
Validatie en verwerking van hydrografische metingen op de Galgeplaat, Zeeland



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Dienst Zeeland

AV_DOC_070417

Aqua Vision BV
Servaasbolwerk 11
3512 NK Utrecht
The Netherlands

Tel. ++ 31 30 2459872
Fax. ++ 31 30 2459499
www.aquavision.nl



Hydro- & Oceanographic
Consultancy

Validatie en verwerking van hydrografische metingen op de Galgeplaat, Zeeland

Auteurs : Drs. J.W. Mol en Drs. J.H. Aardoom
Datum : December 2008
Rapportnummer : AV_DOC_080417
Opdrachtgever : Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Dienst Zeeland
Contactpersoon : Ing. D.C. van Maldegem

Aqua Vision BV
Servaasbolwerk 11
3512 NK Utrecht
The Netherlands

Tel. ++ 31 30 2459872
Fax. ++ 31 30 2459499
www.aquavision.nl



Hydro- & Oceanographic
Consultancy

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	5
2. METINGEN	6
2.1 Meetlocatie	6
2.2 Meetperiodes.....	7
2.3 Meetopstellingen	8
2.3.1 ADCP's	8
2.3.2 YSI 600 OMC systemen en drukdozen	9
2.4 Meetinstellingen.....	9
2.5 Watermonsters	10
3. METHODIEK VAN VERWERKING	11
3.1 Positie ten opzichte van NAP.....	11
3.2 ADCP meetgegevens	11
3.3 YSI 600 OMC systemen	13
3.4 Drukdozen.....	14
4. RESULTATEN	15
4.1 Positie ten opzichte van NAP.....	15
4.2 ADCP systemen	17
4.2.1 Algemeen	17
4.2.2 Stroming	17
4.2.3 Sediment	19
4.3 YSI 600 OMS systemen	22
4.3.1 Algemeen	22
4.3.2 Troebelheid.....	23
4.3.3 Geleidendheid.....	25
4.3.4 Temperatuur	26
4.3.5 Waterstand	27
4.3.6 Uitvoerbestanden.....	28
4.4 Drukdozen.....	28
4.4.1 Waterstand	28
4.4.2 Golfhoogte en –periode	30
4.4.3 Uitvoerbestanden.....	31
5. DISCUSSIE	32
5.1 ADCP sedimentmetingen	32
5.2 Troebelheid	32
6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	33
7. REFERENTIES	34

Lijst met figuren

Figuur 2-1: Overzicht meetlocaties Galgeplaat (bron: RWS Zeeland)	6
Figuur 4-1: Verschil tussen waterstanden Galgeplaat en Stavenisse	15
Figuur 4-2: Gecorrigeerd verschil tussen waterstanden Galgeplaat en Stavenisse	16
Figuur 4-3: Voorbeeld ASCII format stroommeting	17
Figuur 4-4: Voorbeeld presentatie stroommeting	18
Figuur 4-5: Relatie tussen sediment concentratie en absolute backscatter	19
Figuur 4-6: Voorbeeld ASCII format sedimentmeting	20
Figuur 4-7: Voorbeeld presentatie sedimentmeting	21
Figuur 4-8: Meetperiode locatie Zs1-Zs5.....	22
Figuur 4-9: Troebelheid locatie Zs1-Zs5.....	23
Figuur 4-10: Troebelheid locatie Zs1-Zs5, bereik 0-40 NTU.....	24
Figuur 4-11: Geleidendheid locatie Zs1-Zs5.....	25
Figuur 4-12: Temperatuur locatie Zs1-Zs5.....	26
Figuur 4-13: Waterstand locatie Zs1-Zs5	27
Figuur 4-14: Voorbeeld ASCII format YSI	28
Figuur 4-15: Waterstand drukdozen (blauw) en Stavenisse (zwart), deel van periode 2.....	29
Figuur 4-16: Significante golfhoogte, deel van periode 1.....	30
Figuur 4-17: Voorbeeld ASCII format drukdoos.....	31

Lijst met tabellen

Tabel 2-1: Meetlocaties.....	7
Tabel 2-2: ADCP meetperiode 1	7
Tabel 2-3: ADCP meetperiode 2	7
Tabel 2-4: ADCP meetperiode 3	7
Tabel 2-5: Meetperiodes YSI sensoren	8
Tabel 2-6: Meetperiodes drukdozen.....	8
Tabel 2-7: ADCP serienummers en sensordiepte	8
Tabel 2-8: YSI sensordiepte.....	9
Tabel 2-9: Drukdoos sensordiepte	9
Tabel 2-10: ADCP meetinstellingen, hardware- en calibratiegegevens	9
Tabel 3-1: ADCP hardware karakteristieken	11
Tabel 3-2: Korrelgrootteverdeling Galgeplaat.....	12
Tabel 3-3: Afkeurcriteria geleidendheid, temperatuur en diepte	13
Tabel 3-4: Standaardafwijking.....	13
Tabel 4-1: YSI sensordiepte gecorrigeerd.....	16
Tabel 4-2: Drukdoos sensordiepte gecorrigeerd	16
Tabel 4-3: Resultaten watermonster analyse	19

Lijst met bijlagen

Bijlage 1: Analyseresultaten watermonsters.....	36
---	----

1. Inleiding

Na de aanleg van de stormvloedkering wordt er minder sediment vanaf de Noordzee naar de Oosterschelde aangevoerd. Als gevolg van de onverminderde werking van het getij en wind eroderen de platen in de Oosterschelde. Dit verschijnsel wordt 'zandhonger' genoemd en heeft tot gevolg dat de beschermende werking van de platen verdwijnt en de dijken meer te verduren krijgen met alle gevolgen van dien. Een ander gevolg is dat het gebied waar wadvogels kunnen foerageren en zeehonden kunnen rusten kleiner wordt.

Rijkswaterstaat onderzoekt of het ophogen van zandbanken in de Oosterschelde een effectief middel is om het eroderen van de platen tegen te gaan. Hiertoe is in 2008 een proefsuppletie aangelegd op de Galgeplaat en zijn er vaste meetopstellingen geplaatst voor het meten van de grootheden stroomsnelheid, stroomrichting, sediment concentratie, troebelheid, geleidendheid, temperatuur, waterstand, golfhoogte en golfperiode.

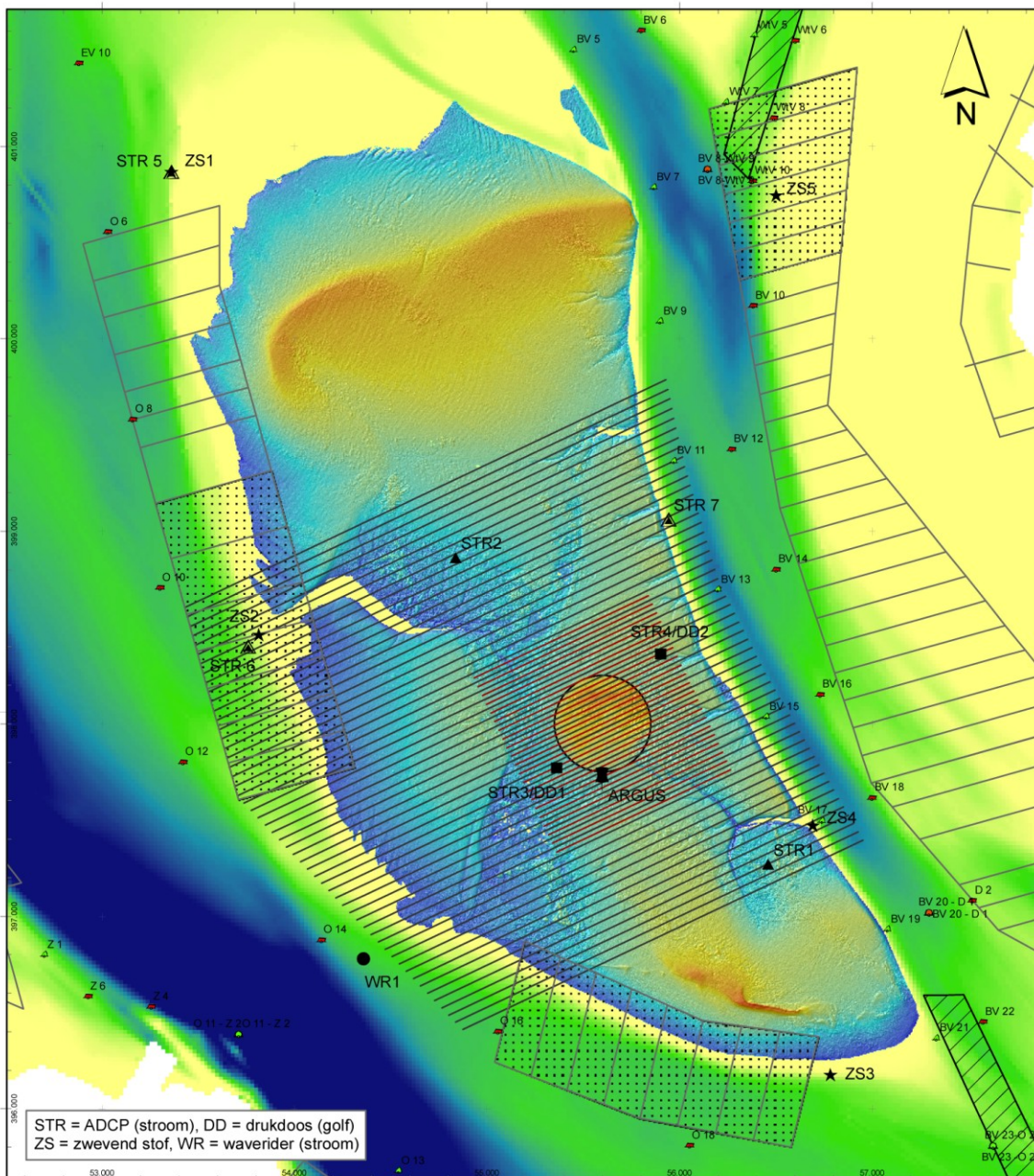
In opdracht van Rijkswaterstaat Zeeland heeft Aqua Vision de validatie en verwerking van de meetresultaten uitgevoerd. De bestanden met gevalideerde meetresultaten zijn opgeslagen op een cd-rom. Op deze cd-rom staat tevens een digitale versie van dit rapport. De verwerking en validatie van de meetgegevens worden beschreven in onderhavige rapportage.

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de metingen. In hoofdstuk 3 wordt de methodiek van de toegepaste verwerking beschreven, waarna in hoofdstuk 4 de resultaten worden beschreven. Hoofdstuk 5 bevat een discussie over de resultaten, waarna in hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen volgen.

2. Metingen

2.1 Meetlocatie

De stroom-, golf- en sedimentmetingen zijn uitgevoerd op de Galgeplaat in de Oosterschelde. Op 7 meetlocaties zijn stroomsnelheid, stroomrichting en sediment concentratie gemeten met *Acoustic Doppler Current Profilers (ADCPs)*. Op 2 locaties is waterstand en golfinformatie ingewonnen met drukdozen. Op 5 locaties is troebelheid, geleidendheid, temperatuur en waterstand gemeten met multiparameter probes. In Figuur 2-1 is een overzicht van de Galgeplaat gepresenteerd met daarin de verschillende meetlocaties.



Figuur 2-1: Overzicht meetlocaties Galgeplaat (bron: RWS Zeeland)

In Tabel 2-1 zijn de posities van de meetlocaties opgenomen.

Meetlocatie	Type meting	RD	
		X coördinaat	Y coördinaat
Str1	Stroomsnelheid en -richting en sediment concentratie	56459	397270
Str2	Stroomsnelheid en -richting en sediment concentratie	54838	398864
Str3	Stroomsnelheid en -richting en sediment concentratie	55364	397771
Str4	Stroomsnelheid en -richting en sediment concentratie	55905	398362
Str5	Stroomsnelheid en -richting en sediment concentratie	53363	400870
Str6	Stroomsnelheid en -richting en sediment concentratie	53762	398404
Str7	Stroomsnelheid en -richting en sediment concentratie	55944	399063
Zs1	Troebelheid, geleidendheid en temperatuur	53385	400869
Zs2	Troebelheid, geleidendheid en temperatuur	53816	398466
Zs3	Troebelheid, geleidendheid en temperatuur	56785	396180
Zs4	Troebelheid, geleidendheid en temperatuur	56693	397475
Zs5	Troebelheid, geleidendheid en temperatuur	56504	400749
Dd1	Waterstand en golfhoogte	55364	397771
Dd2	Waterstand en golfhoogte	55905	398362

Tabel 2-1: Meetlocaties

2.2 Meetperiodes

De ADCP's hebben gedurende 3 periodes gemeten. In Tabel 2-2 tot en met Tabel 2-4 zijn de start- en eindtijden voor elk van de 3 meetperiodes opgenomen.

Meetlocatie	Start	Einde
Str1	09-05-2008 12:54	19-06-2008 12:30
Str2	09-05-2008 11:35	19-06-2008 11:35
Str3	09-05-2008 12:22	19-06-2008 11:42
Str4	09-05-2008 12:56	19-06-2008 08:36

Tabel 2-2: ADCP meetperiode 1

Meetlocatie	Start	Einde
Str1*	03-10-2008 12:40	29-10-2008 12:50
Str2	15-10-2008 08:00	29-10-2008 10:50
Str3	03-10-2008 11:43	20-10-2008 12:02
Str4	03-10-2008 12:01	29-10-2008 10:11

* De door de ADCP opgenomen originele start- en eindtijd op meetlocatie Str1 zijn respectievelijk 01-01-1994 en 27-01-1994. Voor de duidelijkheid zijn de gecorrigeerde tijden in Tabel 2-3 opgenomen.

Tabel 2-3: ADCP meetperiode 2

Meetlocatie	Start	Einde
Str5	30-10-2008 08:51	28-11-2008 07:51
Str6**	onbekend	onbekend
Str7	30-10-2008 08:38	28-11-2008 07:38

** De ADCP op meetlocatie Str6 heeft geen meetgegevens opgeslagen.

Tabel 2-4: ADCP meetperiode 3

De 5 YSI 600 OMC systemen zijn geconfigureerd om continu te meten. In Tabel 2-5 zijn de meetperiodes van de YSI systemen opgenomen.

Meetlocatie	Systeem	Start meting	Eind meting
Zs1	YSI 600 OMC	09-05-2008 08:45	29-10-2008 13:00
Zs2	YSI 600 OMC	22-05-2008 10:40	29-10-2008 12:50
Zs3	YSI 600 OMC	22-05-2008 12:10	29-10-2008 13:50
Zs4	YSI 600 OMC	09-05-2008 10:20	24-09-2008 09:20
Zs5	YSI 600 OMC	09-05-2008 08:05	29-10-2008 12:20

Tabel 2-5: Meetperiodes YSI sensoren

De 2 drukdozen hebben in de periode mei-juni en oktober 2008 vrijwel continu gemeten. In Tabel 2-6 zijn de meetperiodes van de drukdozen opgenomen.

Meetlocatie	Meetperiode	Start meting	Eind meting
Dd1	1a	10-05-2008 05:00	30-05-2008 00:20
Dd1	1b	07-06-2008 10:00	11-06-2008 09:20
Dd1	1c	15-06-2008 13:00	19-06-2008 08:20
Dd1	2	04-10-2008 00:50	29-10-2008 00:00
Dd2	1	10-05-2008 20:20	18-06-2008 19:00
Dd2	2	03-10-2008 13:40	29-10-2008 07:30

Tabel 2-6: Meetperiodes drukdozen

2.3 Meetopstellingen

2.3.1 ADCP's

De grootheden stroomsnelheid, stroomrichting en sedimentconcentratie zijn gemeten met vier ADCP's van het merk Teledyne RD Instruments, type 1200 kHz WorkHorse) Op meetlocaties Str1-Str4 zijn de ADCP's op een paal in de bodem bevestigd, evenals de bijbehorende *battery packs*. Voor deze opstelling geldt dat de ADCP transducenten ongeveer 5 centimeter boven de bodem van de plaat uitsteken. Op meetlocaties Str5-Str7 zijn de ADCP's in een frame gemonteerd dat naast de plaat geplaatst is. Voor deze opstelling geldt dat de ADCP transducenten ongeveer 60 centimeter boven de bodem uitsteken. In Tabel 2-7 is voor elk van de meetlocaties het ADCP serienummer en de diepte van de ADCP transducenten opgenomen.

Meetlocatie	ADCP serienummer	Meetperiode	Diepte ADCP transducent (meter t.o.v. NAP)
Str1	0177	1	-0,60
		2	-0,50
Str2	0732	1	-0,25
		2	-0,70
Str3	2525	1	-0,70
		2	-0,60
Str4	0731	1	-0,70
		2	-0,30
Str5	0732	-	-2,50
Str7	0731	-	-4,00

Tabel 2-7: ADCP serienummers en sensordiepte

2.3.2 YSI 600 OMC systemen en drukdozen

De grootheden troebelheid, geleidendheid, temperatuur en waterstand zijn gemeten met vijf multi-parameterprobes van het merk YSI, type 600 OMC. Op meetlocaties Zs1-Zs5 zijn probes aan een paal in de bodem bevestigd. In Tabel 2-8 is voor elk van de instrumenten de sensordiepte opgenomen zoals door de opdrachtgever opgegeven.

Meetlocatie	Sensordiepte (meter t.o.v. NAP)
Zs1 tot 26-06-2008	-2,35
Zs1 vanaf 26-06-2008	-1,80
Zs2	-2,25
Zs3	-2,28
Zs4	-2,55
Zs5	-2,00

Tabel 2-8: YSI sensordiepte

De grootheden waterstand is hoogfrequent gemeten met twee drukdozen die op meetlocatie Dd1 en Dd2 aan een paal in de bodem zijn bevestigd. In Tabel 2-9 is voor elk van de instrumenten de sensordiepte opgenomen zoals door de opdrachtgever opgegeven.

Meetlocatie	Sensordiepte (meter t.o.v. NAP)
Dd1	-0,81
Dd2	-0,53

Tabel 2-9: Drukdoos sensordiepte

2.4 Meetinstellingen

De ADCP gegevens en instellingen zijn in Tabel 2-10 weergegeven. Het betreft hier de zogenaamde hardware gegevens, de meetinstellingen en de ijk gegevens.

Bundelhoek	20 graden
Frequentie	1200 kHz
Aantal bundels	4
ADCP oriëntatie	opwaarts
Bundeloriëntatie	convex
Celgrootte	25 cm
Blank after transmit	44 cm
Aantal cellen	31
Aantal pings per ensemble voor watercellen	150
Geluidssnelheid	Berekend op basis van YSI data

Tabel 2-10: ADCP meetinstellingen, hardware- en calibratiegegevens

De YSI sensoren hebben een typische meetperiode van 10 minuten, maar de periode ligt niet vast. De drukdozen hebben om de 10 minuten 1 minuut lang gemeten met een inwifrequentie van 4 Hz.

2.5 Watermonsters

Op 26 november 2008 zijn op verschillende dieptes nabij ASCP meetlocatie Str7 11 watermonsters genomen. Van 10 watermonsters is de sedimentconcentratie (in mg/l) bepaald door het analytisch-chemisch laboratorium OMEGAM in Amsterdam.

3. Methodiek van verwerking

3.1 Positie ten opzichte van NAP

Voorafgaand aan de validatie van de meetgegevens van de afzonderlijke instrumenten is de hoogte van de meetsensoren ten opzichte van de referentiehoogte *Normaal Amsterdams Peil* (NAP) bepaald. De multi-parameter probes en drukdozen meten de druk van het water boven de sensor. Deze druk wordt door het meetinstrument omgerekend naar een diepte ten opzichte van het wateroppervlak. De ADCP's kunnen de diepte ten opzichte van het wateroppervlak meten met een druksensor of met behulp van zogenaamde *surface-track* metingen. De gebruikte ADCP's hadden echter geen interne druksensor en waren niet geconfigureerd voor het meten van de *surface-track*. Uit de ADCP echo-intensiteit is de diepte ten opzichte van het wateroppervlak echter ook af te leiden. Bovengenoemde dieptes ten opzichte van het wateroppervlak zijn op basis van de waterstanden ten opzichte van NAP van meetstation Stavenisse naar dieptes ten opzichte van NAP gecorrigeerd. De waterstanden van meetstation Stavenisse zijn via de website van het Hydro Meteo Centrum Zeeland opgevraagd. Na de correctie zijn eventuele afwijkingen van de posities ten opzichte van NAP waarneembaar.

3.2 ADCP meetgegevens

De ADCP meetgegevens zijn visueel gecontroleerd op afwijkingen. Hoewel een ADCP initieel ontworpen is voor het meten van stroomsnelheid en -richting, geeft het akoestische echosignaal van de ADCP tevens informatie over de concentratie gesuspendeerd materiaal. Deze informatie wordt gemeten in de vorm van de intensiteit van de ontvangen reflecties, ook wel relatieve backscatter genoemd. Voor het meten van concentraties gesuspendeerd materiaal met een ADCP dient de relatieve backscatter informatie te worden omgezet naar absolute backscatter (Deines, 1999). De conversie van relatieve naar absolute backscatter bestaat uit de volgende stappen:

- Conversie van interne eenheden naar dB
- Instrument normalisatie
- Afstand normalisatie

De relatieve backscatter is afkomstig uit de *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) van de ADCP transducenten. De RSSI waarden worden gemeten in *counts*. Het referentie niveau E_r is de RSSI waarde wanneer er geen signaal aanwezig is. In Tabel 3-1 zijn de karakteristieken voor elk van de gebruikte ADCP systemen opgenomen. Het betreft hier de waarden voor de bundel die geselecteerd is voor het berekenen van de sediment concentratie.

ADCP serienummer	Bundel	RSSI scale factor (dB/cnt)	E_r (cnt)
0177	2	0,46	49
0731	1	0,42	44
0732	1	0,44	45
2525	1	0,38	49

Tabel 3-1: ADCP hardware karakteristieken

Voor de absolute ijking dient het complete zend- en ontvangcircuit van het gebruikte ADCP systeem te worden gekarakteriseerd. Het gaat hier onder meer om parameters als elektrisch vermogen naar de transducent, pulsengte van het uitgezonden signaal en efficiëntie van transducent. Deze parameters zijn in de fabriek gemeten, of kunnen uit de ADCP datastructuur worden afgelezen.

Voor afstandscompensatie van relatieve backscatter is het nodig om de akoestische verliestermen aan de geconverteerde backscatter toe te voegen: akoestische spreiding, geluidsabsorptie in het water en geluidsverzwakking in het sediment. Akoestische spreiding is een geometrische verliesterm als gevolg van de conische vorm van de akoestische ADCP bundels. De geluidsabsorptie in het water is het gevolg van de moleculaire overdracht van akoestische energie naar warmte, en is een functie van temperatuur, frequentie, saliniteit, diepte, geluidssnelheid en pH-waarde (Francois & Garisson, 1982a,b) Hiervoor zijn de meetgegevens van de multi-parameter probes gebruikt.

De geluidsverzwakking in het sediment is het gevolg van de spreiding en absorptie van akoestische energie door deeltjes in het water. De *Rayleigh scattering law* (Rayleigh, 1945) is geldig voor deeltjes die klein zijn ten opzichte van de akoestische golflengte ($ka \ll 1$, k is het akoestische golfgetal en a is straal van het deeltje). De geluidsverzwakking is een functie van temperatuur, frequentie, geluidssnelheid, kinematische viscositeit van water, dichtheid van water, dichtheid van sediment, korrelgrootteverdeling en sediment concentratie (Urlick, 1983). De dichtheid van water wordt berekend op grond van saliniteit, temperatuur en diepte volgens *The International Equation of State of Sea Water* (Unesco, 1981). De kinematische viscositeit van water is hoofdzakelijk een functie van temperatuur en wordt berekend volgens Van Rijn (1993).

Door middel van ijking met referentie metingen van concentraties gesuspendeerd materiaal is het mogelijk de absolute backscatter te converteren naar sediment concentraties. De sediment concentratie is afhankelijk van de korrelgrootteverdeling. De korrelgrootteverdeling is echter weer afhankelijk van de sediment concentratie. Om deze reden moeten de sediment concentraties geoptimaliseerd door middel van een itererend proces. De gebruikte korrelgrootteverdeling is afkomstig uit het rapport 'Proef zandsuppletie Oosterschelde, het macrobenthos van de Galgenplaat in het najaar van 2007' van W.C.H. Sijm et al.

In Tabel 3-2 is de representatieve korrelgrootteverdeling opgenomen die is gebruikt voor de conversie van ADCP backscatter naar sediment concentraties.

	micrometer	%
silt	< 63	0
zeer fijn zand	63-125	16,05
fijn zand	125-250	71,87
medium zand	250-500	12,08
grof zand	500-1000	0

Tabel 3-2: Korrelgrootteverdeling Galgeplaat

Voor de verwerking is gebruik gemaakt van Aqua Visions VISEA DAS en de de *Plume Detection Toolbox* (versie 3.03 en VISEA DPS (versie 6.3)

3.3 YSI 600 OMC systemen

De meetgegevens van de multi-parameter probes zijn visueel gecontroleerd op afwijkingen. Lege meetvelden zijn als dummywaarde (99999,99) gemarkeerd. De grootheid troebelheid is het meest dynamisch. Er is een duidelijk getij-afhankelijke trend maar daarnaast ook veel uitschieters (*spikes*) tot aan de bovengrens van het bereik van de sensoren. Hiervoor geldt dat het zeer moeilijk onderscheid te maken tussen verhoogde meetwaarden als gevolg van zwevend stof of verstoringen. Na overleg met de opdrachtgever is om deze reden besloten de meetgegevens van troebelheid alleen maar te filteren en er geen harde afkeurcriteria op toe te passen. Hierdoor worden alleen relatief sterke korte fluctuaties afgekeurd en zullen langere reeksen van hoge meetwaarden goedgekeurd worden. Voor de grootheden geleidendheid, temperatuur en diepte zijn wel afkeurcriteria gedefinieerd. De onder- en bovengrens voor het afkeuren van meetgegevens zijn voor elk van de grootheden in Tabel 3-3 opgenomen.

	ondergrens	bovengrens
Geleidendheid	30 mS/cm	50 mS/cm
Temperatuur	5 °C	30 °C
Diepte (t.o.v. wateroppervlak)	0 m	5 m

Tabel 3-3: Afkeurcriteria geleidendheid, temperatuur en diepte

Meetgegevens kleiner dan de ondergrens en groter dan de bovengrens zijn afgekeurd. Voor de grootheid diepte geldt dat tevens het verschil van opeenvolgende metingen is bepaald. Wanneer de verschilwaarde groter dan 0,75 meter is, wordt de betreffende meting afgekeurd.

Vervolgens zijn de alle grootheden (troebelheid, geleidendheid, temperatuur en diepte) gefilterd om de spikes uit de meetset te verwijderen. Hiertoe zijn alle meetwaarden lineair geïnterpoleerd naar 1-minuuts waarden en is er per grootheid een lopend gemiddelde, standaard deviatie en mediaan bepaald. De periode waarover deze kengetallen worden berekend is respectievelijk 20, 30, 20 en 16 minuten voor troebelheid, geleidendheid, temperatuur en diepte.

Hierna zijn waarden die meer dan een aantal keer de standaard deviatie van de mediaan afwijken afgekeurd en als dummywaarde gemarkeerd. De afwijking die meetwaarden ten opzichte van de lopende mediaan mogen hebben is uitgedrukt in de standaardafwijking. In Tabel 3-4 is de standaardafwijking voor elk van de grootheden gepresenteerd.

	standaardafwijking
Troebelheid	1,5 NTU
Geleidendheid	1,5 mS/cm
Temperatuur	1,25 °C
Diepte	1,25 m

Tabel 3-4: Standaardafwijking

De procedure van het berekenen van de kengetallen en afkeuren van meetgegevens op grond van de standaardafwijking is 10 keer herhaald waarna de goedgekeurde waarden weer op de oorspronkelijke tijdas zijn gezet.

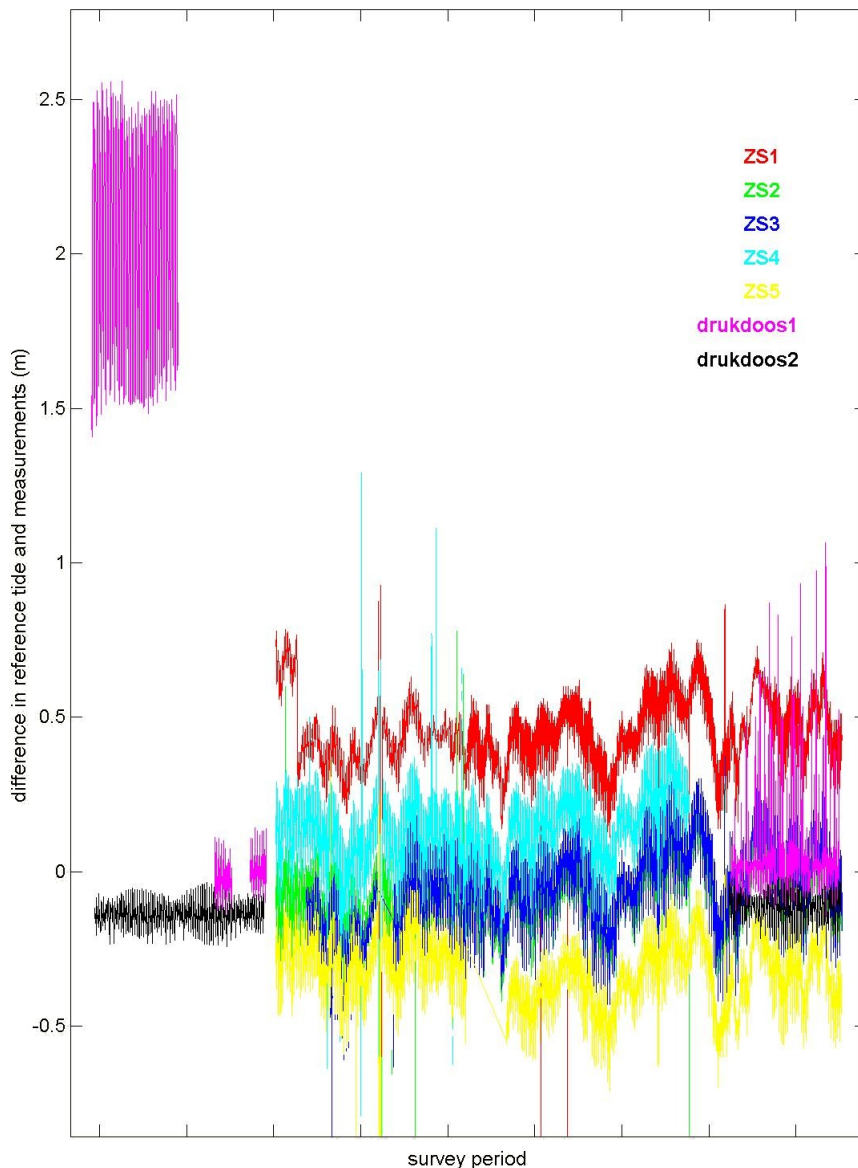
3.4 Drukdozen

De waterstandgegevens van de drukdozen zijn visueel gecontroleerd op afwijkingen. Hiervoor geldt dat de hoogfrequente 1-minuuts data met minder dan 10 geldige meetwaarden (van de in totaal 240 meetwaarden) afgekeurd zijn en als dummywaarde gemarkeerd. Vervolgens is voor iedere *burst* van 1 minuut de waterstand, significante golfhoogte en golfperiode berekend.

4. Resultaten

4.1 Positie ten opzichte van NAP

In Figuur 4-1 is het verschil tussen de door de YSI sensoren en drukdozen op de Galgeplaat gemeten waterstanden, en de referentie waterstand van meetstation Stavenisse gepresenteerd. Hierbij zijn de door de opdrachtgever sensorposities ten opzichte van NAP gehanteerd (zie Tabel 2-8 en Tabel 2-9)



Figuur 4-1: Verschil tussen waterstanden Galgeplaat en Stavenisse

De meetgegevens van periode 1a van drukdoos 1 wijken sterk af en zijn om deze reden afgekeurd. Op basis van het verschil met de referentie waterstanden van Stavenisse zijn de posities van de YSI sensoren en de drukdozen gecorrigeerd naar een positie ten opzichte van NAP. In Tabel 4-1 en Tabel 4-2 zijn de gecorrigeerde posities opgenomen.

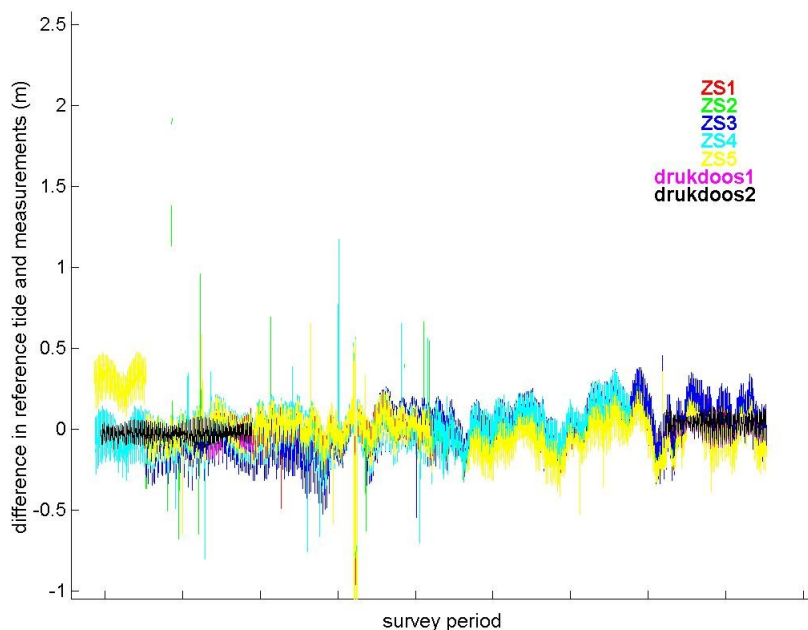
Meetlocatie	Sensordiepte (meter t.o.v. NAP)
Zs1 tot 26-06-2008	-2,49
Zs1 vanaf 26-06-2008	-2,25
Zs2	-2,16
Zs3	-2,19
Zs4	-2,66
Zs5	-1,75

Tabel 4-1: YSI sensordiepte gecorrigeerd

Meetlocatie	Meetperiode	Sensordiepte (meter t.o.v. NAP)
Dd1	1a	-2,925
Dd1	1b	-0,875
Dd1	1c	-0,869
Dd1	1d	-0,777
Dd2	1	-0,418
Dd2	2	-0,375

Tabel 4-2: Drukdoos sensordiepte gecorrigeerd

De gecorrigeerde verschillen zijn in Figuur 4-2 gepresenteerd.



Figuur 4-2: Gecorrigeerd verschil tussen waterstanden Galgeplaat en Stavenisse

De uitschieters in het verschil zijn een artefact van de gehanteerde vergelijkingsmethode waarvoor meetreeksen met ongelijke meetfrequenties- en tijden zijn gebruikt. Deze afwijkingen komen niet in de afzonderlijke tijdreeksen voor. De trend in het verschil kan mogelijk worden verklaard door atmosferische drukvariaties. De YSI probe op meetlocatie Zs5 is mogelijk verplaatst aan het begin van de meetperiode. De gecorrigeerde posities ten opzichte van NAP zijn tijdens de verdere verwerking gebruikt.

4.2 ADCP systemen

4.2.1 Algemeen

De ADCP's op meetlocaties Str1 en Str3 hebben de meetgegevens van meetperiode 1 in deelbestanden opgeslagen. De deelbestanden zijn per meetlocatie samengevoegd tot één bestand. De ADCP op meetlocatie Str6 heeft als gevolg van een storing geen data opgeslagen. Tijdens het configureren van de ADCP op meetlocatie Str1 voor meetperiode 2 is de ADCP tijd niet gesynchroniseerd. Om deze reden is tijdens de naverwerking de datum en tijd gecorrigeerd.

4.2.2 Stroming

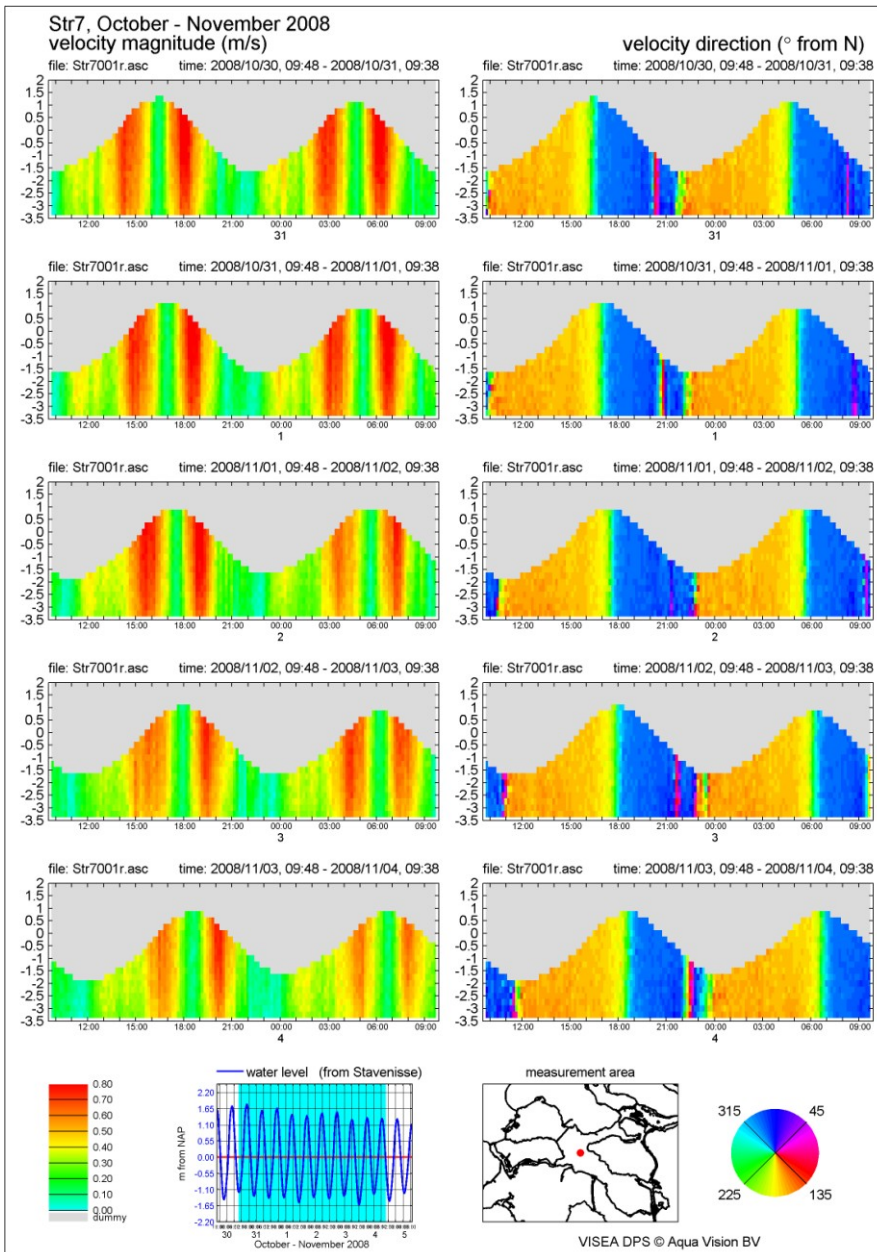
Er zijn geen fouten gevonden in de ADCP stroommetingen. De gevalideerde stroommetingen zijn geconverteerd naar ASCII bestanden met de extensie '*type3.txt*'. Deze bestanden zijn op de bij dit rapport horende cd-rom opgeslagen in de directory *Data\ADCP\ASCII\Stroming*. In Figuur 4-3 is een voorbeeld van een uitvoerbestand gepresenteerd.

```
*-----*
* Type      : VISEA DPS Type III ASCII file.
* Source    : VISEA DPS @ Aqua Vision BV
* Name      : ADCP data 'Str7001r.asc'
* Position  : 55944.000 399063.000 x/y RDV
* Date      : 20081030 9:48 - 20081127 9:58 MET
*
* column 1  : depth below water surface (m)
* column 2  : velocity magnitude (m/s)
* column 3  : velocity direction (degrees)
*-----*
*
* Position  : 55944.000 399063.000 x/y RDV
* Date      : 20081030 094808 MET
*
B0001
  31  3
  3.250  0.010  16.699
  3.000  0.017  225.000
  2.750  0.031  243.435
  2.500  0.032  286.189
  2.250  0.063  289.592
  2.000  0.084  272.045
  1.750  0.081  260.770
```

Figuur 4-3: Voorbeeld ASCII format stroommeting

In de *header* staat informatie over de meting en over de inhoud van de kolommen. Boven de kolommen staat informatie over de meetpositie en –tijd. De eerste kolom bevat de diepte onder het wateroppervlak waarop de meting is uitgevoerd. De tweede en derde kolom bevatten respectievelijk de gemeten stroomsnelheid in m/s en de stroomrichting in graden ten opzichte van het noorden.

De meetresultaten van de stroommetingen zijn tevens in figuren gepresenteerd die digitaal zijn opgeslagen op de bij dit rapport horende cd-rom. De figuren met de resultaten van de stroommetingen zijn opgeslagen in de directory *Figuren\Stroming*. In de figuren zijn profielplots van de stroomsnelheid en –richting opgenomen. De resultaten zijn per dag gepresenteerd. In Figuur 4-4 is een voorbeeld van de presentatie van de stroommetingen opgenomen.



Figuur 4-4: Voorbeeld presentatie stroommeting

In de figuren op de cd-rom is te zien dat op meetlocaties Str1 tot en met Str4 op de plaat maximum stroomsnelheden van ongeveer 0,5 m/s voorkomen. Voor meetlocaties Str5 en Str7 naast de plaat geldt dat maximum stroomsnelheden van ongeveer 0,8 m/s voorkomen. Voor de stroomrichtingen geldt dat ze overeenkomen met de richting die op elk van de meetlocaties te verwachten valt.

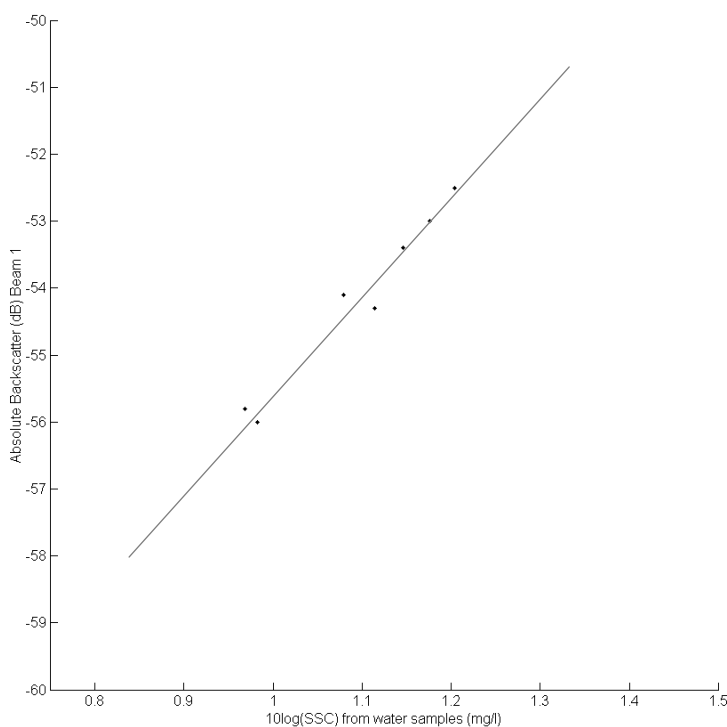
4.2.3 Sediment

In totaal zijn er tijdens de metingen 10 watermonsters genomen waarvan de concentratie gesuspendeerd sediment (SSC) is bepaald. De resultaten van deze analyses zijn opgenomen in Bijlage 1 en samengevat in Tabel 4-3.

Monster	Monstercode	Datum	Tijd	Diepte (m)	SSC (mg/l)
1	GP1	26-11-08	14:18	3,5	13
2	GP2	26-11-08	14:28	3	15
3	GP3	26-11-08	14:48	2,5	16
4	GP4	26-11-08	14:58	2	14
5	GP5	26-11-08	15:08	1,5	13
6	GP6	26-11-08	15:18	1	14
7	GP7	26-11-08	16:08	0,5	12
8	GP8	26-11-08	15:58	0	15
9	GP9	26-11-08	15:48	-0,5	9,3
10	GP10	26-11-08	15:38	-1	9,6

Tabel 4-3: Resultaten watermonster analyse

De relatieve ADCP backscatter is volgens de in §3.2 beschreven methode omgerekend naar absolute backscatter. Om absolute backscatter te converteren naar sediment concentratie, zijn de referentiewaarden van de watermonsters gebruikt. De lineaire relatie tussen watermonsterconcentratie en absolute backscatter van de ADCP op meetlocatie Str7 is in Figuur 4-5 gepresenteerd. Hiervoor zijn de backscatter meetgegevens van bundel 1 gebruikt.



Figuur 4-5: Relatie tussen sediment concentratie en absolute backscatter

In Figuur 4-5 is te zien dat de relatie is gebaseerd op 7 punten. Van de 3 ontbrekende punten zijn er 2 handmatig verwijderd omdat de ADCP backscatter in de desbetreffende cellen dusdanig hoog was dat er geen correlatie mogelijk is. Het watermonster van het andere ontbrekende punt is buiten het ADCP meetbereik genomen. Voor de relatie tussen sediment concentratie en absolute backscatter van de overige punten geldt de volgende relatie:

$$SSC = 10 \frac{AbsoluteBackscatter + 0,44}{14,86}$$

Voor deze relatie geldt een correlatiecoëfficiënt (r) van 0,98

Aan de hand van bovenstaande relatie zijn alle absolute backscatter data van de ADCP metingen op meetlocaties Str1 tot en met Str7 geconverteerd naar sediment concentraties. Hiervoor wordt aangenomen dat de calibratie voor de ADCP op meetlocatie Str7 representatief is voor elk van de andere meetlocaties op en rond de Galgeplaat.

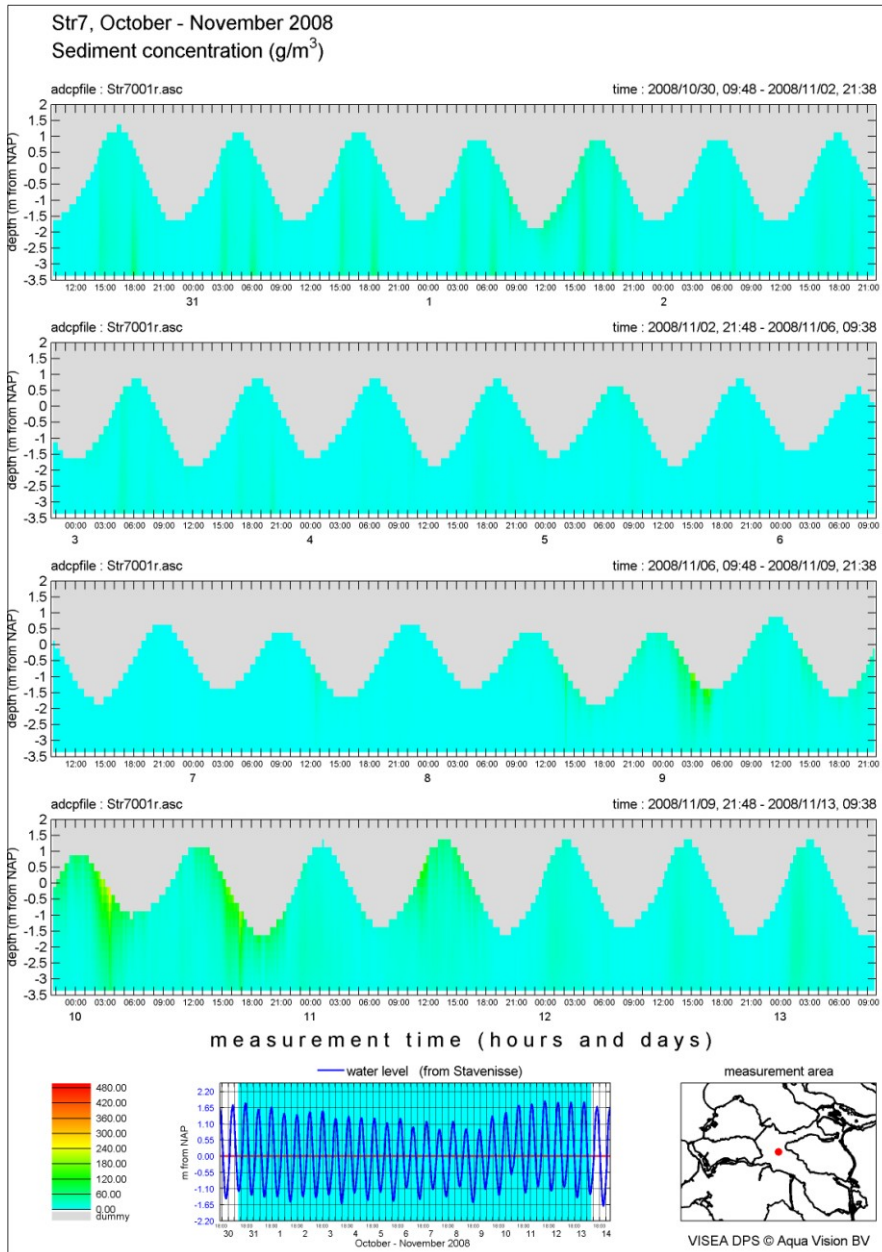
Er zijn geen fouten gevonden in de ADCP sedimentmetingen. De gevalideerde sedimentmetingen zijn geconverteerd naar ASCII bestanden met de extensie '*sscprof.txt*'. Deze bestanden zijn op de bij dit rapport horende cd-rom opgeslagen in de directory *Data\ADCP\ASCII\Sediment*. In Figuur 4-6 is een voorbeeld van een uitvoerbestand gepresenteerd.

```
*-----*
* Type      : VISEA DPS Type III ASCII file.
* Source    : VISEA DPS @ Aqua Vision BV
* Name      : ADCP data 'Str7001r.asc'
* Position  : 55944.000 399063.000 x/y RDV
* Date      : 20081030 9:48 - 20081127 9:58 MET
*-----*
* column 1  : depth below water surface (m)
* column 2  : sediment concentration (mg/l)
*-----*
*
* Position  : 55944.000 399063.000 x/y RDV
* Date      : 20081030 094808 MET
*-----*
B0001
  31  3
    3.25    5.9
    3.00    5.4
    2.75    5.4
    2.50    5.1
    2.25    4.9
    2.00    4.4
    1.75    4.4
```

Figuur 4-6: Voorbeeld ASCII format sedimentmeting

In de *header* staat informatie over de meting en over de inhoud van de kolommen. Boven de kolommen staat informatie over de meetpositie en –tijd. De eerste kolom bevat de diepte onder het wateroppervlak waarop de meting is uitgevoerd. De tweede kolom bevat de sedimentconcentratie in mg/l.

De meetresultaten van de sedimentmetingen zijn tevens in figuren gepresenteerd die digitaal zijn opgeslagen op de bij dit rapport horende cd-rom. De figuren met de resultaten van de stroommetingen zijn opgeslagen in de directory *Figuren\Sediment*. In de figuren zijn profielplots van de sedimentconcentratie opgenomen. De resultaten zijn per halve week gepresenteerd. In Figuur 4-4 is een voorbeeld van de presentatie van de stroommetingen opgenomen.



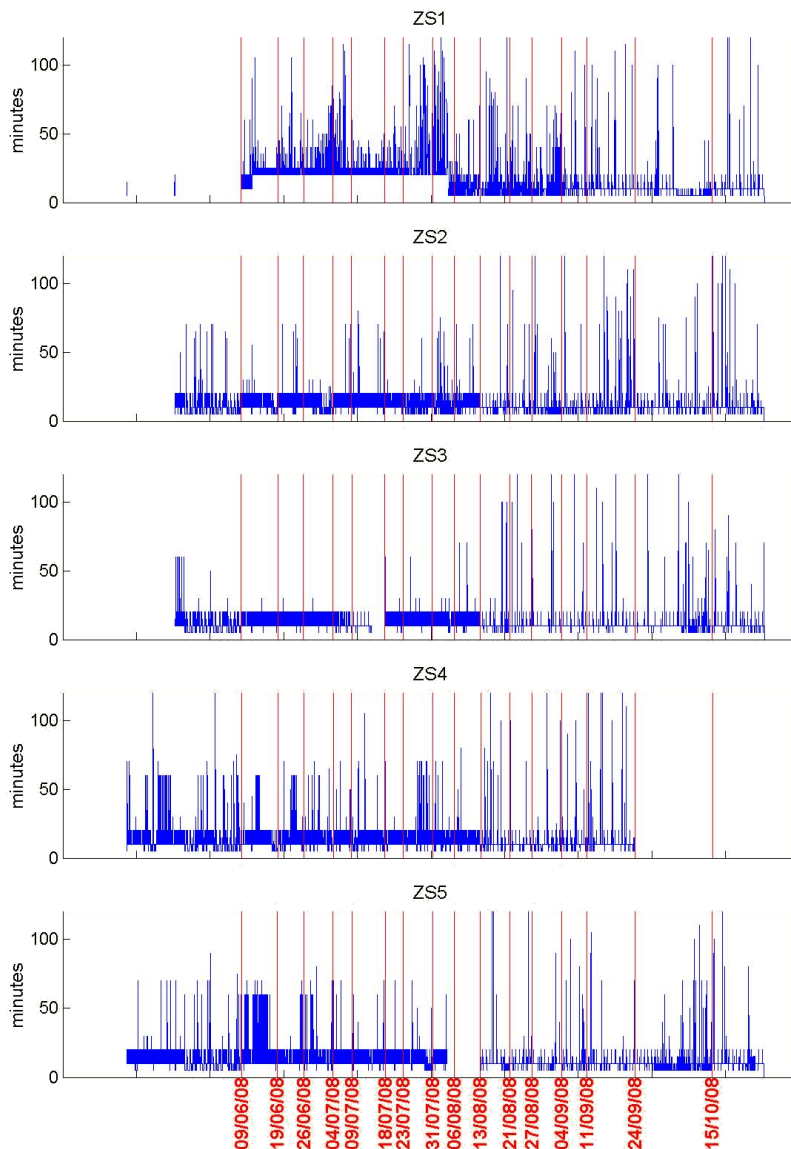
Figuur 4-7: Voorbeeld presentatie sedimentmeting

In de figuren op de cd-rom is te zien dat de sedimentconcentraties op meetlocatie Str1 tijdens periode 1 sterk variëren van bijna 0 mg/l tot ruim boven de 500 mg/l. Tijdens periode 2 is deze variatie minder sterk en komen alleen aan het begin van de periode nog hoge concentraties voor. De sedimentconcentraties op meetlocaties Str2 en Str3 zijn, afgezien van een enkele uitschieter, consistent laag. Voor de sedimentconcentraties op meetlocatie Str4 geldt dat er regelmatig hoge sedimentconcentraties voorkomen, hoewel de concentraties over de gehele periode meestal laag zijn. De concentraties op meetlocaties Str5 en Str7 zijn vrij consistent laag en bevatten slechts enkele uitschieters met een hoge concentratie.

4.3 YSI 600 OMS systemen

4.3.1 Algemeen

Het tijdsinterval in de data files ligt niet vast. De typische meetperiode bedraagt 10 minuten maar de periode is vaak ook korter of langer. voor elk van de meetlocaties is in Figuur 4-8 de meetperiode gepresenteerd. In deze figuur zijn tevens de servicemomenten als rode verticale lijn gemarkeerd.

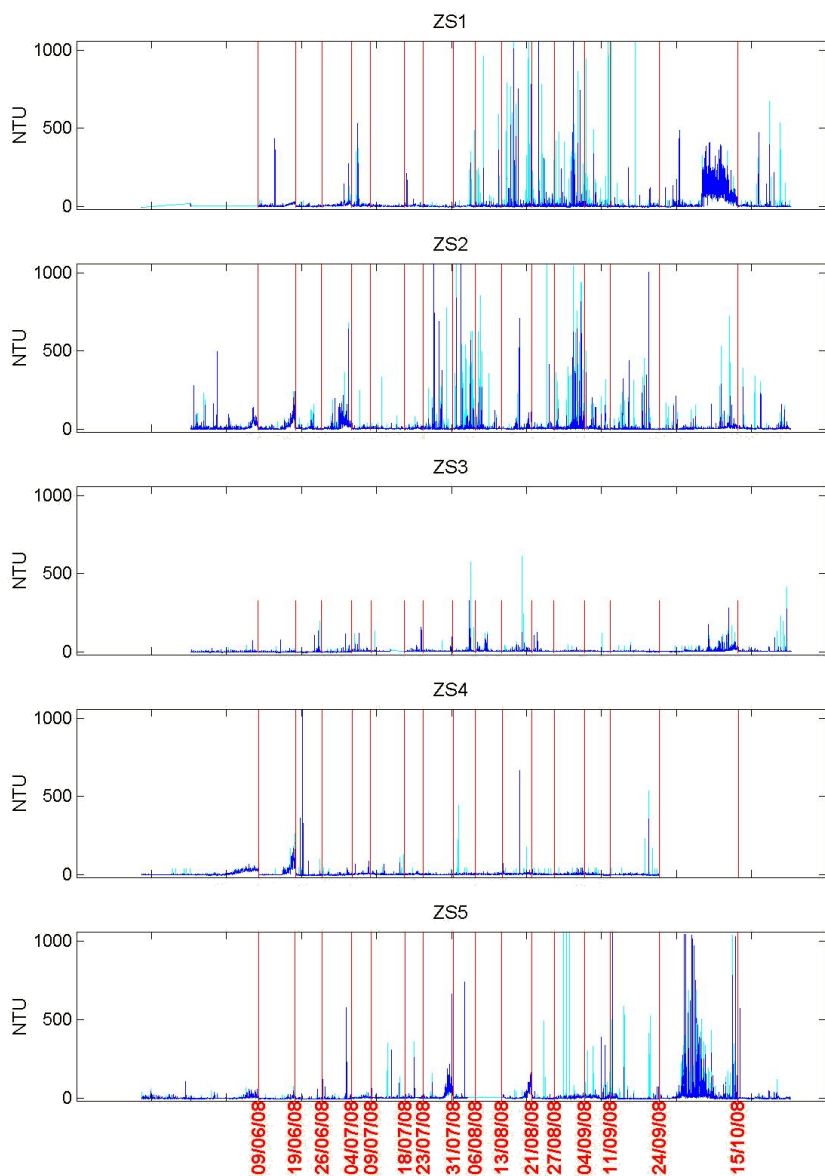


Figuur 4-8: Meetperiode locatie Zs1-Zs5

In Figuur 4-8 is te zien dat de meetperioden variëren van 5 tot meer dan 100 minuten. Op locatie Zs4 is na 24 september 2008 niet meer gemeten. Voor meetlocatie Zs3 en Zs5 geldt dat er een relatief lange periode van uitval voorkomt. Dit is verholpen tijdens de servicebeurten.

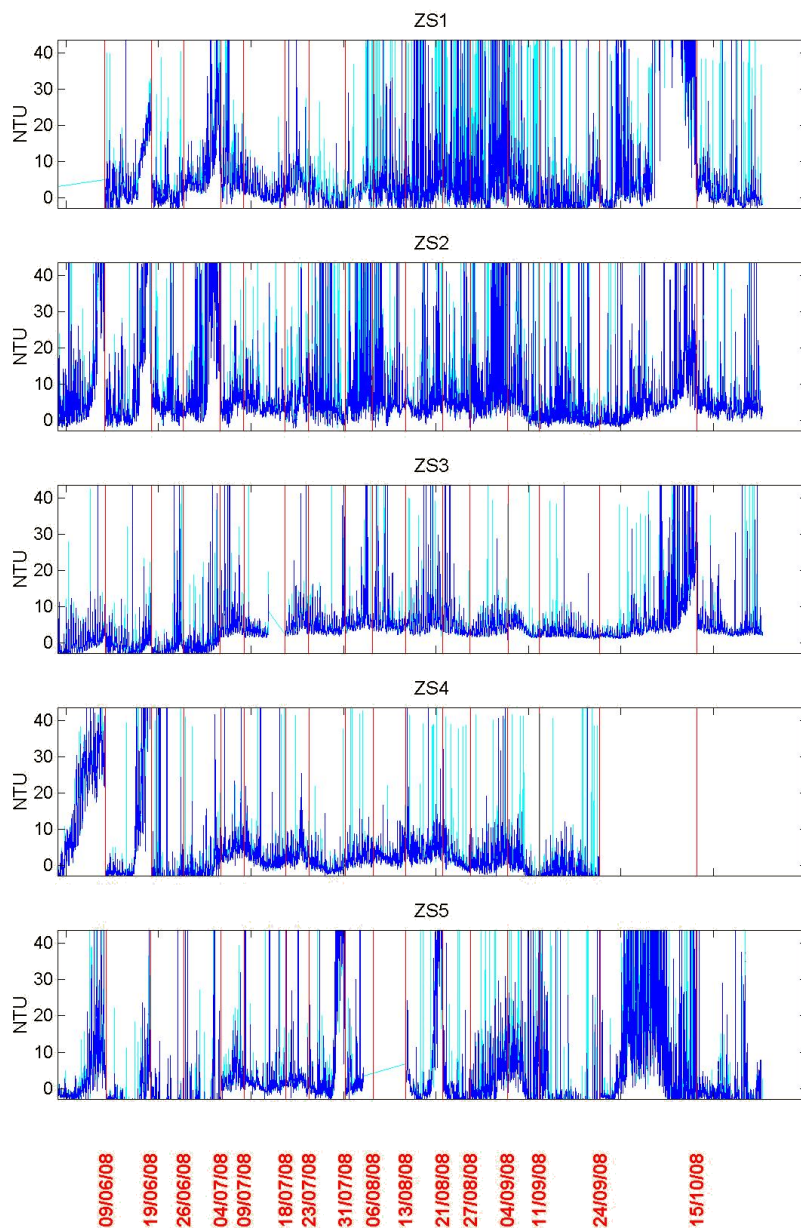
4.3.2 Troebelheid

Van de door de YSI probes gemeten grootheden is troebelheid de meest dynamische grootheid. In Figuur 4-9 is voor meetlocatie Zs1-Zs5 de troebelheid in NTU gepresenteerd. De ruwe en gefilterde meetgegevens zijn respectievelijk met licht- en donkerblauw weergegeven.



Figuur 4-9: Troebelheid locatie Zs1-Zs5

Om een betere indruk te krijgen van de meetgegevens zijn deze tevens op de schaal van 0-40 NTU gepresenteerd in Figuur 4-10.

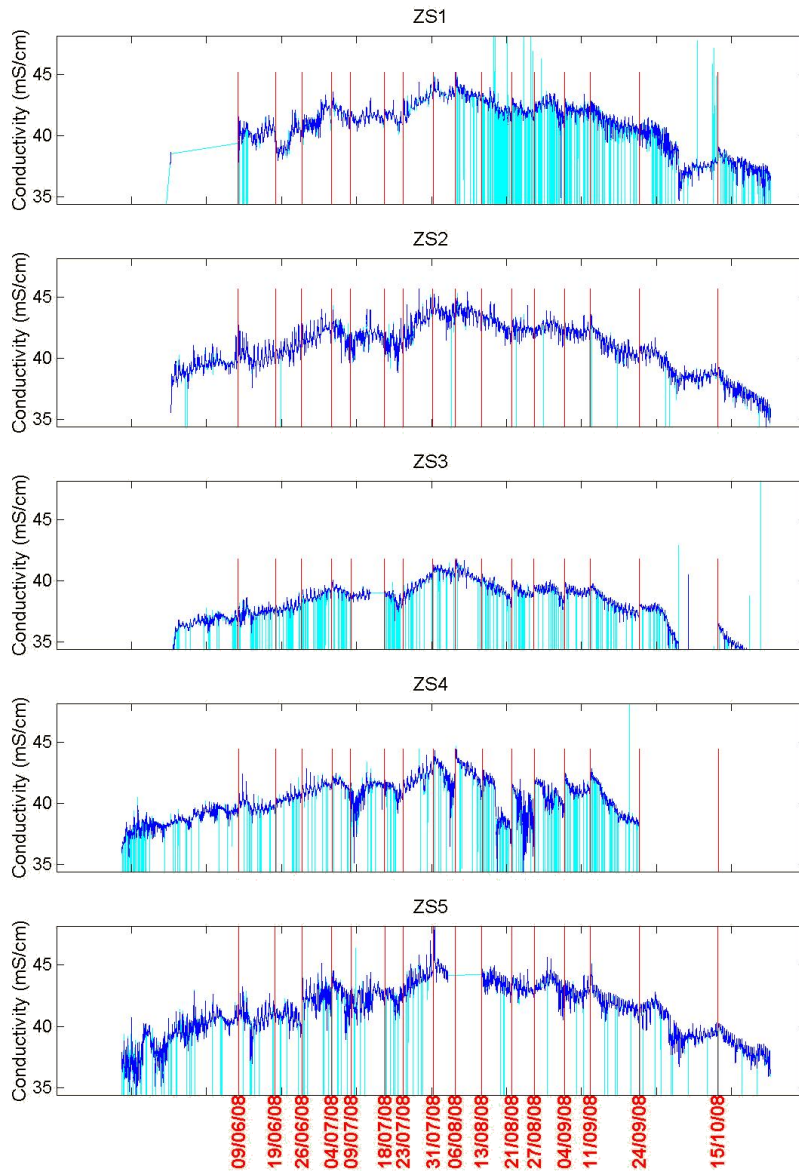


Figuur 4-10: Troebelheid locatie Zs1-Zs5, bereik 0-40 NTU

De gemeten troebelheidwaarden volgen de trend van het getij met typische piekwaarden van 5 a 10 NTU. Daarnaast zijn er veelvuldig piek waarden tot de bovengrens van het meetinstrument, orde 1000 NTU. Voor locatie Zs5 geldt dat er voor de servicebeurten op 31 juli en 21 augustus 2008 een duidelijke toename te zien is die waarschijnlijk door *biofouling* (aangroei) wordt veroorzaakt. Verder valt op dat er negatieve NTU waarden voorkomen. De meetresultaten van de troebelheidmetingen zijn tevens in detailfiguren gepresenteerd die digitaal zijn opgeslagen op de bij dit rapport horende cd-rom. De figuren met de resultaten van de troebelheidmetingen zijn opgeslagen in de directory *Figuren\Troebelheid*. In de figuren zijn tijdreeksen van een week en een maand opgenomen.

4.3.3 Geleidendheid

In Figuur 4-11 is voor meetlocatie Zs1-Zs5 de geleidendheid in mS/cm gepresenteerd. De ruwe en gefilterde meetgegevens zijn respectievelijk met licht- en donkerblauw weergegeven.

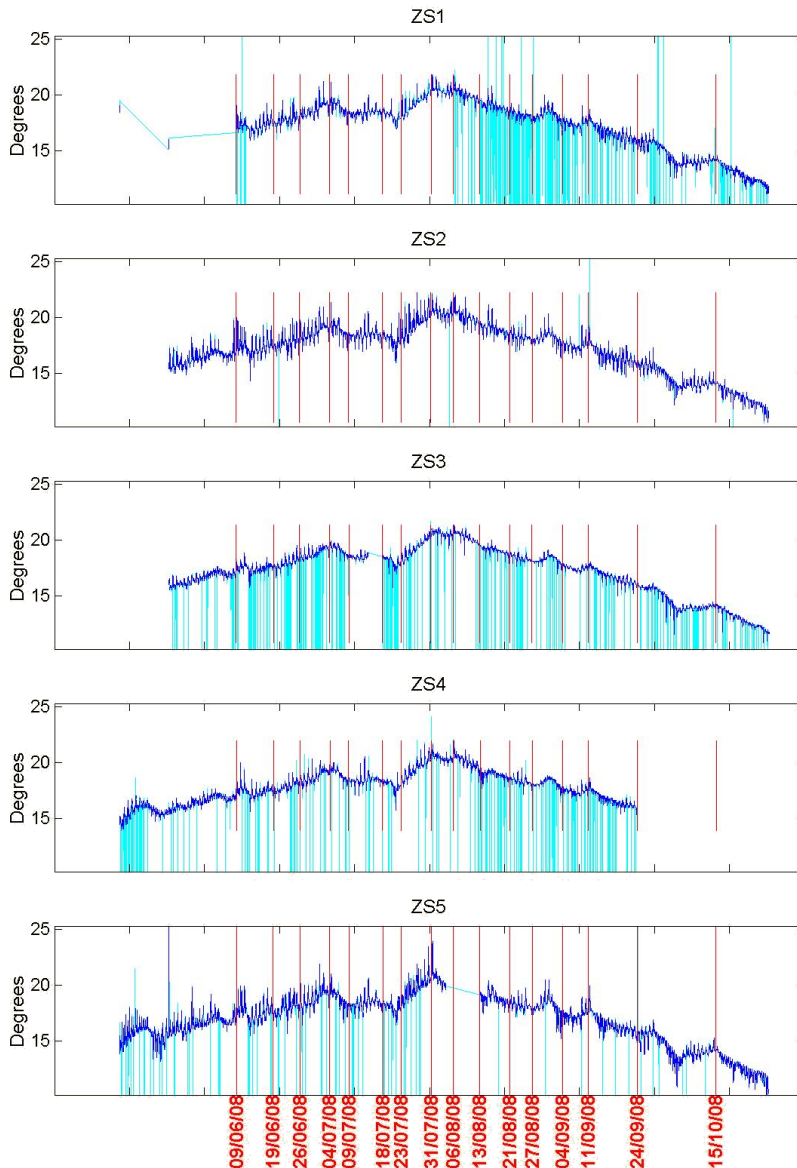


Figuur 4-11: Geleidendheid locatie Zs1-Zs5

De meetresultaten van de geleidendheidmetingen zijn tevens in detailfiguren gepresenteerd die digitaal zijn opgeslagen op de bij dit rapport horende cd-rom. De figuren met de resultaten van de geleidendheidmetingen zijn opgeslagen in de directory *Figuren\Geleidendheid*. In de figuren zijn tijdreeksen van een week en een maand opgenomen.

4.3.4 Temperatuur

In Figuur 4-12 is voor meetlocatie Zs1-Zs5 de temperatuur in graden Celsius gepresenteerd. De ruwe en gefilterde meetgegevens zijn respectievelijk met licht- en donkerblauw weergegeven.

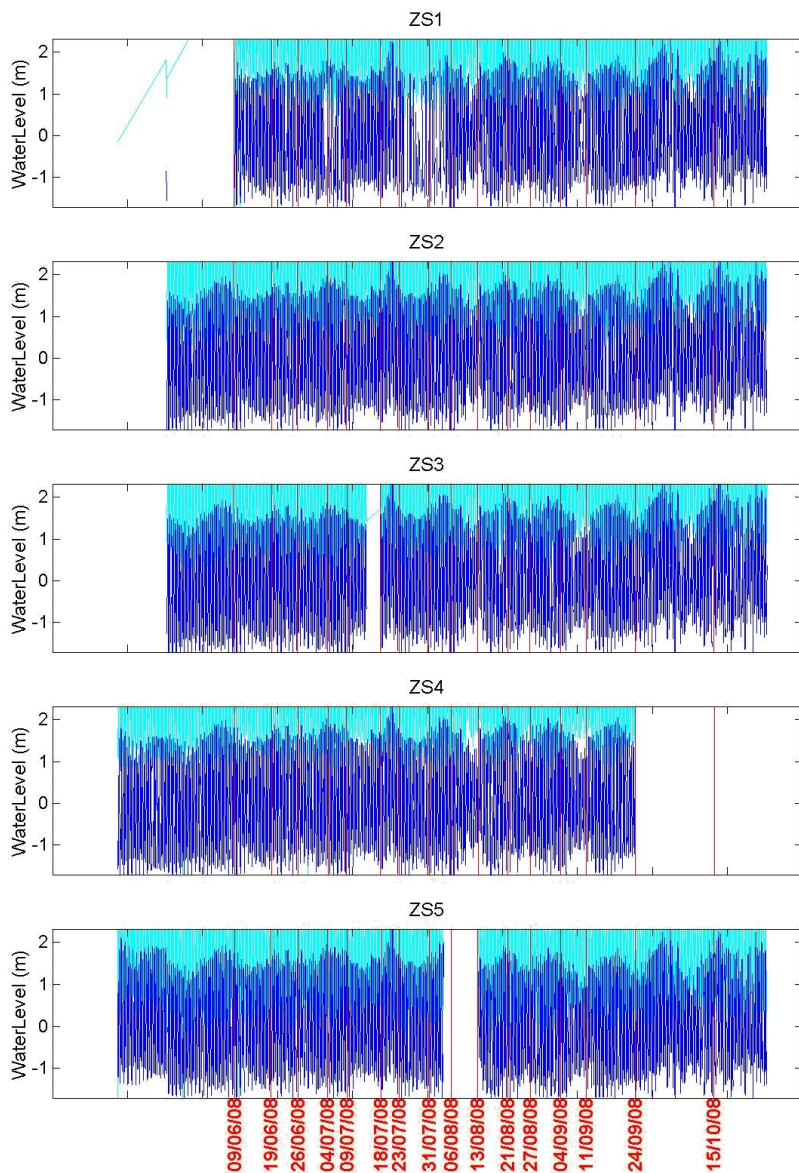


Figuur 4-12: Temperatuur locatie Zs1-Zs5

De meetresultaten van de temperatuurmetingen zijn tevens in detailfiguren gepresenteerd die digitaal zijn opgeslagen op de bij dit rapport horende cd-rom. De figuren met de resultaten van de temperatuurmetingen zijn opgeslagen in de directory *Figuren\Temperatuur*. In de figuren zijn tijdreeksen van een week en een maand opgenomen.

4.3.5 Waterstand

In Figuur 4-13 is voor meetlocatie Zs1-Zs5 de waterstand in meters ten opzichte van NAP gepresenteerd. De ruwe en gefilterde meetgegevens zijn respectievelijk met licht- en donkerblauw weergegeven.



Figuur 4-13: Waterstand locatie Zs1-Zs5

De meetresultaten van de waterstandmetingen zijn tevens in detailfiguren gepresenteerd die digitaal zijn opgeslagen op de bij dit rapport horende cd-rom. De figuren met de resultaten van de waterstandmetingen zijn opgeslagen in de directory *Figuren\Waterstand*. In de figuren zijn tijdreeksen van een week en een maand opgenomen.

4.3.6 Uitvoerbestanden

De gevalideerde metingen van de YSI systemen zijn geconverteerd naar ASCII bestanden met de extensie '.dat'. Deze bestanden zijn op de bij dit rapport horende cd-rom opgeslagen in de directory *Data\YSI\ASCII*. In Figuur 4-14 is een voorbeeld van een uitvoerbestand gepresenteerd.

Timestamp	YSI Cond mS/cm	YSI Depth m	YSI Temp C	YSI Turb NTU
2008-05-09 08:05:00	99999,99	99999,99	99999,99	-4,10
2008-05-09 08:20:00	99999,99	99999,99	99999,99	2,70
2008-05-09 08:30:00	99999,99	99999,99	13,90	2,20
2008-05-09 08:40:00	36,57	0,79	13,90	2,00
2008-05-09 08:50:00	36,59	0,55	14,00	0,30
2008-05-09 09:00:00	36,63	0,43	14,00	-1,50
2008-05-09 09:10:00	36,63	0,41	14,00	99999,99
2008-05-09 09:20:00	36,66	0,29	14,10	-1,40
2008-05-09 09:30:00	36,72	0,17	14,10	99999,99
2008-05-09 09:40:00	36,88	-0,09	14,40	99999,99
2008-05-09 09:50:00	37,02	-0,20	14,50	-0,10
2008-05-09 10:00:00	37,02	-0,20	14,50	-0,10

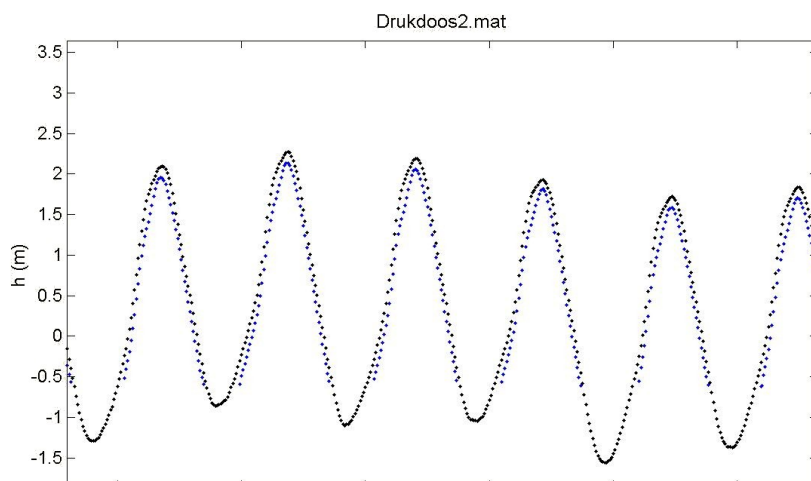
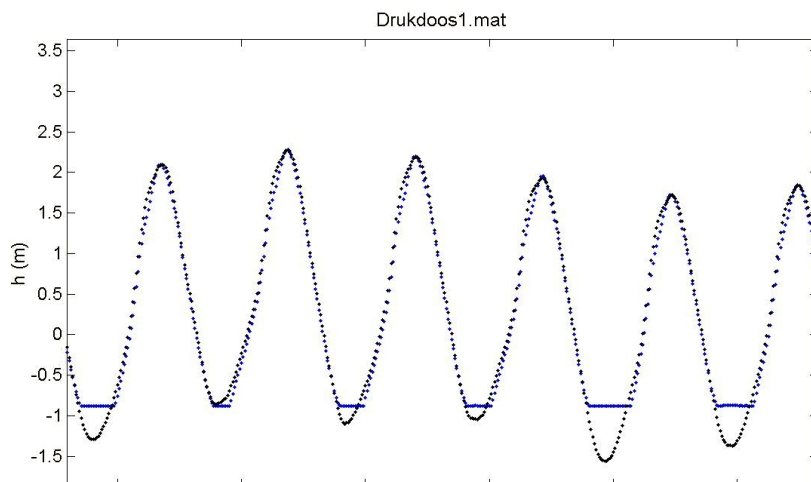
Figuur 4-14: Voorbeeld ASCII format YSI

De eerste kolom bevat een datum en tijdsaanduiding waar voor de datum geldt dat deze als jaar-maand-dag is weergegeven. Kolom 2 tot en met 5 bevatten respectievelijk geleidendheid, waterstand t.o.v. NAP, temperatuur en troebelheid. De ASCII bestanden zijn tevens als Excel bestanden (.xls) opgeslagen in de directory *Data\YSI\Excel*.

4.4 Drukdozen

4.4.1 Waterstand

De waterstanden van periode 1a van drukdoos 1 wijken sterk af en zijn om deze reden afgekeurd, zie ook Figuur 4-1. In Figuur 4-15 is voor een deel van periode 2 de waterstand van meetlocatie Dd1 en Dd2 samen met de waterstand bij Stavenisse NAP gepresenteerd. De waterstanden van de periode2 van drukdoos1 wijken af bij laagwater. Om deze reden zijn voor deze periode alle waterstanden lager dan -0.5 meter NAP afgekeurd.

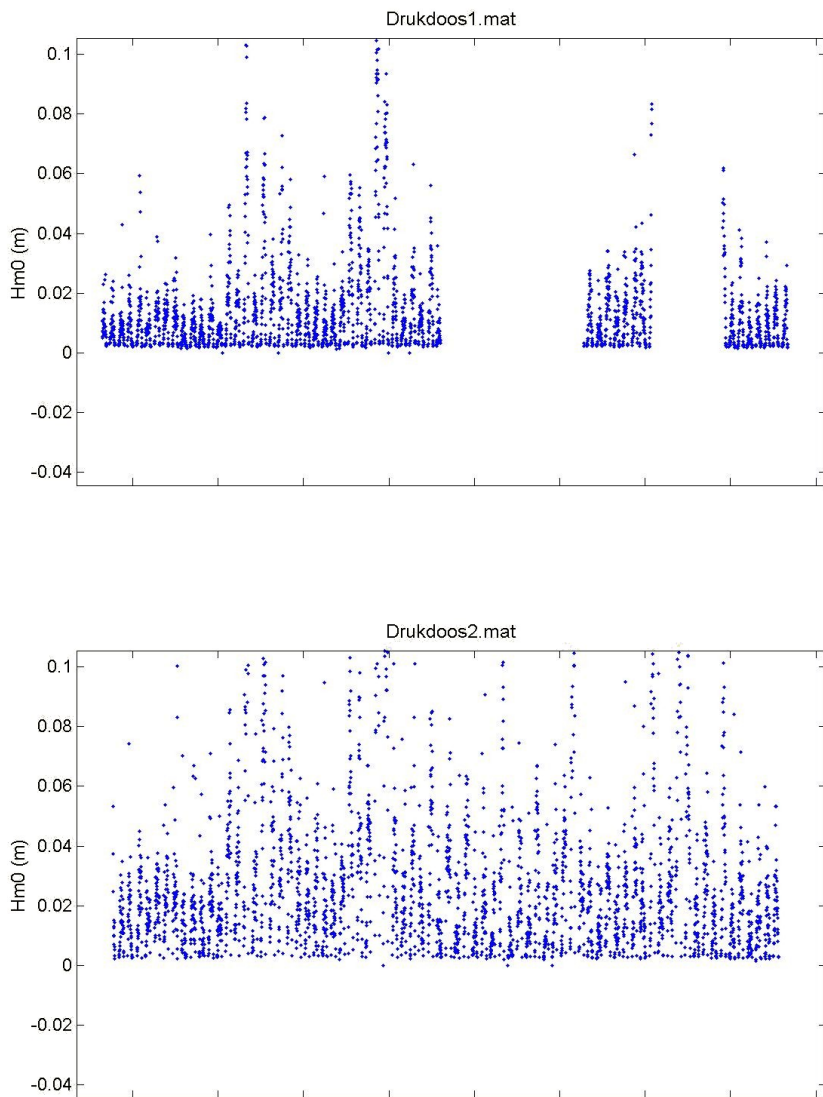


Figuur 4-15: Waterstand drukdozen (blauw) en Stavenisse (zwart), deel van periode 2

De meetresultaten van de waterstandmetingen zijn tevens in detailfiguren gepresenteerd die digitaal zijn opgeslagen op de bij dit rapport horende cd-rom. De figuren met de resultaten van de waterstandmetingen zijn opgeslagen in de directory *Figuren\Waterstand*. In de figuren zijn tijdreeksen van een week en een maand opgenomen.

4.4.2 Golfhoogte en –periode

In Figuur 4-15 is voor een deel van periode 1 de significante golfhoogte van meetlocatie Dd1 en Dd2 gepresenteerd.



Figuur 4-16: Significante golfhoogte, deel van periode 1

De meetresultaten van de golfmetingen zijn tevens in detailfiguren gepresenteerd die digitaal zijn opgeslagen op de bij dit rapport horende cd-rom. De figuren met de resultaten van de golfmetingen zijn opgeslagen in de directory *Figuren\Golven*. In de figuren zijn tijdreeksen van een week en een maand opgenomen.

4.4.3 Uitvoerbestanden

De gevalideerde metingen van de drukdozen zijn geconverteerd naar ASCII bestanden met de extensie '.dat'. Deze bestanden zijn op de bij dit rapport horende cd-rom opgeslagen in de directory *Data\Drukdozen\ASCII*. In Figuur 4-14 is een voorbeeld van een uitvoerbestand gepresenteerd.

Timestamp	h m	Hm0 m	TP s
2008-05-10 20:20:00	99999,99	99999,99	99999,99
2008-05-10 20:30:00	1,06	0,05	3,50
2008-05-10 20:40:00	0,97	0,04	3,75
2008-05-10 20:50:00	0,88	0,02	2,50
2008-05-10 21:00:00	0,77	0,01	2,50
2008-05-10 21:10:00	0,66	0,01	2,50
2008-05-10 21:20:00	0,54	0,02	1,67
2008-05-10 21:30:00	0,43	0,01	3,00
2008-05-10 21:40:00	0,31	0,01	1,88
2008-05-10 21:50:00	0,19	0,01	1,36
2008-05-10 22:00:00	0,07	0,01	1,15
2008-05-10 22:10:00	-0,05	0,01	1,25

Figuur 4-17: Voorbeeld ASCII format drukdoos

De eerste kolom bevat een datum en tijdsaanduiding waar voor de datum geldt dat deze als jaar-maand-dag is weergegeven. Kolom 2 tot en met 4 bevatten respectievelijk waterstand t.o.v. NAP, significante golfhoogte in meters en golfperiode in seconden. De ASCII bestanden zijn tevens als Excel bestanden (.xls) opgeslagen in de directory *Data\Drukdozen\Excel*.

5. Discussie

5.1 ADCP sedimentmetingen

ADCP's zijn ontworpen voor het meten van stroomsnelheid en -richting. Uit het akoestische echosignaal van de ADCP kan echter ook informatie over de concentratie gesuspendeerd materiaal worden afgeleid. Verschillende akoestische frequenties zijn gevoelig voor verschillende korrelgrootte fracties. De gehanteerde conversiemethode van relatieve backscatter naar sediment concentratie is gebaseerd op theorie die alleen geldig is in het zogenaamde Rayleigh regime. Voor de gebruikte 1200 kHz systemen geldt een Rayleigh regime voor korreldiameters van respectievelijk 0-400 micrometer. Uit de resultaten van de korrelgrootteanalyse (zie Tabel 3-2) blijkt dat de korrelgrootteverdeling op en rond de Galgeplaat binnen deze grenzen valt en dat de gehanteerde conversiemethode kan worden toegepast op alle metingen.

De gehanteerde methode die gebruikt is voor de conversie van relatieve naar absolute backscatter heeft eventuele fouten tot een minimum teruggebracht: De conversie van relatieve naar absolute backscatter bestaat uit de conversie van interne eenheden naar dB en instrument en afstand normalisatie. De RSSI schaal factoren voor de conversie naar dB zijn bij de fabrikant Teledyne RD Instruments opgevraagd. Voor de instrument normalisatie geldt dat het zend- en ontvangcircuit van het gebruikte ADCP systeem is gekarakteriseerd met behulp van specifieke parameters die in de fabriek zijn gemeten of uit de data structuur zijn afgelezen. De afstand normalisatie is berekend op grond van de akoestische spreiding en de geluidsabsorptie in het water en sediment. Voor de berekening van de geluidsabsorptie is gebruik gemaakt van de (diepte)profiel data van de YSI systemen. De relatie tussen de resultaten van de watermonsters en de ADCP backscatter is goed (correlatiecoëfficiënt van 0,98) en bruikbaar voor elk van de ADCP's.

5.2 Troebelheid

De meetgegevens van troebelheid zijn opgenomen in de eenheid *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU). Ieder type Optische Backscatter (OBS) sensor meet de troebelheid echter als signaalspanning of stroomsterkte. Voor het relateren van dit spanning of stroomsignaal aan een standaard troebelheids eenheid als NTU dient de OBS sensor te worden gecalibreerd. In de aangeleverde meetgegevens komen negatieve NTU waarden voor. Dit duidt erop dat de OBS sensoren van de YSI 600 OMC systemen niet of verkeerd gecalibreerd zijn. In feite is de NTU eenheid ook niet geschikt voor het eindgebruik maar is men veelal geïnteresseerd in de sediment concentratie in mg/l. Voor het verkrijgen van deze concentratie dienen de (gecalibreerde) NTU waarden te worden geconverteerd naar concentraties in mg/l met behulp van monsters van de meetlocatie. Omdat de negatieve NTU waarden niet duiden op ongeldige meetwaarden maar op een verkeerde calibratie zijn deze na overleg met de opdrachtgever niet afgekeurd.

Een probleem met de meetgegevens van troebelheid is dat het moeilijk is om te bepalen of verhoogde meetwaarden nu worden veroorzaakt door daadwerkelijk aanwezig zwevend stof of door het gedeeltelijk blokkeren van de optische sensor als gevolg van bijvoorbeeld *biofouling* (aangroei). Om deze reden is de gehanteerde filtermethode erop gericht om relatief korte sterke fluctuaties af te keuren maar om langere reeksen van hoge meetwaarden goed te keuren.

6. Conclusies en aanbevelingen

In het algemeen kan worden geconcludeerd dat de metingen op en rond de Galgeplaat goed verlopen zijn.

Voor de calibratie van de ADCP backscatter is gebruik gemaakt van de sediment concentraties van de watermonsters. Er is een goede correlatie tussen ADCP backscatter en sediment concentratie bepaald. Op grond van deze relatie zijn betrouwbare sedimentprofielen berekend. De ADCP meetresultaten geven een goed inzicht in het stromings- en sedimenbeeld op en rond de Galgeplaat.

ADCP's kunnen de diepte ten opzichte van het wateroppervlak meten met een druksensor of met behulp van zogenaamde *surface-track* metingen. De gebruikte ADCP's hadden echter geen interne druksensor en waren niet geconfigureerd voor het meten van de *surface-track*. De afstand tot het wateroppervlak is op grond van de echo-intensiteit bepaald. Deze bepaling is minder nauwkeurig dan een meting met een druksensor of de *surface-track*. Om deze reden wordt aangeraden bij een toekomstig vergelijkbaar project ADCP's met een druksensor te gebruiken of de ADCP in te stellen voor het meten van de *surface-track*. Bij het schrijven van het meetplan zou advies kunnen worden ingewonnen over de optimale meetinstellingen voor de betreffende meetlocatie.

Voor de OBS sensoren van de YSI systemen geldt dat deze niet goed gecalibreerd waren voor het meten van NTU. Dit betreft een standaard calibratie die periodiek dient te worden uitgevoerd. Om dit bij een vergelijkbaar project in de toekomst te voorkomen dienen de systemen voorafgaand aan de meting te worden gecalibreerd voor het meten van NTU. Wanneer men geïnteresseerd is in de sedimentconcentratie dienen de OBS sensoren te worden gecalibreerd op grond van analyse resultaten van lokale monsters (mg/l). Deze sedimentcalibratie is wel uitgevoerd. De resultaten zijn echter na overleg met de opdrachtgever niet gebruikt omdat de voorkeur gegeven is aan de NTU resultaten.

7. Referenties

- Deines, K. L. (1999) *Backscatter estimation using broadband acoustic doppler current profilers*. Oceans 99 MTS/IEEE Conference Proceedings. San Diego.
- François, R.E. & Garrison, G.R. (1982a) *Sound absorption based on ocean measurements. Part I: Pure water and magnesium sulfate contributions*. Journal of the Acoustic Society of America, 72:896-907.
- François, R.E. & Garrison, G.R. (1982b) *Sound absorption based on ocean measurements. Part II: Boric acid contribution and equation for total absorption*. Journal of the Acoustic Society of America, 72: 1870-1890.
- Mol, J.W. (2007) *Verwerking van stroom- en sedimentmetingen in de Schelphoek, Zeeland*. Aqua Vision rapport AV_DOC_070105. In opdracht van Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-generaal Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee.
- Rayleigh, L.J.W.S. (1945) *The Theory of Sound*. Volume 1 and 2. New York Dover Publication.
- UNESCO (1981) Technical Paper in Marine Science, no. 36.
- Urlick, R.J. (1983) *Principles of Underwater Sound*, Third Edition, McGraw-Hill, New York.
- Van Rijn, L.C. (1993) *Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas*. Aqua Publications, Amsterdam
- Sisternans, W.C.H., Wijnhoven, S., Bergmeijer, M.A. & Van Hoesel, O.J.A. (2008) *Proef zandsuppletie Oosterschelde, het macrobenthos van de Galgenplaat in het najaar van 2007*. Samenwerkingsproject van het Nederlands Instituut voor Ecologie, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie en Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee. Monitor Taskforce Publication Series 2008-6.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Analyseresultaten watermonsters



Aqua Vision BV
T.a.v. de heer J.W. Mol
Servaasbolwerk 11
3512 NK UTRECHT

Uw kenmerk : GALGEPLAAT
Ons kenmerk : Project 275725
Validatieref. : 275725_certificaat_v4
Bijlage(n) : 4 tabel(len) + factuur

Amsterdam, 2 december 2008

Hierbij zend ik u de resultaten van het laboratoriumonderzoek dat op uw verzoek is uitgevoerd in de door u aangeboden monsters.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op de monsters, zoals die door u voor analyse ter beschikking werden gesteld.

Ik wijs u erop dat het analyse-certificaat alleen in zijn geheel mag worden gereproduceerd.

Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel uitbesteed onderzoek, uitgevoerd door Omegam Laboratoria volgens de methoden zoals ze zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat L086 en/of in de bundel "Analysevoorschriften Omegam Laboratoria". Deze voorschriften zijn, voor zover mogelijk, ontleend aan NEN- EN- en/of ISO-voorschriften.

Ik vertrouw erop uw opdracht naar tevredenheid en conform de afspraak te hebben uitgevoerd. Heeft u naar aanleiding van deze rapportage nog vragen, dan verzoek ik u contact op te nemen met onze klantenservice.

Hoogachtend,
namens Omegam Laboratoria,

drs. R.R. Otten
Directeur

Op dit certificaat zijn onze algemene voorwaarden van toepassing.
Dit analyse-certificaat mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

postbus 94685
1090 GR Amsterdam

T 020 5976 680
F 020 5976 689

ABN-AMRO bank 462704564
BTW nr. NL8139.67.132.B01

HJE Wenckebachweg 120
1096 AR Amsterdam

klantenservice@omegam.nl
www.omegam.nl

Kvk 34215654



Tabel 1 van 4



ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 275725
Project omschrijving : GALGEPLAAT
Opdrachtgever : Aqua Vision BV

Monsterreferenties

4883926 = GP1
 4883927 = GP2
 4883928 = GP3

Opgegeven bemonsteringsdatum :	26/11/2008	26/11/2008	26/11/2008
Ontvangstdatum opdracht :	27/11/2008	27/11/2008	27/11/2008
Monstercode :	4883926	4883927	4883928
Matrix :	Opperv.water	Opperv.water	Opperv.water

Algemeen onderzoek - fysisch

Q onopgelost bestanddelen	mg/l	13	15	16
---------------------------	------	----	----	----

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.
 - De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer L086).

Ref.: 275725_certificaat_v4



Tabel 2 van 4



ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 275725
Project omschrijving : GALGEPLAAT
Opdrachtgever : Aqua Vision BV

Monsterreferenties

4883929 = GP4
 4883930 = GP5
 4883931 = GP6

Opgegeven bemonsteringsdatum :	26/11/2008	26/11/2008	26/11/2008
Ontvangstdatum opdracht :	27/11/2008	27/11/2008	27/11/2008
Monstercode :	4883929	4883930	4883931
Matrix :	Opperv.water	Opperv.water	Opperv.water

Algemeen onderzoek - fysisch

Q onopgelost bestanddelen	mg/l	14	13	14
---------------------------	------	----	----	----

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.
 - De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer L086).

Ref.: 275725_certificaat_v4



Tabel 3 van 4



ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 275725
Project omschrijving : GALGEPLAAT
Opdrachtgever : Aqua Vision BV

Monsterreferenties

4883932 = GP7
 4883933 = GP8
 4883934 = GP9

Opgegeven bemonsteringsdatum :	26/11/2008	26/11/2008	26/11/2008
Ontvangstdatum opdracht :	27/11/2008	27/11/2008	27/11/2008
Monstercode :	4883932	4883933	4883934
Matrix :	Opperv.water	Opperv.water	Opperv.water

Algemeen onderzoek - fysisch

Q onopgelost bestanddelen	mg/l	12	15	9,3
---------------------------	------	----	----	-----

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.
 - De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer L086).

Ref.: 275725_certificaat_v4



Tabel 4 van 4



ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 275725
Project omschrijving : GALGEPLAAT
Opdrachtgever : Aqua Vision BV

Monsterreferenties
4883935 = GP10

Opgegeven bemonsteringsdatum : 26/11/2008
Ontvangstdatum opdracht : 27/11/2008
Monstercode : 4883935
Matrix : Opperv.water

Algemeen onderzoek - fysisch

Q onopgelost bestanddelen	mg/l	9,6
---------------------------	------	-----

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.
- De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer L086).

Ref.: 275725_certificaat_v4