

Slibmonitoring

Noordzee

Meetverslag 1ste meting

Verantwoording

Algemene informatie

Titel:	Monitoring van het slibgehalte in de toplaag van de zeebodem
Medusa Project:	2009-P-206
opdrachtgever:	Deltares/ Stichting La Mer Dhr. J. de Kok
Medusa Rapport/versie:	2009-P-260-Meetverslag 1 V2
Datum rapportage	02/02/2010
Opdracht:	Monitoring van slibgehalte en bodemligging voor de kust van Petten/Egmond
Medusa Projectleider:	S. de Vries
Rapportage:	S. de Vries, R. L. Koomans
Operators Medusa	W. Rooke, S. de Vries
Datum uitvoering	14 t/m 17 september 2009

Locatie informatie

Locatie	Noordzeekust Noord-Holland
Bodemgesteldheid	n.v.t.
Bodemtype	Zand
Weersomstandigheden veldwerk	Droog, Noordoost 4-5 bft.
Verstoren elementen tijdens veldwerk	Geen

Techniek

Gebuurte sensoren	Medusa sensor
Instellingen sensoren	Standaard
Lijn/raai interval	2 lijnen loodrecht op kustlijn 1 kustparallelle (-20 meter dieptelijn)
Positionering	DGPS
Positienauwkeurigheid	meter

Medusa Explorations BV

Postbus 623
9700 AP Groningen
Telefoon: 050- 5770280
Email: info@medusa-online.com
www.medusa-online.com

Inhoud

Inhoud.....	3
1 Introductie	4
1.1 Kader.....	4
1.2 Locatie.....	4
1.3 Onderzoeksvragen	5
2 Veldwerk	6
2.1 Gebruikte meetssystemen	6
2.1.1. Medusa.....	6
2.2 Verslag en uitvoering van het veldwerk	8
3 Resultaten monsteranalyses en ijking	12
3.1 Monsteranalyses.....	12
3.1.1. Radiometrische metingen Medusa	12
3.1.2. Korrelgrootteanalyse TNO	13
3.1.3. Korrelgrootteanalyse Wiertsema & Partners.....	13
3.1.4. Verschillen tussen de korrelgrootteanalyses TNO en Wiertsema & Partners.....	14
3.2 Kalibratie van de Medusa metingen	14
3.2.1. Slibgehalte	15
3.2.2. Korrelgrootte	16
3.2.3. Zware mineralen.....	17
3.2.4. Bodemruwheid	18
4 Resultaten eerste metingen.....	20
5 Referenties.....	22
Bijlagen: Analyseresultaten TNO.....	23
Bijlagen: Staafdiagrammen analyses TNO en Wiertsema & Partners.....	24
Bijlagen: Analyseresultaten Wiertsema & Partners.....	25
Bijlagen: kaarten en profielen	26

1 **Introductie**

1.1 Kader

In het kader van grootschalige zandwinning op de Noordzee voert Deltares (in opdracht van Rijkswaterstaat Noord-Holland en Stichting La Mer) onderzoek uit naar de mogelijke gevolgen van het opwerpen van fijn slib tijdens baggerwerkzaamheden.

Eén van de onzekerheden bij dit onderzoek is het vermogen van de waterbodem om als buffer voor fijn slib te fungeren. Om dit vermogen in beeld te brengen, is een monitoringscampagne opgestart waarmee de variatie in het slibgehalte over een jaar wordt gemeten. Hierbij worden zowel metingen gedaan van het slibgehalte in de waterkolom (zwevend slib) als metingen aan de waterbodem.

Met het Medusa systeem kan het slibgehalte in de waterbodem in kaart worden gebracht. Hiermee is het mogelijk om in één dag het gehalte slib over een geheel profiel continu in kaart te brengen. Met meerdere metingen kan de variatie in het slibgehalte worden gemeten.

Voor dit monitoringsproject zijn in eerste instantie 3 metingen voorzien. Dit verslag bespreekt het veldwerk en de eerste resultaten van de eerste meting van 15 en 16 september 2009. In december zal nog een tweede meetsessie volgen.

Dit verslag heeft tot doel om weer te geven wat er gemeten is en welke apparatuur is gebruikt. Daarnaast bevat dit verslag de profielen en kaarten van bodemsamenstelling.

Na de volgende metingen zal worden ingegaan op de veranderingen die tussen de metingen zijn opgetreden in met name slibgehalte en korrelgrootte.

1.2 Locatie

Het onderzoek is uitgevoerd langs een 3-tal trajecten voor de kust van Egmond en Petten (Figuur 1). Traject A1-A2 loopt dwars op de kust ter hoogte van Bergen aan Zee. Traject C1-C2 loopt dwars op de kust ter hoogte van Egmond. Traject B1-B2 verbindt beide kustdwarse-lijnen op ongeveer 10 km uit de kust.



Figuur 1: overzicht van de onderzoeklijnen. De metingen zijn uitgevoerd vanuit Den Helder.

1.3 Onderzoeksvragen

Tijdens de monitoring is onderzoek uitgevoerd naar:

- Variatie en absolute waarden langs een lijn in het slibgehalte (korrelgrootte fractie <math>< 63 \mu\text{m}</math>)
- Variatie langs een lijn van bodemruwheid (indicator voor het voorkomen van schelpen)
- Variatie en absolute waarden langs een lijn in bodemligging
- Puntmeting van korrelgrootte
- Puntmeting van de dichtheid en voorkomen van schelpdieren (met name *Ensis americanus*)

2 Veldwerk

2.1 Gebruikte meetsystemen

2.1.1. Medusa

De gegevens zijn verzameld door het Medusa meetsysteem achter het betonningsvaartuig de Rotterdam over de bodem te laten slepen.



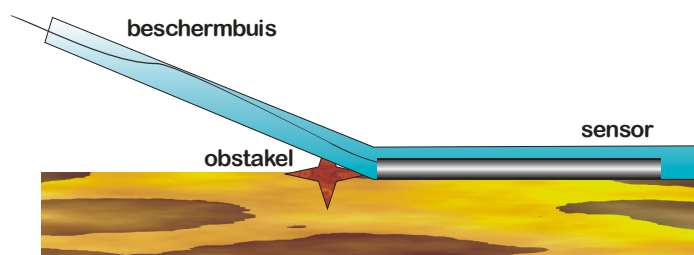
Figuur 2: betonningsvaartuig de Rotterdam in Den Helder.

Het Medusa meetsysteem bestaat uit een sonde waarin een aantal sensoren zijn gecombineerd. De Medusa sensor meet de natuurlijke radioactiviteit (total counts) van een aantal elementen die in de bodem voorkomen (40-Kalium, 238-Uranium, 232-Thorium en 137-Cesium). Hiermee kan de samenstelling van de bodem bepaald worden.



Figuur 3: kabelhaspel en lier van het Medusa-systeem. De kabel loopt via achtersteven overboord.

De ruwheid van de bodem met een trillingssensor die geluidssignalen registreert. Deze trillingssensor bestaat uit een speciale microfoon, die het wrijvingsgeluid registreert dat wordt geproduceerd als de meetbuis over de waterbodem wordt geslept. De geluidssensor is primair bedoeld als controle, om te zien of het systeem over de bodem sleept en niet in het water zweeft. Echter, naast deze controlefunctie geeft het signaal heel duidelijk aan wanneer het systeem over obstakels en dergelijke getrokken wordt. Wanneer de meetbuis over een obstakel glijdt, zal dit leiden tot een min of meer harde knal (zie figuur 4). Deze ‘knallen’ worden geregistreerd en aan een positie gekoppeld door middel van GPS. Met deze methode wordt een tweedimensionale kaart gemaakt van de ruwheid van de toplaag van de waterbodem. Deze ruwheid kan duiden op de aanwezigheid van objecten op de bodem.



Figuur 4: ‘Artist impression’ van de Medusa sensor die op een obstakel (puin) ‘botst’.

Het Medusa systeem bevat een druksensor om de waterdiepte te meten. Het systeem sleept over de bodem en blijft op de overgang van water naar de waterbodem (met een dichtheid van $1,2 \text{ ton/m}^3$) drijven. De hoogteligging van deze overgang wordt bepaald door op de overgang met een zeer nauwkeurige waterdrukmeter de hoogte van de waterkolom te bepalen. Deze hoogte wordt vervolgens omgerekend naar waterdiepte t.o.v. NAP. Met de dieptesensor wordt de waterdiepte als het ware bepaald door ‘omhoog te kijken’. Dit heeft als belangrijk voordeel dat geen ingewikkelde *heave*, *pitch* en *roll* correcties nodig zijn, zoals bij gangbare akoestische methoden. Daarnaast is de sensor ongevoelig voor

variaties in geluidssnelheid door saliniteit en temperatuursgradiënten (zoals akoestische methoden), of voor variërend geleidingsvermogen (zoals grondradar).

De nauwkeurigheid van de Medusa dieptesensor bedraagt 2 % van het maximale bereik van de dieptesensor (J.A. Hin 2006).

2.2 Verslag en uitvoering van het veldwerk

Het schip de Rotterdam is op maandagmorgen 14 september vertrokken vanuit de thuishaven Rozenburg en is aan het eind van de middag in Den Helder aangekomen. In Den Helder is vervolgens 's avonds alle apparatuur zoals kabelhaspel, lier, Boxcorer, benodigdheden voor het bemonsteren, zeeftafel en vrieskist aan boord geïnstalleerd.

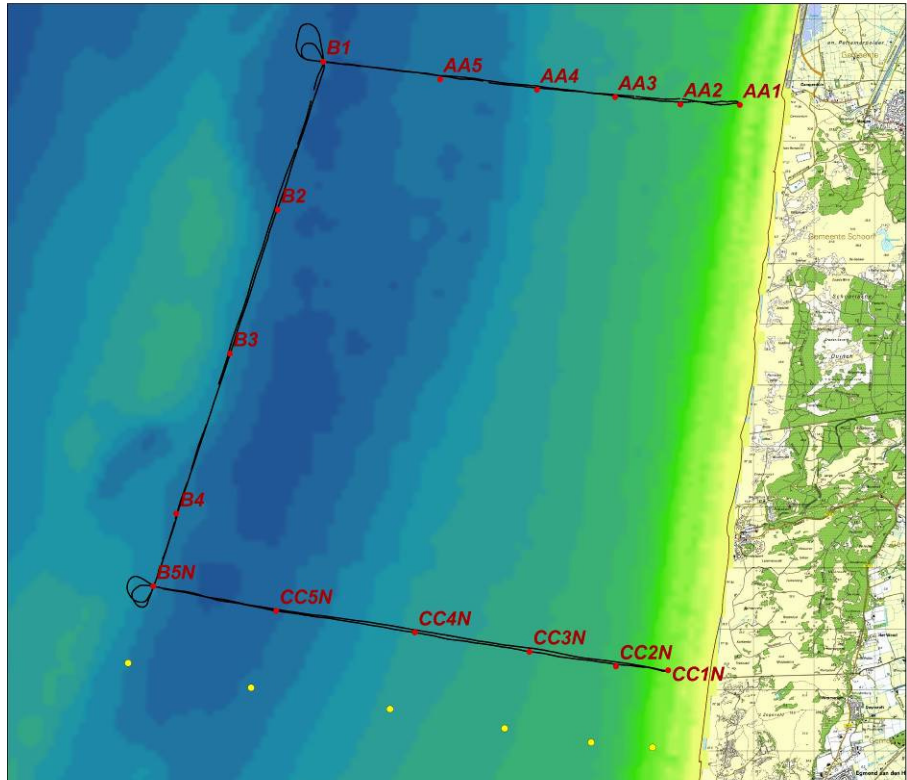
De eerste meting heeft plaatsgevonden op dinsdag 15 september. Naast de Medusa metingen zijn er ook metingen uitgevoerd door Deltares met een troebelheidsmeter. Dit apparaat (meetvis) wordt gelijktijdig met de Medusa-meting aan de zijkant van het schip overboord gezet, om op een vaste diepte boven de waterbodem directe metingen uit te voeren naar het slibgehalte, zoutgehalte en temperatuur in de waterkolom. Op de monsterlocaties zijn naast boxcores ook verticaalmetingen met de meetvis van Deltares uitgevoerd, en zijn door Deltares op verschillende dieptes nog een aantal watermonsters genomen.

Dinsdagmorgen is vertrokken naar de meetlocatie voor de kust van Petten/Egmond. Allereerst is gevaren naar de locatie AA1. Op deze locatie is begonnen met de metingen met Medusa en de meetvis. Met een snelheid van ca. 3 knopen (ca. 5.5 km/h) is vervolgens langs de A-track, B-track en C-track naar het eindpunt CC1 gevaren. Vanwege de afstand tussen het schip en de positie van de Medusa-sensor (ca 200 meter kabel), zijn de bochten ruim genomen zodat de tracks volledig van knooppunt tot knooppunt gemeten zijn. In figuur 5 zijn de gevaren lijnen en de vaarlijn in de bochten nabij B1 en B5 goed te zien.

De oorspronkelijke ligging van Track C en bijbehorende monsterlocaties bleken na bestudering van de zeekaarten precies samen te vallen met een gebied met veel kabels en leidingen. Hierbij lagen enkele kabels en leidingen evenwijdig en op geringe afstand van de track. In overleg is besloten, vanwege mogelijke dekking met balastmateriaal en of andere effecten t.a.v. bodemsamenstelling, om de track ca. 1 km. naar het noorden te verplaatsten. In figuur 5 is de geplande track nog zichtbaar aan de hand van de gele punten van de oorspronkelijke monsterlocaties.

Tabel 1: gebruikte meetsystemen tijdens de kartering.

Meetsysteem	Serienummer	Omschrijving
Medusa detector	1409005c	
	SSU-472	CsI-opnemer van gammastraling+ gekalibreerde 6 bar drukopnemer + digitaal instelbare trillingssensor
GPS	Trimble AGPS 124	DGPS sensor



Figuur 5: gevaren lijnen en monsterlocaties. De gele punten zijn de oorspronkelijke monsterlocaties.

Aankomende tijdens de eerste meetdag op locatie CC1 is de Medusa-sensor en Meetvis van Deltares naar binnen gehaald en is begonnen met de bemonstering met de Boxcorer en de verticaalmetingen met de meetvis. Hierbij zijn de volgende locaties bemonsterd:

- CC1N
- CC2N
- CC3N
- CC4N
- CC5N
- B5N
- AA1
- AA3

Na monsternamen van AA3 is teruggevaaren naar de haven van IJmuiden. De volgende dag (16 september) is begonnen met de overige monsterlocaties waarbij de volgende volgorde is aangehouden:

- B4
- B3
- B2
- B1
- AA5
- AA4
- AA2

De boxcorer bleek aan de onderkant enigszins te lekken. De eerste monsternaming ging redelijk goed, hier kon het water nog goed worden afgeheveld. Bij monster AA3 en CC4N van de eerste serie en B1 t/m AA2 van de tweede serie spoelde nagenoeg al het water via een lek aan de onderkant van de boxcorer weg en was afhevelen niet nodig. Mogelijk dat hiermee een deel van het bovenliggende slib is weggespoeld. De bemonstering van het sediment heeft aan de *niet-verstoorde* kant in de boxcorer plaatsgevonden. Hier kon voldoende materiaal worden verzameld en leek het oppervlak van bodemhap niet verstoord door het lekken.

Van elke bodemhap is ca. 2 liter sediment genomen, gemengd en in 2 verschillende monsterpotten gedaan. 1 voor de korrelgrootteanalyse en 1 voor de Medusa-analyse. Het monster voor de korrelgrootteanalyse is vervolgens in het laboratorium verdeeld in 1 monster voor het laboratorium van Wiertsema & Partners (klassieke korrelgrootteanalyse) en 1 monster voor het laboratorium van TNO (Malvern laser diffractie korrelgrootteanalyse).

Van de monsters is in het veld een ruwe beschrijving van het sediment en korrelgrootte gemaakt en zijn de aanwezige levende schelpen aangegeven (zie tabel 2). Het overgebleven deel van de bodemhap is vervolgens over een zeef met diameter van 2 mm monster gestort waarbij het zand en slib is weggespoeld en de levende schelpen zijn verzameld en ingevroren. De aanwezige levende bodemfauna is beschreven in de veldwaarnemingen. Na afloop van het project wordt het ingevroren materiaal overgedragen aan het NIOZ voor nadere inventarisatie.



Figuur 6: de Boxcorer wordt overboord gezet.

De weersomstandigheden tijdens de metingen waren over het algemeen goed. Het was droog, goed zicht en een temperatuur van ca. 16 graden. De metingen zijn uitgevoerd in de kustzone, waardoor er op alle meetdagen wel een zeker deining stond. Golfhoogte was maximaal ca. 1.5 meter. De metingen bij Petten en Egmond werden uitgevoerd met een windkracht van maximaal 4-5 bft. Met een wind uit meest noordoostelijke richting kon hier redelijk in de beschutting van de kust worden gewerkt.

Tabel 2: veldwaarnemingen per monsterlocatie

Code	Latitude	Longitude	x-rd	y-rd	Dpt	Monster beschrijving	Bodemfauna
CC1	52°38.4513'N	4°36.7757'E	102591	517320	6.8	Zand beige/grijs, zwak slibhoudend, 210 µm, goed gesorteerd, goed afgerond, veel schelpgruis	geen levende schelpen of ander fauna
CC2	52°38.4811'N	4°36.0116'E	101730	517385	14.1	Zand beige/zwart, matig slibhoudend, 220 µm matig gesorteerd, goed afgerond, veel schelpgruis	Lanice, krab, Ensis-toppen
CC3	52°38.6029'N	4°34.7456'E	100304	517626	16.3	Zand beige, zwak slibhoudend, 180 µm matig gesorteerd, goed afgerond, veel schelpgruis en doppen	Lanice, zeeklitten, Ensis
CC4	52°38.7605'N	4°33.0655'E	98413	517940	19.1	Zand beige, zwak slibhoudend, 300 µm, goed gesorteerd, matig afgerond, veel schelpgruis. <i>Heeft gelekt</i>	veel Lanice, Anemoon, enkel klein ensis
CC5	52°38.9378'N	4°31.0345'E	96126	518296	20.1	Zand beige, zwak slibhoudend, 240 µm matig gesorteerd, goed afgerond, veel schelpgruis	veel lanice veel zeeklitten
B5N	52°39.1426'N	4°29.2349'E	94101	518701	18.9	Zand beige, zwak slibhoudend, 320 µm matig gesorteerd, slecht afgerond, schelpgruis	geen levende schelpen of ander fauna
AA1	52°43.4590'N	4°37.7380'E	103774	526595	4.8	Zand beige, zwak slibhoudend, 220 µm goed gesorteerd, goed afgerond, veel fijn schelpgruis	sporadisch Lanice, geen levende schelpen
AA3	52°43.5170'N	4°35.9080'E	101715	526725	12.8	Zand beige/zwart, matig-sterk slibhoudend, 140 µm matig gesorteerd, goed afgerond, veel schelpgruis, <i>Heeft gelekt</i>	veel kleine Ensis (toppen), weinig Lanice, Gastropode
B4	52°39.7870'N	4°29.5600'E	94482	519891	17.1	Zand beige, zwak slibhoudend, 350 µm matig gesorteerd, matig-slecht afgerond, veel schelpgruis, schelpfragmenten	Lanice, zeeklitten
B3	52°41.2090'N	4°30.3130'E	95363	522518	18.6	Zand beige, zwak slibhoudend, 350 µm matig gesorteerd, slecht afgerond, veel schelpgruis, enkel steentje (ca 1.5 cm)	Lanice, zeeklitten
B2	52°42.4850'N	4°30.9870'E	96151	524875	20.2	Zand beige, zwak slibhoudend, 350 µm matig gesorteerd, slecht afgerond, veel schelpgruis	geen levende schelpen of ander fauna
B1	52°43.8010'N	4°31.6270'E	96901	527307	19.8	Zand beige, zwak slibhoudend, 280 µm matig gesorteerd, matig afgerond, schelpgruis, <i>Heeft gelekt</i>	geen levende schelpen of ander fauna
AA5	52°43.6570'N	4°33.3440'E	98831	527017	18.8	Zand beige, zwak-matig slibhoudend, 250 µm matig gesorteerd, matig afgerond, schelpgruis, <i>Heeft gelekt</i>	veel zeeklitten, goudkammetje, veel Lanice, enkele zeesterren, veel schelpen
AA4	52°43.5730'N	4°34.7640'E	100428	526843	15.6	Zand beige/grijs, matig slibhoudend, 220 µm matig-slecht gesorteerd, goed-matig afgerond, veel schelpgruis, <i>Heeft gelekt</i>	veel Lanice, veel zeeklitten, enkele schelpen
AA2	52°43.4600'N	4°36.8680'E	102795	526608	10.9	Zand beige/grijs, zwak slibhoudend, 320 µm matig gesorteerd, matig afgerond, veel schelpgruis, <i>Heeft gelekt</i>	veel complete schelpendoppen, veel kleine ensis, enkele Lanice

3 Resultaten monsteranalyses en ijking

3.1 Monsteranalyses

Na monsternamen zijn de sedimentmonsters opgedeeld in drie delen: van 15 monsters zijn 2 delen gebruikt voor analyse van de korrelgrootte (uitgevoerd door de laboratoria van TNO en van Wiertsema & Partners) en het derde deel is bemeaten op de concentratie van de van nature voorkomende radionucliden. In tabel 3 is aangegeven welke nummering door de laboratoria is gebruikt.

Tabel 3. Omnummeringstabel

Medusa-nummer	Deltares nummer	TNO Malvern analyses	Wiertsema & Partners Korrelgrootteanalyses
2009P260M001	CC1	2009291001	1
2009P260M002	CC2	2009291002	2
2009P260M003	CC3	2009291003	3
2009P260M004	CC4	2009291004	4
2009P260M005	CC5	2009291005	5
2009P260M006	B5N	2009291006	6
2009P260M007	AA1	2009291007	7
2009P260M008	AA3	2009291008	8
2009P260M009	B4	2009291009	9
2009P260M010	B3	2009291010	10
2009P260M011	B2	2009291011	11
2009P260M012	B1	2009291012	12
2009P260M013	AA5	2009291013	13
2009P260M014	AA4	2009291014	14
2009P260M015	AA2	2009291015	15

3.1.1. Radiometrische metingen Medusa

De radiometrische metingen zijn uitgevoerd op de monsters in de laboratoriumopstelling bij Medusa Explorations BV. Onder gecontroleerde en afgeschermd (loodkasteel) omstandigheden is hier de totale activiteit van het monster bepaald. Hiervoor zijn de natte monsters overgebracht naar een marinellibeker. De totale activiteiten van de nucliden zijn bepaald met behulp van full spectrum deconvolutie (Hendriks 2001) op het gemeten signaal.

De activiteitsconcentraties zijn vervolgens bepaald door de gemeten activiteit te delen door de massa van het monster en het droge stof percentage. Het droge stof percentage is bepaald door het vochtverlies in 6 uur op een temperatuur van 130°C te meten. Omdat de monsters nat gemeten zijn, wordt aangenomen dat seculair evenwicht voor de uraniumreeks is ingesteld¹.

¹ In droge monsters zal radon (een vervalproduct uit de uraniumreeks) ontsnappen uit het sedimentmonster. In een nat monster zal, door de geringe vrije weglengte van radon in water, de uraniumreeks in evenwicht zijn. In feite worden de sedimentmonsters zo in overeenstemming met de situatie in de waterbodem gemeten.

In tabel 4 staan de totale activiteiten per nuclide weergegeven. Ook staan hierin de op basis van de ijklijnen berekende waarden voor de D50 en het slibgehalte (zie paragraaf 3.2)

Tabel 4: Nuclide concentraties, mediane korrelgrootte (D50) en slibgehalte.

Project- nr Deltares	40- Kalium	238- Uraan	232- Thorium	137- Cesium	TNO		Wiertsema & partners		D50 o.b.v. Ijklijn (TNO)	Slibgehalte o.b.v. Ijklijn (W&P)
	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	D50 um	< 63 um %	D50 um	< 63 um %		
CC1	177.94	5.58	6.02	0.61	250	0.01	198	1	252	0.0
CC2	212.33	15.34	16.84	1.38	221	1.74	172	1.8	212	14.2
CC3	290.31	8.92	10.52	0.84	242	1.73	197	2.3	247	0.0
CC4	261.59	11.79	13.73	0.96	231	0.01	189	1.1	227	5.1
CC5	273.97	10.22	11.47	0.88	228	0.18	183	1.5	238	0.0
B5N	246.7	6	5.57	0.59	294	0	229	1.3	287	0.0
AA1	262.65	8.07	8.34	1	242	0.02	202	1.1	257	0.9
AA3	282.29	11.64	10.72	1.47	207	5.46	164	8.2	244	7.4
B4	242.93	5.96	5.29	0.68	291	0	227	1.3	291	0.0
B3	240.92	5.75	6.1	0.4	278	0	221	1.1	276	0.0
B2	261.83	6.63	5.55	0.6	268	0	214	0.8	294	0.0
B1	233.85	6.66	7.65	0.7	264	0	211	1	254	0.0
AA5	218.74	5.79	6.77	0.66	233	0.12	189	1.7	258	0.0
AA4	233.97	9	10.7	1.14	220	3.45	176	3.2	234	7.3
AA2	120.04	5.4	5.24	0.5	324	0.3	272	1.4	236	0.0

3.1.2. Korrelgrootteanalyse TNO

De korrelgrootteanalyses bij TNO zijn uitgevoerd met een Malvern Particle sizer, gebaseerd op laserdiffractie. Laserdiffractie (ook wel statische lichtverstrooiing of voorwaartse lichtverstrooiing) meet het verstrooiingspatroon verkregen door het beschijnen van deeltjes met een laserstraal. Het verkregen verstrooiingspatroon via zo'n deeltjesanalyse bevat informatie over deeltjesgrootte en de korrelgrootteverdeling. De korrelgrootte en deeltjesgrootteverdeling kan worden bepaald in een groot dynamisch bereik van diameters van ca. 0,02 tot 2.000 micrometer. Voor de meting is uitgevoerd, zijn de monsters ontdaan van het aanwezige kalk (schelpen) en het organisch materiaal.

Bijlage 1 bevat de analyseresultaten van het korrelgrootteanalyse van TNO.

In tabel 4 staan de mediane korrelgrootte en het slibgehalte aangegeven.

In verschillende studies worden bij vergelijkingen tussen laser-diffractie en andere methoden (zoals pipetteren) overschattingen van de deeltjesgrootte waargenomen van met name de kleinere fracties (<50 µm) (Konert, 1997, Zonneveld, 1994). Daarnaast is het type sediment (korrelvorm) bij de laser-diffractiemethode ook nog van invloed op de bepaling van de deeltjesgrootte (Buurman et al., 2001).

3.1.3. Korrelgrootteanalyse Wiertsema & Partners

De korrelgrootteanalyses bij het laboratorium van Wiertsema & Partners is op de klassieke manier middels zeven uitgevoerd.

De fijne fractie (< 35 µm) is middels een zgn. sedigraaf bepaald. Het principe wordt sinds 1967 toegepast en geeft betrouwbare en herhaalbare resultaten. Deze techniek maakt net zoals bij het pipetteren gebruik van het sedimentatieprincipe volgens de wet van Stokes.

De korrelgrootteverdeling wordt hierbij bepaald door gebruik te maken van röntgenstraling. Door de intensiteit van de doorgelaten röntgenstraling (relatieve absorptie) op verschillende plaatsen en op verschillende tijdstippen te meten, wordt een beeld verkregen van de korrelgrootteverdeling. Het principe is dus gebaseerd op valsnelheden van de deeltjes. De valsnelheid is afhankelijk van de grootte van het deeltjes, dichtheid van het materiaal, dichtheid en viscositeit van de vloeistof. De sedigraaf gebruikt een set van parallelle röntgenstralen om veranderingen in zwevende stof concentraties te meten tijdens het bezinken (settling) van de deeltjes. Op deze wijze wordt een verdeling van de fijne fractie verkregen. Vergelijking met andere methoden laat de sedigraaf over het algemeen goede correlaties zien (Webb, 2004, Welch, 1979).

Voor de meting is uitgevoerd, zijn de monsters ontdaan van het aanwezige kalk (schelpen) en het organisch materiaal.

Bijlage 2 bevat de analyseresultaten van het korrelgrootteanalyse van Wiertsema & partners.

In tabel 4 staan de mediane korrelgrootte en het slibgehalte aangegeven

3.1.4. Verschillen tussen de korrelgrootteanalyses TNO en Wiertsema & Partners

Bij bestudering van de resultaten van de korrelgrootteanalyses van de beide laboratoria is een duidelijk verschil te zien. Uiteraard heeft de gehanteerde methode van laboratoriumanalyse invloed op de resultaten. Goed te zien is het verschil in de korrelgrootteverdeling. Gemiddeld ligt de mediane korrelgrootte van de analyses bij TNO m.b.v. de Malvern particle sizer ca 50 µm hoger dan de analyses bij Wiertsema & Partners. Het slibgehalte bepaald met de Malvern Particle sizer van TNO ligt gemiddeld 1.1% punt lager dan bij de bepaling van het slibgehalte m.b.v. de Sedigraaf van Wiertsema & Partners.

Welke methode het meest betrouwbaar wordt geacht is niet goed te bepalen omdat het 2 verschillende technieken betreft. Bekend is dat de Malvern particle sizer afhankelijk van de vorm van de deeltjes een overschatting laat zien van de deeltjesgrootte met name in de fijne fracties (< 50 µm). Hierom is in dit stadium van het onderzoek ervoor gekozen om de ijking uit te voeren op de resultaten van de analyses met de Sedigraaf. In het vervolg van het onderzoek zullen ook een aantal duplomonsters worden ingezet bij de laboratoria om de herhaalbaarheid van de meting te toetsen.

3.2 Kalibratie van de Medusa metingen

Het Medusa systeem is een geochemisch meetsysteem ontwikkeld voor de bepaling van textuur, korrelgrootte en chemische samenstelling van de toplaag (bovenste 50 cm) van de bodem. De Medusa sensor meet de (van nature voorkomende) radioactieve straling uit de grond. Deze straling is afkomstig van langlevende isotopen van kalium (⁴⁰K), uranium (²³⁸U) en thorium (²³²Th). Daarnaast zijn er zeer lage concentraties cesium (¹³⁷Cs) in de grond aanwezig uit de fall-out ten gevolge van het ongeluk met de nucleaire reactor in Chernobyl (1986) en de bovengrondse kernproeven in de vroege jaren '60 van de vorige eeuw.

De door Medusa gebruikte methode wordt ook wel *spectraal gamma* genoemd en wordt veel gebruikt in boorgatmetingen en geologische exploratie vanuit de lucht.

Uit eerder onderzoek (zie bijvoorbeeld: de Meijer, de Meijer, Put et al. 1988) is gebleken dat verschillende mineralen en bodemtypen kunnen worden

onderscheiden doordat ze verschillen in concentraties ^{40}K , ^{238}U en ^{232}Th . Dit verschijnsel noemt men de 'radiometrische vingerafdruk'² van een mineraal. De mate waarin de mineralen verschillen, is afhankelijk van het soort mineraal (kleimineralen zijn anders dan zinkerts), van de afkomst (graniet uit de Alpen is anders dan Schots graniet) en van de ouderdom (erosie van mineralen leidt onder meer tot het uitwassen van radioactieve isotopen).

De fingerprint van een mineraal kan in het lab worden bepaald door onder gecontroleerde omstandigheden in een monster de concentraties ^{40}K , ^{238}U en ^{232}Th te bepalen. Tegelijk kunnen van hetzelfde monster ook andere eigenschappen worden bepaald (bijvoorbeeld de textuur). In veel gevallen blijkt er een relatie te bestaan tussen één of meer van de radioactieve stofconcentraties en één (of meer) van de textuur- of chemische eigenschappen van het monster. Als zo'n relatie ook bestaat voor een *verzameling* monsters uit een gebied, kan een ijklijn worden bepaald. Zo'n ijklijn beschrijft dan de vertaling van de radiometrische data naar de gewenste bodemeigenschap (textuur of chemie). Uit eerder onderzoek (van Wijngaarden, Venema et al. 2002) is gebleken dat de concentraties kalium en thorium bepaald worden door het klei- en zandgehalte (Medusa 2003) in de waterbodem.

3.2.1. Slibgehalte

Om de radiometrische gemeten waarden te kunnen vertalen naar fysische parameters als slibgehalte en korrelgrootte zijn ijklijnen opgesteld waarbij de metingen van het slibgehalte zijn vergeleken met de concentraties van thorium en kalium.

Hierbij zijn de analyseresultaten van Wiertsema & Partners gebruikt voor de ijking. Dit omdat het verschil tussen de analyses van Wiertsema & Partners en TNO systematisch van elkaar verschillen en niet gezamenlijk kunnen worden gebruikt. De resultaten van de deeltjesgrootte analyse m.b.v. de Sedigraaf van Wiertsema & Partners lijken hierbij meer betrouwbaar te zijn dan die van TNO.

Vanwege het geringe aantal monsters en vooral het geringe bereik van de slibgehalten (het maximum slibgehalte in de monsters is 6%), zijn bij het opstellen van de ijklijnen ook monsters gebruikt van eerdere studies. In figuur 7 is de relatie tussen de Thorium en slibgehalten met monsters van eerdere studies geplot.

Deze analyse laat zien dat:

- Er een correlatie is tussen slibgehalte en radiometrie.
- Een aantal monsters (monsters CC2, CC3 CC4 en CC5) afwijken van de trend. Deze monsters bevatten lage slibgehaltenes, maar hebben thorium en kalium gehalten die duiden op een hogere concentratie. Deze 4 monsters zijn ruimtelijk gecorreleerd, ze komen allen op profiel C voor. Mogelijk ligt hier sediment met afwijkende mineralogische eigenschappen, bijvoorbeeld slib afkomstig van een verspreidingslocatie of zand afkomstig van een suppletie.
- Voor monsters waar geen slib in is gemeten, spreiden de thorium waarden tussen 5 en 8 Bq/kg, de kalium waarden spreiden tussen 125 en 205 Bq/kg. Het feit dat de kalium waarden sterk variëren, kan verklaard worden door een verband tussen korrelgrootte en de concentratie kalium. De spreiding in de thoriumconcentratie is afkomstig door heterogeniteit binnen de zandfractie.

Om de Medusa metingen te vertalen naar slibgehalten is de thoriumconcentratie gebruikt, waarbij de fingerprints van zand en klei ($\text{Th}_{\text{zand}}=8$, $\text{Th}_{\text{klei}}=45$) als eindleden zijn genomen (figuur 7).

² De 'fingerprint' van een mineraal is de concentratievector $[C_K, C_U, C_{Th}]$, waarbij de concentraties C gegeven zijn in Bq/kg DS (Bequerels per kilogram drogestof), waarbij de Bequerel de eenheid van straling is.

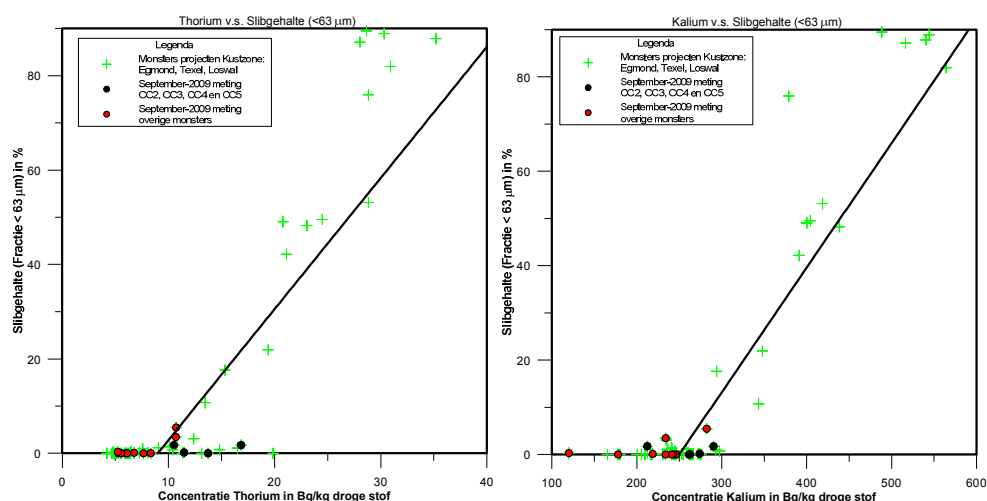
Omdat de metingen op traject C buiten de curves vallen is hiervoor een aparte ijking opgesteld. Voor dit traject zijn andere fingerprints bepaald ($Th_{zand}=12$, $Th_{klei}=46$). Het strekt tot aanbeveling om in het vervolgonderzoek hier in detail naar te kijken.

Voor een bodem waarvan de poriën gevuld zijn met water, geldt dat voor een nuclide N, de gemeten activiteitsconcentratie ($A_{measured}$) een functie is van de fingerprint en de content van elk sedimenttype:

$$\sum C_i \cdot A_{N,i} = A_{N,measured}$$

Uitgewerkt leidt dit tot de volgende vergelijkingen voor slibgehalte:

$$C_{slib} = \frac{A_{Th,measured} - A_{Th,sand}}{A_{Th,slib} - A_{Th,sand}}$$



Figuur 7: ijklijn op basis van de monstern inclusief eerdere studies met materiaal afkomstig uit de Noordzeekustzone (Texel, Egmond en Loswal-Noord).

3.2.2. Korrelgrootte

Uit de resultaten blijkt dat de gemeten concentraties thorium en kalium voor slibarme monstern spreiding vertonen. Deze spreiding is het gevolg van variaties in korrelgrootte van de zandfractie (zie ook Koomans, 2000). De gemeten concentraties van thorium en kalium worden bepaald door variaties in:

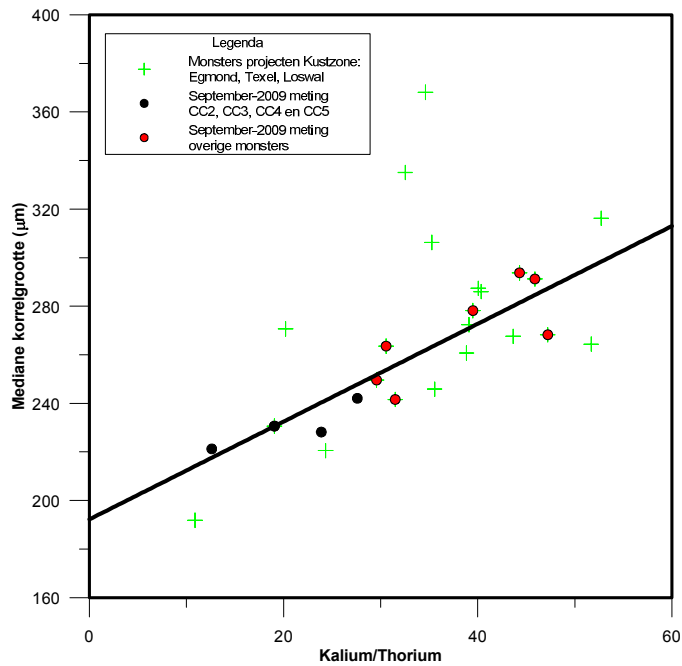
- minerale samenstelling van het zand (en variaties daarin, bijvoorbeeld aanwezigheid zware mineralen, veranderingen kalium veldspaat gehalte).
- minerale samenstelling klei.

Voor korrelgroottevariaties in een zandrijk sediment, kunnen de concentraties thorium en kalium worden gebruikt om de mediane korrelgrootte te bepalen. Hierbij is de verhouding kalium/thorium gebruikt als voorspeller voor de korrelgroottefractie (zie figuur 8).

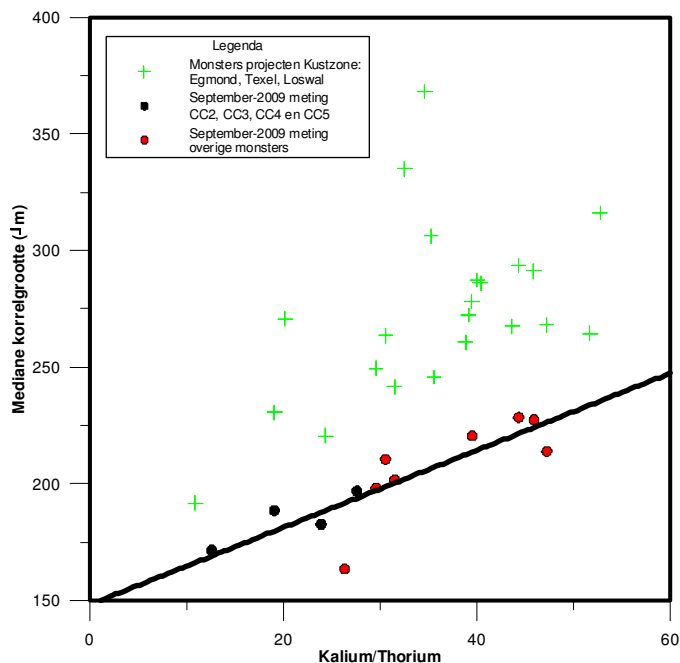
Hierbij zijn de analysesresultaten van TNO gebruikt voor de ijking. Dit omdat het verschil tussen de analyses van Wiertsema & Partners en TNO systematisch van elkaar verschillen en de waarden van TNO het dichtst in de buurt komen van eerdere studies in het gebied.

In figuur 8 is de Kalium/Thorium verhouding in de monstern vergeleken met de monstern geanalyseerd met de Malvern Particle Sizer en monstern van eerdere studies. In figuur 9 zijn de monstern geanalyseerd met Malvern vervangen door de monstern geanalyseerd met de Sedigraaf van Wiertsema en Partners. Duidelijk te

zien is dat de met de Malvern geanalyseerde monsters beter passen in het patroon van de eerdere studies.



Figuur 8: mediane korrelgrootte (D50) van de monsters geanalyseerd met de Malvern Particle Sizer en monsters van eerdere studies in relatie tot de Kalium/Thorium verhouding van de monsters.



Figuur 9: mediane korrelgrootte (D50) van de monsters geanalyseerd met de Sedigraaf van Wiertsema en Partners en monsters van eerdere studies in relatie tot de Kalium/Thorium verhouding van de monsters.

3.2.3. Zware mineralen

Zand is een erosieproduct van gesteenten. Bij het afbreken van een gebergte (bijvoorbeeld de Alpen) worden grote rotsblokken vervoerd door ijs, wind en water en bij dit transport worden de gesteenten afgeslepen en opgebroken. De

samenstelling van het gesteente van de Alpen bepaalt dus in grote mate de samenstelling van de zanden die de Nederlandse kust vormen. Deze gesteenten verschillen van ouderdom en zijn op verschillende manieren ontstaan, maar het merendeel van het gesteente bestaat uit kwarts. Een klein percentage van het materiaal bestaat uit kristallen die een grotere dichtheid dan kwarts hebben. Mineralen als zirkoon, monaziet, granaat en epidoot zijn voorbeelden van deze 'zware mineralen'. Zware mineralen hebben vaak een donkere kleur en zijn daardoor als gekleurde strepen op het strand duidelijk zichtbaar. Als gevolg van het grote verschil in dichtheid met gewoon kwartzand, zijn zware mineralen erg goede indicatoren van selectief transport processen .

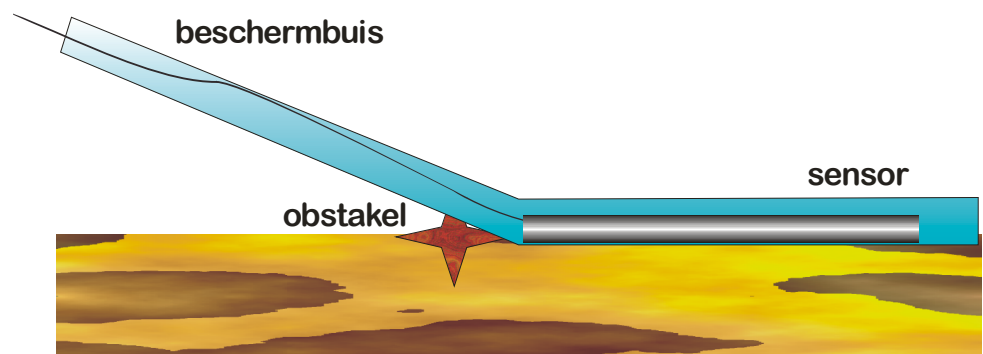
Zware mineralen worden gekenmerkt door hoge concentraties uranium en thorium en lage concentraties kalium (de Meijer et al., 1990). Om de concentratie zware mineralen te bepalen, is een ijking nodig. In deze ijking wordt het MEDUSA signaal met behulp van een 'fingerprint' omgezet naar de zware mineraalfraction (de Meijer et al., 1997). In het onderzoeksgebied zijn geen monsters genomen die geanalyseerd zijn op zware mineralen.

Als gevolg van het grote verschil in dichtheid met gewoon kwartzand, zijn zware mineralen erg goede indicatoren van selectief transport processen: zware mineralen worden vaak geconcentreerd in gebieden waar erosie optreedt of waar de energie van sedimenttransport hoog is. Locaties met verhoogde concentraties zware mineralen duiden dan ook op verhoogde energetische condities.

Op basis van de analyse van de verhouding tussen de Kalium en Thorium concentraties die gebruikt zijn voor het opstellen van de ijklijn voor korrelgrootte lijkt het niet aannemelijk dat de afwijking voor de monsters van CC2, CC3, CC4 en CC5 veroorzaakt worden door zware mineralen. Nader onderzoek en meer monsterinformatie moet hier echter meer informatie over geven.

3.2.4. Bodemruwheid

Eén van de parameters die met het Medusa systeem wordt gemeten is de ruwheid van de waterbodem. In de Medusa buis zit een geluidssensor die de wrijving tussen de bodem en de detector registreert (Figuur 10). Deze geluidsmeting is consistent en herhaalbaar. De resultaten van deze geluidsmetingen worden gebruikt om het gehalte schelpen of de hoeveelheid puin in het sediment in kaart te brengen (Limburg en de Vries, 2003; Oosterhoff et al., 2003).



Figuur 10: de Medusa sensor in de beschermende buis glijdt over een obstakel (bijvoorbeeld schelpen).

Het geluid dat met Medusa gemeten wordt, kan door verschillende bodemvormen en sedimenttypen gegenereerd worden. Het geluid kan een functie zijn van:

- Korrelgrootte van het sediment
- Type sediment (schelpen, zand)
- Afgerondheid sediment (afgerond vs. hoekig)
- Harde objecten (stenen en puin)

- Voorkomen bodemfauna

Men kan het proces dat leidt tot het geluid vergelijken met het aanslaan van bijvoorbeeld een orgelpijp: wanneer de meetbuis over zand (met een oppervlak zonder ribbels) getrokken wordt, zal de 'orgelpijp' een schurend geluid voortbrengen dat intenser wordt naarmate de korrelgrootte van het sediment toeneemt. In proeven (Koomans, 2000) is gebleken dat de intensiteit van het geluid in zulke gevallen schaalt met de mediane korrelgrootte (D50) van het sediment. Tevens blijkt uit de experimenten dat het frequentiespectrum van het geluid *niet* afhangt van de korrelgrootte. Oftewel: verschillen in korrelgrootte leiden wel tot verschil in geluidssterkte, maar niet in verschillende klank. Verder is aangetoond dat de geluidsintensiteit nauwelijks afhangt van de snelheid waarmee de sensor wordt voortgesleept.

In verschillende studies (Limburg en de Vries, 2003; Oosterhoff et al., 2003) is onderzocht in hoeverre de geluidssensor gebruikt kan worden om een kwalitatief en kwantitatief beeld te krijgen van het schelpgehalte en gehalte aan grote objecten in het sediment.

De studies naar het bepalen van het gehalte van puin in het sediment hebben laten zien dat de geluidsintensiteit schaalt met de grootte van het object (zandkorrel, schelp, puinbrok). Lage waarde (<~20%) in de geluidssterkte is het gevolg van korrelgrootte, grote waarden in de geluidssterkte zijn het gevolg van ribbelstructuren, puin en schelpen.

Het Medusa systeem meet de ruwheid van de *toplaag* van het sediment. De bodemruwheid wordt gerapporteerd als percentage van het maximum te meten signaal. Deze waarde is arbitrair en geeft de relatieve variatie in de bodemruwheid weer.

4 Resultaten eerste metingen

Langs de drie trajecten zijn profielen geconstrueerd die inzicht geven in het verloop van de fysische parameters langs het traject, vanaf een fictief nulpunt. In de profielen staan tevens de gegevens van de in de Medusasensor ingebouwde gekalibreerde drukmeter, die de waterdruk of waterdiepte meet. De waterdiepte op basis van de waterdruk is gecorrigeerd voor de actuele waterhoogte c.q. getij. Gegevens van de Rijkswaterstaat meetlocatie van Petten zijn gebruikt om de metingen met de drukmeter te corrigeren met de werkelijk opgetreden waterstanden. Hiermee zijn de dieptes van de drukmeting omgezet in dieptes t.o.v. NAP.

De profielen en kaarten bevinden zich in de bijlagen.

In alle profielen zijn de beide meetlijnen opgenomen. De meting van 15 september is in het rood aangegeven. De meting van 16 september is in het blauw zichtbaar. Van alle individuele meetpunten totaal is een gemiddelde bepaald die in het groen is aangegeven. Deze bevindt zich niet altijd precies tussen de rode en blauwe lijn, omdat het aantal punten dat is gebruikt voor het bepalen van het gemiddelde verschilt. De groene lijn is geen gemiddelde van de 2 lijnen maar van de individuele punten van de 2 metingen samen. De lijnen zijn gemaakt door een running average door de punten te trekken waarbij er over een lengte van 50 individuele meetpunten een gemiddelde wordt berekend en uitgezet. Vervolgens schuift alles 1 punt op en wordt er weer een gemiddelde berekend. Dit langs het totale profiel. Omdat de ligging van de individuele punten langs lijn1 en lijn 2 niet overeen komen, gebruikt de gemiddelde (groene lijn) een andere set punten dus over een andere lengte-eenheid waardoor deze verschilt van het gemiddelde tussen de blauwe en rode lijn en zelfs hoger kan uitkomen.

Op de profielen van de korrelgrootte en het slibgehalte zijn tevens de monsterresultaten van de korrelgrootteanalyses geplott. Voor de vertaling van radionuclide-concentraties naar slibgehaltenes en korrelgroottes zijn de analyseresultaten van TNO gebruikt voor de ijking.

Bodemligging

De bodemligging langs het gemeten traject in het gebied voor de kust van Egmond varieert tussen -5 m tot -21 m -NAP. Langs het profiel van Traject A en C is duidelijk de een versteiling te zien nabij de brandingszone. In de laatste 500 meter voor de kust, neemt de diepte toe van -5 tot -12 m. -NAP. Verderop gaat de diepte vervolgens geleidelijk naar een diepte van -20 meter. Dit geldt zowel voor profiel A als voor profiel C. In beide profielen is nog vaag een brekerbank te zien rondom een afstand van ca 1.8-2.0 km vanaf het nulpunt. In profiel B, de kustparallele strook, varieert de diepte weinig en ligt grotendeels tussen -18 en -21 meter -NAP.

Bodemsamenstelling Profiel A (zie bijlage)

In profiel A is een duidelijke dip in de totale gemeten radioactiviteit (Total Counts) te zien tussen afstand 700 en 2000 meter. Deze dip komt in beide meetdagen duidelijk naar voren. Uit de monsters blijkt dat het slibgehalte hier een stuk lager is en hier sediment ligt, dat duidelijk grover is dan de omgeving. Waarschijnlijk is dit een natuurlijk voorkomen van sediment met een andere samenstelling. Dit wordt nog nader onderzocht. Suppletiezand kan worden uitgesloten: dit ligt te diep.

Tussen 2000 en 5000 meter vertoont het slibgehalte een piek. In dit deel zijn 2 monsters genomen met de hoogst gemeten slibgehaltenes van resp. 5.5% en 3.5% voor de TNO-monsters en 8.2% en 3.2% voor de monsters die bij Wiertsema & Partners zijn geanalyseerd. Deze verhoging is ook terug te zien in de radionuclide analyse. Na 5000 meter daalt het slibgehalte geleidelijk naar lagere waarden van tussen 0-2%.

De mediane korrelgrootte in profiel A laat een trend zien van een lichte vergroving van het sediment in de richting van het diepere deel. Alleen monster AA2 (op ca.1000 meter) wijkt sterk af van de op basis van radionuclide bepaalde mediane korrelgrootte. Mogelijk dat de bodemsamenstelling hier lokaal sterk varieert.

Bodemsamenstelling Profiel B (zie bijlage)

Profiel B kenmerkt zich door de geringe variatie in alle parameter. Het profiel loopt van Noord naar Zuid, waarbij het fictief nulpunt aan de noordkant ligt. De mediane korrelgrootte lijkt lichtelijk iets op te lopen in zuidelijke richting (van ca 260 μm naar 290 μm (TNO). Deze trend is zowel in de Medusa meting als in de monsteranalyses zichtbaar. Het slibgehalte ligt laag. De monsters van TNO geven in alle monsters slibgehaltenes van 0%. In de monsters die zijn geanalyseerd door Wiertsema en partners ligt het slibgehalte tussen 0.8 en 1.3%. Ook laat het slibgehalte op basis van de radionucliden concentraties slibgehaltenes zien variërend tussen 0 en 2 %.

Bodemsamenstelling Profiel C (zie bijlage)

De mediane korrelgrootte langs het traject van profiel C varieert tussen 221 en 294 μm (TNO). De berekende waarde van de mediane korrelgrootte op basis van de radionuclideconcentraties correleert goed met de monsterresultaten. Op het profiel is te zien dat er rond 1750 m. een vergroving is te zien dat ongeveer samenvalt met een lichte verondieping. Waarschijnlijk ligt hier nog een kleine brekerbank waar een grotere dynamiek aan de bodem aanwezig is. In zeewaartse richting neemt tussen 7 en 9 km vanaf het nulpunt de korrelgrootte toe.

Het berekende slibgehalte op basis van radionuclide is verhoogd t.o.v. de analyses van de monsters. Mogelijk dat de fingerprint hier anders is door een andere mineralogische samenstelling van het sediment. Op basis van de verhoudingen tussen de radionucliden kan dit niet alleen toegeschreven worden aan het voorkomen van zware mineralen. Een mogelijke oorzaak hiervoor kan het voorkomen van diepere sliblagen die niet in de boxcorer worden aangetroffen. Er zijn geologische aanwijzingen voor het voorkomen van kleilaagjes in de ondiepe ondergrond. Daarnaast zou een stort van baggerspecie uit de haven van IJmuiden die verrijkt is aan slakken van de hoogovens, waardoor de nuclide-concentraties hoger zijn dan verwacht, een mogelijke oorzaak kunnen zijn.

De Medusa-metingen zijn moeilijk te correleren met de gemeten slibgehaltenes. Er is voor dit deel van het traject een andere ijklijn opgesteld. Nadere analyse en nieuwe monsteranalyses in de 2^{de} en 3^{de} meetsessie kunnen hiervoor nog extra gegevens leveren, waardoor de ijking beter kan worden uitgevoerd. In het eindrapport wordt hierop teruggekomen.

Bodemruwheid

In de bijlage is nog een profiel en kaart opgenomen met de ruwheid van de bodem op basis van de geluidsmetingen. Hierop is duidelijk een zone te zien met hoge ruwheid in het gebied tussen 1 en 2 km vanaf het nulpunt. Daarnaast is er verderop in het profiel in een kustparallele zone tussen 4 en 7 km zichtbaar met een verhoging in de bodemruwheid. Het gehalte aan schelpen is hier waarschijnlijk hoog, wat ook blijkt ook uit de monsters. De ruwheid neemt af richting meer dieper water.

5 Referenties

- Buurman, P., Th. Pape, J.A. Reijneveld, F. de Jong and E. van Gelder 2001. Laser-diffraction and pipette-method grain sizing of Dutch sediments: correlations for fine fractions of marine, fluvial, and loess samples. *Geologie en Mijnbouw* 80 (2): 49-57 (2001)
- Buchan, G.D., K. S. Grewal, J. J. Claydon, Robin J. McPherson 1993. A Comparison of SediGraph and Pipette Methods for Soil Particle-Size Analysis. , *Aust. J. Soil Res.*, 1993, 31, 407-17
- de Meijer, R. J., L. W. Put, et al. (1988). "Provenance of coastal sediments using natural radioactivity of heavy mineral sands." *Rad. Protection Dos.* **24**: 55-58.
- Hendriks, P. H. G. M., Limburg, J., de Meijer, R.J. (2001). "Full-spectrum analysis of natural gamma-ray spectra." *Journal of Environmental Radioactivity* **53**: 365-380.
- J.A. Hin, J. H. F., J. Wanders (2006). Inventarisatie methoden voor het bepalen van baggervolumes. Utrecht, Stowa: 58.
- Konert, M. & Vandenberghe, J., "Comparison of laser grain size analysis with pipette and sieve analysis: a solution for the underestimation of the clay fraction," *Sedimentology*, 1997, 523-535.
- Medusa (2003). Medusa innovatie notitie 8, Medusa fingerprint methode. Groningen, Medusa Explorations BV.
- van Wijngaarden, M., L. B. Venema, et al. (2002). "Radiometric sand-mud characterisation in the Rhine-Meuse estuary Part A. Fingerprinting." *Geomorphology* **43**: 87-101.
- de Meijer, R.J., Lesscher, H.M.E., Schuiling, R.D. en Elburg, R.D. 1990. Estimate of the Heavy Mineral Content in Sand and its Provenance by Radiometric Methods. *Nuclear Geophysics*, 4: 455-460.
- de Meijer, R.J., Stapel, C., Jones, D.G., Roberts, P.D., Rozendaal, A. en Macdonald, W.G. 1997. Improved and New Uses of Natural Radioactivity in Mineral Exploration and Processing. *Exploration Mining Geology*, 6: 105-117.
- Koomans, R.L. 2000. Sand in motion: effects of density and grain size. Phd thesis, RUG, Groningen, 218 pp.
- Limburg, J. en de Vries, K. 2003. Puinkartering - Een nieuwe in-situ methode voor bepaling puingehalte van baggerspecie. 2003-P-037/R1, Medusa Explorations BV, Groningen.
- Webb, P.A. 2004. The perseverance of the sedigraph method of particle sizing. *Micromeritics*, 2004
- Welch, N.H., Allen, P.B., and Galindo, D.J., 1979. Particle-size analysis by pipette and SediGraph. *Jour. Environ. Qual.*, 8: 543-546.
- Zonneveld, P.C., "Vergelijkend onderzoek korrelgroottebepaling (zeef/Malvern)," RGD-rapport, 1994.

Bijlagen: Staafdiagrammen analyses TNO en Wiertsema & Partners

Bijlagen: Analyseresultaten Wiertsema & Partners

Bijlagen: kaarten en profielen

Kaarten

Profiel A

Profiel B

Profiel C

Profiel met bodemruwheid

Kaart met Bodemruwheid, tracks en monsterlocaties

Analyse Rapport

Monster: 2009P260M001



Opmerkingen: 2009291001 Grannr. 2009-1607 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
12:38:00

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 15.53 %

Particle RI: 1.520 Absorption: 0.1

Percentage below 63.00 µm : 0.01%

Weighted Residual: 1.937 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 0.00%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 255.595 um

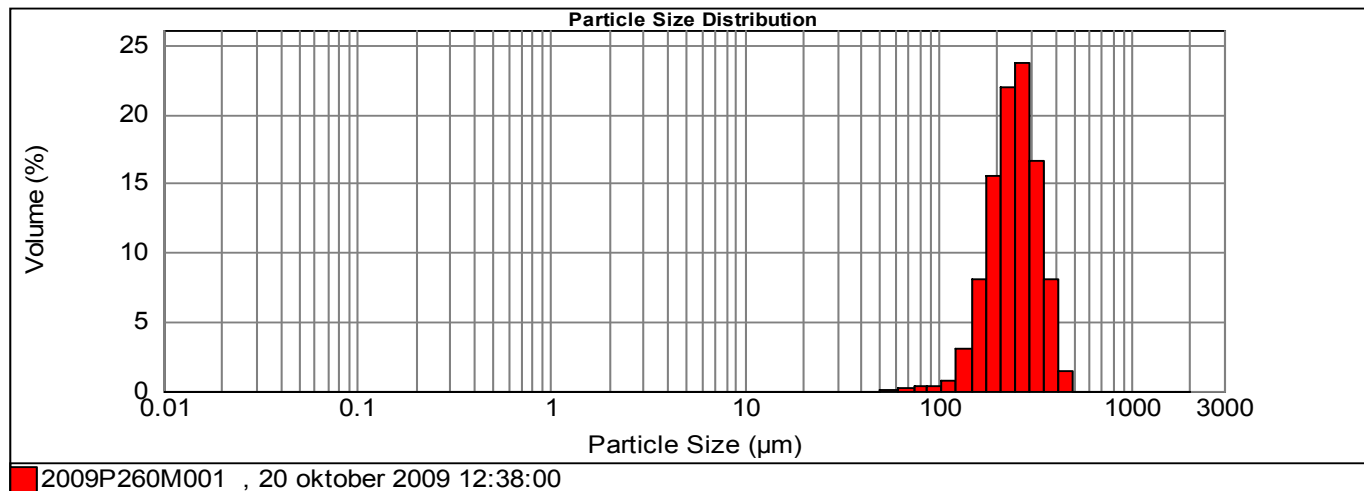
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 168.806 um d(0.5): 249.577 um D(0.60) : 268.81 µm d(0.9): 351.507 um d06/d01 : 1.5924 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 99.99%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00
8.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.00
25.000	0.00
35.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.01
75.000	0.20
88.000	0.32
105.000	0.33
125.000	0.70
150.000	3.09

Size (µm)	Volume In %
150.000	8.08
177.000	15.57
210.000	21.92
250.000	23.67
300.000	16.63
354.000	8.04
420.000	1.43
500.000	-0.00
600.000	0.00
707.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.00
850.000	0.00
1000.000	0.00
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport

Monster: 2009P260M002



Opmerkingen: 2009291002 Grannr. 2009-1608 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
12:42:44

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 16.92 %

Particle RI: 1.520 Absorption: 0.1

Percentage below 63.00 µm : 1.74%

Weighted Residual: 1.533 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 0.68%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 226.331 um

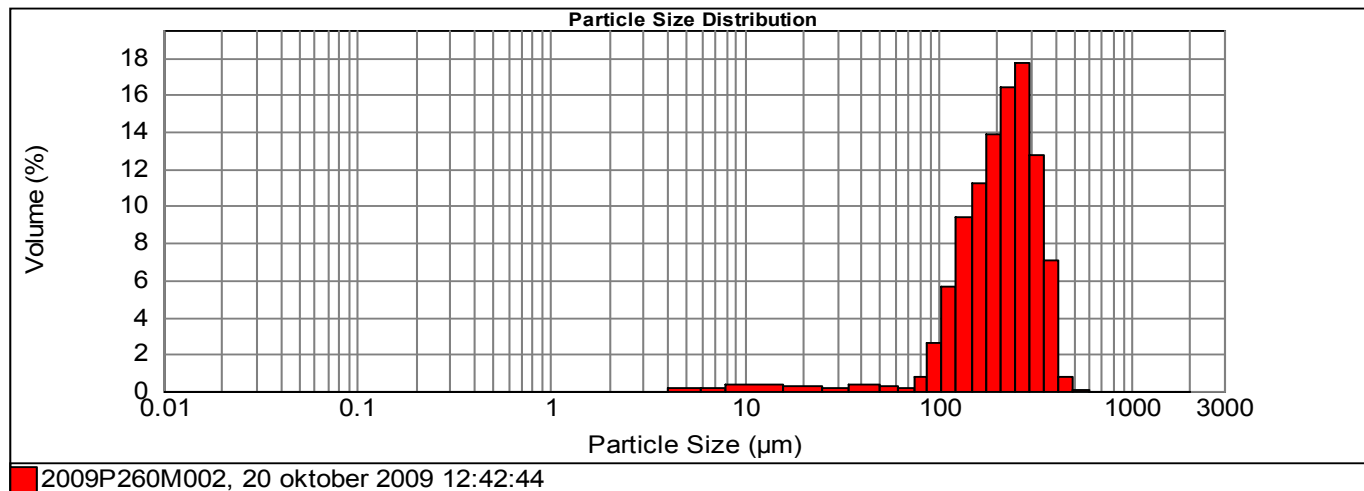
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 122.413 um d(0.5): 221.219 um D(0.60) : 245.67 µm d(0.9): 342.117 um d06/d01 : 2.0069 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 98.26%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
4.000	0.00
6.000	0.13
8.000	0.17
16.000	0.38

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.27
25.000	0.16
35.000	0.36
50.000	0.27
63.000	0.19
75.000	0.72
88.000	2.60
105.000	5.60
125.000	9.39
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	11.17
177.000	13.89
210.000	16.42
250.000	17.72
300.000	12.73
354.000	7.03
420.000	0.81
500.000	0.00
600.000	0.00
707.000	

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.00
850.000	0.00
1000.000	0.00
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport



Monster: 2009P260M003

Opmerkingen: 2009291003 Grannr. 2009-1609 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
 12:47:36

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 15.55 %

Particle RI: 1.520 Absorption: 0.1

Percentage below 63.00 µm : 1.73%

Weighted Residual: 1.735 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 0.65%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 243.138 um

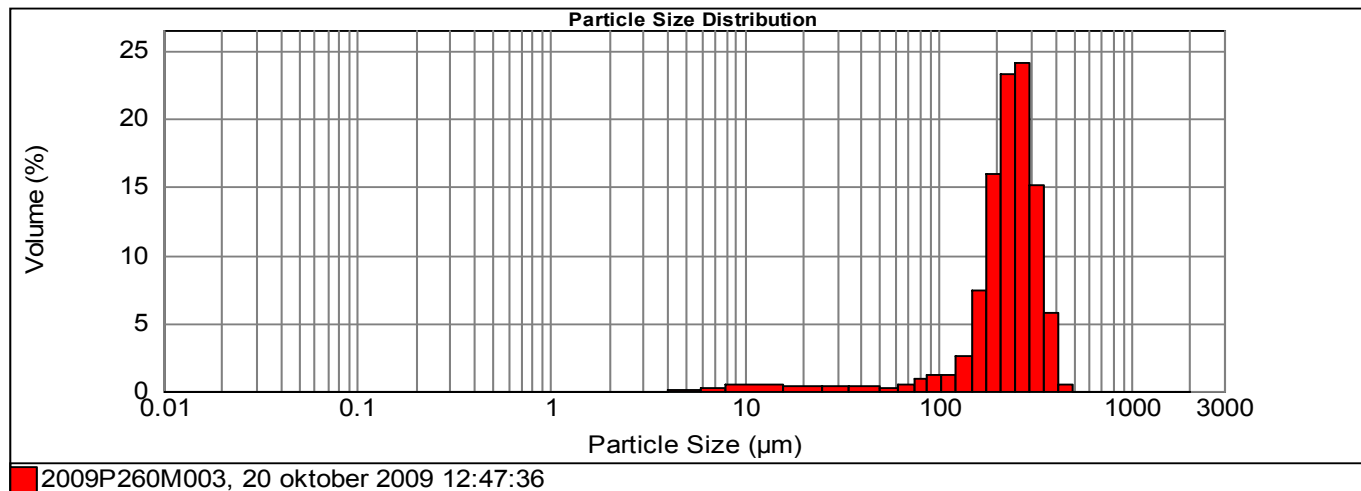
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 159.199 um d(0.5): 242.049 um D(0.60) : 259.76 µm d(0.9): 336.188 um d06/d01 : 1.6317 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 98.27%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
4.000	0.00
6.000	0.04
8.000	0.16
16.000	0.45

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.30
25.000	0.28
35.000	0.32
50.000	0.17
63.000	0.45
75.000	0.86
88.000	1.16
105.000	1.12
125.000	2.57
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	7.43
177.000	15.96
210.000	23.29
250.000	24.10
300.000	15.12
354.000	5.70
420.000	0.51
500.000	0.00
600.000	0.00
707.000	

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.00
850.000	0.00
1000.000	0.00
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport



Monster: 2009P260M004

Opmerkingen: 2009291004 Grannr. 2009-1610 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
 12:52:00

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 14.47 %

Particle RI: 1.520 Absorption: 0.1

Percentage below 63.00 µm : 0.01%

Weighted Residual: 1.715 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 0.00%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 236.008 um

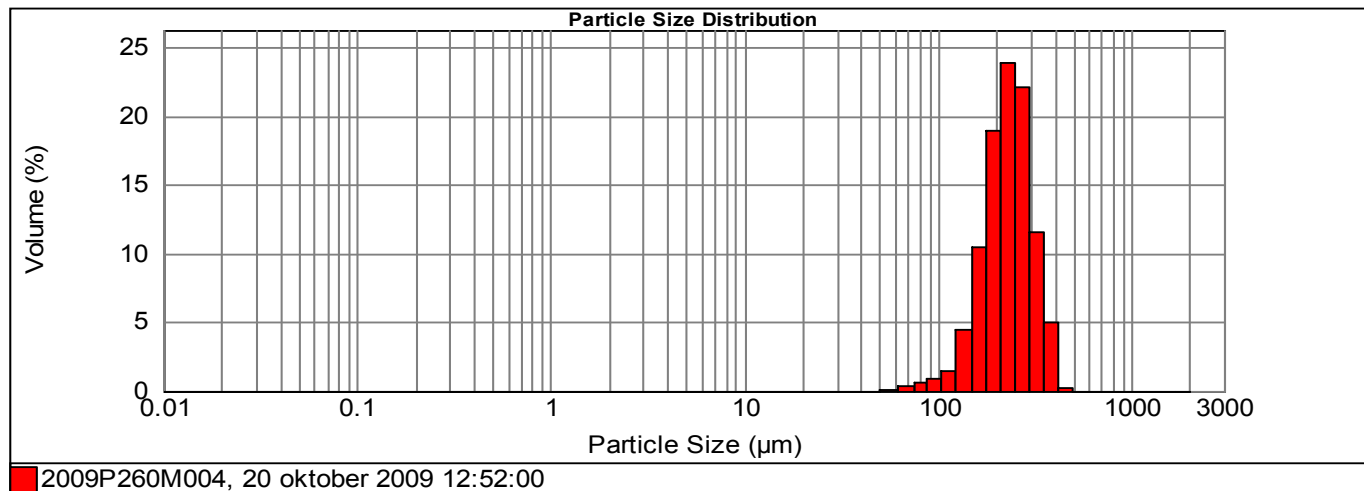
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 156.743 um d(0.5): 230.620 um D(0.60) : 247.96 µm d(0.9): 325.371 um d06/d01 : 1.582 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 99.99%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00
8.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.00
25.000	0.00
35.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.01
75.000	0.39
88.000	0.67
105.000	0.91
125.000	1.42
150.000	4.43

Size (µm)	Volume In %
150.000	10.49
177.000	18.92
210.000	23.88
250.000	22.15
300.000	11.53
354.000	5.01
420.000	0.19
500.000	0.00
600.000	0.00
707.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.00
850.000	0.00
1000.000	0.00
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport



Monster: 2009P260M005

Opmerkingen: 2009291005Grannr. 2009-1611 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
12:57:57

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 16.30 %

Particle RI: 1.520 Absorption: 0.1

Percentage below 63.00 µm : 0.18%

Weighted Residual: 1.710 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 0.00%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 236.546 um

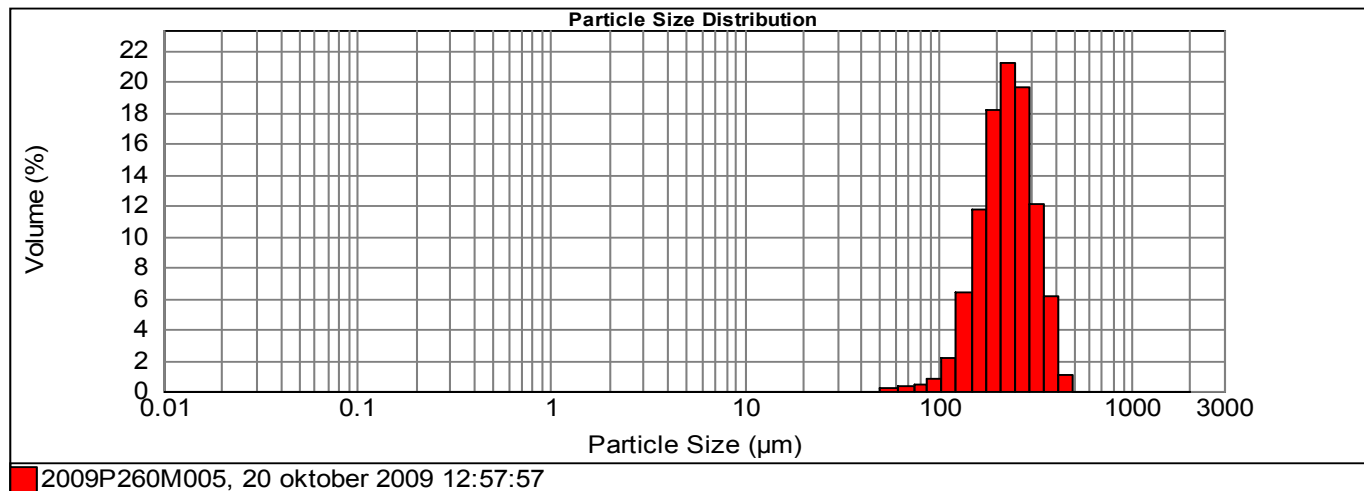
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 149.775 um d(0.5): 228.174 um D(0.60) : 247.65 µm d(0.9): 337.905 um d06/d01 : 1.6535 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 99.82%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00
8.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.00
25.000	0.00
35.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.18
75.000	0.35
88.000	0.42
105.000	0.73
125.000	2.09
150.000	6.32

Size (µm)	Volume In %
150.000	11.73
177.000	18.13
210.000	21.20
250.000	19.56
300.000	12.07
354.000	6.16
420.000	1.07
500.000	0.00
600.000	0.00
707.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.00
850.000	0.00
1000.000	0.00
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport



Monster: 2009P260M006

Opmerkingen: 2009291006 Grannr. 2009-1612 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
13:02:44

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 15.07 %

Particle RI: 1.520 Absorption: 0.1

Percentage below 63.00 µm : 0.00%

Weighted Residual: 2.241 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 0.00%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 299.721 um

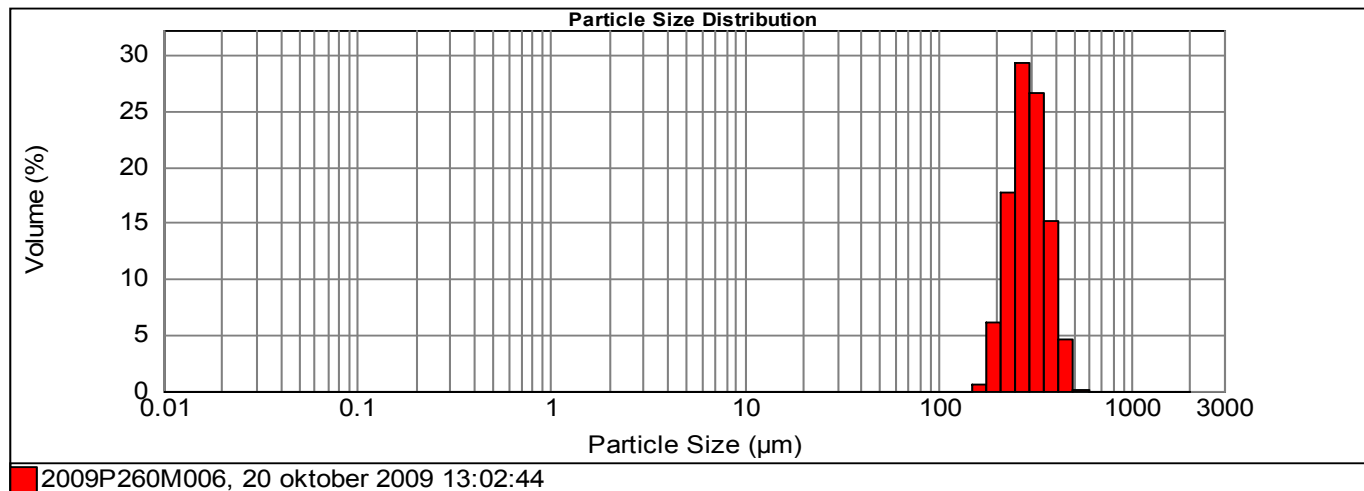
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 219.706 um d(0.5): 293.757 um D(0.60) : 311.45 µm d(0.9): 390.028 um d06/d01 : 1.4176 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00
8.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.00
25.000	0.00
35.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00
75.000	0.00
88.000	0.00
105.000	0.00
125.000	0.00
150.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
150.000	0.53
177.000	6.11
210.000	17.73
250.000	29.23
300.000	26.51
354.000	15.22
420.000	4.65
500.000	0.02
600.000	0.00
707.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.00
850.000	0.00
1000.000	0.00
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport

Monster: 2009P260M007



Opmerkingen: 2009291007 Grannr. 2009-1613 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
13:08:14

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 14.32 %

Particle RI: 1.520 **Absorption:** 0.1

Percentage below 63.00 µm : 0.02%

Weighted Residual: 1.802 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 0.00%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 249.174 um

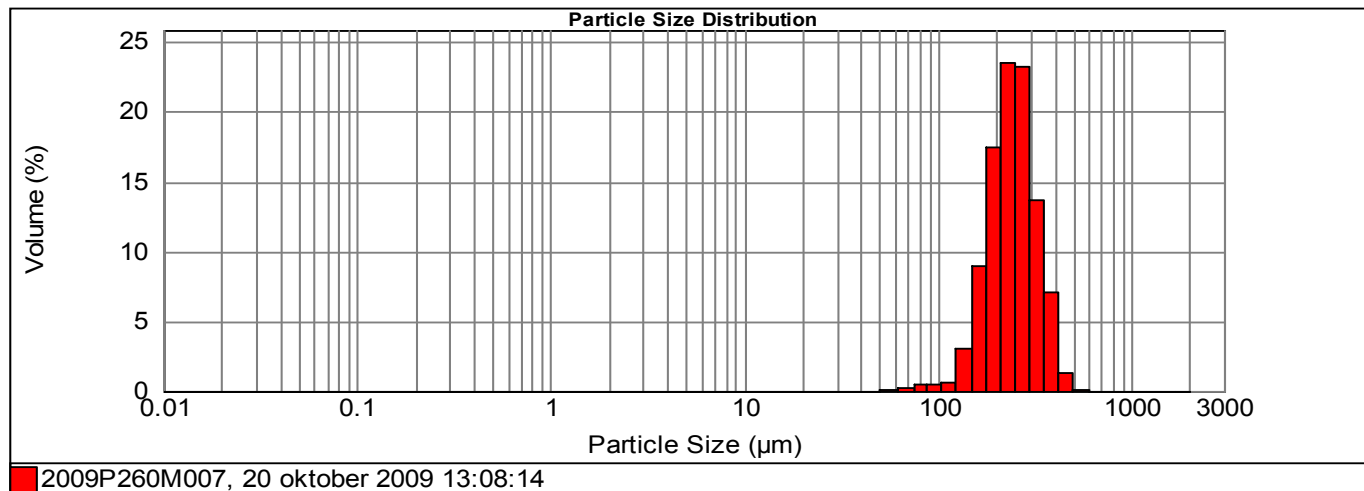
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 166.814 um **d(0.5):** 241.587 um **D(0.60) :** 259.84 µm **d(0.9):** 345.468 um **d06/d01 :** 1.5577 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 99.98%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00
8.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.00
25.000	0.00
35.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.02
75.000	0.24
88.000	0.46
105.000	0.44
125.000	0.62
150.000	3.06

Size (µm)	Volume In %
150.000	8.90
177.000	17.49
210.000	23.49
250.000	23.28
300.000	13.62
354.000	7.12
420.000	1.26
500.000	0.00
600.000	0.00
707.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.00
850.000	0.00
1000.000	0.00
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport



Monster: 2009P260M008

Opmerkingen: 2009291008 Grannr. 2009-1614 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
13:13:04

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 17.22 %

Particle RI: 1.520 Absorption: 0.1

Percentage below 63.00 µm : 5.46%

Weighted Residual: 1.413 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 2.41%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 207.004 um

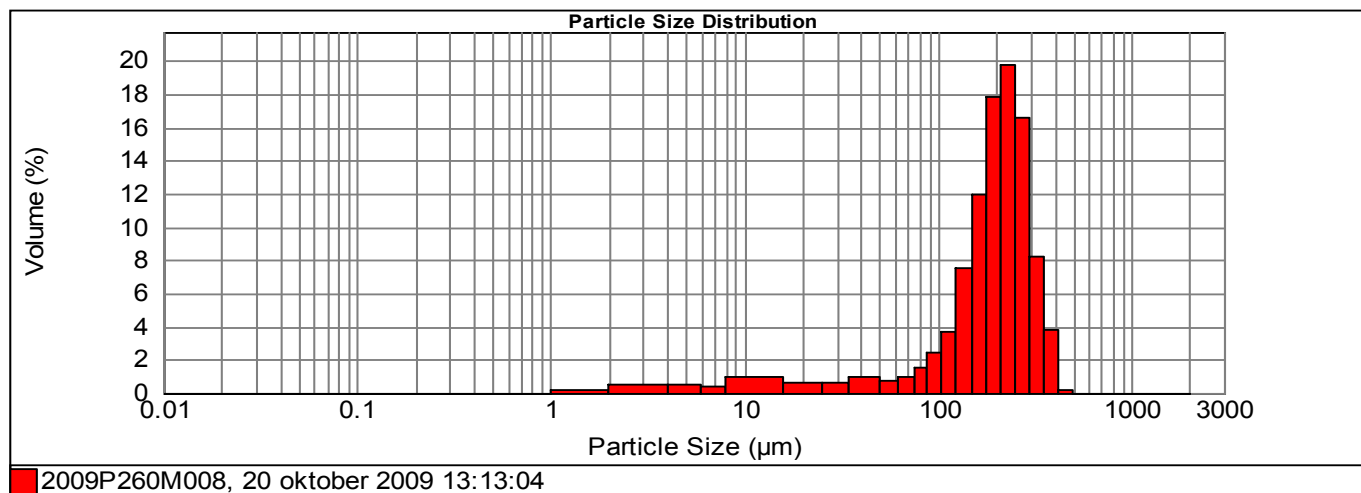
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 102.670 um d(0.5): 207.317 um D(0.60) : 226.08 µm d(0.9): 310.083 um d06/d01 : 2.202 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 94.54%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.11
4.000	0.50
6.000	0.46
8.000	0.38
16.000	0.95

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.67
25.000	0.68
35.000	0.94
50.000	0.77
63.000	1.00
75.000	1.48
88.000	2.43
105.000	3.72
125.000	7.53
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	11.98
177.000	17.87
210.000	19.77
250.000	16.55
300.000	8.20
354.000	3.82
420.000	0.20
500.000	0.00
600.000	0.00
707.000	

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.00
850.000	0.00
1000.000	0.00
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport



Monster: 2009P260M009

Opmerkingen: 2009291009 Grannr. 2009-1615 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
 13:17:46

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 14.19 %

Particle RI: 1.520 Absorption: 0.1

Percentage below 63.00 µm : 0.00%

Weighted Residual: 2.128 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 0.00%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 294.702 um

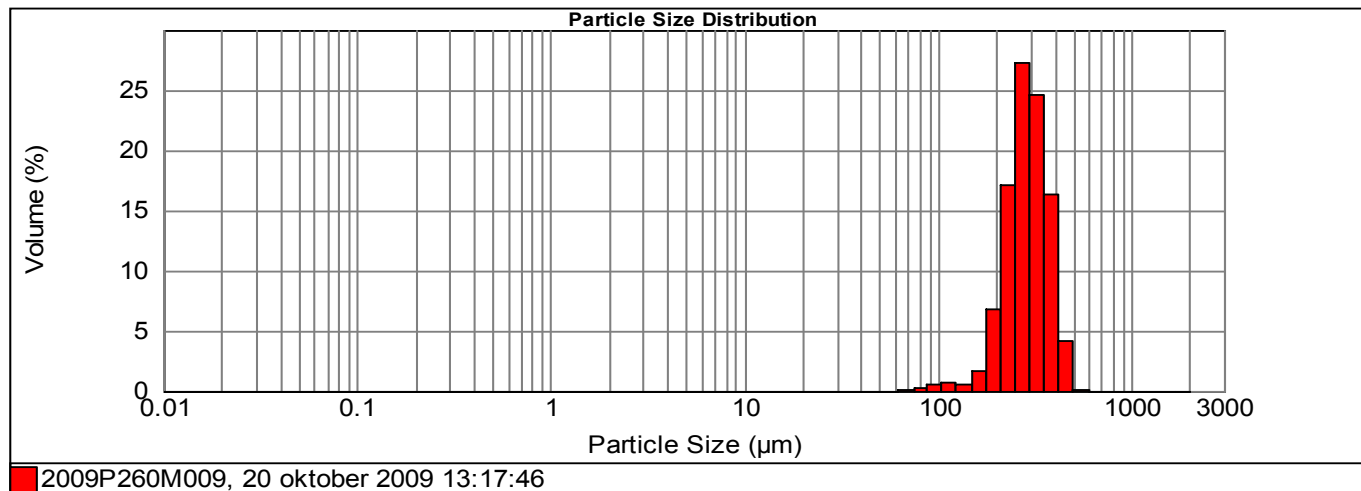
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 208.373 um d(0.5): 291.212 um D(0.60) : 309.87 µm d(0.9): 389.093 um d06/d01 : 1.4871 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00
8.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.00
25.000	0.00
35.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00
75.000	0.02
88.000	0.17
105.000	0.59
125.000	0.65
150.000	0.55

Size (µm)	Volume In %
150.000	1.65
177.000	6.82
210.000	17.11
250.000	27.24
300.000	24.65
354.000	16.28
420.000	4.16
500.000	0.12
600.000	0.00
707.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.00
850.000	0.00
1000.000	0.00
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport

Monster: 2009P260M010



Opmerkingen: 2009291010 Grannr. 2009-1616 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
13:22:31

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 16.35 %

Particle RI: 1.520 **Absorption:** 0.1

Percentage below 63.00 µm : 0.00%

Weighted Residual: 2.125 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 0.00%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 283.467 um

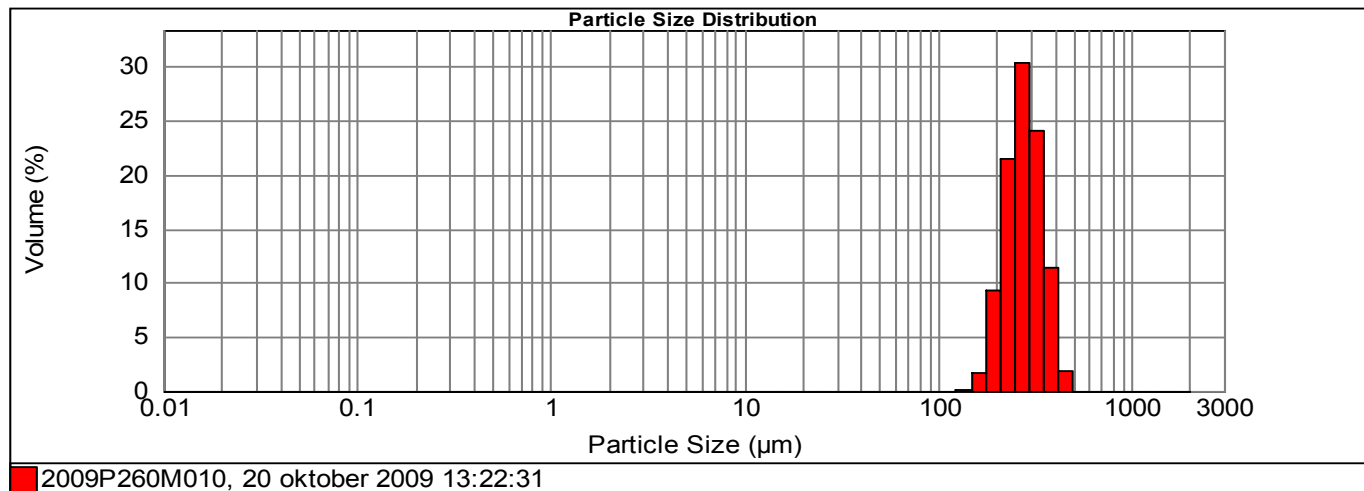
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 207.755 um **d(0.5):** 278.178 um **D(0.60) :** 295.16 µm **d(0.9):** 365.793 um **d06/d01 :** 1.4207 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00
8.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.00
25.000	0.00
35.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00
75.000	0.00
88.000	0.00
105.000	0.00
125.000	0.00
150.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
150.000	1.61
177.000	9.31
210.000	21.49
250.000	30.28
300.000	23.99
354.000	11.40
420.000	1.91
500.000	0.00
600.000	0.00
707.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.00
850.000	0.00
1000.000	0.00
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport

Monster: 2009P260M011



Opmerkingen: 2009291011 Grannr. 2009-1617 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
13:27:28

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 15.02 %

Particle RI: 1.520 **Absorption:** 0.1

Percentage below 63.00 µm : 0.00%

Weighted Residual: 2.105 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 0.00%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 273.870 um

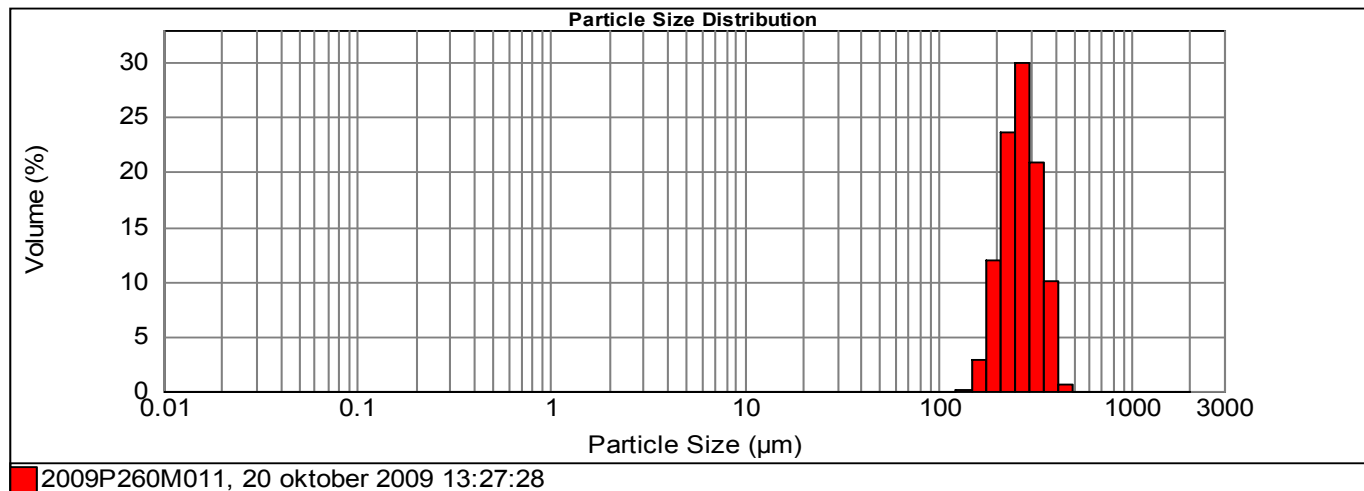
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 199.722 um **d(0.5):** 268.239 um **D(0.60) :** 284.81 µm **d(0.9):** 356.864 um **d06/d01 :** 1.4261 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00
8.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.00
25.000	0.00
35.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00
75.000	0.00
88.000	0.00
105.000	0.00
125.000	0.00
150.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
150.000	2.78
177.000	11.91
210.000	23.68
250.000	29.96
300.000	20.93
354.000	10.12
420.000	0.62
500.000	0.00
600.000	0.00
707.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.00
850.000	0.00
1000.000	0.00
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport

Monster: 2009P260M012



Opmerkingen: 2009291012 Grannr. 2009-1618 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
13:32:03

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 15.40 %

Particle RI: 1.520 Absorption: 0.1

Percentage below 63.00 µm : 0.00%

Weighted Residual: 1.950 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 0.00%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 267.240 um

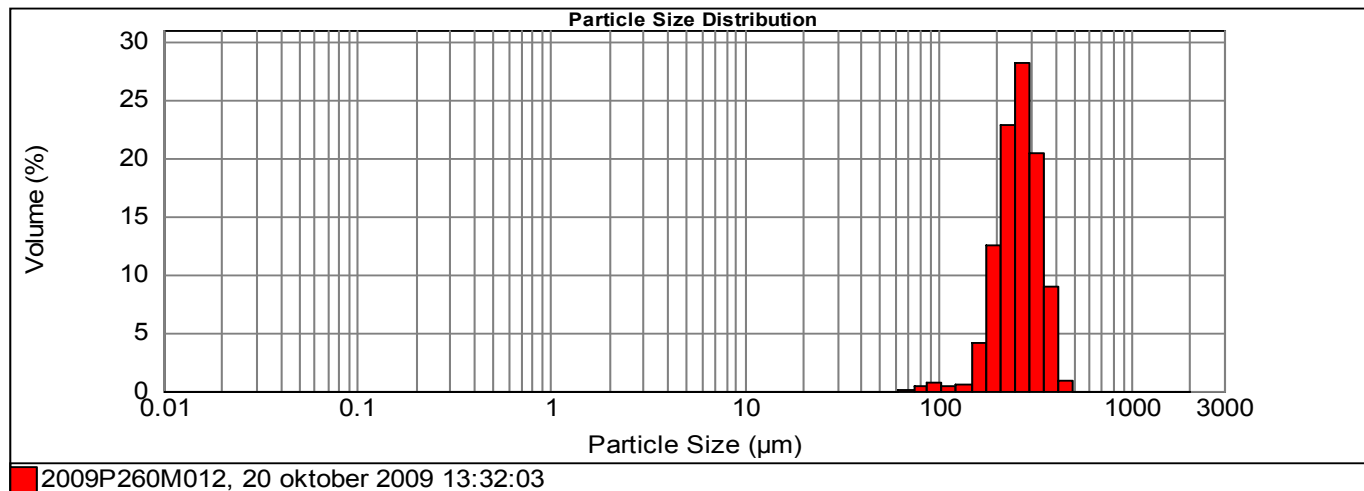
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 189.878 um d(0.5): 263.567 um D(0.60) : 280.86 µm d(0.9): 352.949 um d06/d01 : 1.4792 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00
8.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.00
25.000	0.00
35.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.00
75.000	0.04
88.000	0.48
105.000	0.74
125.000	0.44
150.000	0.56

Size (µm)	Volume In %
150.000	4.08
177.000	12.54
210.000	22.89
250.000	28.17
300.000	20.35
354.000	8.88
420.000	0.86
500.000	0.00
600.000	0.00
707.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.00
850.000	0.00
1000.000	0.00
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport



Monster: 2009P260M013

Opmerkingen: 2009291013 Grannr. 2009-1619 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
13:38:23

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 15.05 %

Particle RI: 1.520 Absorption: 0.1

Percentage below 63.00 µm : 0.12%

Weighted Residual: 1.742 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 0.00%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 240.805 um

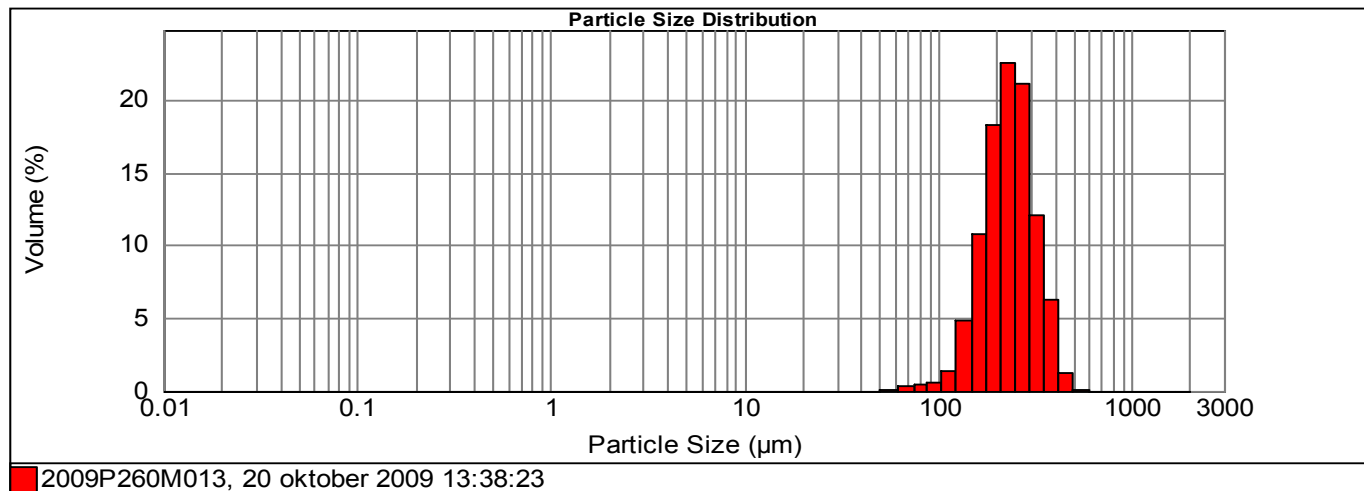
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 156.685 um d(0.5): 232.756 um D(0.60) : 251.46 µm d(0.9): 339.717 um d06/d01 : 1.6049 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 99.88%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00
8.000	0.00
16.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.00
25.000	0.00
35.000	0.00
50.000	0.00
63.000	0.12
75.000	0.36
88.000	0.49
105.000	0.61
125.000	1.36
150.000	4.81

Size (µm)	Volume In %
150.000	10.71
177.000	18.28
210.000	22.50
250.000	21.14
300.000	12.06
354.000	6.30
420.000	1.24
500.000	0.01
600.000	0.00
707.000	0.00

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.00
850.000	0.00
1000.000	0.00
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport



Monster: 2009P260M014

Opmerkingen: 2009291014 Grannr. 2009-1620 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
13:42:56

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 15.64 %

Particle RI: 1.520 Absorption: 0.1

Percentage below 63.00 µm : 3.45%

Weighted Residual: 1.539 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 2.03%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 245.197 um

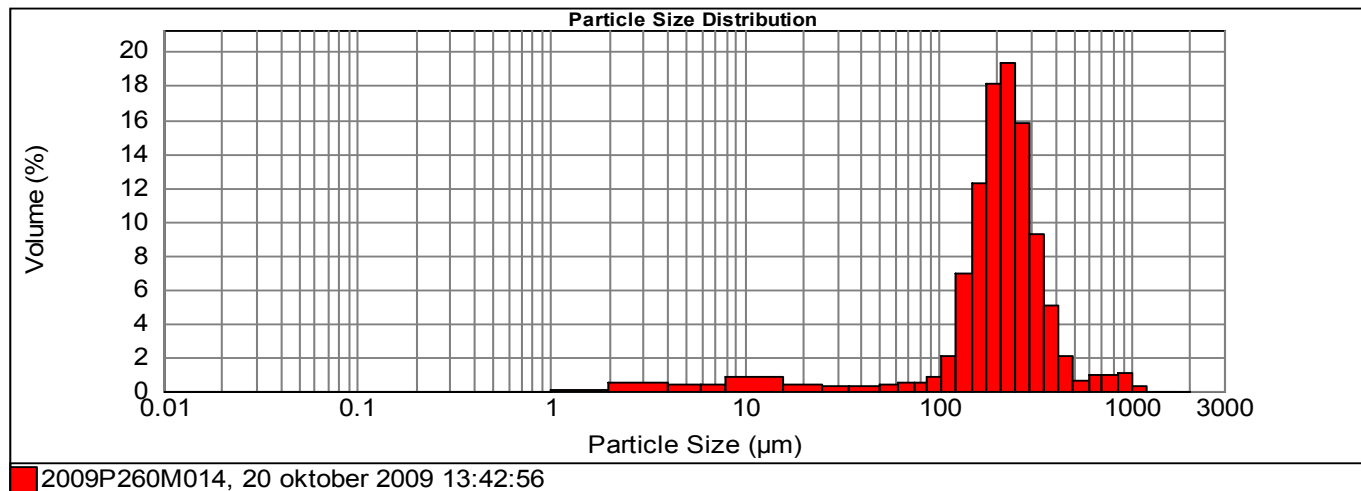
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 136.209 um d(0.5): 220.087 um D(0.60) : 240.71 µm d(0.9): 363.409 um d06/d01 : 1.7672 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 96.55%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.02
4.000	0.47
6.000	0.41
8.000	0.34
16.000	0.79

Size (µm)	Volume In %
16.000	0.43
25.000	0.32
35.000	0.28
50.000	0.38
63.000	0.53
75.000	0.55
88.000	0.79
105.000	2.09
125.000	6.94
150.000	

Size (µm)	Volume In %
150.000	12.26
177.000	18.07
210.000	19.33
250.000	15.73
300.000	9.24
354.000	5.07
420.000	2.09
500.000	0.58
600.000	0.97
707.000	

Size (µm)	Volume In %
707.000	0.98
850.000	1.07
1000.000	0.25
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Analyse Rapport

Monster: 2009P260M015



Opmerkingen: 2009291015 Grannr. 2009-1621 Voorbehandeld

Datum meting: 20 oktober 2009
13:47:10

Analist: j.h.baars

Result Source:

Particle Name: Default

Size range: 0.1 to 2000.0 um

Accessory Name: Hydro 2000G (A)

Obscuration: 16.19 %

Particle RI: 1.520 Absorption: 0.1

Percentage below 63.00 µm : 0.30%

Weighted Residual: 2.341 %

Dispersant Name: Water

Percentage below 16.00 µm : 0.00%

Vol. Weighted Mean D[4,3]: 351.873 um

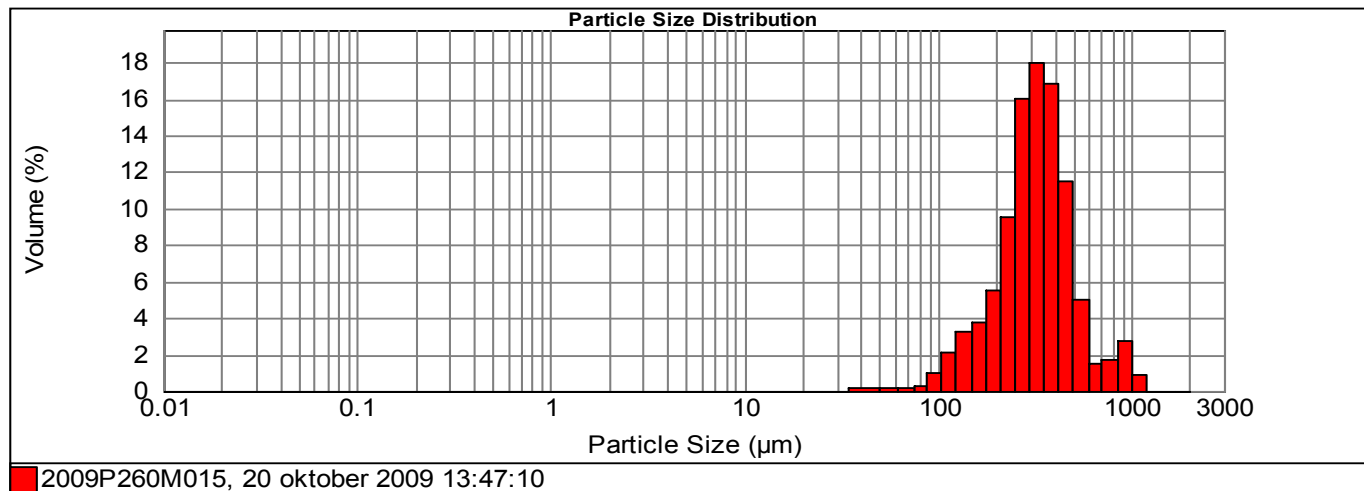
Dispersant RI: 1.330

Concentration:

d (0.1) : 171.038 um d(0.5): 323.706 um D(0.60) : 354.46 µm d(0.9): 527.703 um d06/d01 : 2.0724 um

Analysis model : Multiple narrow modes

Result units: Volume



Percentage between 63.00 µm and 2000.00 µm : 99.70%

Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00
0.100	0.00
0.200	0.00
0.500	0.00
1.000	0.00
2.000	0.00
4.000	0.00
6.000	0.00
8.000	0.00
16.000	0.00

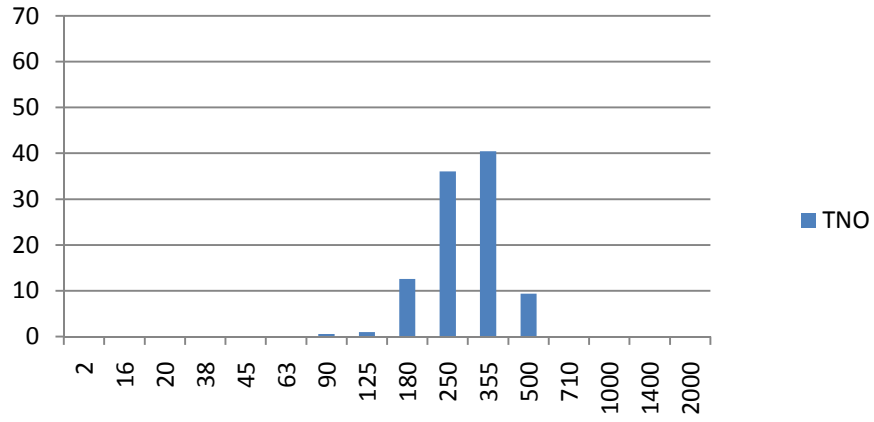
Size (µm)	Volume In %
16.000	0.00
25.000	0.00
35.000	0.00
50.000	0.14
63.000	0.16
75.000	0.11
88.000	0.29
105.000	1.01
125.000	2.10
150.000	3.28

Size (µm)	Volume In %
150.000	3.75
177.000	5.50
210.000	9.53
250.000	16.00
300.000	17.97
354.000	16.85
420.000	11.45
500.000	4.99
600.000	1.54
707.000	

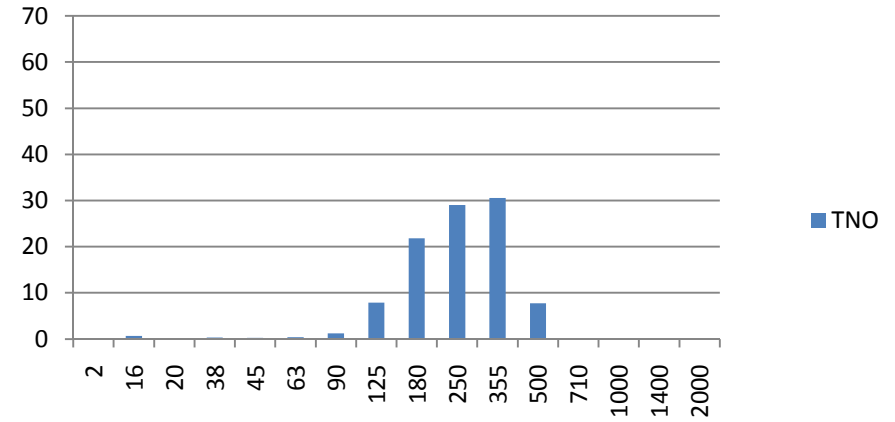
Size (µm)	Volume In %
707.000	1.70
850.000	2.78
1000.000	0.83
1190.000	0.00
1410.000	0.00
1680.000	0.00
2000.000	0.00

Bijlagen: Staafdiagrammen analyses TNO en Wiertsema & Partners

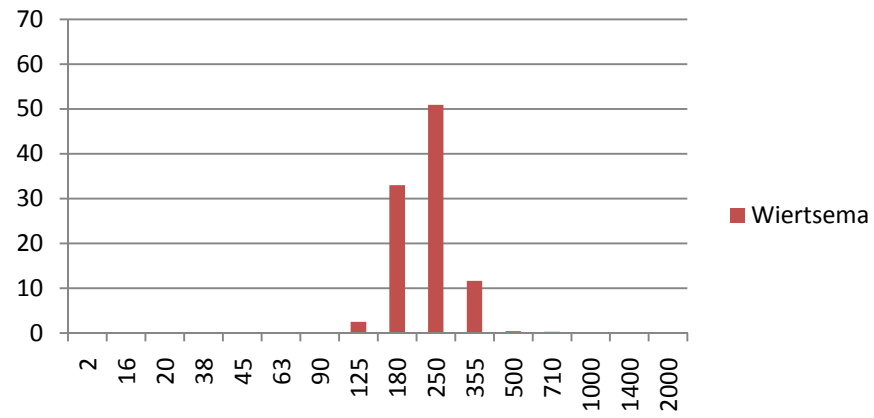
CC1



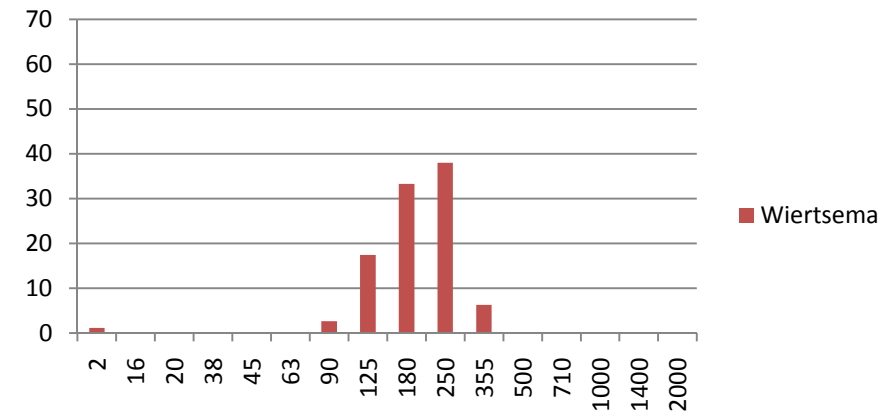
CC2



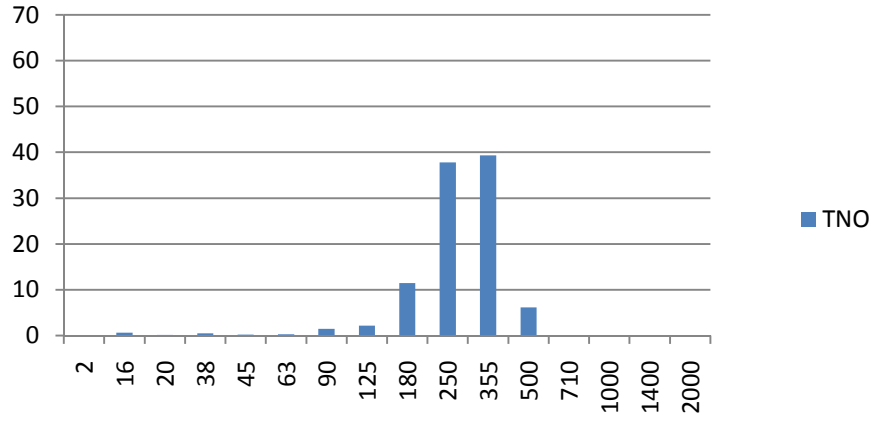
CC1



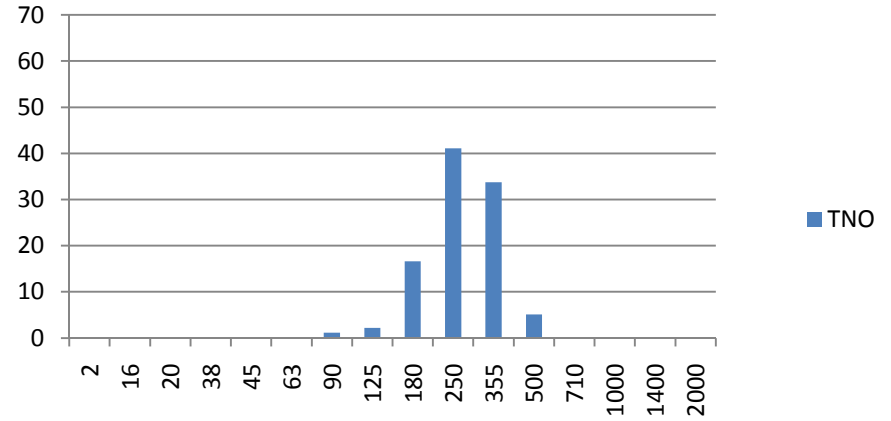
CC2



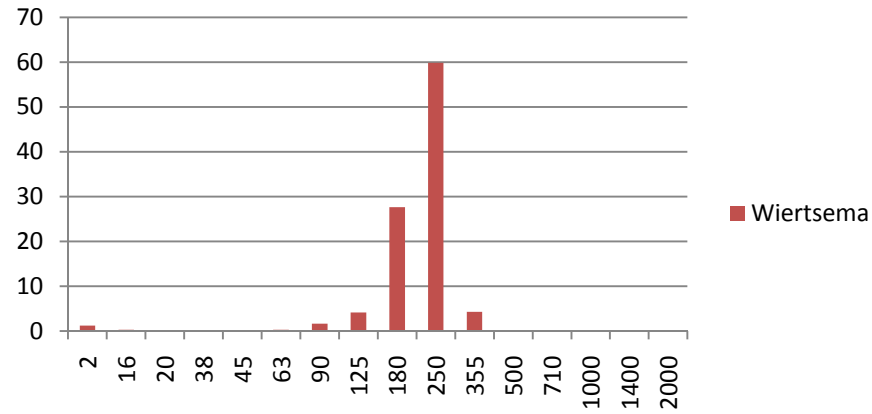
CC3



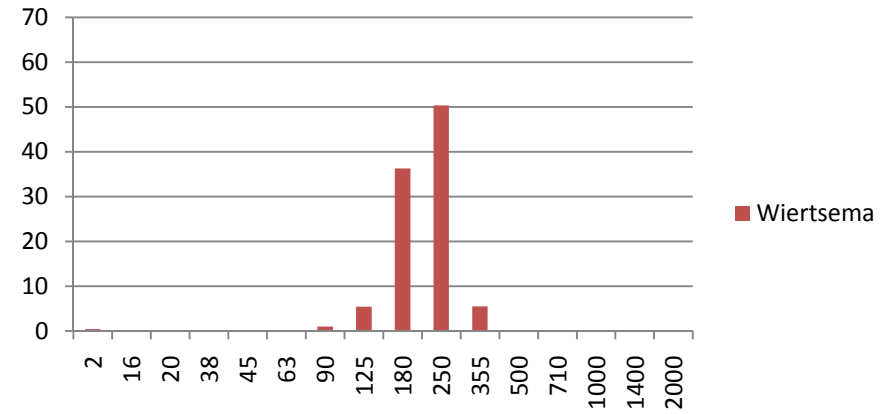
CC4



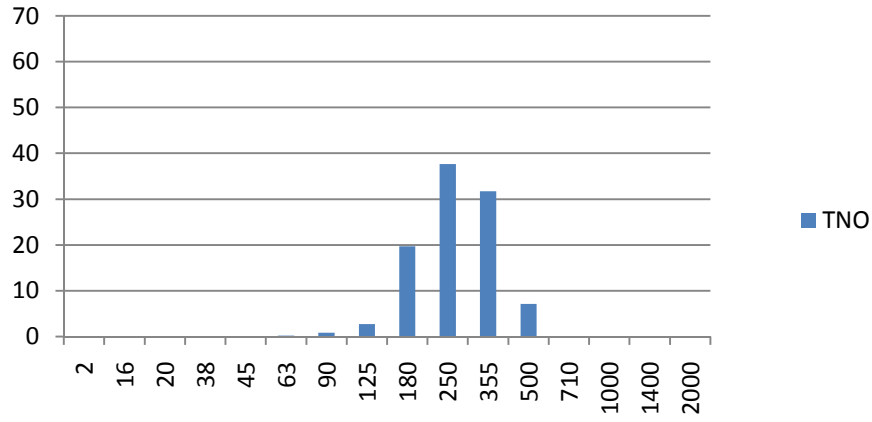
CC3



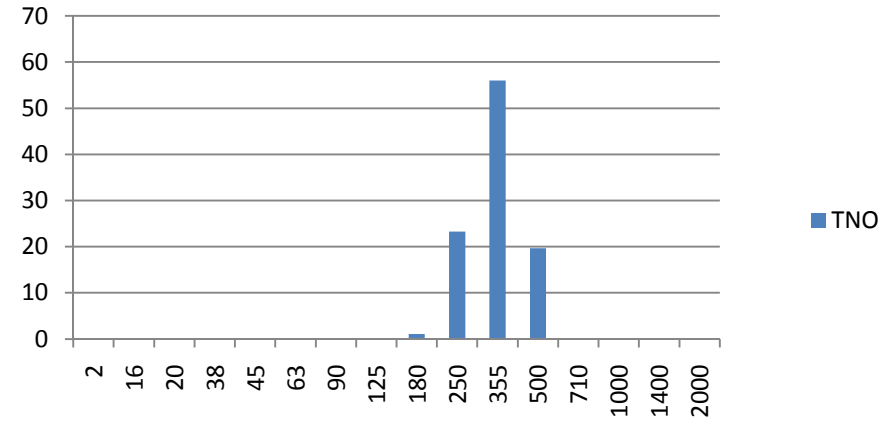
CC4



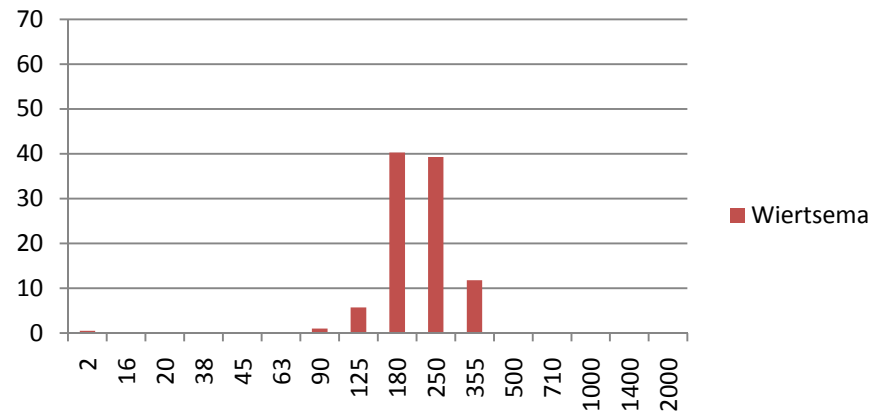
CC5



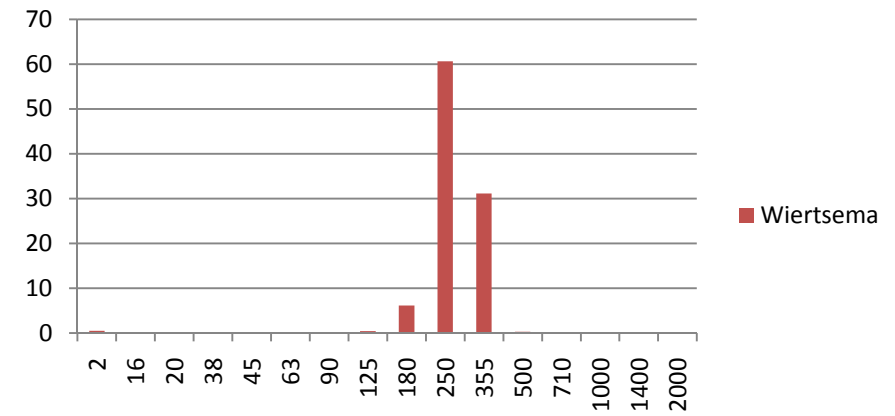
B5N



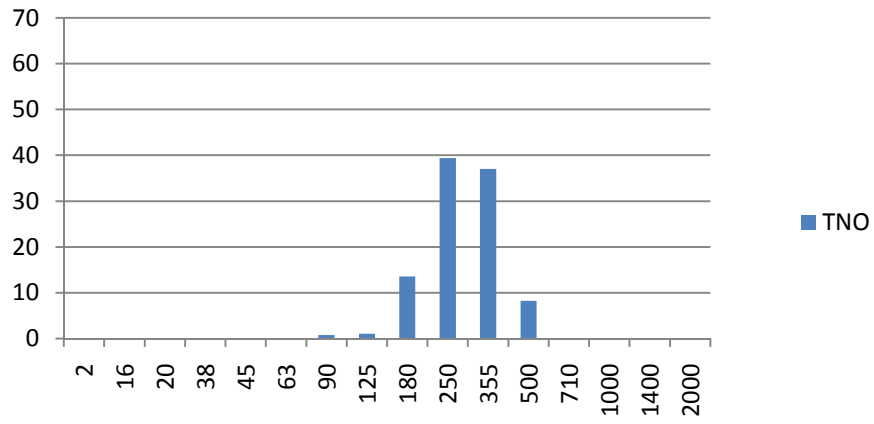
CC5



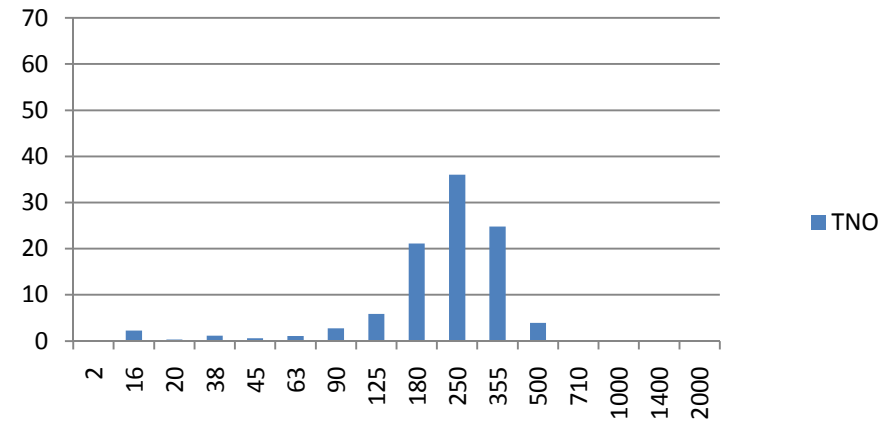
B5N



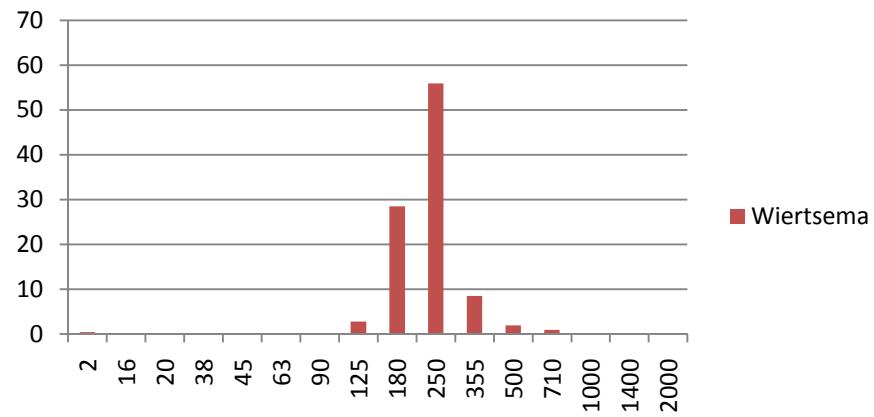
AA1



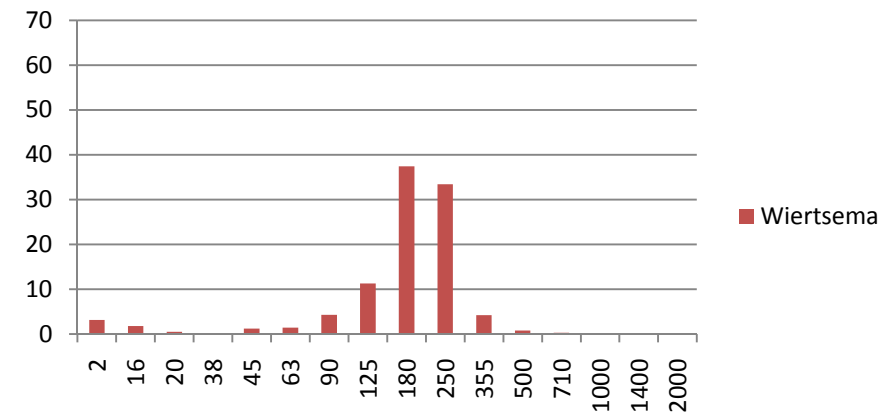
AA3



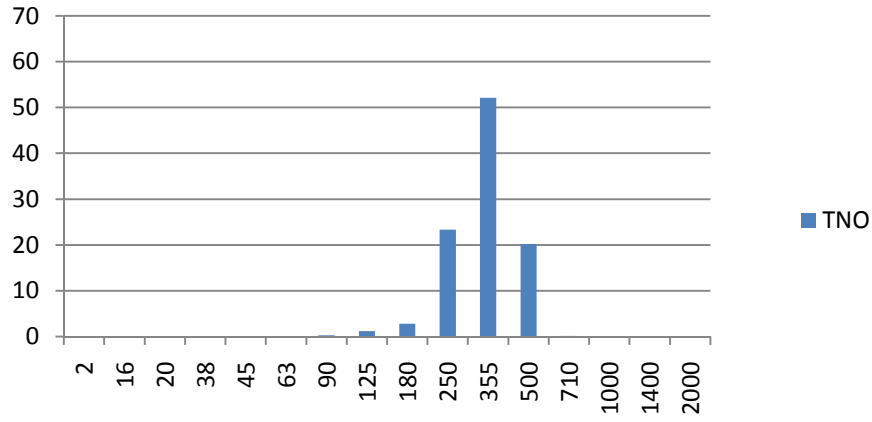
AA1



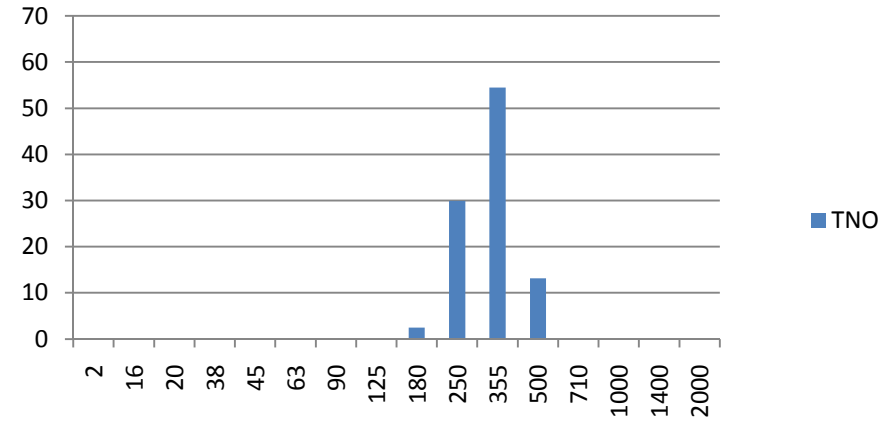
AA3



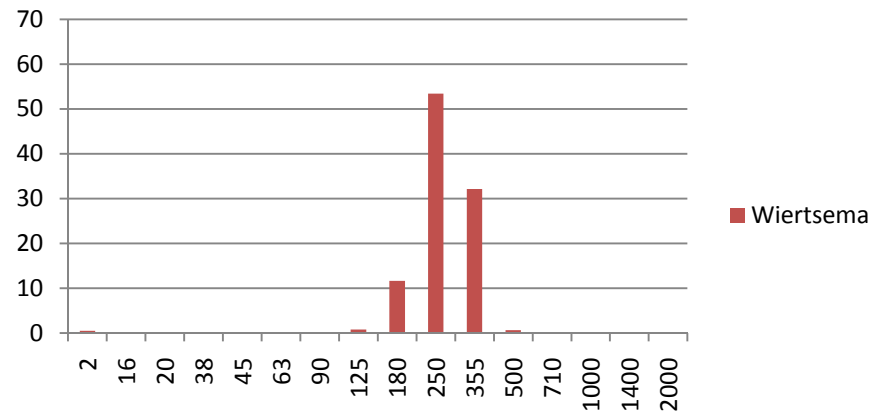
B4



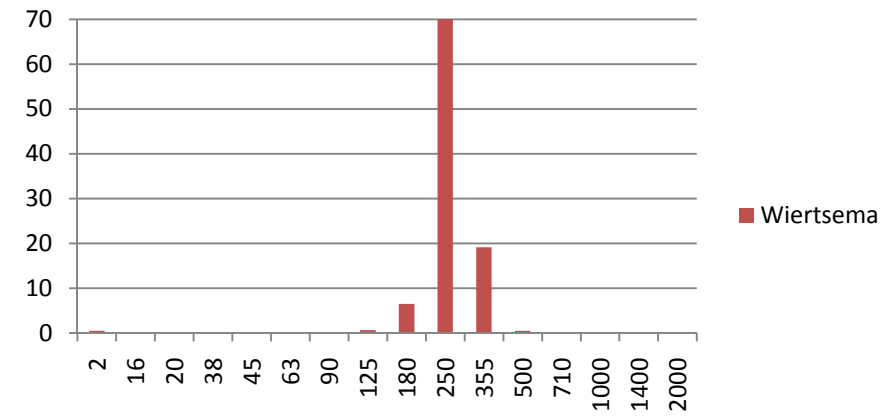
B3



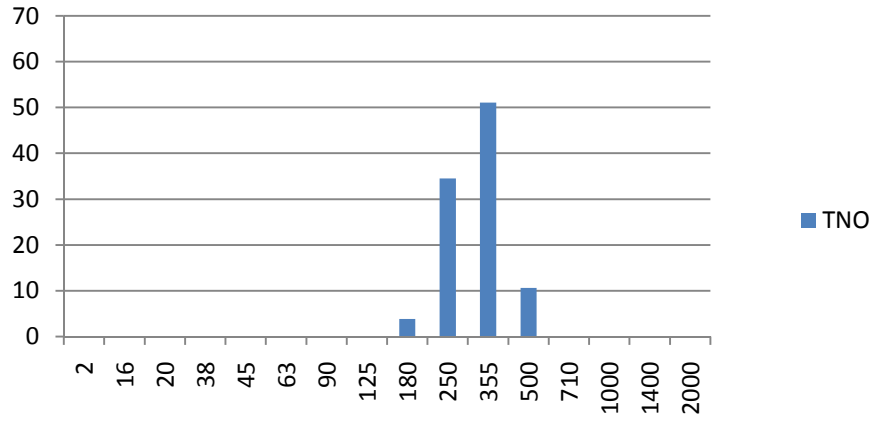
B4



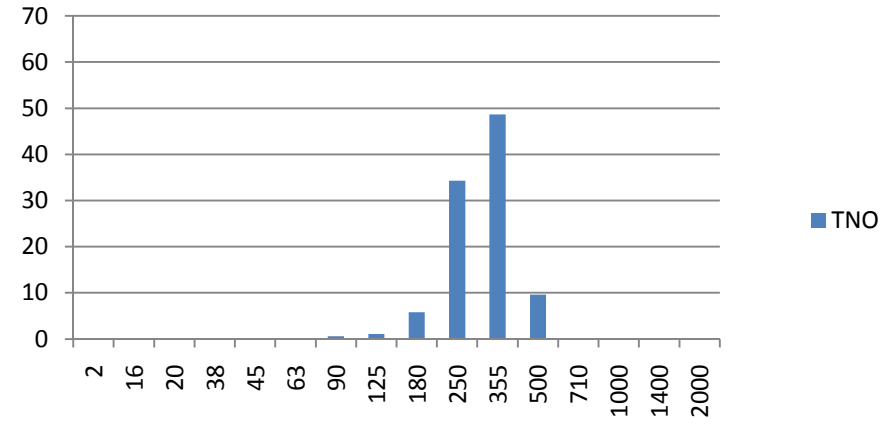
B3



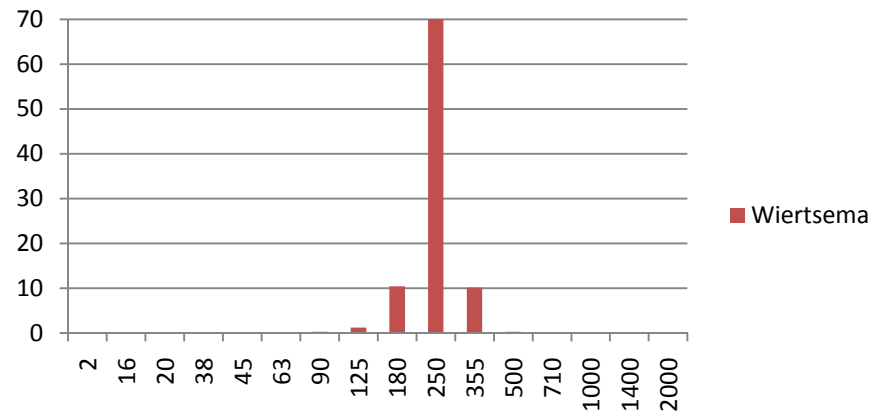
B2



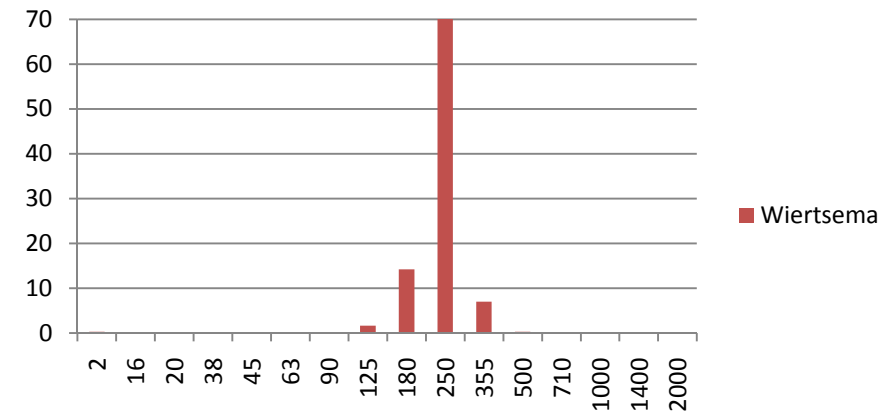
B1



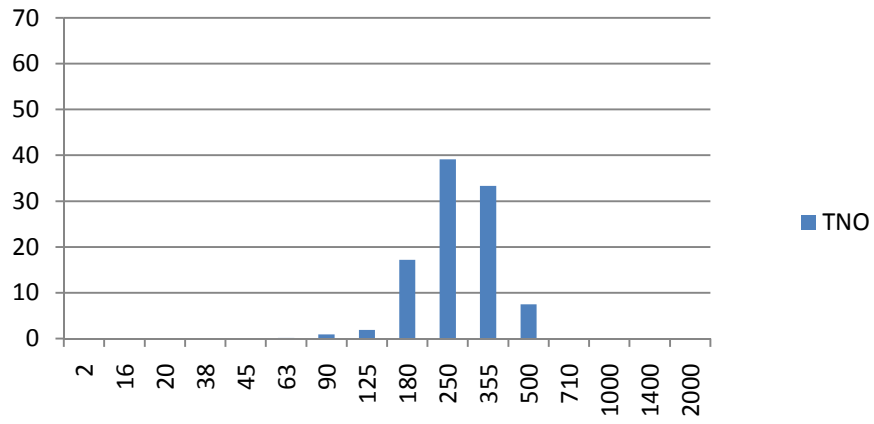
B2



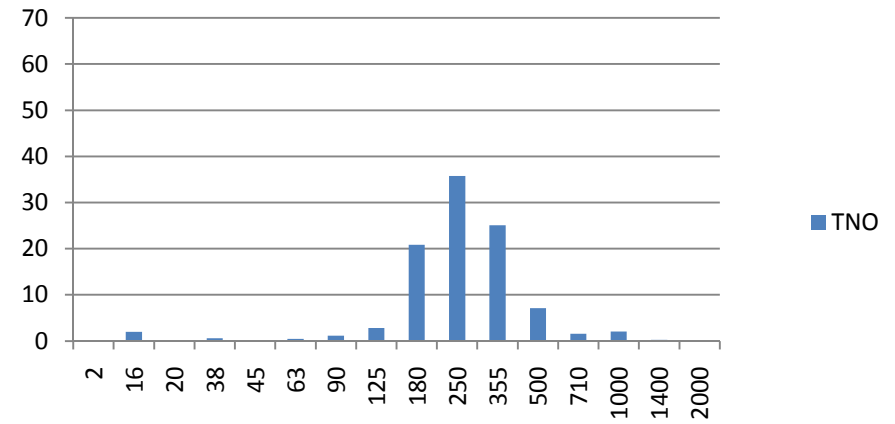
B1



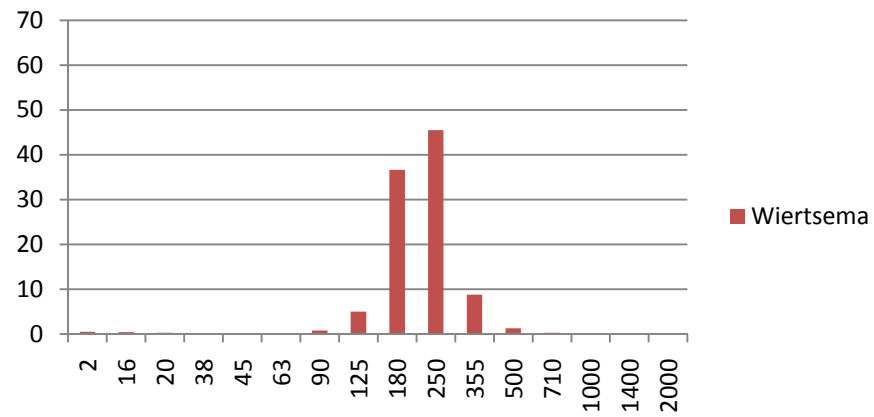
AA5



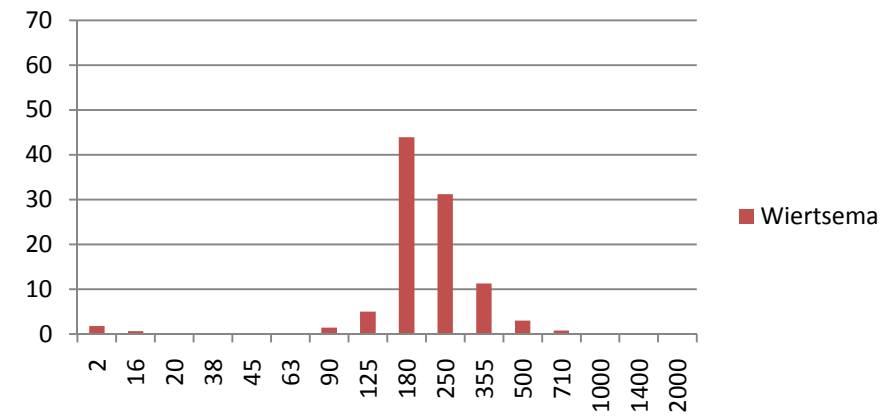
AA4



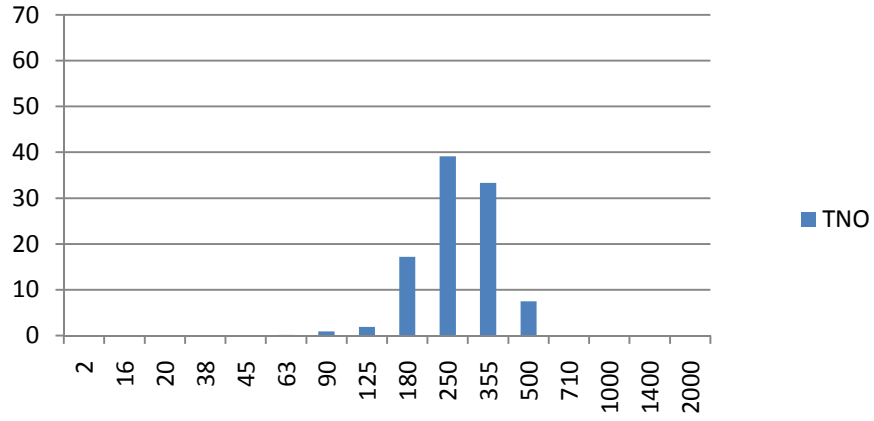
AA5



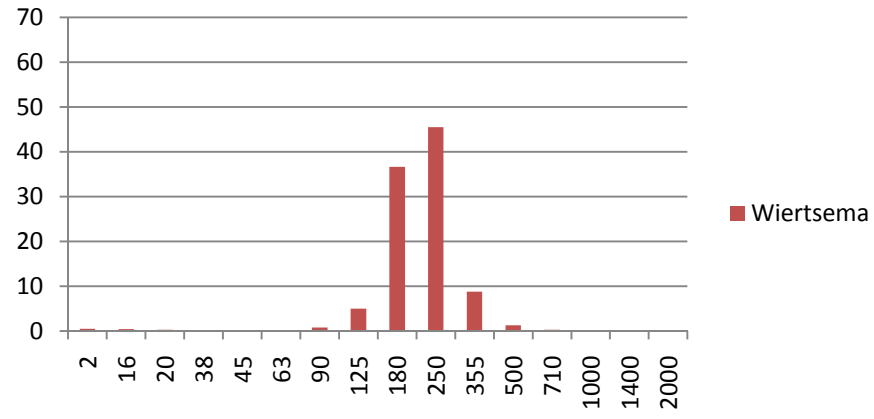
AA4



AA2



AA2



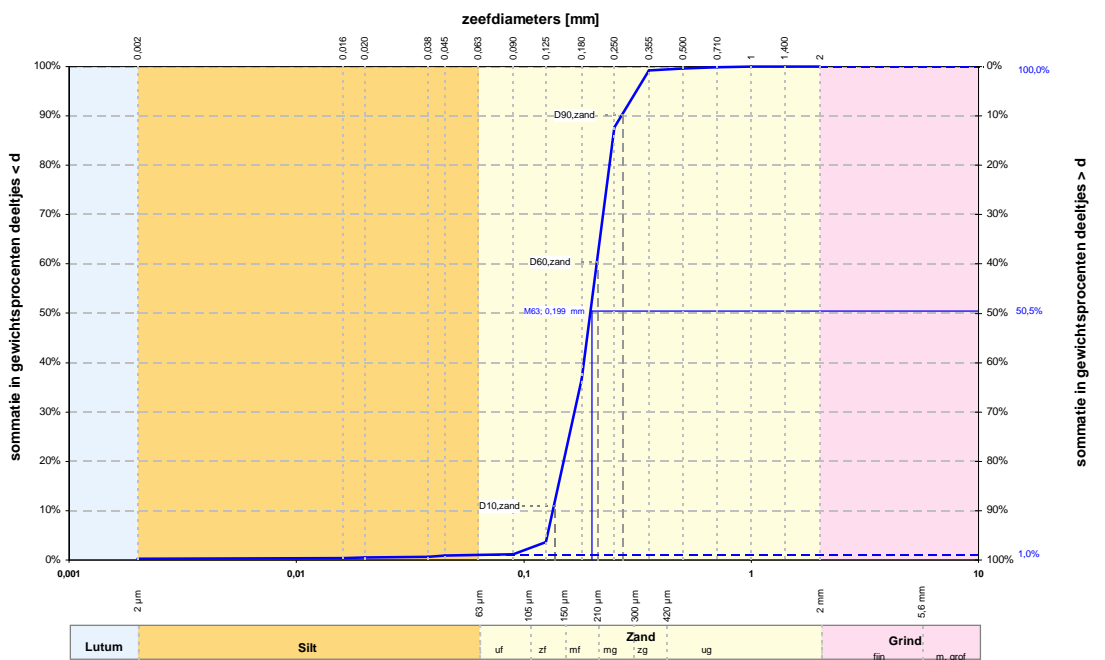
Bijlagen: Analyseresultaten Wiertsema & Partners

Opdrachtnummer: VN-50754			gebruikte zeven [mm] met cumulatieve gewichtspercentages d>																	Zandfractie			
Noordzee																				Mz	Fijnheids-	D ₅₀ / D ₁₀	D ₁₅
Zeeanalyses																				[mm]	getal Fm	[-]	[mm]
Boring	Monster	zeebodem 0,00 tot -0,50 m	2	1,4	1	0,71	0,500	0,355	0,250	0,180	0,125	0,09	0,063	0,045	0,038	0,020	0,016	0,002	0,000				
1	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m			0,0	0,1	0,4	0,8	12,4	63,3	96,3	98,8	99,0	99,1	99,3	99,5	99,6	99,8	100,0	0,20	-	1,55	0,15
2	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m		0,0	0,0	0,2	0,4	0,6	6,9	44,9	78,2	95,6	98,2	98,4	98,5	98,6	98,7	98,9	100,0	0,17	-	1,82	0,11
3	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m			0,0	0,0	0,1	0,3	4,6	64,4	92,0	96,1	97,7	98,0	98,2	98,3	98,5	98,8	100,0	0,20	-	1,57	0,14
4	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m			0,1	0,1	0,3	0,4	5,9	56,2	92,5	97,9	98,9	99,0	99,1	99,3	99,4	99,6	100,0	0,19	-	1,56	0,14
5	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m			0,0	0,1	0,2	0,4	12,2	51,5	91,8	97,5	98,5	98,7	98,9	99,1	99,3	99,5	100,0	0,18	-	1,56	0,14
6	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m				0,0	0,0	0,3	31,4	92,0	98,1	98,5	98,7	98,9	99,1	99,3	99,4	99,5	100,0	0,23	-	1,31	0,19
7	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m			0,0	0,2	1,1	3,0	11,5	67,4	95,9	98,7	98,9	99,0	99,2	99,3	99,5	99,6	100,0	0,20	-	1,55	0,15
8	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m			0,0	0,1	0,4	1,2	5,4	38,8	76,2	87,5	91,8	93,2	94,4	94,6	95,1	96,9	100,0	0,17	-	1,75	0,12
9	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m			0,0	0,0	0,1	0,7	32,8	86,2	97,8	98,6	98,7	98,9	99,0	99,1	99,3	99,5	100,0	0,23	-	1,44	0,18
10	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m			0,0	0,0	0,2	0,7	19,8	91,6	98,1	98,7	98,9	99,0	99,1	99,3	99,4	99,5	100,0	0,22	-	1,26	0,19
11	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m			0,0	0,1	0,1	0,4	10,5	87,3	97,7	98,9	99,2	99,3	99,4	99,5	99,6	99,8	100,0	0,21	-	1,32	0,18
12	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m			0,0	0,0	0,2	0,5	7,5	83,0	97,2	98,8	99,0	99,1	99,2	99,4	99,5	99,7	100,0	0,21	-	1,41	0,18
13	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m			0,0	0,0	0,3	1,6	10,4	55,9	92,5	97,5	98,3	98,5	98,6	98,8	99,1	99,5	100,0	0,19	-	1,57	0,14
14	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m			0,0	0,2	1,0	4,0	15,3	46,5	90,4	95,4	96,8	97,0	97,2	97,4	97,6	98,2	100,0	0,18	-	1,53	0,14
15	1	zeebodem 0,00 tot -0,50 m			0,2	1,2	5,5	16,8	57,5	81,9	91,6	97,6	98,6	98,7	98,8	98,9	99,0	99,2	100,0	0,27	-	2,10	0,17

Versie: 1.3.0.15

* De 125mm zeef is niet gebruikt bij het zeven. Verondersteld is dat 0% van het materiaal voldoet aan $d \geq 125$ mm

** De 125mm en 63 mm zeef zijn niet gebruikt bij het zeven. Verondersteld is dat 0% van het materiaal voldoet aan $d \geq 63$ mm



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,136
d ₁₅ [mm]	0,144
d ₅₀ [mm]	0,198
d ₆₀ [mm]	0,212
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,6
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	2,0
C _c [-]	0,99

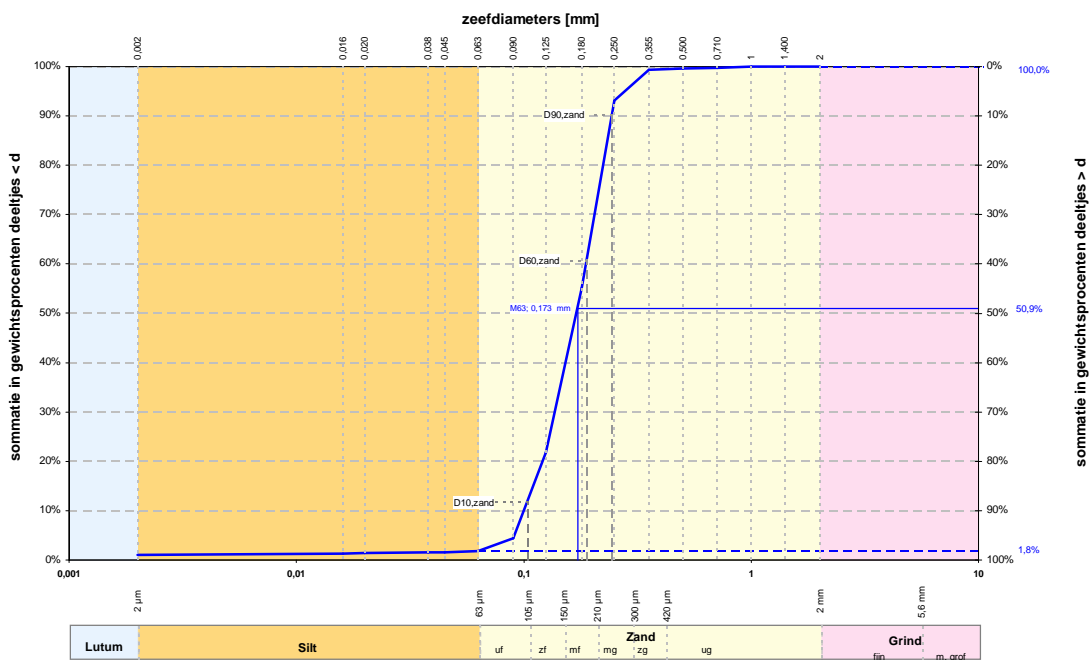
Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,199
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,199
F _m [-]	1,091
U ₁₅ [-] (16µm - 2mm)	55,11

Bepaling fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
		0,075	-	2,8	-	125	-
Lutum							
0,001	-	0,090	1,2	4,0	-		
0,002	0,2	0,106	-	5,6	-		
Silt							
0,004	-	0,125	3,7	8,0	-		
0,006	-	0,150	-	11,2	-		
0,008	-	0,180	36,7	16,0	-		
0,010	-	0,212	-	20,0	-		
0,016	0,4	0,250	87,6	22,4	-		
0,020	0,5	0,355	99,2	31,5	-		
0,030	-	0,500	99,6	45,0	-		
0,038	0,7	0,710	99,9	63,0	-		
0,045	0,9	1,000	100,0				
0,063	1,0	1,400	100,0				
		2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,14
D ₁₅ [mm]	0,15
D ₅₀ [mm]	0,21
D ₉₀ [mm]	0,27
Cu = D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,55
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,99
U [-] (63µm - 2mm)	53,49

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode: VN-50754
 Projectnaam: Noordzee
 Boring: 1
 Monster: 1
 Diepte: +0,00 m tot -0,50 m
 t.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,101
d ₁₅ [mm]	0,111
d ₅₀ [mm]	0,172
d ₆₀ [mm]	0,189
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,9
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	2,4
Cc [-]	1,00

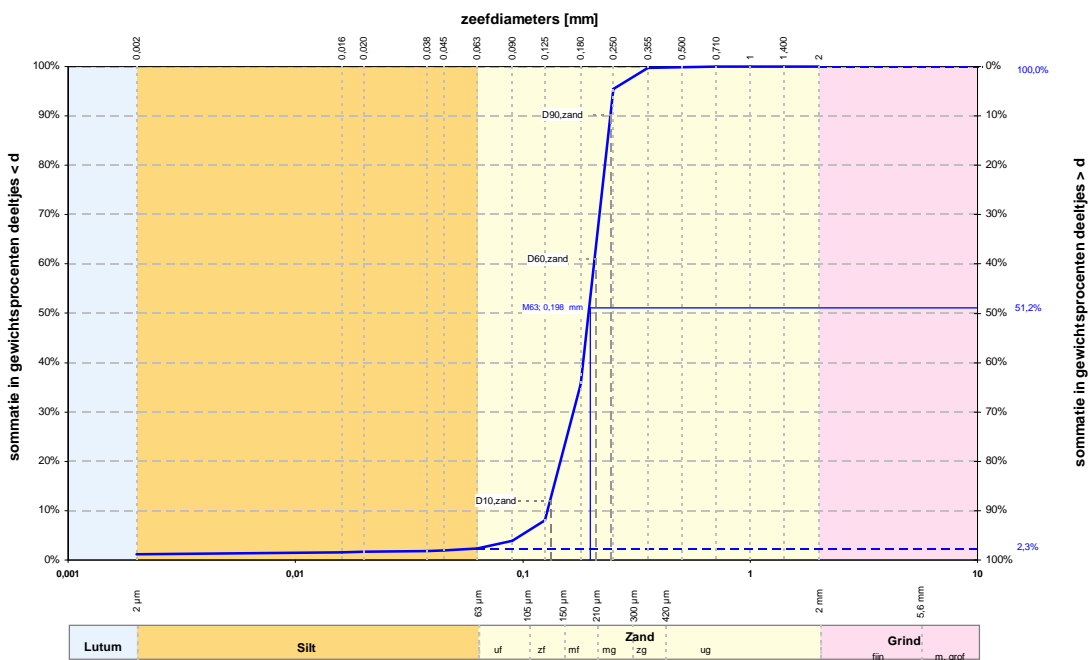
Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,173
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,173
F _m [-]	0,855
U ₁₅ [-] (16μm - 2mm)	64,91

	Bepaling fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum			0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	-	0,090	4,4	4,0	-		
	0,002	1,1	0,106	-	5,6	-		
	0,004	-	0,125	21,8	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
Silt	0,008	-	0,180	55,1	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	1,3	0,250	93,1	22,4	-		
	0,020	1,4	0,355	99,4	31,5	-		
	0,030	-	0,500	99,6	45,0	-		
	0,038	1,5	0,710	99,8	63,0	-		
	0,045	1,6	1,000	100,0				
	0,063	1,8	1,400	100,0				
			2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,10
D ₁₅ [mm]	0,11
D ₅₀ [mm]	0,19
D ₉₀ [mm]	0,24
Cu = D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,82
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	2,34
U ₁ [-] (63μm - 2mm)	63,60

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode: **VN-50754**
 Projectnaam: Noordzee
 Boring: 2
 Monster: 1
 Diepte: +0,00 m tot -0,50 m
 l.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,129
d ₁₅ [mm]	0,139
d ₅₀ [mm]	0,197
d ₆₀ [mm]	0,209
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,6
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	1,9
C _c [-]	1,06

Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,198
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,193
F _m [-]	0,967
U ₁₅ [-]	57,84
[16µm - 2mm]	

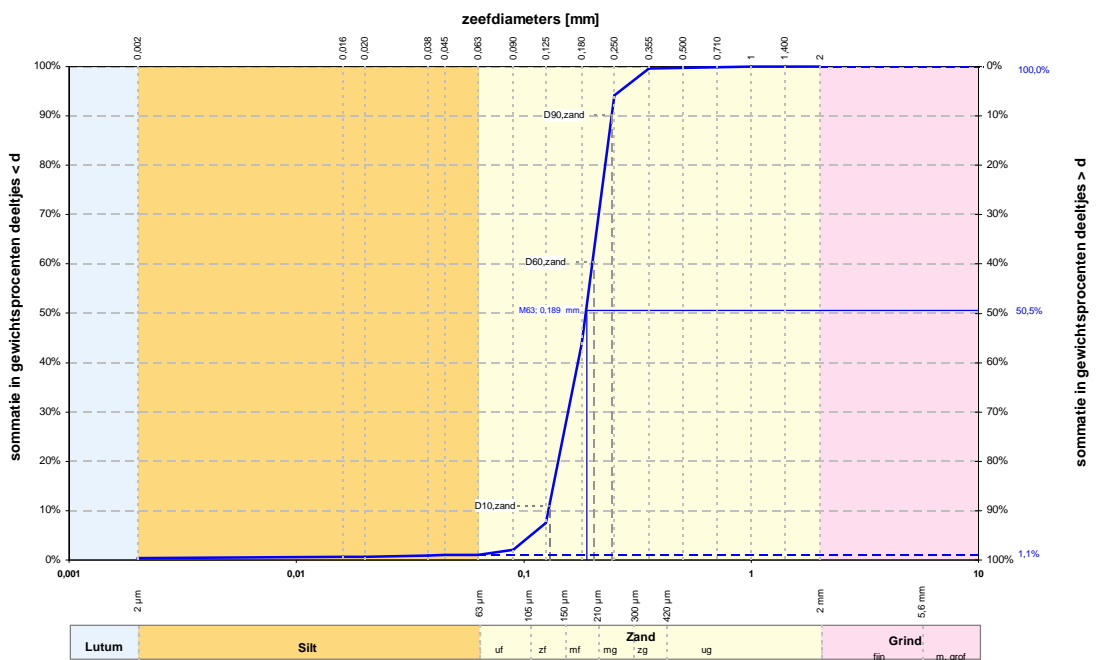
	Bepaling fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum			0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	-	0,090	3,9	4,0	-		
	0,002	1,2	0,106	-	5,6	-		
	0,004	-	0,125	8,0	8,0	-		
Silt	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	35,6	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	1,5	0,250	95,4	22,4	-		
	0,020	1,7	0,355	99,7	31,5	-		
	0,030	-	0,500	99,9	45,0	-		
	0,038	1,8	0,710	100,0	63,0	-		
	0,045	2,0	1,000	100,0				
	0,063	2,3	1,400	100,0				
			2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,13
D ₁₅ [mm]	0,14
D ₅₀ [mm]	0,21
D ₉₀ [mm]	0,24
Cu = D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,57
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,83
U ₁₅ [-]	55,66
[63µm - 2mm]	

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode **VN-50754**
 Projectnaam Noordzee
 Boring 3
 Monster 1
 Diepte +0,00 m tot -0,50 m

t.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,129
d ₁₅ [mm]	0,136
d ₅₀ [mm]	0,189
d ₆₀ [mm]	0,203
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,6
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	1,9
Cc [-]	0,97

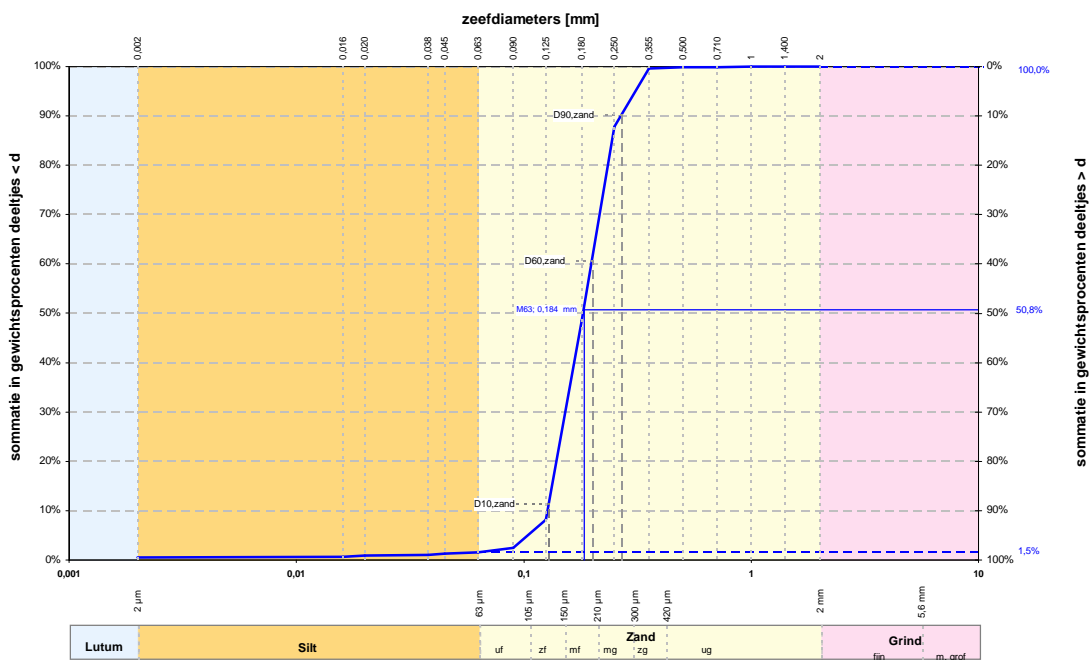
Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,189
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,188
F _m [-]	0,988
U ₁₅ [-] (16µm - 2mm)	58,61

Bepaling fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
		0,075	-	2,8	-	125	-
Lutum							
0,001	-	0,090	2,1	4,0	-		
0,002	0,4	0,106	-	5,6	-		
Silt							
0,004	-	0,125	7,5	8,0	-		
0,006	-	0,150	-	11,2	-		
0,008	-	0,180	43,8	16,0	-		
0,010	-	0,212	-	20,0	-		
0,016	0,6	0,250	94,1	22,4	-		
0,020	0,7	0,355	99,6	31,5	-		
0,030	-	0,500	99,7	45,0	-		
0,038	0,9	0,710	99,9	63,0	-		
0,045	1,0	1,000	99,9				
0,063	1,1	1,400	100,0				
		2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,13
D ₁₅ [mm]	0,14
D ₅₀ [mm]	0,20
D ₉₀ [mm]	0,24
Cu = D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,56
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,88
U [-] (63µm - 2mm)	57,15

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode: **VN-50754**
 Projectnaam: Noordzee
 Boring: 4
 Monster: 1
 Diepte: +0,00 m tot -0,50 m
 l.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,128
d ₁₅ [mm]	0,134
d ₅₀ [mm]	0,183
d ₆₀ [mm]	0,201
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,6
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	2,1
C _c [-]	0,94

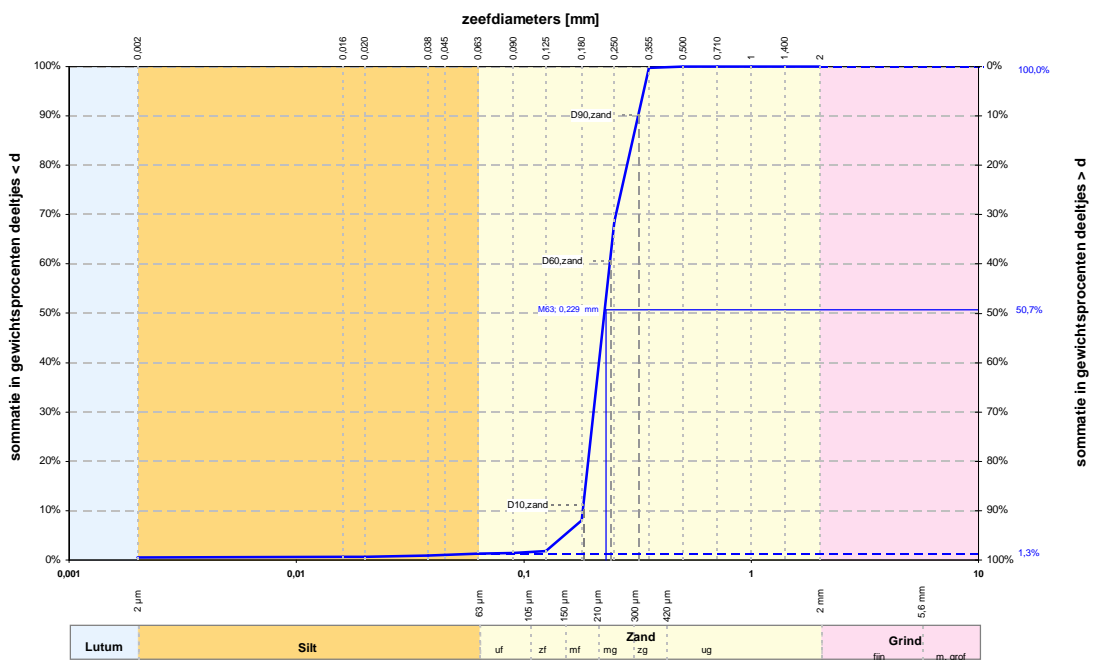
Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,184
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,189
F _m [-]	1,042
U ₁₅ [-] (16µm - 2mm)	59,55

	Bepaling fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum			0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	-	0,090	2,5	4,0	-		
	0,002	0,5	0,106	-	5,6	-		
	0,004	-	0,125	8,2	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
Silt	0,008	-	0,180	48,5	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	0,7	0,250	87,8	22,4	-		
	0,020	0,9	0,355	99,6	31,5	-		
	0,030	-	0,500	99,8	45,0	-		
	0,038	1,1	0,710	99,9	63,0	-		
	0,045	1,3	1,000	100,0				
	0,063	1,5	1,400	100,0				
			2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,13
D ₁₅ [mm]	0,14
D ₅₀ [mm]	0,20
D ₉₀ [mm]	0,27
Cu = D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,56
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	2,09
U [-] (63µm - 2mm)	57,24

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode: **VN-50754**
 Projectnaam: Noordzee
 Boring: 5
 Monster: 1
 Diepte: +0,00 m tot -0,50 m
 l.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,182
d ₁₅ [mm]	0,188
d ₅₀ [mm]	0,229
d ₆₀ [mm]	0,240
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,3
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	1,8
Cc [-]	0,96

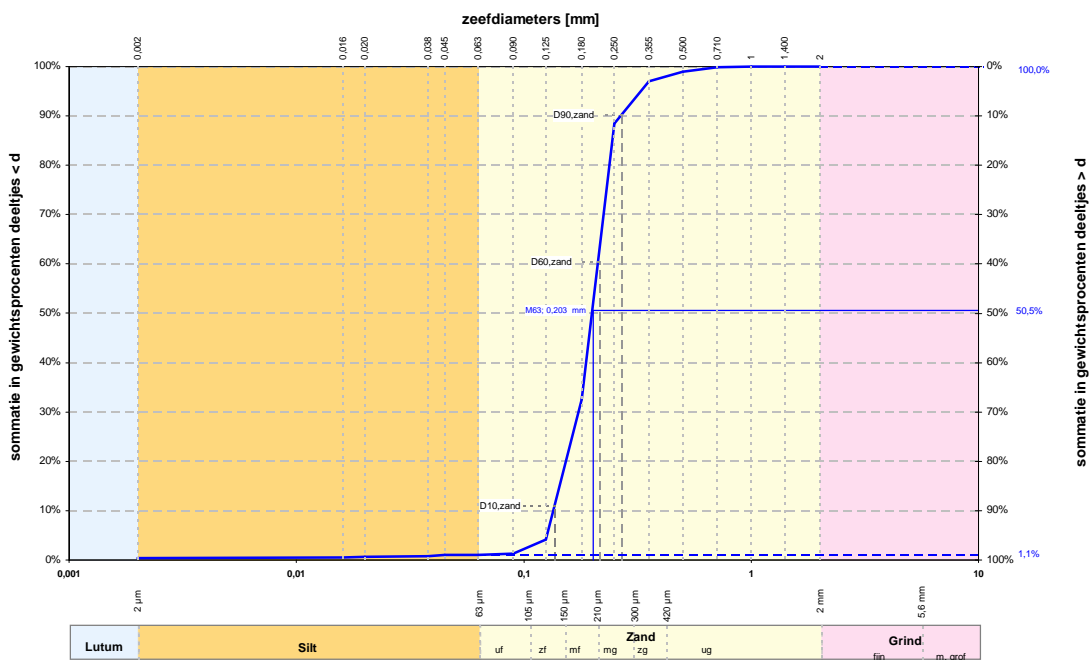
Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,229
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,237
F _m [-]	1,295
U ₁₅ [-] (16μm - 2mm)	46,43

	Bepaling fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum			0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	-	0,090	1,5	4,0	-		
	0,002	0,5	0,106	-	5,6	-		
	0,004	-	0,125	1,9	8,0	-		
	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	8,0	16,0	-		
Silt	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	0,6	0,250	68,6	22,4	-		
	0,020	0,7	0,355	99,7	31,5	-		
	0,030	-	0,500	100,0	45,0	-		
	0,038	0,9	0,710	100,0	63,0	-		
	0,045	1,1	1,000	100,0				
	0,063	1,3	1,400	100,0				
			2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,18
D ₁₅ [mm]	0,19
D ₅₀ [mm]	0,24
D ₉₀ [mm]	0,32
Cu = D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,31
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,76
U [-] (63μm - 2mm)	44,54

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode: **VN-50754**
 Projectnaam: Noordzee
 Boring: 6
 Monster: 1
 Diepte: +0,00 m tot -0,50 m
 t.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,136
d ₁₅ [mm]	0,146
d ₅₀ [mm]	0,202
d ₆₀ [mm]	0,214
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,6
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	2,0
Cc [-]	1,05

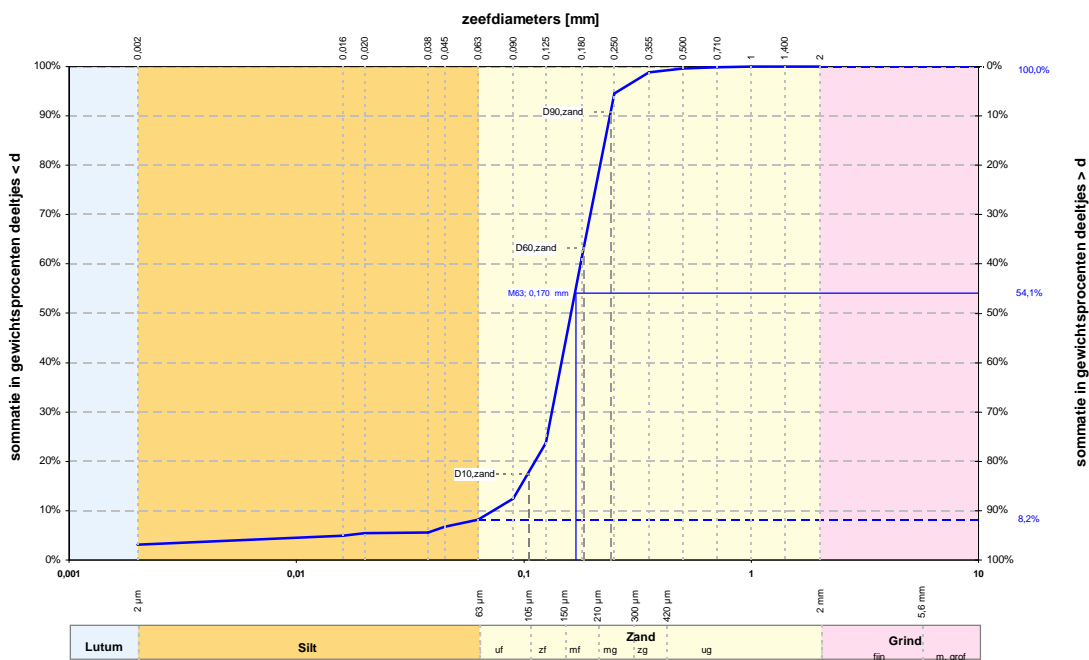
Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,203
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,201
F _m [-]	1,085
U ₁₅ [-] (16μm - 2mm)	54,48

Bepaling fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
		0,075	-	2,8	-	125	-
Lutum							
0,001	-	0,090	1,3	4,0	-		
0,002	0,4	0,106	-	5,6	-		
Silt							
0,004	-	0,125	4,1	8,0	-		
0,006	-	0,150	-	11,2	-		
0,008	-	0,180	32,6	16,0	-		
0,010	-	0,212	-	20,0	-		
0,016	0,5	0,250	88,5	22,4	-		
0,020	0,7	0,355	97,0	31,5	-		
0,030	-	0,500	98,9	45,0	-		
0,038	0,8	0,710	99,8	63,0	-		
0,045	1,0	1,000	100,0				
0,063	1,1	1,400	100,0				
		2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,14
D ₁₅ [mm]	0,15
D ₆₀ [mm]	0,21
D ₉₀ [mm]	0,27
Cu = D ₆₀ / D ₁₀ [-]	1,55
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,95
U [-] (63μm - 2mm)	52,60

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode: VN-50754
 Projectnaam: Noordzee
 Boring: 7
 Monster: 1
 Diepte: +0,00 m tot -0,50 m
 t.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,074
d ₁₅ [mm]	0,098
d ₅₀ [mm]	0,164
d ₆₀ [mm]	0,178
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	2,4
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	3,2
Cc [-]	1,36

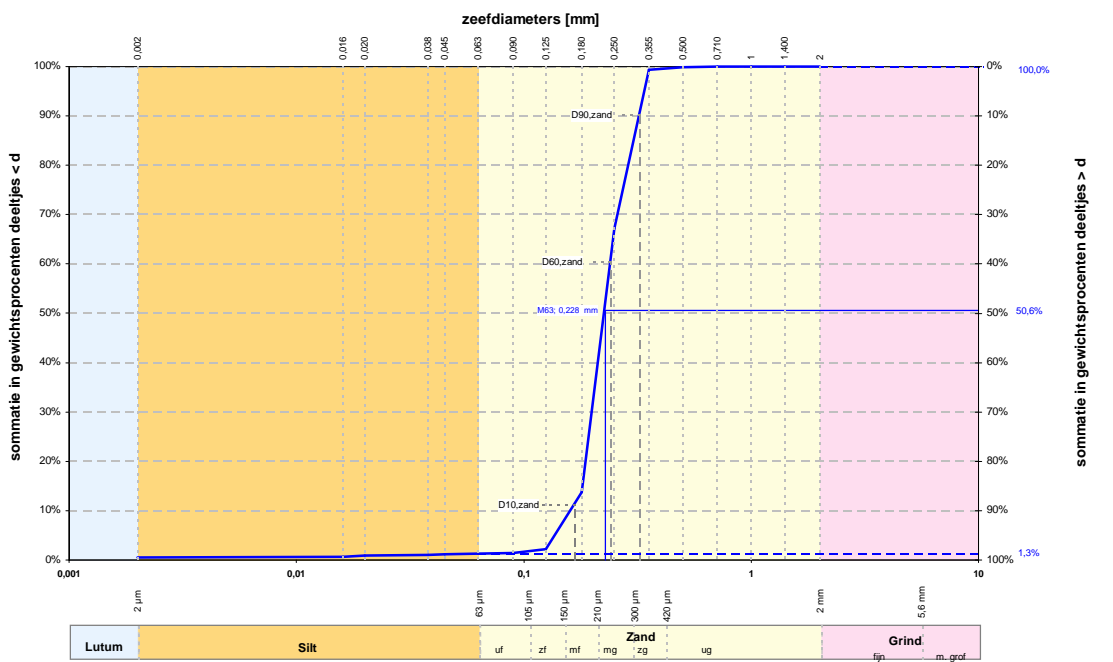
Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,170
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,163
F _m [-]	0,820
U ₁₅ [-]	71,59
[16μm - 2mm]	

Bepaling fractie < 63 μm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
		0,075	-	2,8	-	125	-
Lutum							
0,001	-	0,090	12,5	4,0	-		
0,002	3,1	0,106	-	5,6	-		
Silt							
0,004	-	0,125	23,8	8,0	-		
0,006	-	0,150	-	11,2	-		
0,008	-	0,180	61,2	16,0	-		
0,010	-	0,212	-	20,0	-		
0,016	4,9	0,250	94,6	22,4	-		
0,020	5,4	0,355	98,8	31,5	-		
0,030	-	0,500	99,6	45,0	-		
0,038	5,6	0,710	99,9	63,0	-		
0,045	6,8	1,000	100,0				
0,063	8,2	1,400	100,0				
		2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,11
D ₁₅ [mm]	0,12
D ₅₀ [mm]	0,18
D ₉₀ [mm]	0,24
Cu = D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,75
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	2,30
U [-]	64,28
[63μm - 2mm]	

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode: **VN-50754**
 Projectnaam: Noordzee
 Boring: 8
 Monster: 1
 Diepte: +0,00 m tot -0,50 m
 t.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,162
d ₁₅ [mm]	0,182
d ₅₀ [mm]	0,227
d ₆₀ [mm]	0,241
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,5
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	2,0
C _c [-]	1,04

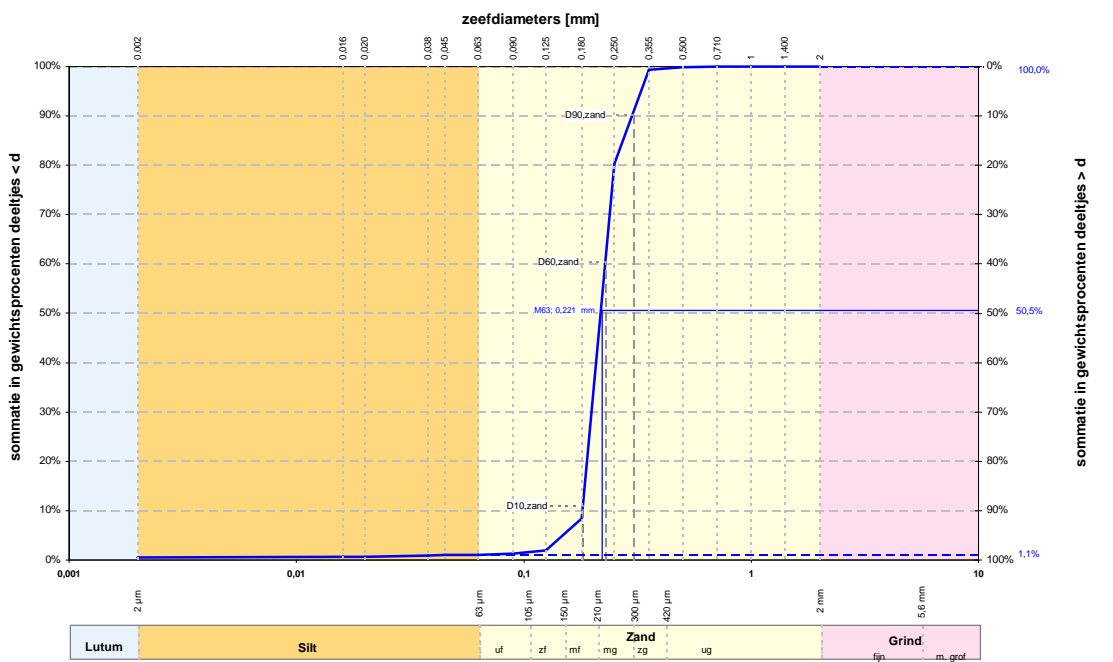
Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,228
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,234
F _m [-]	1,307
U ₁₅ [-] (16µm - 2mm)	47,38

Bepaling fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
		0,075	-	2,8	-	125	-
Lutum							
0,001	-	0,090	1,4	4,0	-		
0,002	0,5	0,106	-	5,6	-		
Silt							
0,004	-	0,125	2,2	8,0	-		
0,006	-	0,150	-	11,2	-		
0,008	-	0,180	13,8	16,0	-		
0,010	-	0,212	-	20,0	-		
0,016	0,7	0,250	67,2	22,4	-		
0,020	0,9	0,355	99,3	31,5	-		
0,030	-	0,500	99,9	45,0	-		
0,038	1,0	0,710	100,0	63,0	-		
0,045	1,1	1,000	100,0				
0,063	1,3	1,400	100,0				
		2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,17
D ₁₅ [mm]	0,18
D ₅₀ [mm]	0,24
D ₉₀ [mm]	0,32
Cu = D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,44
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,94
U ₁₅ [-] (63µm - 2mm)	45,60

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode: VN-50754
 Projectnaam: Noordzee
 Boring: 9
 Monster: 1
 Diepte: +0,00 m tot -0,50 m
 l.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,182
d ₁₅ [mm]	0,186
d ₅₀ [mm]	0,221
d ₆₀ [mm]	0,230
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,3
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	1,7
C _c [-]	0,97

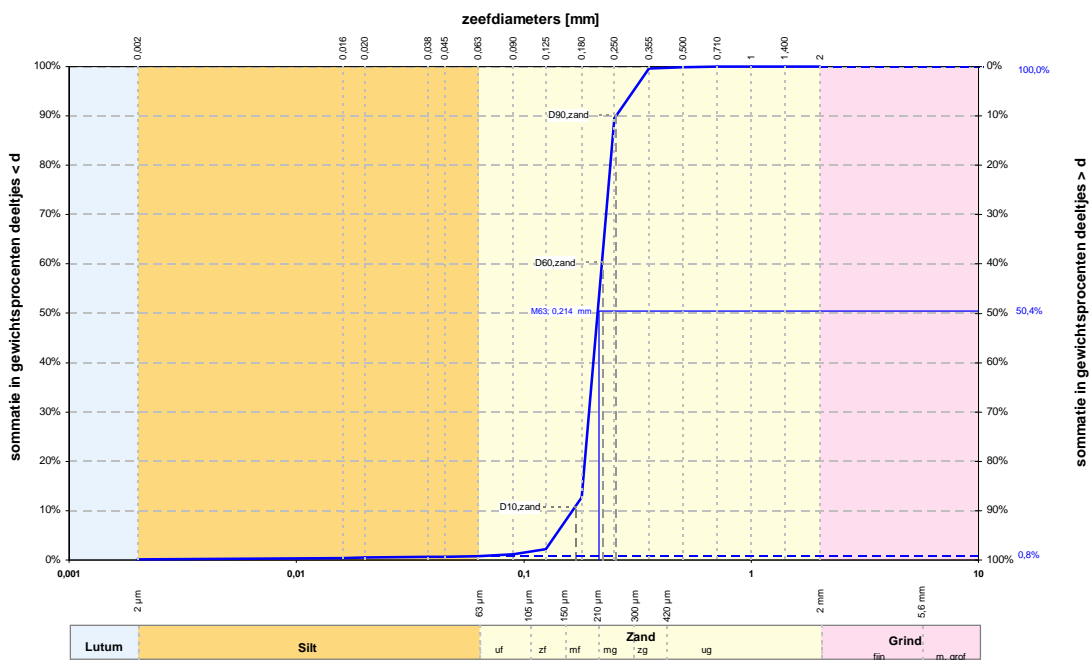
Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,221
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,225
F _m [-]	1,181
U ₁₅ [-]	47,79
[16µm - 2mm]	

Bepaling fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
		0,075	-	2,8	-	125	-
Lutum							
0,001	-	0,090	1,3	4,0	-		
0,002	0,5	0,106	-	5,6	-		
Silt							
0,004	-	0,125	1,9	8,0	-		
0,006	-	0,150	-	11,2	-		
0,008	-	0,180	8,4	16,0	-		
0,010	-	0,212	-	20,0	-		
0,016	0,6	0,250	80,2	22,4	-		
0,020	0,7	0,355	99,3	31,5	-		
0,030	-	0,500	99,8	45,0	-		
0,038	0,9	0,710	100,0	63,0	-		
0,045	1,0	1,000	100,0				
0,063	1,1	1,400	100,0				
		2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,18
D ₁₅ [mm]	0,19
D ₅₀ [mm]	0,23
D ₉₀ [mm]	0,30
Cu = D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,26
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,67
U ₁₅ [-]	46,33
[63µm - 2mm]	

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode: **VN-50754**
 Projectnaam: Noordzee
 Boring: 10
 Monster: 1
 Diepte: +0,00 m tot -0,50 m
 l.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,166
d ₁₅ [mm]	0,182
d ₅₀ [mm]	0,214
d ₆₀ [mm]	0,223
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,3
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	1,5
C _c [-]	1,04

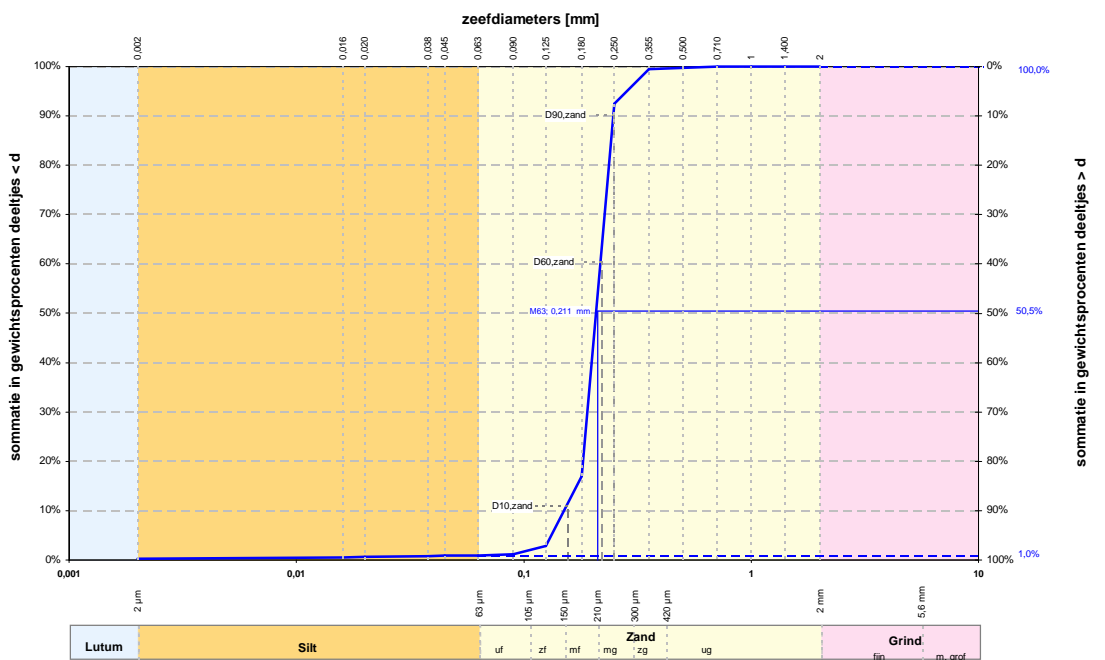
Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,214
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,213
F _m [-]	1,083
U ₁₅ [-]	49,93
[16µm - 2mm]	

Bepaling fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
		0,075	-	2,8	-	125	-
Lutum							
0,001	-	0,090	1,1	4,0	-		
0,002	0,2	0,106	-	5,6	-		
Silt							
0,004	-	0,125	2,3	8,0	-		
0,006	-	0,150	-	11,2	-		
0,008	-	0,180	12,7	16,0	-		
0,010	-	0,212	-	20,0	-		
0,016	0,4	0,250	89,5	22,4	-		
0,020	0,5	0,355	99,6	31,5	-		
0,030	-	0,500	99,9	45,0	-		
0,038	0,6	0,710	99,9	63,0	-		
0,045	0,7	1,000	100,0				
0,063	0,8	1,400	100,0				
		2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,17
D ₁₅ [mm]	0,18
D ₆₀ [mm]	0,22
D ₉₀ [mm]	0,26
Cu = D ₆₀ / D ₁₀ [-]	1,32
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,51
U [-]	48,74
[63µm - 2mm]	

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode VN-50754
 Projectnaam Noordzee
 Boring 11
 Monster 1
 Diepte +0,00 m tot -0,50 m
 t.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,153
d ₁₅ [mm]	0,172
d ₅₀ [mm]	0,211
d ₆₀ [mm]	0,220
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,4
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	1,6
Cc [-]	1,10

Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,211
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,208
F _m [-]	1,049
U ₁₅ [-] (16µm - 2mm)	51,46

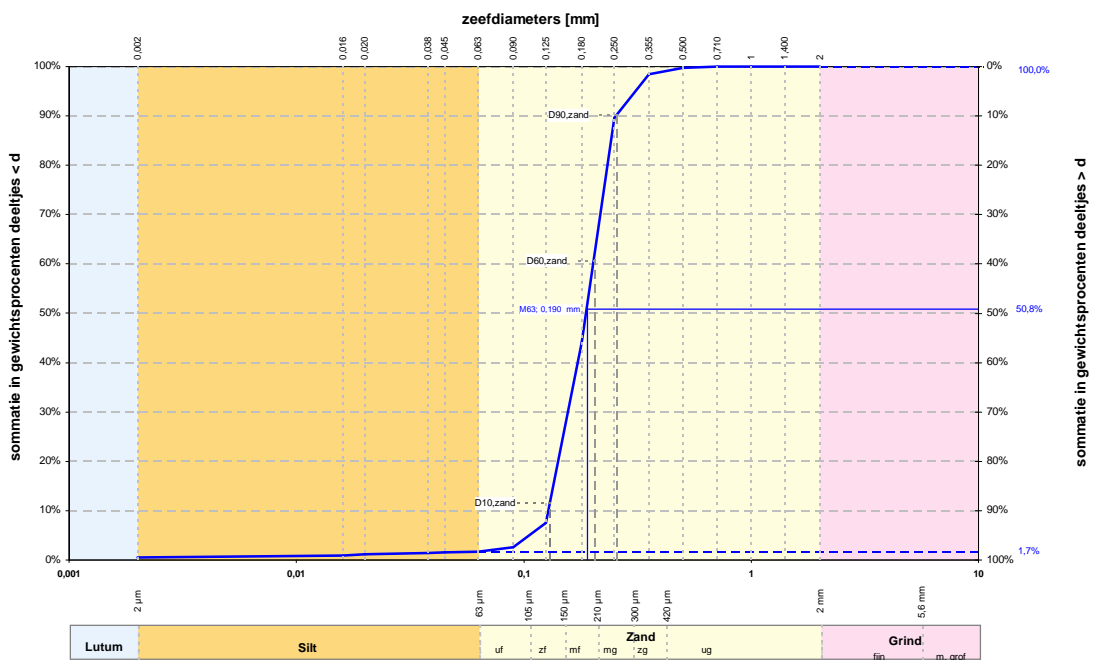
Bepaling fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
		0,075	-	2,8	-	125	-
Lutum							
0,001	-	0,090	1,2	4,0	-		
0,002	0,3	0,106	-	5,6	-		
Silt							
0,004	-	0,125	2,8	8,0	-		
0,006	-	0,150	-	11,2	-		
0,008	-	0,180	17,0	16,0	-		
0,010	-	0,212	-	20,0	-		
0,016	0,5	0,250	92,5	22,4	-		
0,020	0,6	0,355	99,5	31,5	-		
0,030	-	0,500	99,8	45,0	-		
0,038	0,8	0,710	100,0	63,0	-		
0,045	0,9	1,000	100,0				
0,063	1,0	1,400	100,0				
		2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,16
D ₁₅ [mm]	0,18
D ₅₀ [mm]	0,22
D ₉₀ [mm]	0,25
Cu = D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,41
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,59
U [-] (63µm - 2mm)	50,05

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode **VN-50754**
 Projectnaam Noordzee
 Boring 12
 Monster 1
 Diepte +0,00 m tot -0,50 m

t.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,129
d ₁₅ [mm]	0,136
d ₅₀ [mm]	0,189
d ₆₀ [mm]	0,204
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,6
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	2,0
Cc [-]	0,96

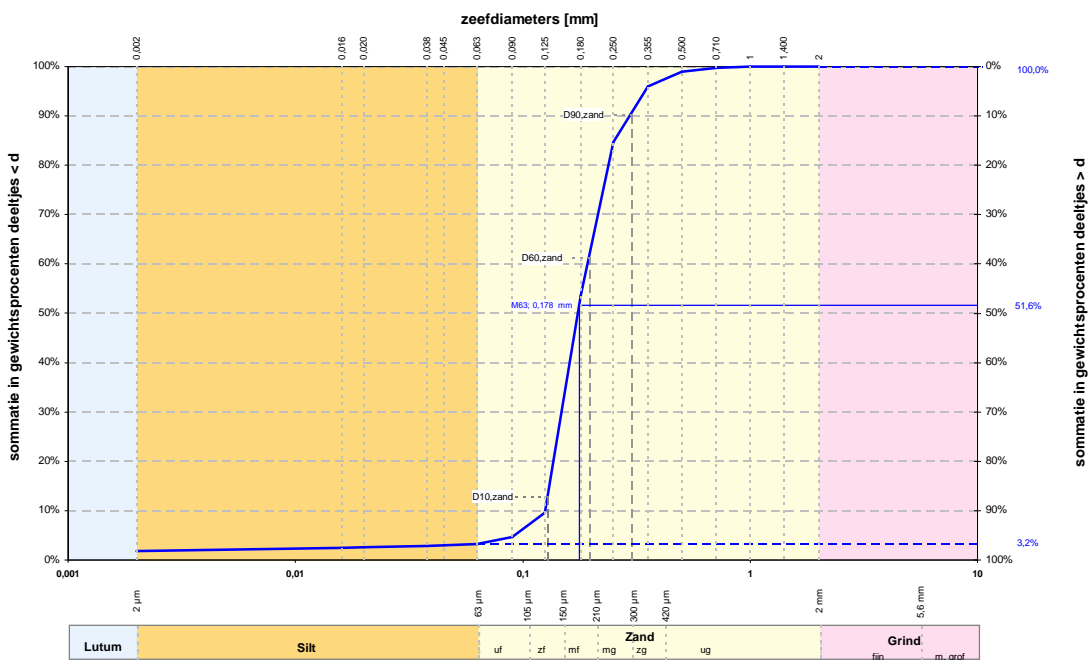
Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,190
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,190
F _m [-]	1,032
U ₁₅ [-] (16µm - 2mm)	58,96

	Bepaling fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum			0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	-	0,090	2,5	4,0	-		
	0,002	0,5	0,106	-	5,6	-		
	0,004	-	0,125	7,5	8,0	-		
Silt	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	44,1	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	0,9	0,250	89,6	22,4	-		
	0,020	1,2	0,355	98,4	31,5	-		
	0,030	-	0,500	99,7	45,0	-		
	0,038	1,4	0,710	100,0	63,0	-		
	0,045	1,5	1,000	100,0				
	0,063	1,7	1,400	100,0				
			2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,13
D ₁₅ [mm]	0,14
D ₅₀ [mm]	0,21
D ₉₀ [mm]	0,26
Cu = D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,57
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,96
U [-] (63µm - 2mm)	56,20

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode: **VN-50754**
 Projectnaam: Noordzee
 Boring: 13
 Monster: 1
 Diepte: +0,00 m tot -0,50 m
 l.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,125
d ₁₅ [mm]	0,132
d ₅₀ [mm]	0,176
d ₆₀ [mm]	0,195
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	1,6
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	2,4
Cc [-]	0,93

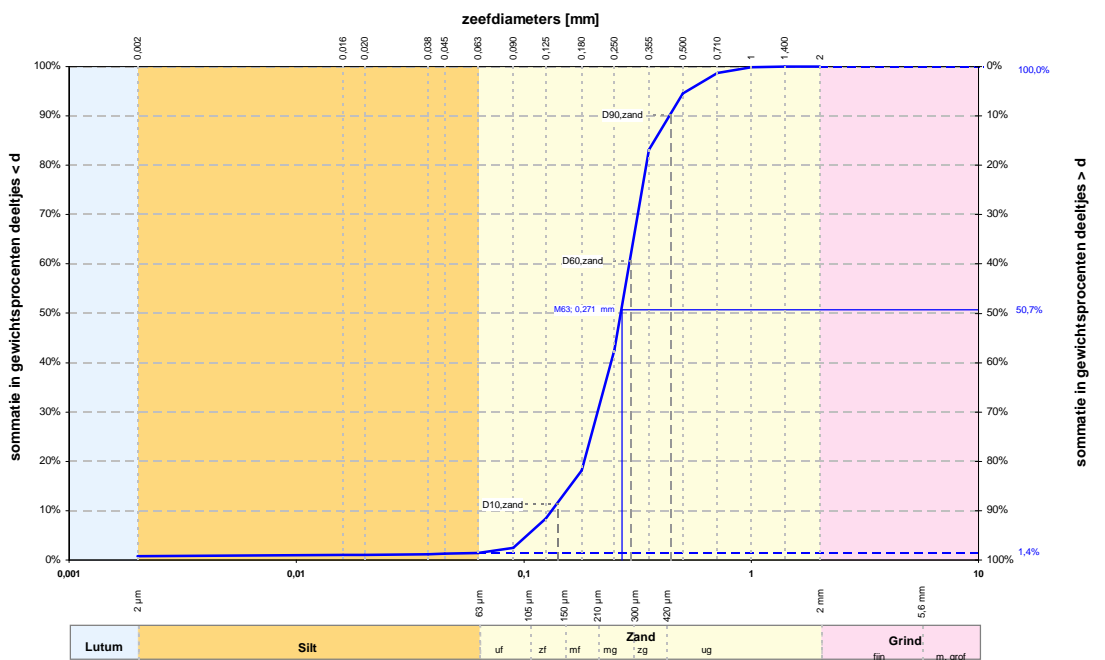
Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,178
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,189
F _m [-]	1,067
U ₁₅ [-] (16µm - 2mm)	59,66

Bepaling fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
		0,075	-	2,8	-	125	-
Lutum							
0,001	-	0,090	4,6	4,0	-		
0,002	1,8	0,106	-	5,6	-		
Silt							
0,004	-	0,125	9,6	8,0	-		
0,006	-	0,150	-	11,2	-		
0,008	-	0,180	53,5	16,0	-		
0,010	-	0,212	-	20,0	-		
0,016	2,4	0,250	84,7	22,4	-		
0,020	2,6	0,355	96,0	31,5	-		
0,030	-	0,500	99,0	45,0	-		
0,038	2,8	0,710	99,8	63,0	-		
0,045	3,0	1,000	100,0				
0,063	3,2	1,400	100,0				
		2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,13
D ₁₅ [mm]	0,14
D ₅₀ [mm]	0,20
D ₉₀ [mm]	0,30
Cu = D ₉₀ / D ₁₀ [-]	1,53
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	2,34
U [-] (63µm - 2mm)	57,38

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode: VN-50754
 Projectnaam: Noordzee
 Boring: 14
 Monster: 1
 Diepte: +0,00 m tot -0,50 m
 t.o.v. zeebodem



Alle fracties	
Kentallen	Waarde
d ₁₀ [mm]	0,134
d ₁₅ [mm]	0,162
d ₅₀ [mm]	0,269
d ₆₀ [mm]	0,295
Cu = d ₆₀ / d ₁₀ [-]	2,2
d ₉₀ / d ₁₀ [-]	3,3
Cc [-]	1,16

Karakteristieke waarden	
M ₆₃ [mm]	0,271
M ₂₀₀₀ [mm]	-
D _m [mm]	0,272
F _m [-]	1,548
U ₁₅ [-]	44,20
[16µm - 2mm]	

	Bepaling fractie < 63 µm		Zand		Grind		Stenen	
	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d	d [mm]	% < d
Lutum			0,075	-	2,8	-	125	-
	0,001	-	0,090	2,4	4,0	-		
	0,002	0,8	0,106	-	5,6	-		
	0,004	-	0,125	8,4	8,0	-		
Silt	0,006	-	0,150	-	11,2	-		
	0,008	-	0,180	18,1	16,0	-		
	0,010	-	0,212	-	20,0	-		
	0,016	1,0	0,250	42,5	22,4	-		
	0,020	1,1	0,355	83,2	31,5	-		
	0,030	-	0,500	94,5	45,0	-		
	0,038	1,2	0,710	98,8	63,0	-		
	0,045	1,3	1,000	99,8				
	0,063	1,4	1,400	100,0				
			2,000	100,0				

Zandfractie	
Kentallen	Waarde
D ₁₀ [mm]	0,14
D ₁₅ [mm]	0,17
D ₅₀ [mm]	0,30
D ₉₀ [mm]	0,44
Cu = D ₉₀ / D ₁₀ [-]	2,10
D ₉₀ / D ₁₀ [-]	3,15
U [-]	42,96
[63µm - 2mm]	

Beschrijving uitvoering proef	
Beschrijving volgens NEN 5104: Zs1	
kalkgehalte	niet bepaald
Methode bepaling fijn:	sedigraaf
Methode bepaling zand	zeven; nat
Methode bepaling grind	zeven; nat

Projectcode **VN-50754**
 Projectnaam Noordzee
 Boring 15
 Monster 1
 Diepte +0,00 m tot -0,50 m

t.o.v. zeebodem

Bijlagen: kaarten en profielen

Kaarten

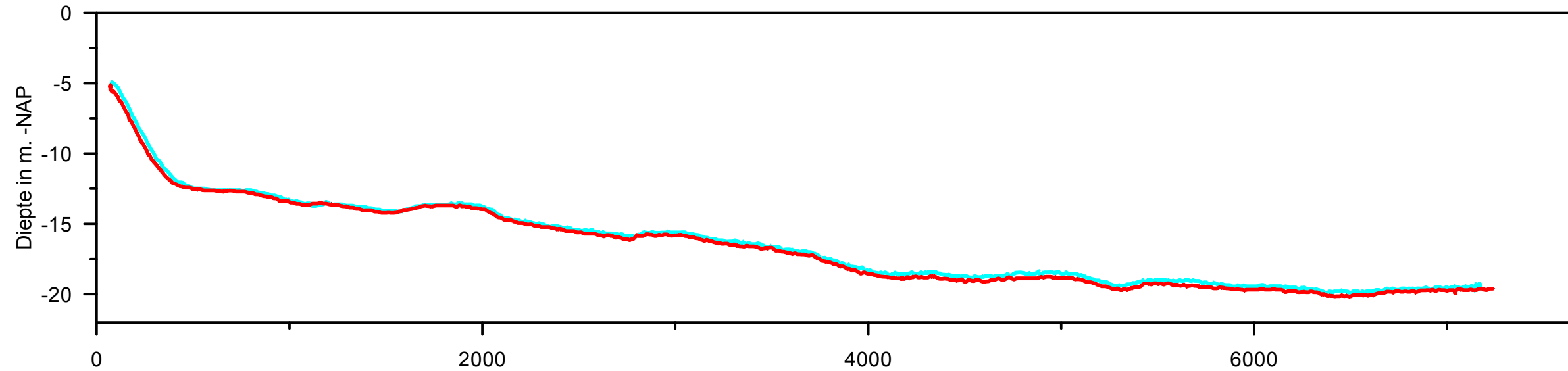
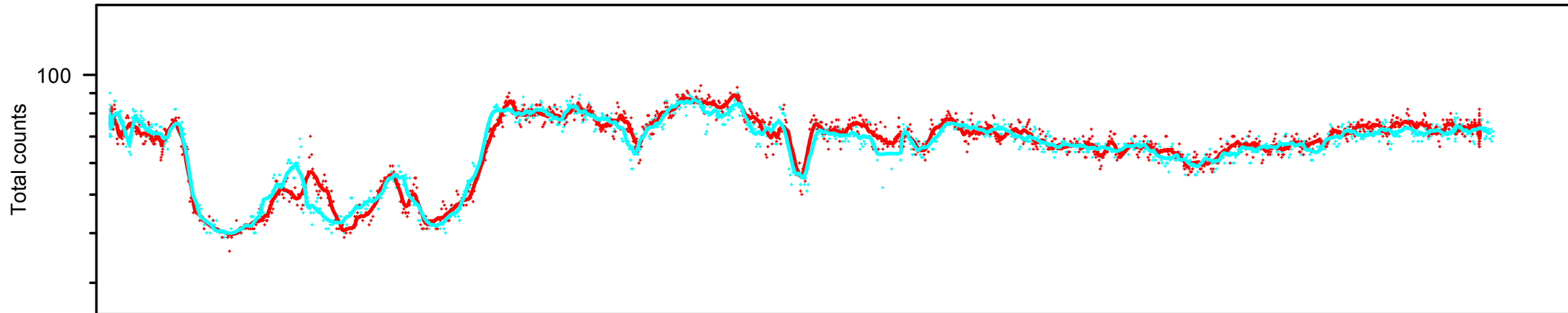
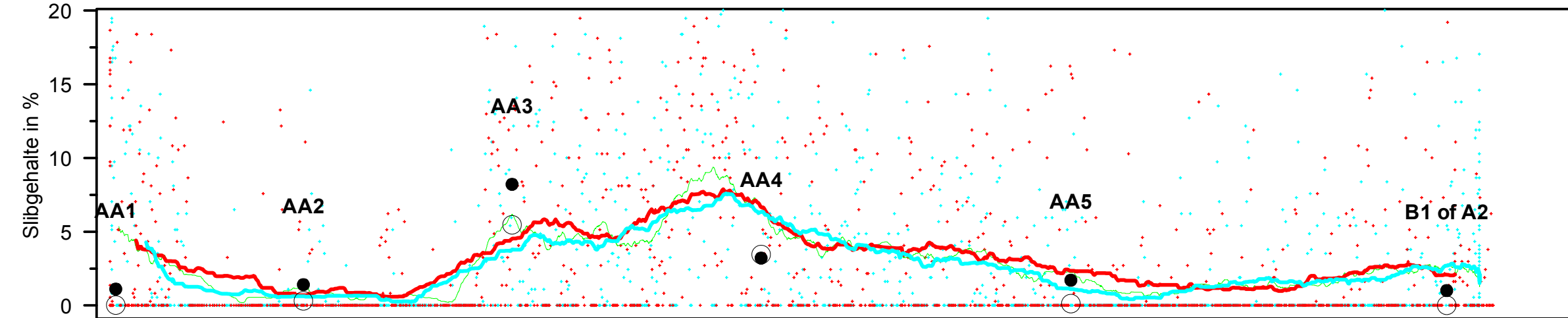
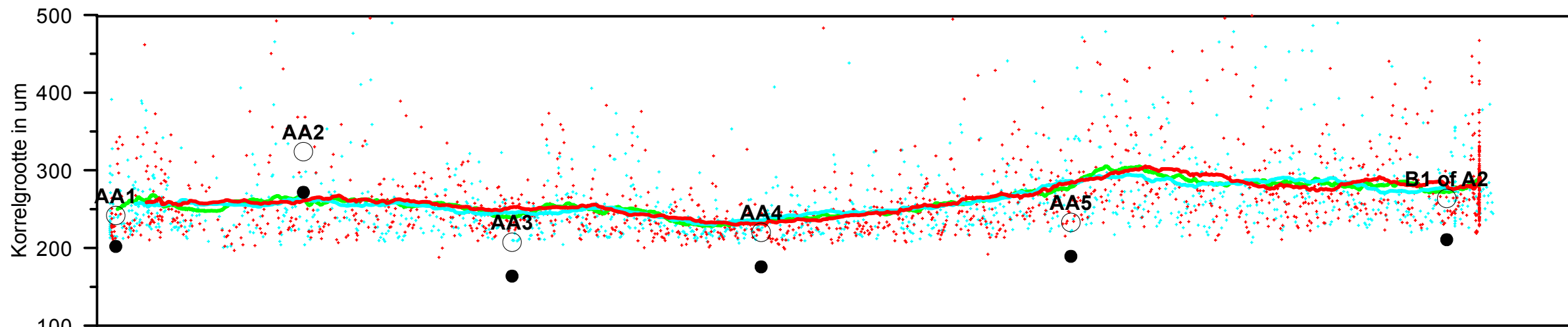
Profiel A

Profiel B

Profiel C

Profiel met bodemruwheid

Kaart met Bodemruwheid, tracks en monsterlocaties



Profielen

Legenda

- Monsterpunten W&P/Zeef
- Monsterpunten TNO/Malvern
- + Meetpunten lijn1 15-09-09
- + Meetpunten lijn2 16-09-09
- Gemiddelde lijn 1 en 2
- Metingen lijn1 15-09-09
- Metingen lijn2 16-09-09
- Line/Scatter Plot 11

Gebied **Petten profiel A**

Schaal

Kaartinformatie

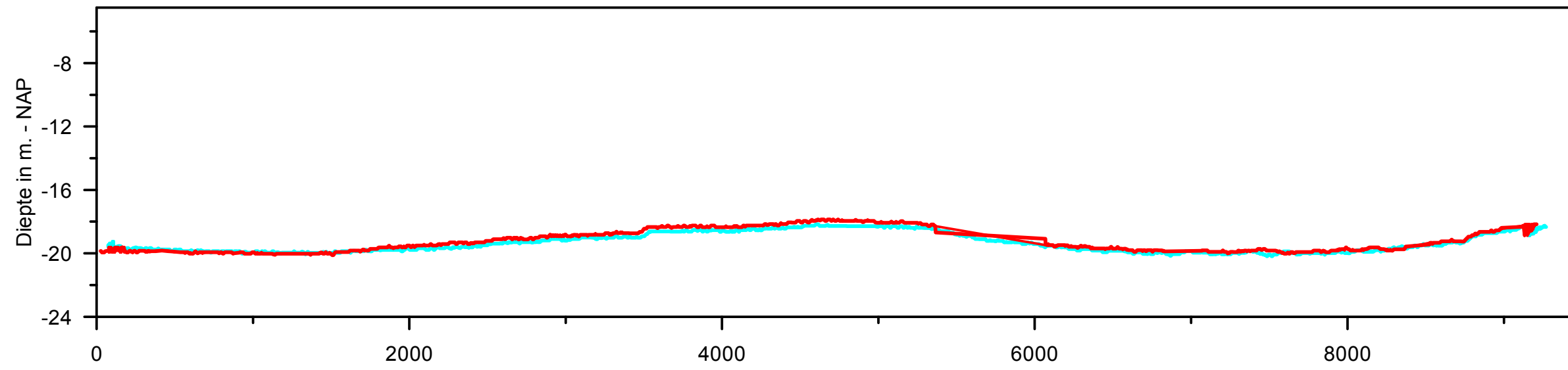
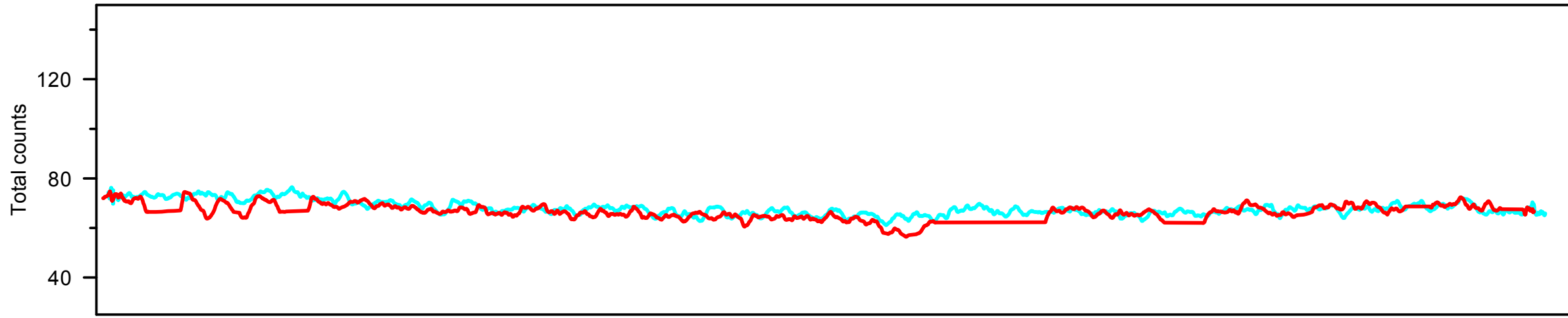
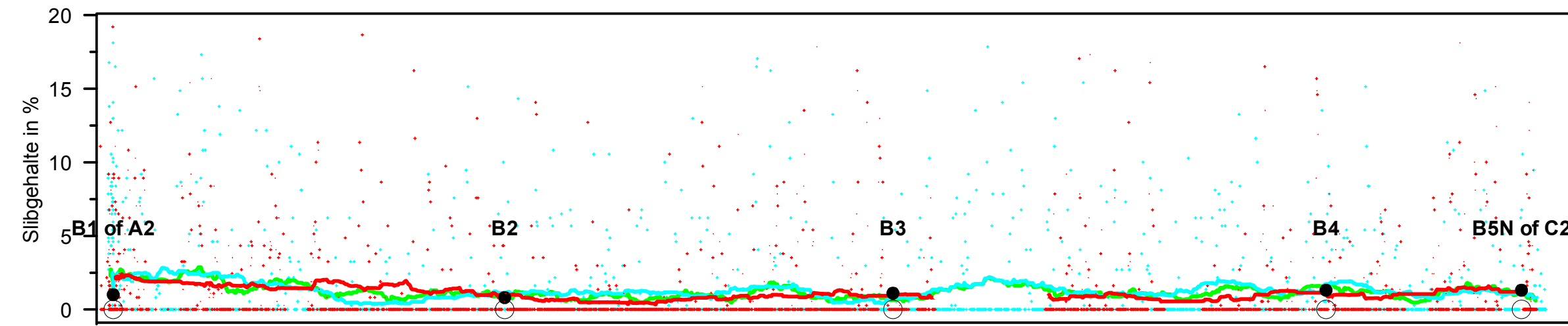
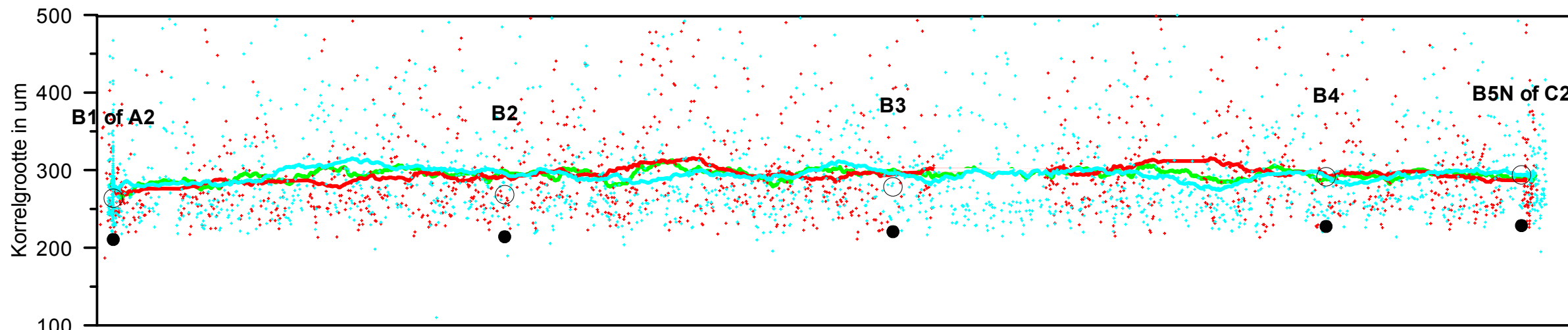
Opdrachtgever
Deltares

Datum opname 17/18 sept. 2009	Projectcode 2009-P-260
-------------------------------------	---------------------------

Auteur RK/KdV	Revisie V1	Projectie
------------------	---------------	-----------



Medusa Surveys, Postbus 623, 9700 AP, Groningen
tel: 050 5770280, web: www.medusa-surveys.com



Profielen

Legenda

- Monsterpunten W&P/Zeeff
- Monsterpunten TNO/Malvern
- + Meetpunten lijn1 15-09-09
- + Meetpunten lijn2 16-09-09
- Gemiddelde lijn 1 en 2
- Metingen lijn1 15-09-09
- Metingen lijn2 16-09-09

Gebied Petten profiel B

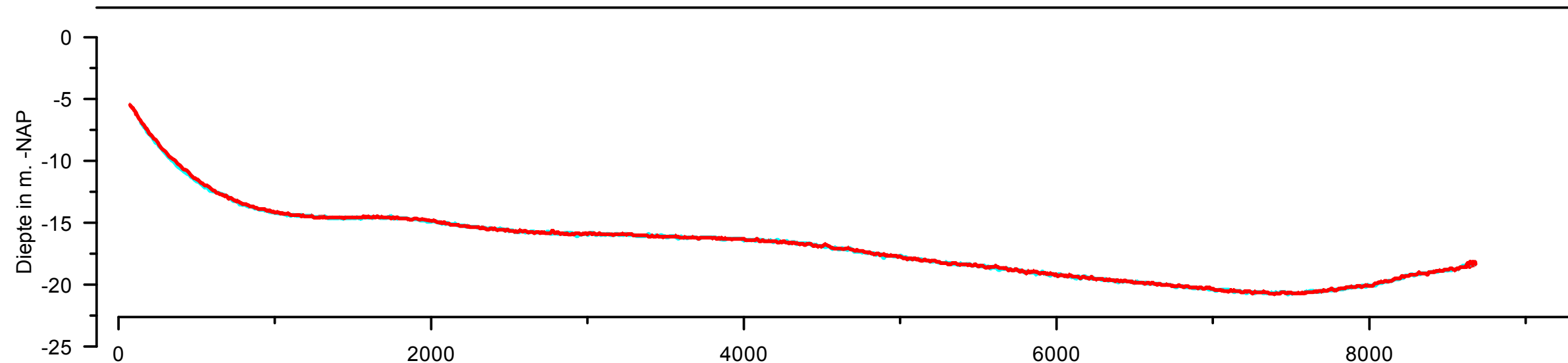
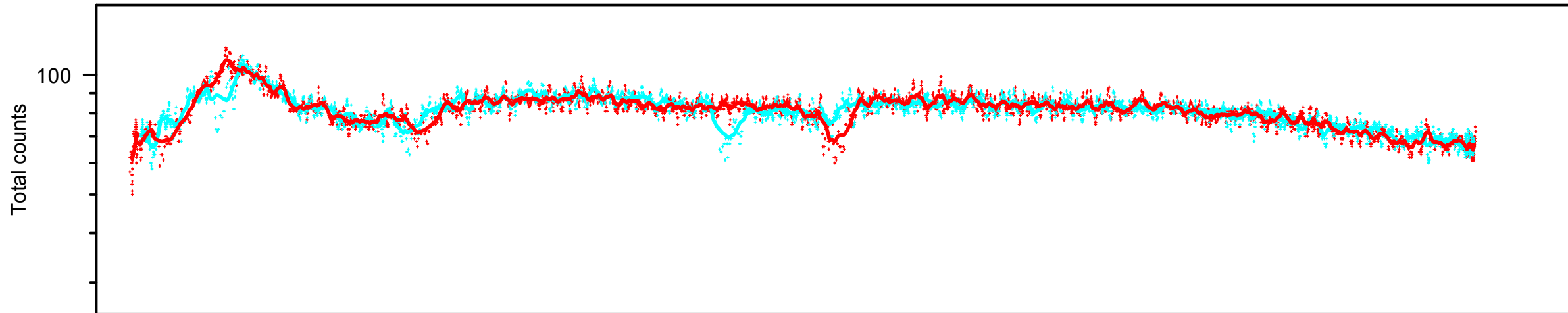
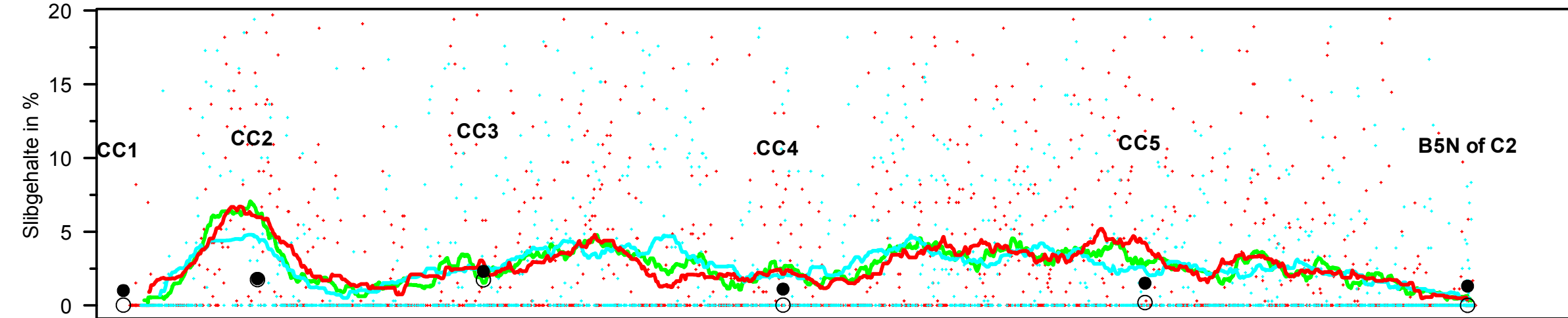
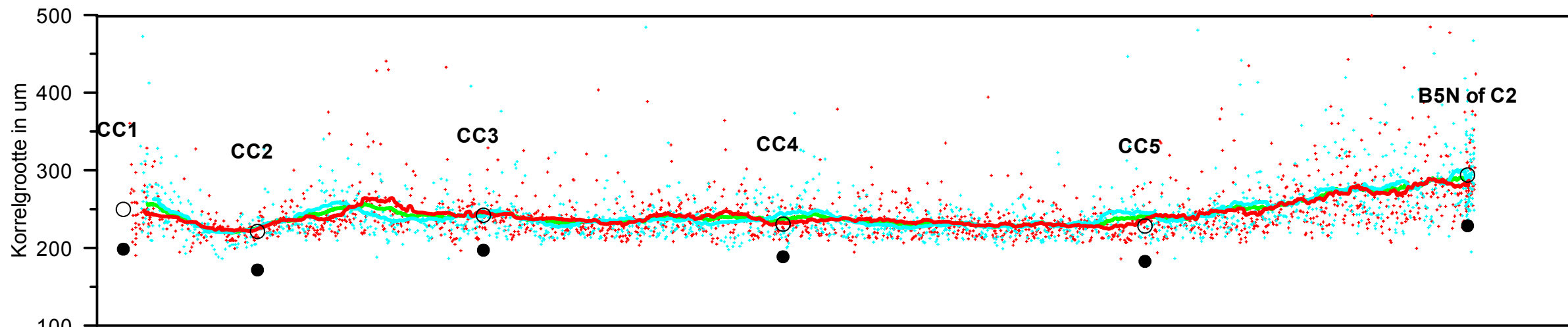
Schaal

Kaartinformatie

Opdrachtgever		
Deltares		
Datum opname	Projectcode	
17/18 sept. 2009	2009-P-260	
Auteur	Revisie	Projectie
RK/KdV	V1	



Medusa Surveys, Postbus 623, 9700 AP, Groningen
tel: 050 5770280, web: www.medusa-surveys.com



Profielen

Legenda

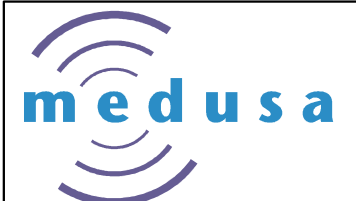
- Monsterpunten W&P/Zeef
- Monsterpunten TNO/Malvern
- + Meetpunten lijn 1 15-09
- + Meetpunten lijn 2 16-09
- lijn 1 en 2 gecombineerd
- Metingen lijn1 15-09-09
- Metingen lijn2 16-09-09

Gebied **Petten profiel C**

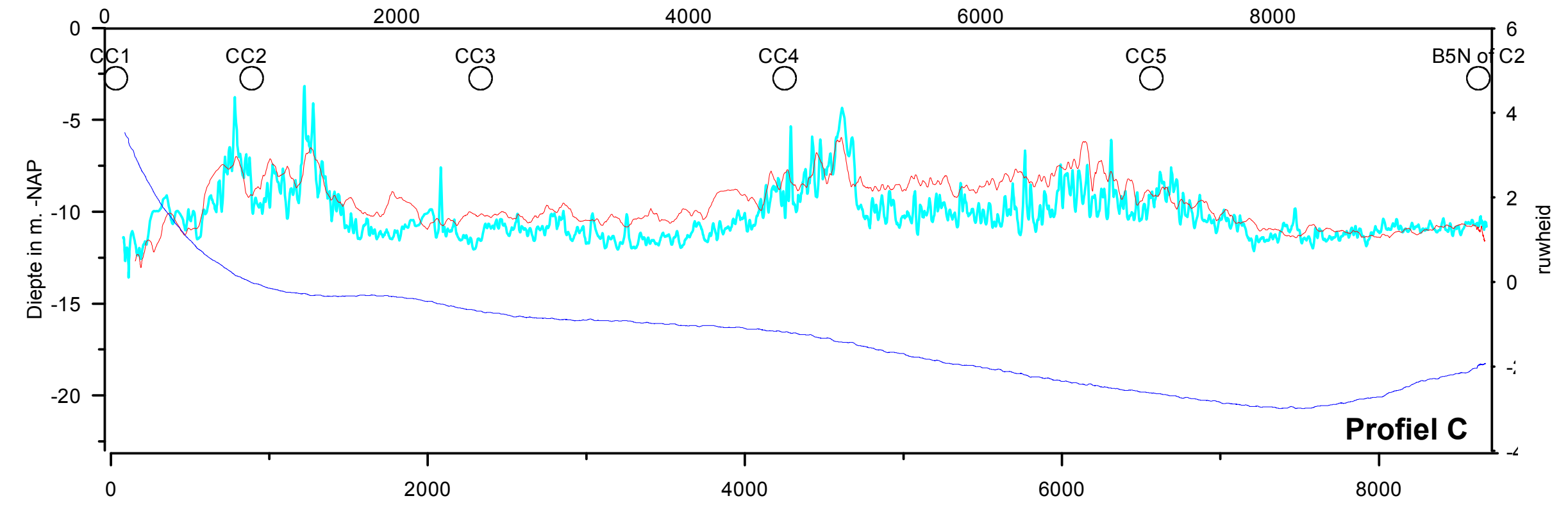
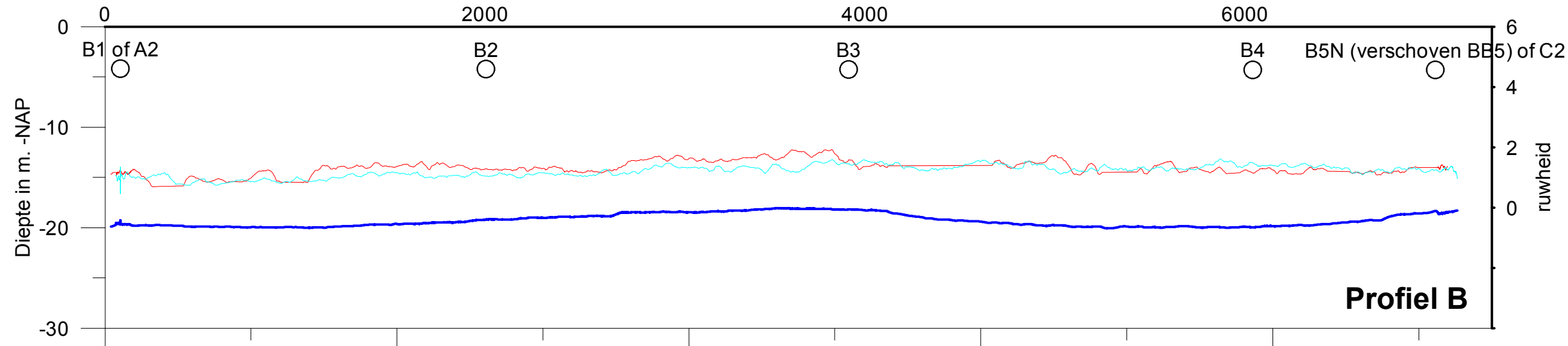
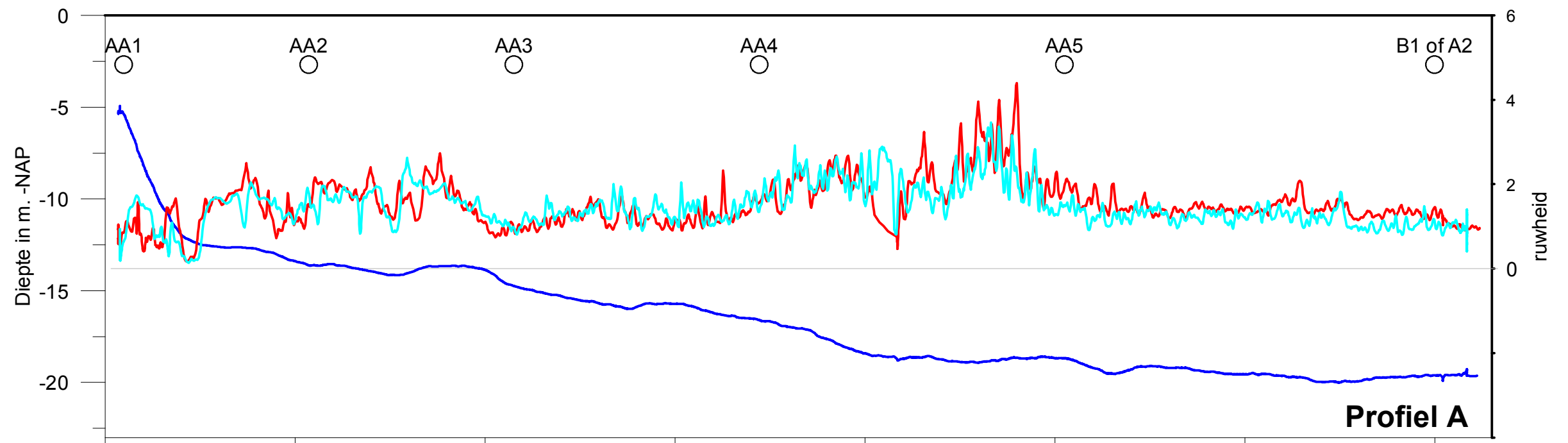
Schaal

Kaartinformatie

Opdrachtgever		
Deltares		
Datum opname	Projectcode	
17/18 sept. 2009	2009-P-260	
Auteur	Revisie	Projectie
RK/KdV	V1	



Medusa Surveys, Postbus 623, 9700 AP, Groningen
tel: 050 5770280, web: www.medusa-surveys.com



Ruwheid (schelpen)

Legenda

- Ruwheid (schelpen) lijn 1
15 september 2009
- Ruwheid (schelpen) lijn 2
16-september 2009
- Diepte

Gebied **Profiel A, B en C**

Schaal

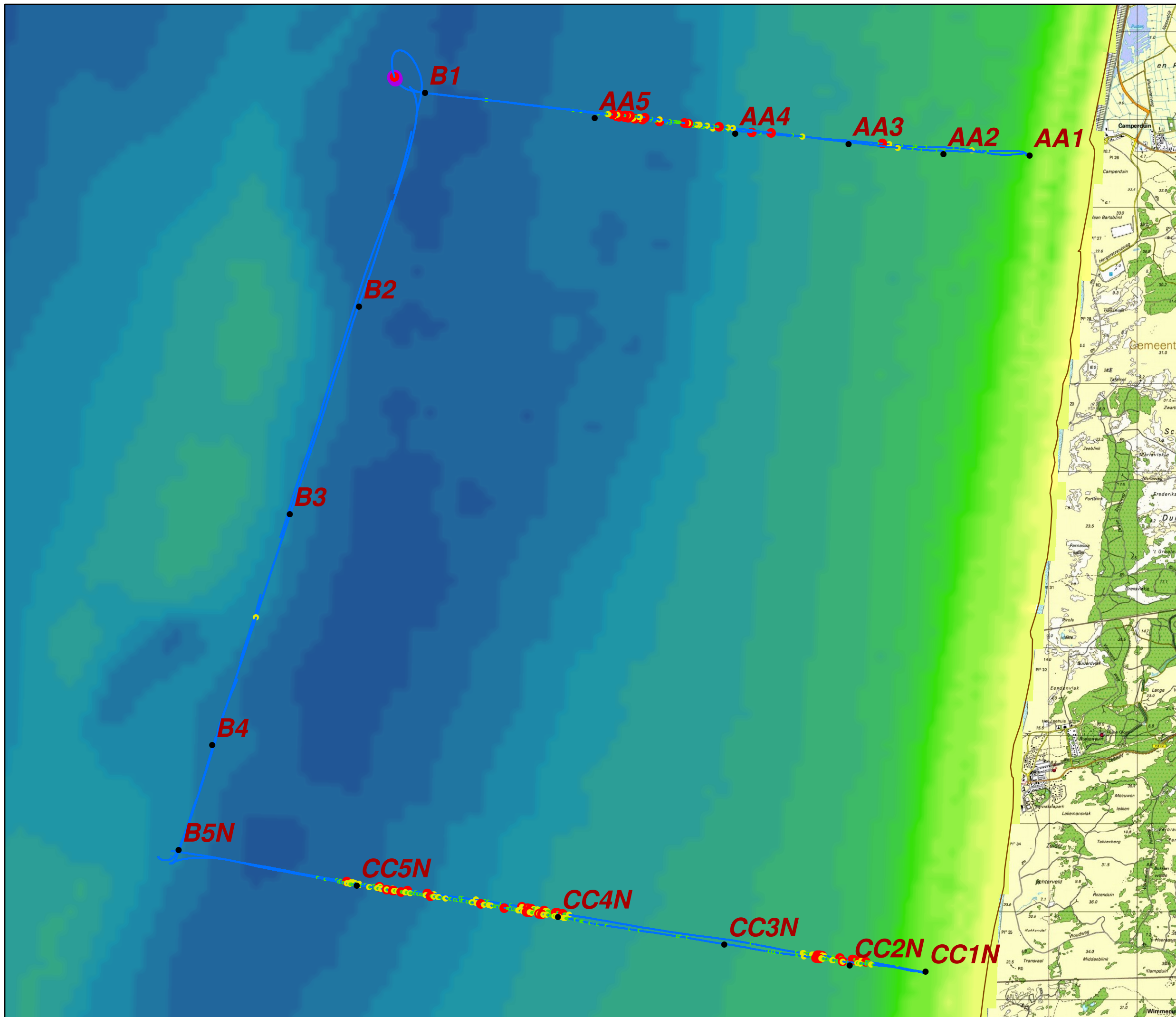
Kaartinformatie

Opdrachtgever Deltares		
Datum opname 17/18 sept. 2009	Projectcode 2009-P-260	
Auteur RK/KdV	Revisie V1	Projectie



medusa

Medusa Surveys, Postbus 623, 9700 AP, Groningen
tel: 050 5770280, web: www.medusa-surveys.com



**Ruwheid bodem/
voorkomen van schelpen**

Legenda

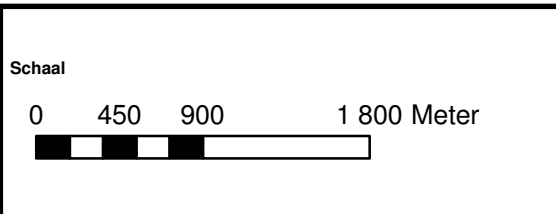


Legenda

- Locaties Boxcoremonsters

**Bodemruwheid
o.b.v. geluid**

- Lage ruwheid geen schelpen
- Middelmatige ruwheid
- Hoge ruwheid
- Hoge ruwheid, veel schelpen/stenen



Gebied

Slibmonitoring Noordzee

Opdrachtgever Deltares/ Stichting La Mer

Datum opname 15/16 09 2009	Projectcode 2009-P-260	
Auteur KV	Revisie	Projectie RD



Medusa GeoSurveys, Postbus 623, 9700 AP, Groningen
tel: 050 5770280, web: www.medusa-surveys.com