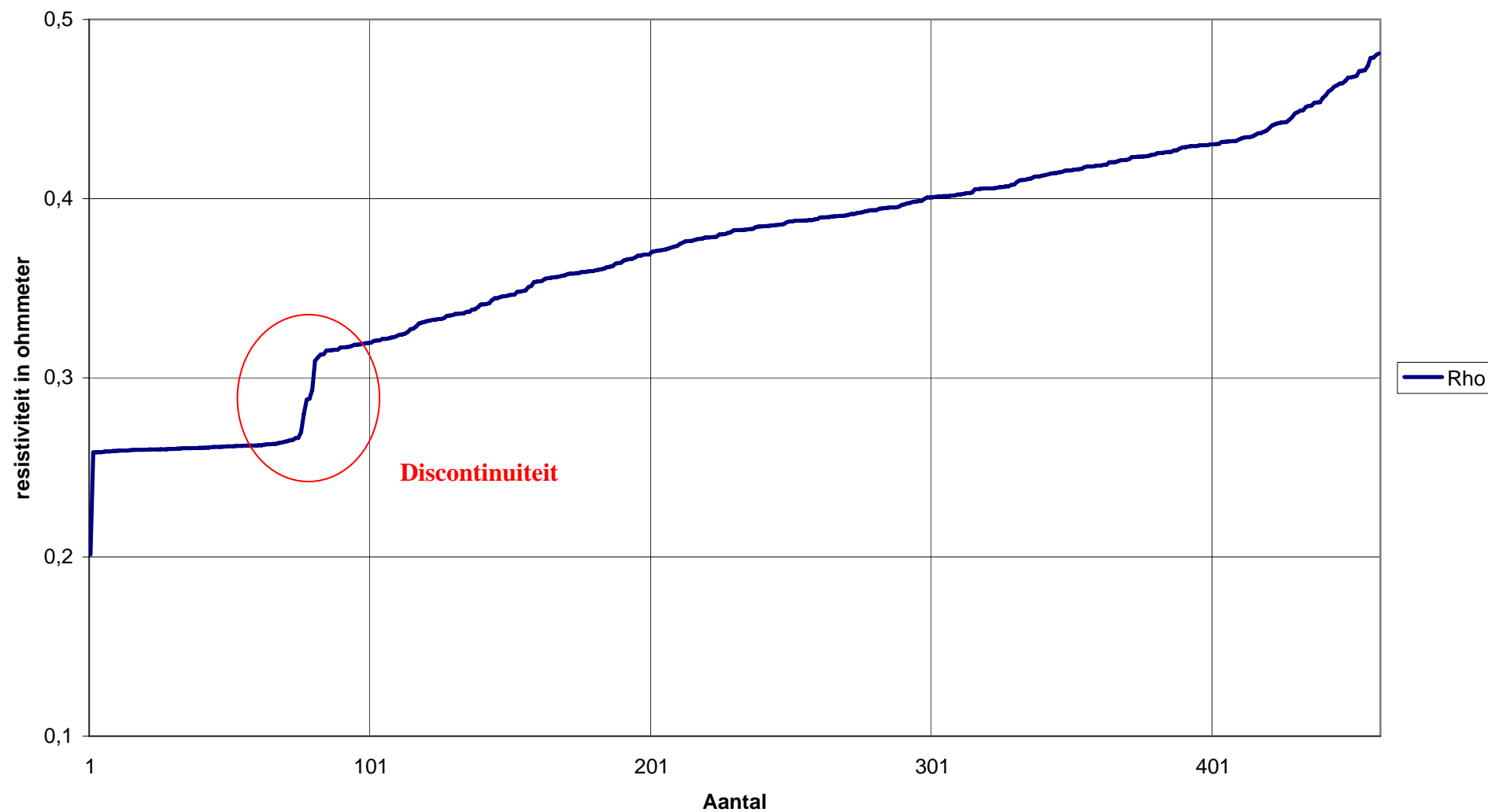
Eindverslag

Appendix 1 Grafieken

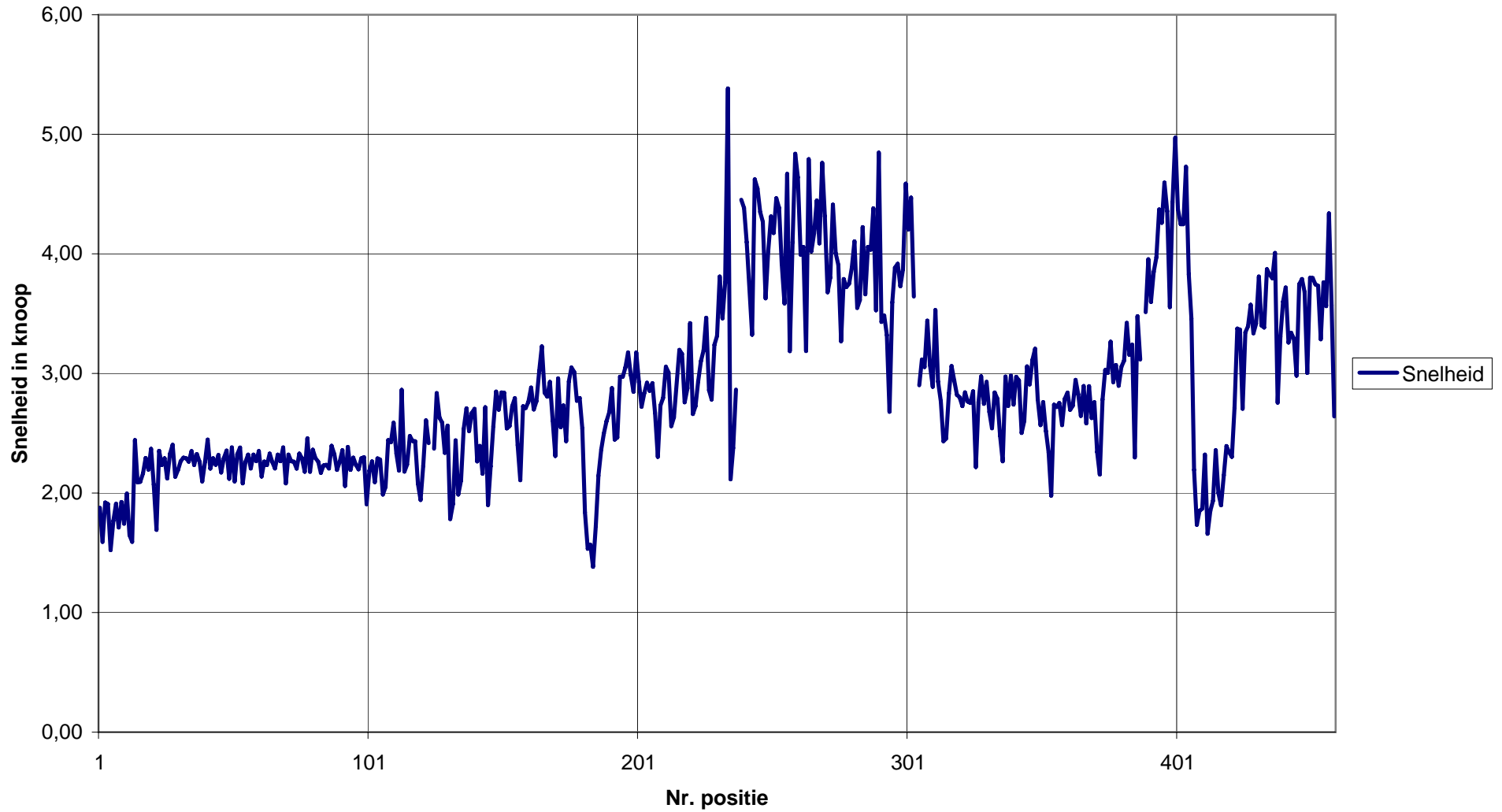
Rho meetvolgorde

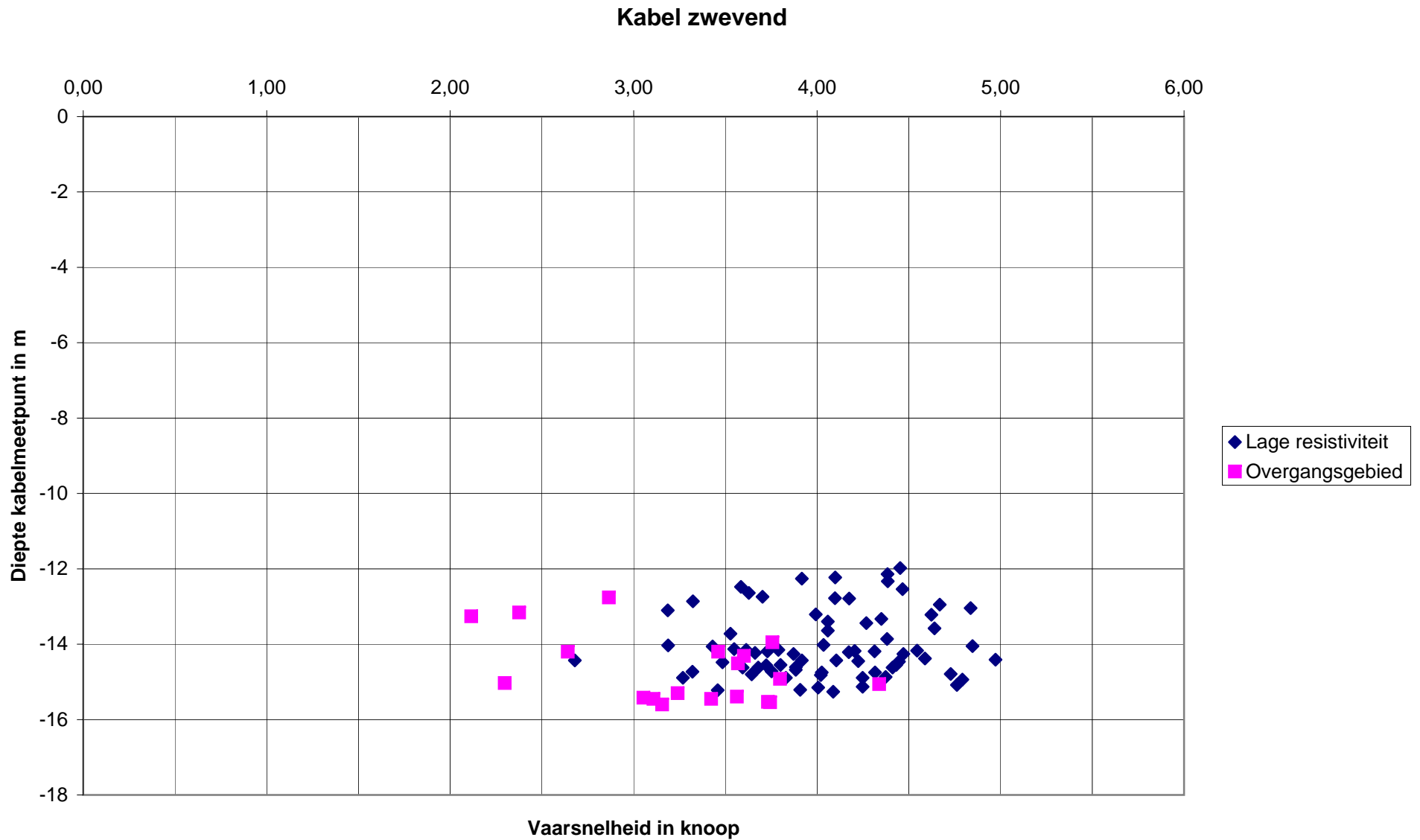


Rho oplopend gerangschikt

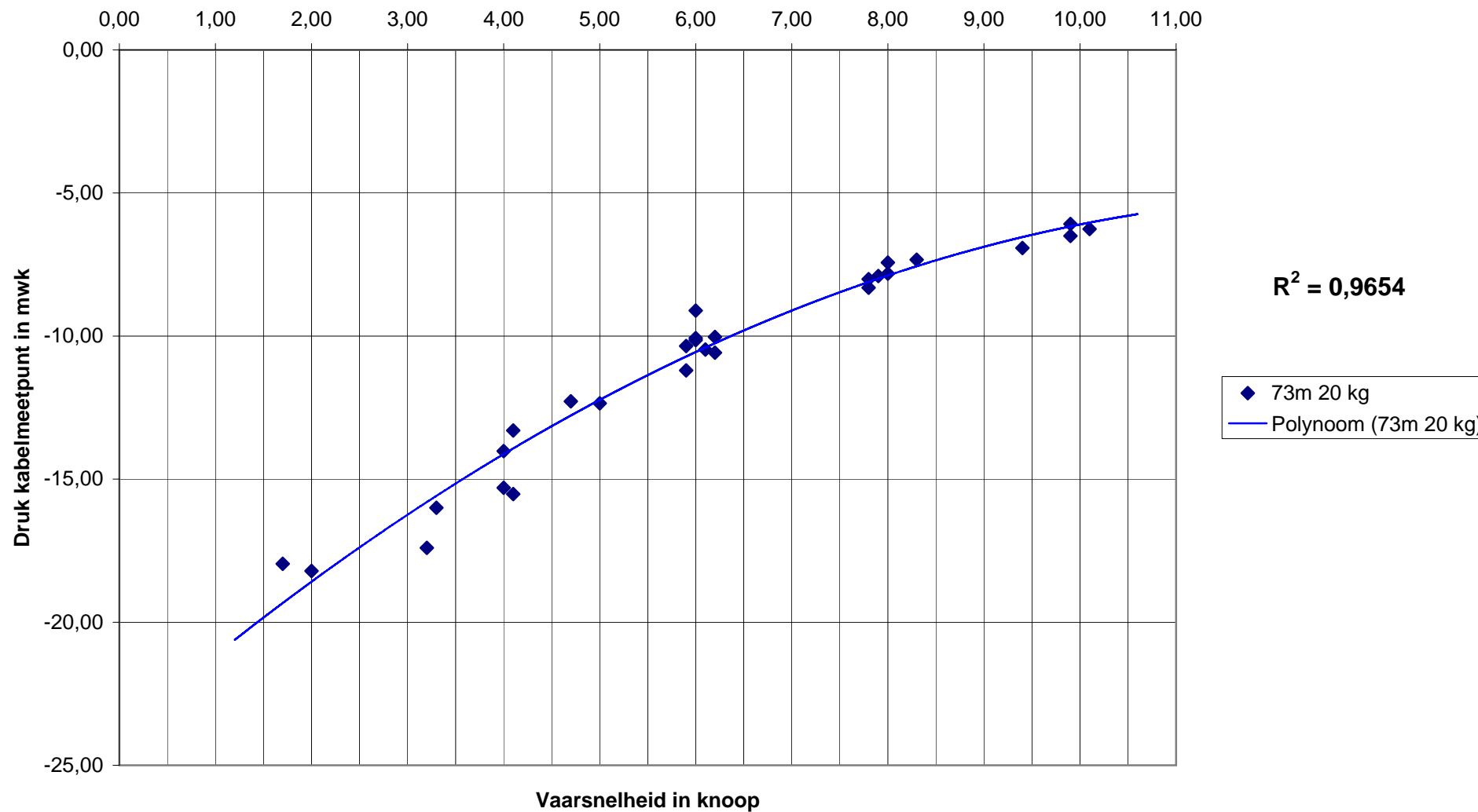


Snelheid meetvolgorde

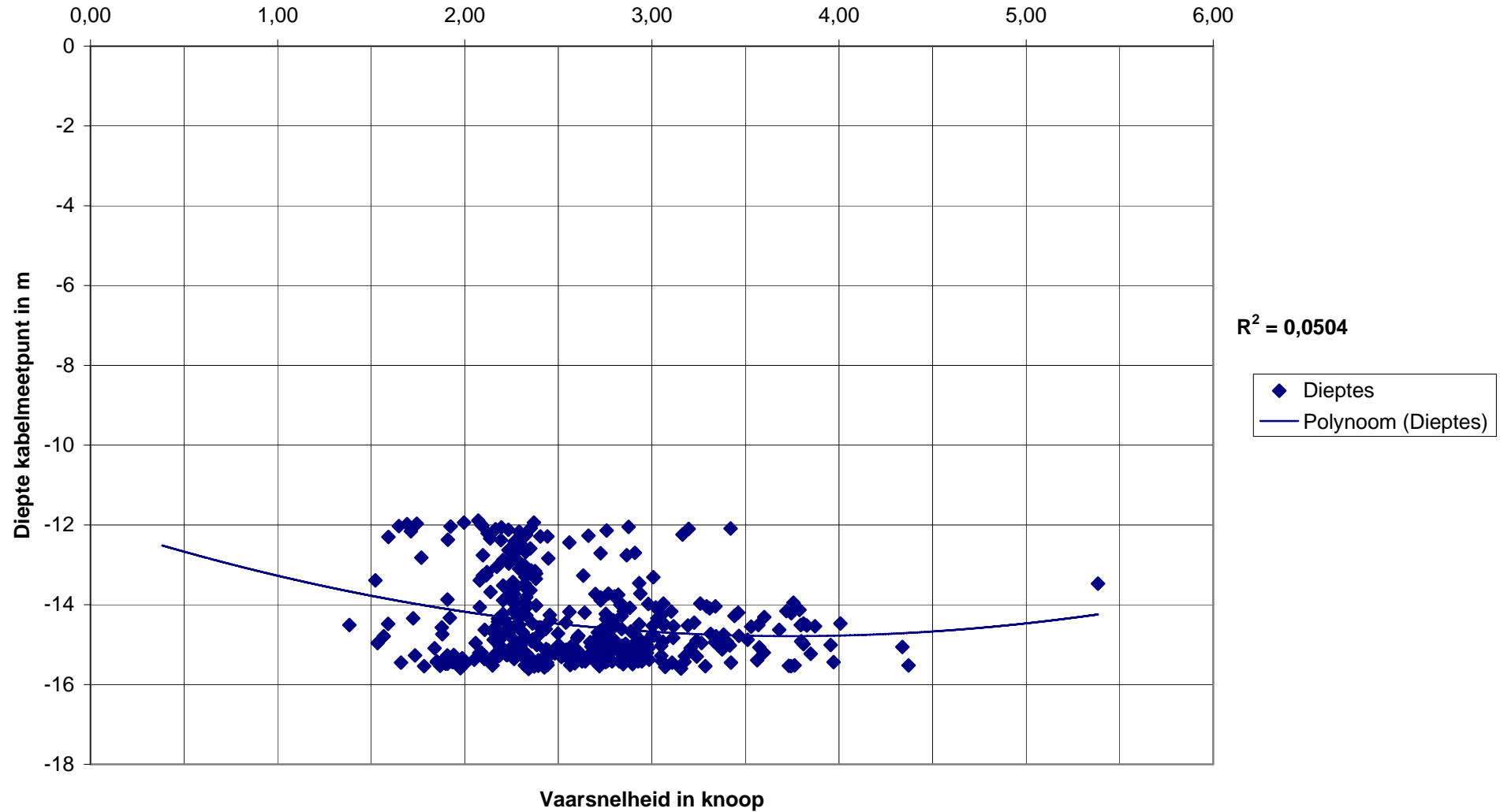




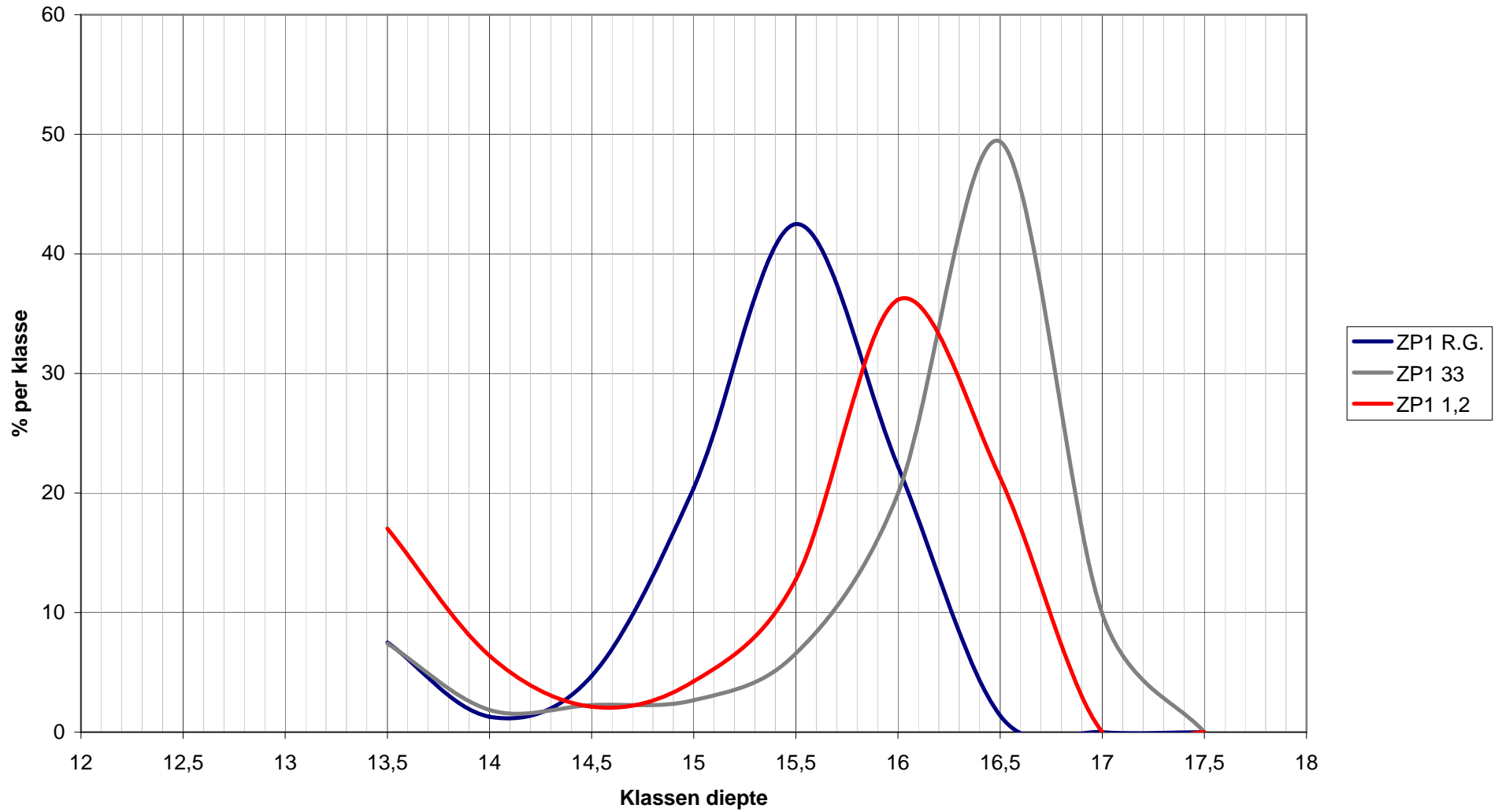
Maximum vaarsnelheid bij slepen



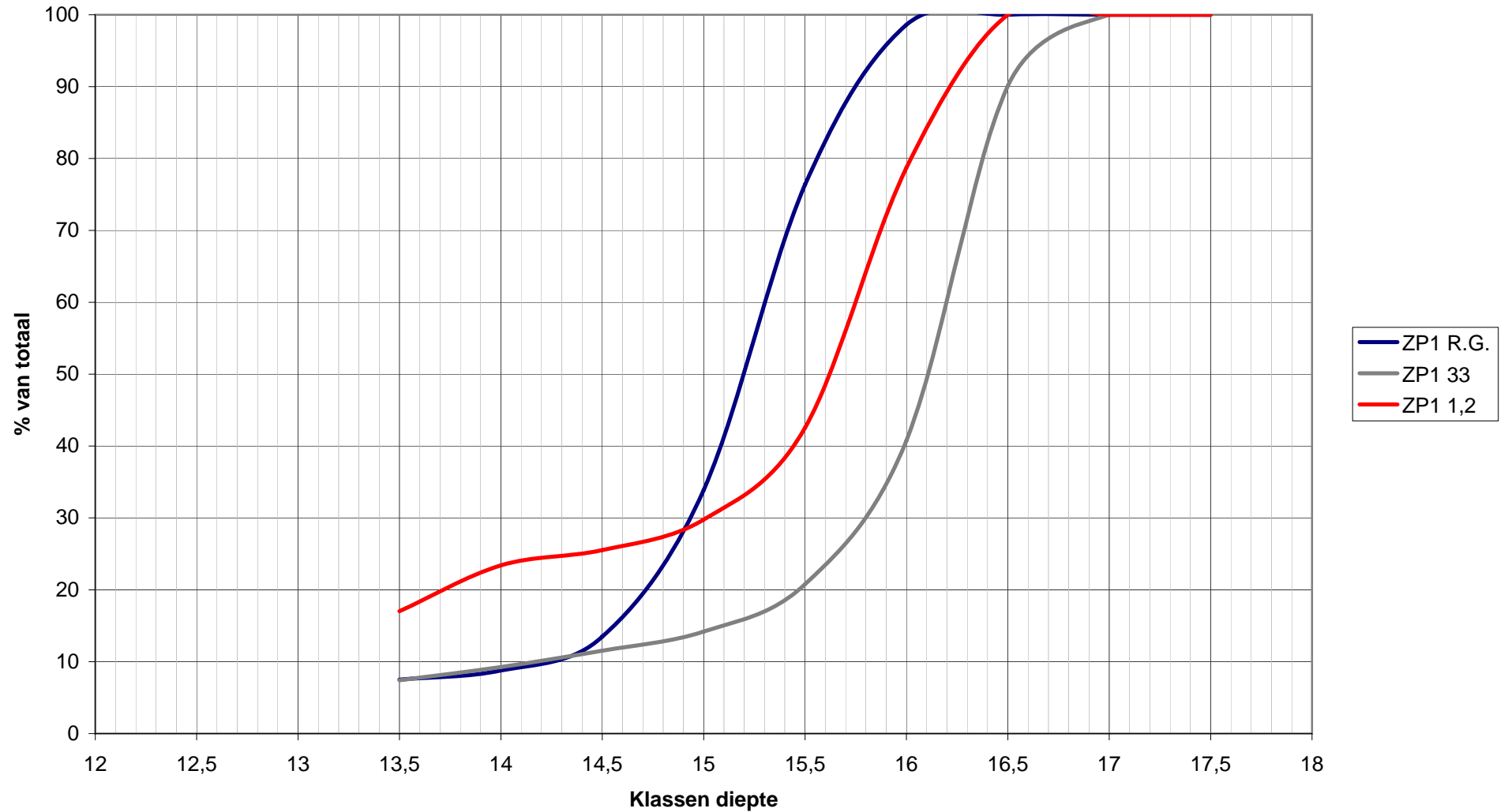
Kabel slepend



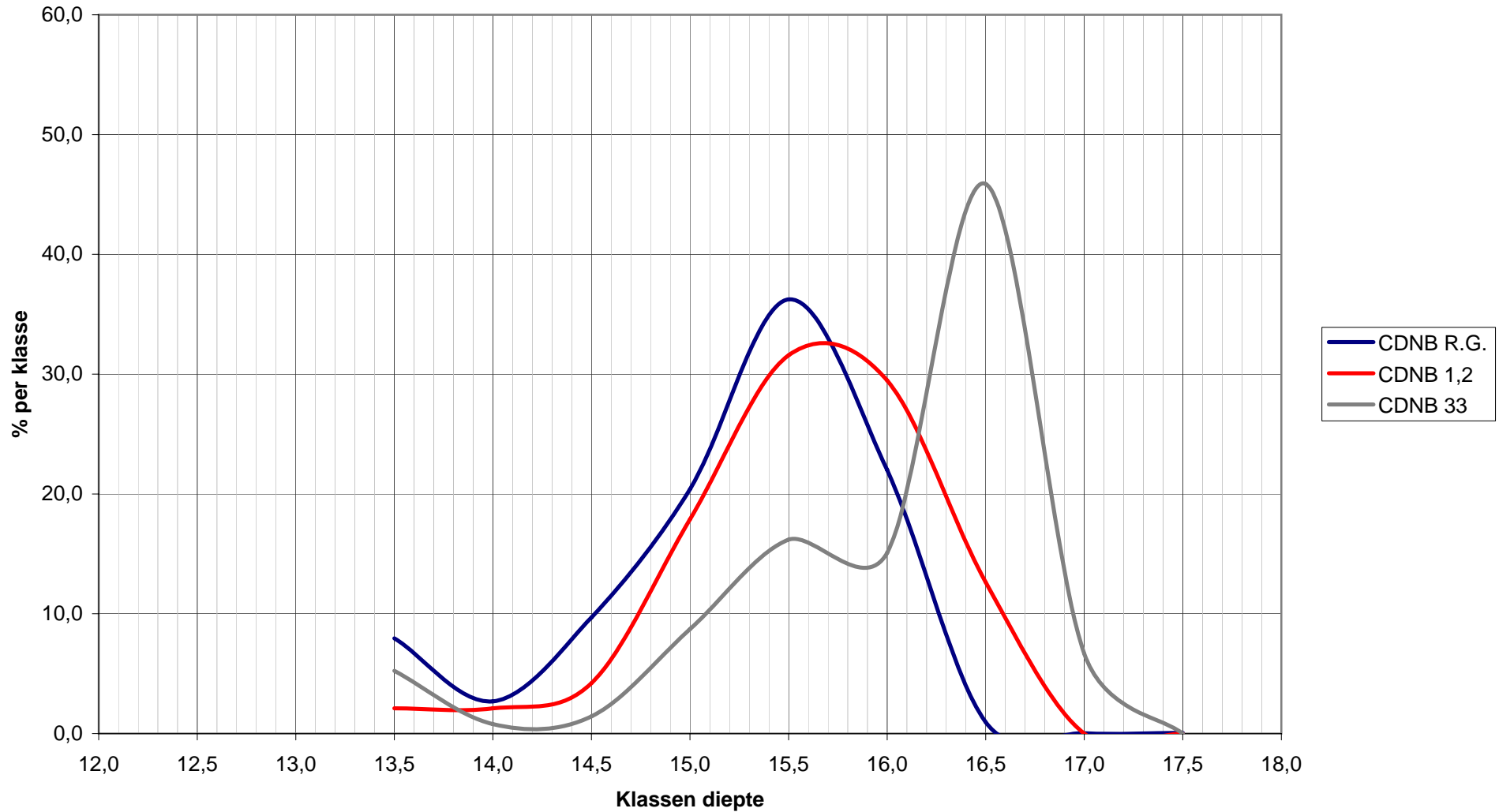
ZP1 Frequentieverdelingen



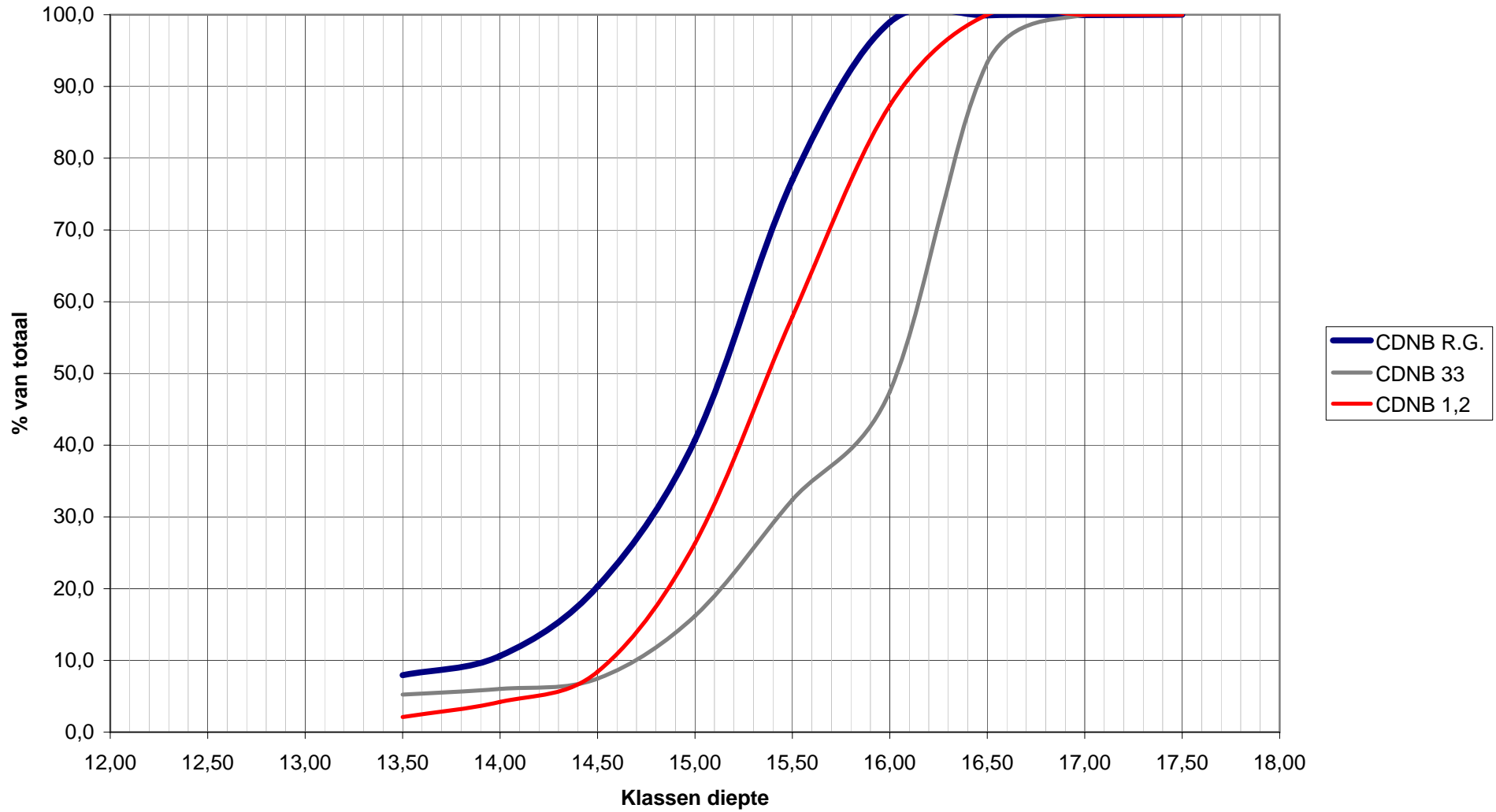
ZP1 Cumulatieve Frequentieverdelingen



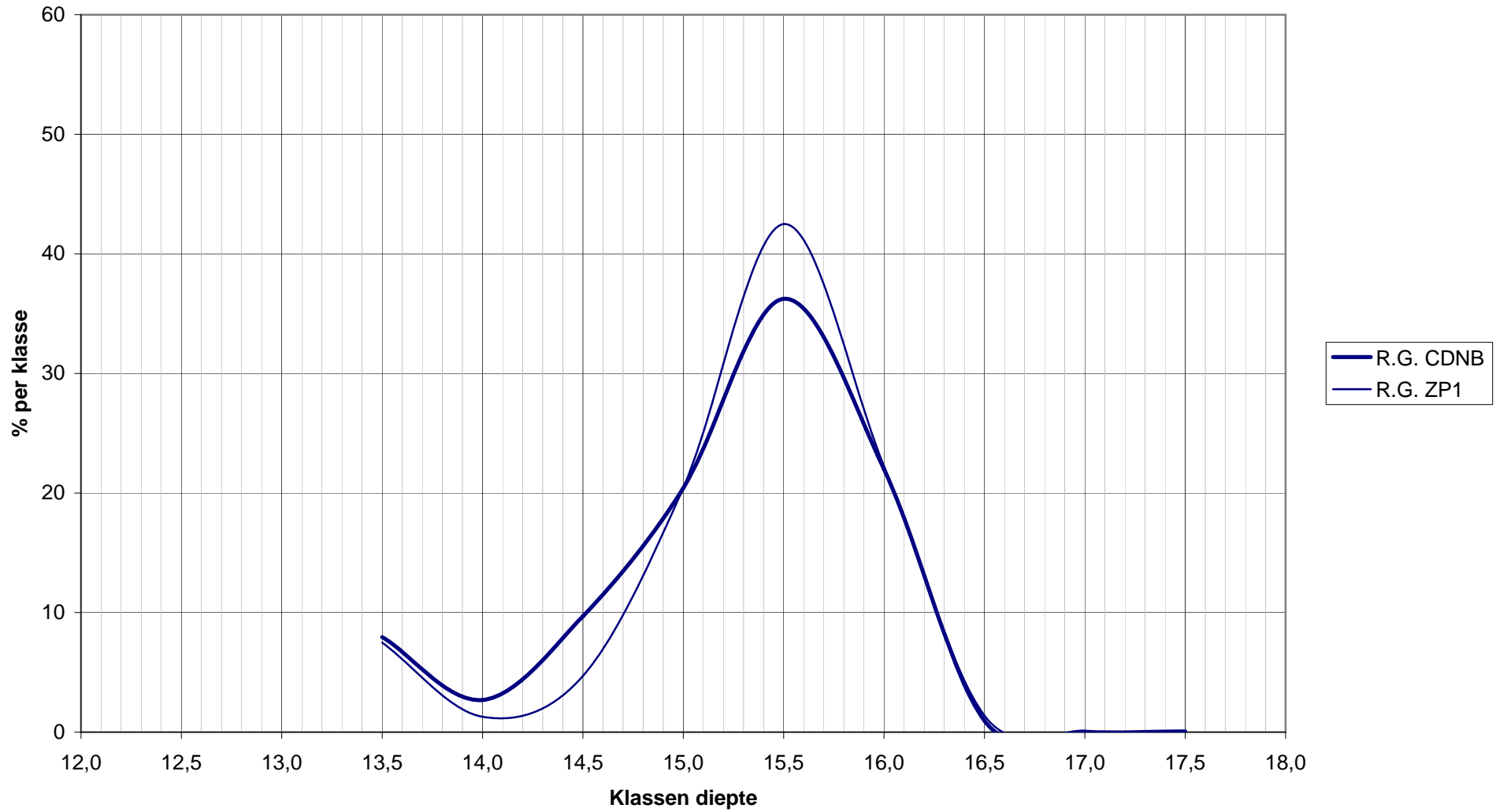
CDNB Frequentieverdelingen



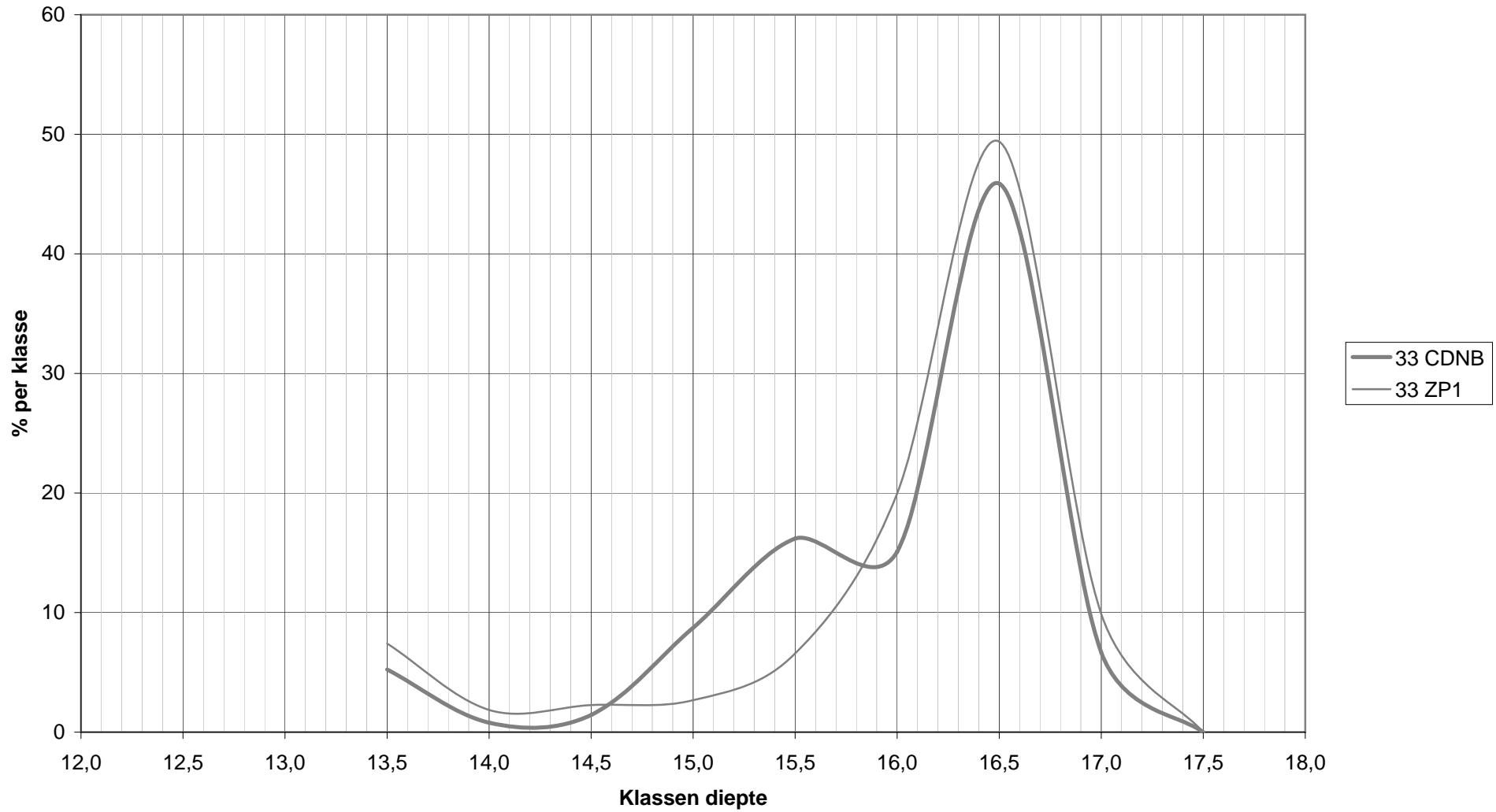
CDNB Cumulatieve Frequentieverdelingen



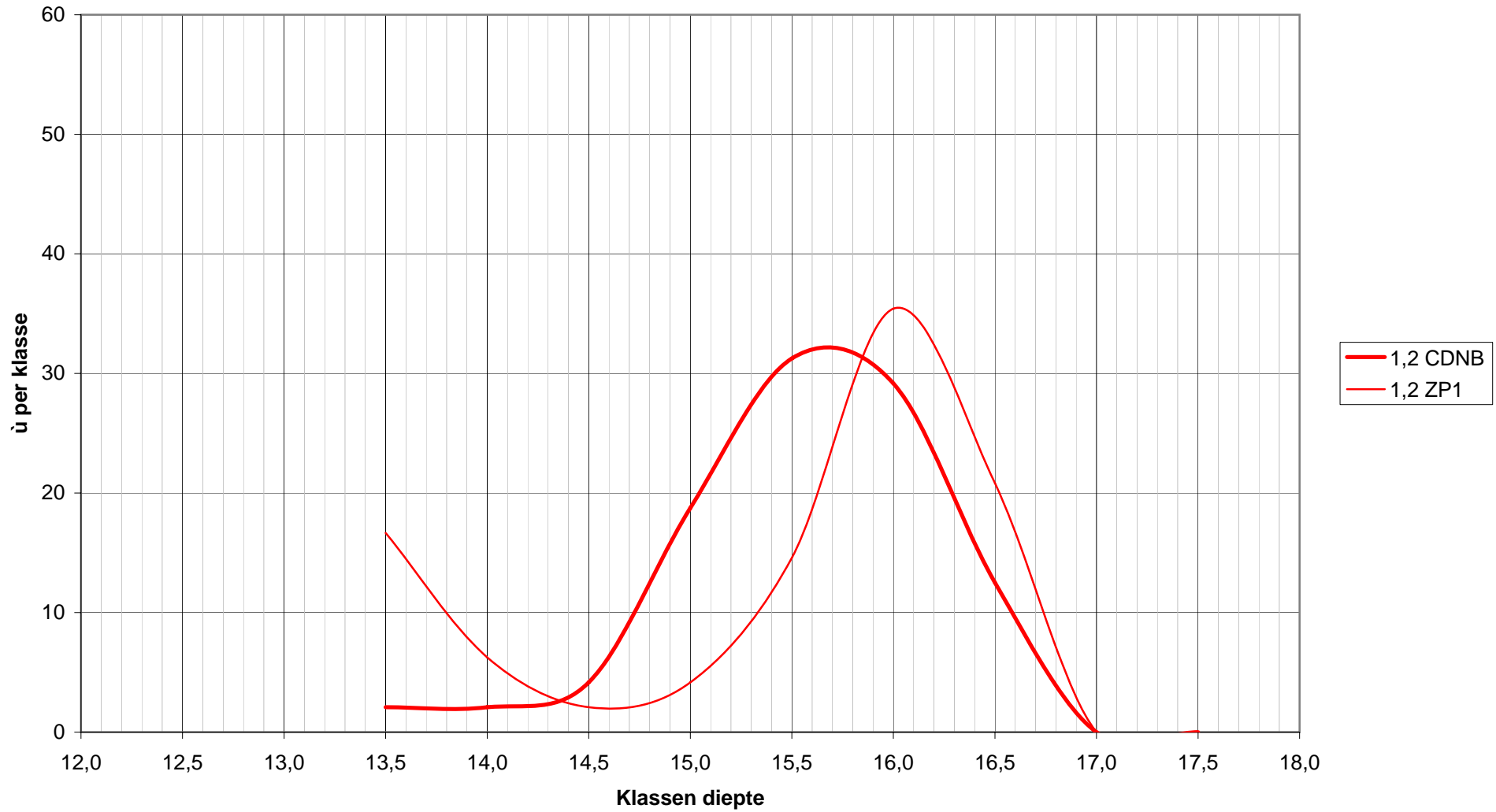
Diepte Reologische Gedragsovergang Frequentieverdeling



33 kHz Frequentieverdeling



Nautische Bodem (1,2 kg/m³) Frequentieverdeling



Proefpeiling Reologische Gedragsovergang

Eindverslag

Appendix 2 Kaarten

Proefpeiling Reologische Gedragsovergang

Eindverslag

Appendix 3 Analyse meting Nautische Bodem

Analyse Meting Nautische Bodem

De Nautische Bodem in de Haven van Zeebrugge is op dit moment gedefinieerd als de densiteitswaarde van 1.2: deze wordt door middel van prikmetingen bepaald.

Bij deze prikmetingen wordt per locatie een verticaal densiteitprofiel gemeten.

De locaties voor de prikmetingen zijn vooraf vastgelegd en blijven voor elke peiling dezelfde.

De diepte waarop de densiteit 1.2 gemeten wordt, geldt als de Nautische Bodem. Deze diepte wordt aan de kapiteins en loodsen van diepliggende vaartuigen medegedeeld.

Tijdens de proeven voor het meten van de Nautische Diepte werd ook – quasi gelijktijdig – een volledige peiling van de Nautische Bodem uitgevoerd in het Albert 2 – dok, het CDNB en de ZP1.

De resultaten van deze prikmetingen werden ons op 10 december 2008 ter beschikking gesteld. Zij werden in opdracht van de administratie Vlaamse Hydrografie uitgevoerd door de firma GEO XYZ in de periode 06-08/10/2008 en omvatten 63 prikken in het Albert 2 – dok, 132 prikken in het CDNB en 75 prikken in de zone ZP1.

Bij nader toezien blijkt dat de densiteit een veel geringere rol speelt bij het bepalen van de Nautische Bodem dan men op het eerste zicht zou aannemen.

Een eerste probleem treedt op als het densiteitprofiel geen snijpunt oplevert met de densiteit 1.2: zie bv de bijgevoegde prikken 052 in het CDNB en 012 in de ZP1.

In het CDNB zijn 4% van de prikmetingen van dit type, in de ZP1 29%.

Dit type van prik levert een echt probleem op voor de bepaling van de Nautische Diepte.

Een tweede probleem treedt op wanneer het profiel meerdere snijpunten met de densiteit van 1.2 vertoont. Zie bijvoorbeeld het punt CDNB 125. In ZP1 vinden we geen voorbeelden van dit type profiel, in CDNB zijn 10% van de prikken van dit type.

Het probleem van dit type prik kan worden opgevangen door de logische bijkomende bepaling dat de meest ondiepte van de waarden 1.2 genomen wordt als Nautische Bodem.

Een derde type prik levert geen probleem op voor de bepaling van de Nautische Bodem, maar toont wel de irrelevantie van de densiteit 1.2. Zie bijvoorbeeld prik 098 in het CDNB en prik 052 in de ZP1.

Het is duidelijk in deze laatste voorbeelden dat de densiteit van 1.2 samenvalt met een discontinuïteit in het densiteitsprofiel en dat als men de horizon voor de Nautische Bodem zou kiezen tussen 1.18 en 1.28, dit geen enkel verschil zou maken voor de ligging van de Nautische Bodem. De densiteit als parameter voor de Nautische Bodem is in deze locaties dus – tussen de vermelde grenzen – irrelevant.

Dit type van profiel komt in het CDNB voor in 40% van de prikken, in de ZP1 in 51% van de locaties.

Men kan bovendien opmerken dat voor de meeste profielen de verandering van de densiteit met de diepte quasi nul is over meerdere meters van de diepte: dit maakt natuurlijk bij definitie de densiteit als parameter voor de Nautische Diepte op deze locaties uitermate ongeschikt.

Het resultaat van deze korte analyse is toch enigszins onthutsend: de densiteit is als parameter irrelevant in 80% van de prikmetingen in de ZP1 en in 54% van de prikmetingen in het CDNB.

Het spreekt vanzelf dat dit aanleiding kan geven tot verwarrende, onzekere en daardoor wellicht onveilige situaties, bij voorkeur in de ZP1.

Gedaan te Brugge,
15/01/2009

Marc Druyts







Zeebrugge-ZP1
08/10/2008 12:43
Puntnummer: 052

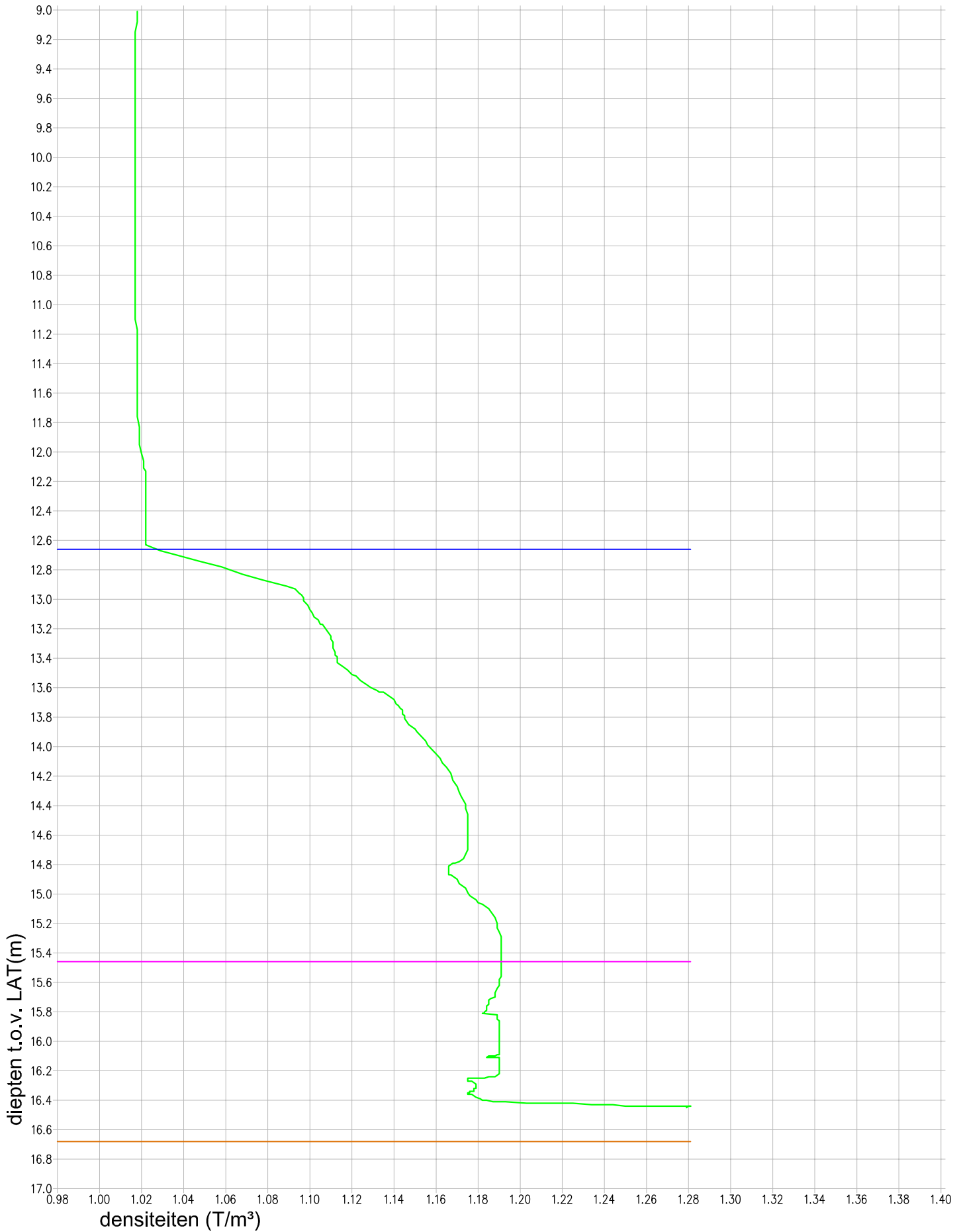
—	T/m ³
—	210kHz
—	33kHz
—	Streef
HW -5:00	





Zeebrugge-CDNB
08/10/2008 11:28
Puntnummer: 098

 T/m ³	
 210kHz	
 33kHz	
 Streef	
HW -3:45	





Zeebrugge-CDNB
08/10/2008 09:22
Puntnummer: 125

	T/m ³
	210kHz
	33kHz
	Streef
HW -1:40	





Zeebrugge-ZP1
08/10/2008 11:50
Puntnummer: 012

	T/m ³
	210kHz
	33kHz
	Streef
HW -4:05	





Zeebrugge-CDNB
08/10/2008 10:29
Puntnummer: 052

	T/m ³
	210kHz
	33kHz
	Streef
HW -2:45	

