



departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

MONEOS 2014 - 13 uursmetingen

**FACTUAL DATA RAPPORT:
STROMINGEN, DEBIET EN SEDIMENT CONCENTRATIE**



13_086

WL Rapporten

MONEOS 2014 - 13 uursmetingen

Factual data rapport:
Stromingen, debiet en sediment concentratie

Levy, Y.; Vereecken, H.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F.

Mei 2015

WL2015R13_086_3

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Levy, Y.; Vereecken, H.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2015). MONEOS 2014 - 13 uursmetingen: Factual data rapport: Stromingen, debiet en sediment concentratie. Versie 3.0. WL Rapporten, 13_086. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.



Waterbouwkundig Laboratorium

Flanders Hydraulics Research

B-2140 Antwerpen

Tel. +32 (0)3 224 60 35

Fax +32 (0)3 224 60 36

E-mail: waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be





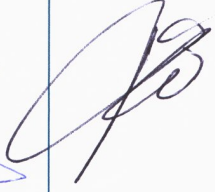
www.watlab.be

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welk andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Documentidentificatie

Titel:	MONEOS 2014 - 13 uursmetingen: Factual data rapport: Stromingen, debiet en sediment concentratie		
Opdrachtgever:	Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2015R13_086_3
Keywords (3-5):	13 uursmeting, MONEOS, stroomsnelheid, debiet, sedimentologie		
Tekst (p.):	60	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	<input type="checkbox"/> Ja	Uitzondering:	<input type="checkbox"/> Opdrachtgever
			<input type="checkbox"/> Intern
			<input type="checkbox"/> Vlaamse overheid
		Vrijgegeven vanaf: Mei 2015	
	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Goedkeuring

Auteur	Revisor	Projectleider	Verantwoordelijke (Steunpunt) HIC	Afdelingshoofd
Levy, Y. 	Vereecken, H. 	Levy, Y. 	Deschamps, M.  Coördinator Studie & Advies Verwaest, T. 	Mostaert, F. 

Revisies

Nr.	Datum	Omschrijving	Auteur(s)
1.0	09/01/2015	Conceptversie	Levy, Y.
2.0	13/05/2015	Inhoudelijke revisie	Levy, Y., Deschamps, M., Vereecken H.
3.0	18/05/2015	Definitieve versie	Levy, Y.

Abstract

Dit verslag rapporteert de resultaten van de dertienuursmetingen van 2014 die jaarlijks georganiseerd worden in het kader van MONEOS. Het gemeten debiet en de sedimentflux zijn vergeleken met die van 2009 tot en met 2013.

De sedimentfluxen uit 2014 zijn vergelijkbaar met die van de andere jaren behalve in Terhagen, waar vooral bij eb hogere waarden zijn, en in Kruibeke, waar het sedimenttransport algemeen lager is dan alle voorgaande jaren. De locaties Dendermonde en Schellebelle werden gemeten voor project P13_131. Daarom was er geen vergelijking mogelijk met andere jaren. De sedimentfluxen van Schellebelle vertonen onrealistische schommelingen. Verdiepte analyses tonen aan dat die niet te wijten zijn aan een ADCP storing. Er dient verder getoetst te worden of de intense variaties te wijten zouden kunnen zijn aan de postprocessing uitgevoerd met de software ViSea©.

Inhoudstafel

Inhoudstafel	I
Lijst van de tabellen	II
Lijst van de figuren	III
1. Inleiding	1
2. Methodiek	2
2.1. Meetprincipe en methode	2
2.2. Meetopstelling	2
2.3. Meetapparatuur	3
2.3.1. ADCP	5
2.3.2. Multiparametersonde	6
2.3.3. Waterpomp	9
2.3.4. GPS	10
2.4. ADCP echo intensiteit omzetten naar absolute backscatter signaal	11
2.5. Maximum ADCP bereik	12
2.6. Normalisatie van de transmissiekracht en de lengte	12
2.7. Stroomsnelheidscorrecties aan de hand van saliniteit schattingen	12
2.8. ADCP afgeleide sedimentconcentratie in suspensie	13
2.9. Het debiet en zijn normalisatie	14
2.10. Het rapporteren van de stromingen met ViSea DPS	15
2.11. De getijden	21
2.11.1. Het getij te Schellebelle op 15/04/2014	21
2.11.2. Het getij te Dendermonde op 17/04/2014	21
2.11.3. Het getij te Schoonaarde op 03/07/2014	22
2.11.4. Het getij te Terhagen op 30/06/2014	22
2.11.5. Het getij te Kruikeke op 02/07/2014	23
2.11.6. Het getij ter hoogte van het Loodsgebouw op 16/05/2014	23
2.11.7. Het getij te Driegoten op 17/06/2014	24
2.11.8. Het getij te Liefkenshoek op 14/05/2014	24
3. Resultaten	25
3.1. Stromingen	25
3.2. Debiet	26
3.3. Sediment concentratie	34
3.4. Vergelijking met resultaten uit het verleden	35
3.4.1. Vergelijking van debieten en getij tussen 2009 en 2014	35
3.4.2. Vergelijking van genormeerde debieten en getij tussen 2009 en 2014	40
3.4.3. Vergelijking van de sediment fluxen tussen 2009 en 2014	45
3.4.4. Vergelijking van de sediment concentraties tussen 2009 en 2014	49
3.4.5. Vergelijking van de SSC kalibratie parameters tussen 2009 en 2014	53
4. Referentielijst	59

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Wind omstandigheden tijdens de 13 uursmetingen van 2014	3
Tabel 2 – Meetapparatuur gebruikt tijdens de 13uursmetingen	3
Tabel 3 – ADCP opstellingen tussen 2009-2014.....	4
Tabel 4 – Referentie coördinaten van de gemeten dwarsraaien	14
Tabel 5 – Tabel van de opgetreden waterstanden tijdens de 13 uursmetingen tussen 2009 en 2014	15
Tabel 6 – Referentie positieve stroomrichtingen	20
Tabel 7 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC	34
Tabel 8 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Schoonaarde.....	53
Tabel 9 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Terhagen.....	54
Tabel 10 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Kruibeke	56
Tabel 11 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Oosterweel	57
Tabel 12 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Driegoten.....	57
Tabel 13 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Liefkenshoek	58
Tabel 14 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Schellebelle.....	58
Tabel 15 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Dendermonde	58

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Locaties MONEOS 13 uursmetingen op de Schelde	1
Figuur 2 – Seaguard karakteristieken.....	6
Figuur 3 – YSI karakteristieken.....	8
Figuur 4 – Waterpomp	9
Figuur 5 – V111 Vector Hemisphere GPS specificaties	10
Figuur 6 – Septentrio GPS specificaties	10
Figuur 7 – GPS Garmin 60 Cx specificaties	11
Figuur 8 – Referentie positieve stroming hoek bepaling in Schoonaarde	15
Figuur 9 – Referentie positieve stroming hoek bepaling in Terhagen	16
Figuur 10 – Referentie positieve stroming hoek bepaling in Kruikebe	17
Figuur 11 – Referentie positieve stroming hoek bepaling in Oosterweel	18
Figuur 12 – Referentie positieve stroming hoek bepaling in Driegoten	19
Figuur 13 – Referentie positieve stroming hoek bepaling in Liefkenshoek	20
Figuur 14 – Het getij te Schellebelle op 15/04/2014	21
Figuur 15 – Het getij te Dendermonde op 17/04/2014	21
Figuur 16 – Het getij te Schoonaarde op 03/07/2014	22
Figuur 17 – Het getij te Terhagen op 30/06/2014	22
Figuur 18 – Het getij te Kruikebe op 02/07/2014	23
Figuur 19 – Het getij ter hoogte van het Loodsgebouw op 16/05/2014	23
Figuur 20 – Het getij te Driegoten op 17/06/2014.....	24
Figuur 21 – Het getij te Liefkenshoek op 14/05/2014	24
Figuur 22 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Schoonaarde op 03/07/2014.....	26
Figuur 23 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Terhagen op 30/06/2014.....	27
Figuur 24 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Kruikebe op 02/07/2014	28
Figuur 25 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Oosterweel op 16/05/2014	29
Figuur 26 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Driegoten 17/06/2014.....	30
Figuur 27 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Liefkenshoek op 14/05/2014	31
Figuur 28 – Nagemaakte "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Schellebelle op 14/04/2014 ..	32
Figuur 29 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Dendermonde op 17/04/2014	33
Figuur 30 – Zeeschelde boven debieten te Melle en Dendermonde tussen 29/06/2014 en 03/07//2014	34
Figuur 31 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2009 tot en met 2014 te Schoonaarde	35
Figuur 32 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2009 en 2010 te Boom	36
Figuur 33 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2011 en 2014 te Terhagen	36
Figuur 34 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2009 tot en met 2014 te Kruikebe	37
Figuur 35 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2009 tot en met 2014 te Oosterweel.....	37
Figuur 36 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2009 tot en met 2014 te Driegoten	38
Figuur 37 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2009 tot en met 2014 te Liefkenshoek	38

Figuur 38 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2014 te Schellebelle	39
Figuur 39 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2014 te Dendermonde	39
Figuur 40 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2009 tot en met 2014 te Schoonaarde	40
Figuur 41 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2009 en 2010 te Boom	40
Figuur 42 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2011 en 2014 te Terhagen	41
Figuur 43 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2009 tot en met 2014 te Kruikebe	41
Figuur 44 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2009 tot en met 2014 te Oosterweel	42
Figuur 45 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2009 tot en met 2014 te Driegoten	42
Figuur 46 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2009 tot en met 2014 te Liefkenshoek	43
Figuur 47 – 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2014 te Schellebelle	43
Figuur 48 – 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2014 te Dendermonde	44
Figuur 49 – Vergelijking van de sediment fluxen van 2009 tot 2014 te Schoonaarde	45
Figuur 50 – Vergelijking van de sediment fluxen van 2009-2010 te Boom en 2011-2014 te Terhagen	45
Figuur 51 – Vergelijking van de sediment fluxen van 2009-2014 te Kruikebe	46
Figuur 52 – Vergelijking van de sediment fluxen van 2009-2014 te Oosterweel	46
Figuur 53 – Vergelijking van de sediment fluxen van 2009-2014 te Driegoten	47
Figuur 54 – Vergelijking van de sediment fluxen van 2009-2014 te Liefkenshoek	47
Figuur 55 – Fluxen van 2014 te Schellebelle	48
Figuur 56 – Fluxen van 2014 te Dendermonde	48
Figuur 57 – Vergelijking van de 13 uursmetingen bemonsterde SSC van 2009 tot 2014 te Schoonaarde	49
Figuur 58 – Vergelijking van de 13 uursmetingen bemonsterde SSC van 2009 tot 2014 te Boom/Terhagen	49
Figuur 59 – Vergelijking van de 13 uursmetingen bemonsterde SSC van 2009 tot 2014 te Kruikebe	50
Figuur 60 – Vergelijking van de 13 uursmetingen bemonsterde SSC van 2009 tot 2014 te Oosterweel	50
Figuur 61 – Vergelijking van de 13 uursmetingen bemonsterde SSC van 2009 tot 2014 te Driegoten	51
Figuur 62 – Vergelijking van de 13 uursmetingen bemonsterde SSC van 2009 tot 2014 te Liefkenshoek	51
Figuur 63 – 13 uursmetingen bemonsterde SSC in 2014 te Schellebelle	52
Figuur 64 – 13 uursmetingen bemonsterde SSC in 2014 te Dendermonde	52
Figuur 65 – Parameters van de niet lineaire regressie tussen waterstalen SSC en ADCP ABS te Schoonaarde	53
Figuur 66 – Lineaire regressie tussen bemonsterde en geschatte SSC te Schoonaarde 2011	54
Figuur 67 – Parameters van de niet lineaire regressie tussen waterstalen SSC en ADCP ABS te Terhagen	55
Figuur 68 – Lineaire regressie tussen bemonsterde en geschatte SSC te Terhagen 2011	55
Figuur 69 – Parameters van de niet lineaire regressie tussen waterstalen SSC en ADCP ABS te Kruikebe	56
Figuur 70 – Lineaire regressie tussen bemonsterde en geschatte SSC in Kruikebe te 2011	57

1. Inleiding

Dit rapport stelt de resultaten voor van de jaarlijkse 13 uursmetingen die in het programma Monitoring Effecten Ontwikkeling Schets (MONEOS(Meire & Maris, 2008)) werden uitgevoerd in 2012. De duur van elke MONEOS 13 uursmeting is zo gepland dat een volledige tijdsyclus gemonitord kan worden. De planning wordt zo gekozen dat springtij voorwaarden heersen tijdens de meting om extremere condities te kunnen waarnemen. Twee luiken worden bestudeerd over één getijdeweg:

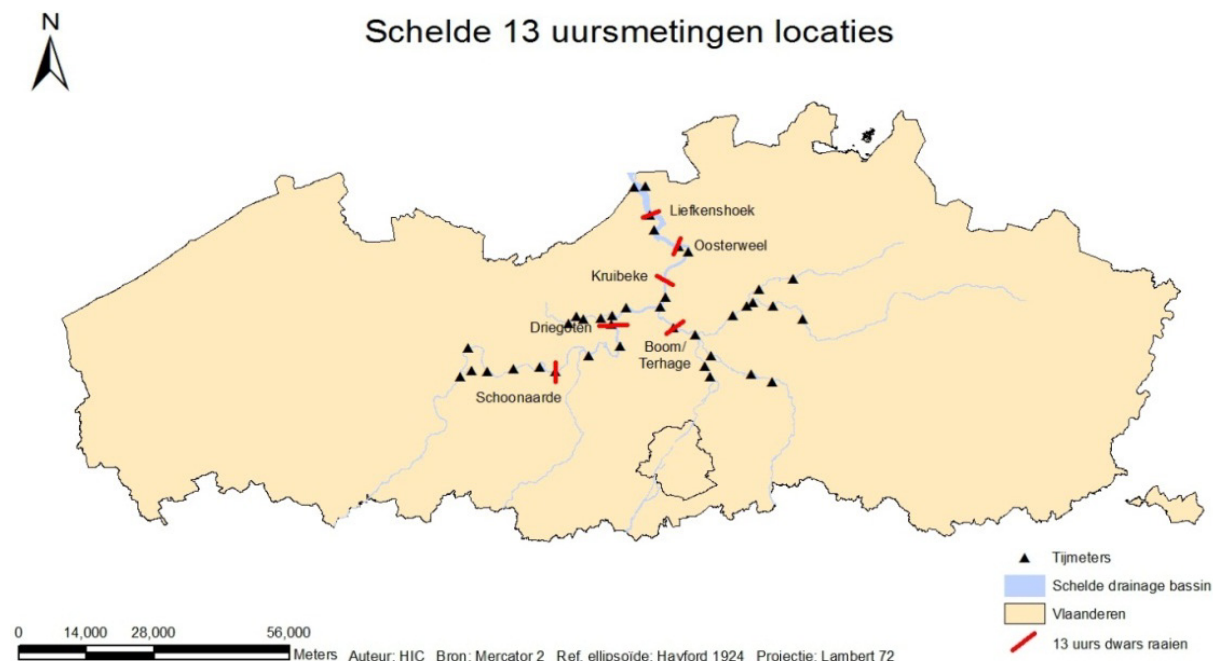
1. De stroming
 - Het stromingsverloop:
 - Stromingspatroon over de gehele natte dwarsdoorsnede
 - Debiet
2. Het sediment
 - De concentratie van het sediment in suspensie (SSC)
 - De totale sediment flux

De 13 uursmetingen werden in 2009 en 2010 uitgevoerd door WL en AQUAVISION en gerapporteerd door AQUAVISION. In 2011 werden de metingen van Oosterweel, Driegoten en Liefkenshoek uitgevoerd en gerapporteerd door AQUAVISION en de andere drie locaties door IMDC. Sinds 2011 is de meetraai op de Rupel verlegd van Boom naar Terhagen om de meetinspanning maximaal op de kwaliteits- en ecologische monitoring in het kader van OMES af te stemmen. 2012 is het eerste jaar dat het Waterbouwkundig Laboratorium het rapporteren van de MONEOS 13 uursmetingen op zich neemt. De uitvoering van de metingen te Schoonaarde en Terhagen in 2012 gebeurde door IMDC. De andere vier locaties gebeurden door het WL zelf.

De volgende campagnes werden georganiseerd van stroomopwaarts naar stroomafwaarts (*Figuur 1*). De afstanden tussen de locaties en de Schelde monding te Vlissingen volgens de rivier as is bij benadering vermeld tussen haakjes:

- Schoonaarde (10/04/2012; 133 km)
- Driegoten (20/07/2012; 103 km)
- Terhagen/Boom (11/04/2012; 98 km)
- Kruikeke (08/06/2012; 89 km)
- Oosterweel (05/07/2012; 78 km)
- Liefkenshoek (07/08/2012; 63 km)

Twee extra metingen werden in de Schelde uitgevoerd te Schellebellen en Dendermonde in het kader van project P13_131. De resultaten ervan worden ook in dit rapport getoond.



Figuur 1 – Locaties MONEOS 13 uursmetingen op de Schelde

2. Methodiek

2.1. Meetprincipe en methode

De “Acoustic Doppler Current Profiler” (ADCP) maakt gebruik van het Doppler effect om stroomsnelheden te meten. De stroomsnelheid wordt berekend door een ultrasone golf met gekende golflengte in het water te sturen en zijn, door de deeltjes in het water teruggekaatste echo te meten. Door de verkorting of verlenging van de afstand tussen het schip en deeltjesmassa wordt de golflengte respectievelijk korter of langer. Die afstand is enerzijds een directe functie van de stroomsnelheid en anderzijds een functie van de scheepsverplaatsing.

De stroomsnelheden worden verbeterd op basis van een GPS signaal dat de bewegingen van het schip registreert (afgelegde weg). De geluidssnelheid in het water is ook een functie van de saliniteit. Die laatste wordt indirect afgeleid door de conductiviteit te meten met een multiparametersonde.

De stromingspatronen worden gemeten gedurende een gans getij (meting duurt standaard 13 uur) langs een natte dwarsdoorsnede. De natte dwarsdoorsnede en de stromingen laten toe om de debieten af te leiden.

Een relatie wordt gelegd tussen het backscatter signaal (ABS) en de bemonsterde SSC waarden om een afgeleide SSC te schatten.

Uiteindelijk laten de aan de hand van het ADCP-signaal afgeleide SSC en de debieten toe om de sediment fluxen te schatten.

2.2. Meetopstelling

Dwarsraaien worden gevaren om de paar minuten met een zodiak waarop een ADCP toestel gemonteerd is. Om het half uur keert de zodiak terug langs het moederschip om de ABS te kalibreren aan de hand van waterstalen en continue multiparametersonde metingen. Er worden monsters genomen op drie verschillende dieptes. De multiparametersonde meet de conductiviteit, de turbiditeit, de temperatuur en de druk.

De opstellingen van vroegere jaren mogen in de jaarlijkse factual data rapportage van de 13 uursmetingen geraadpleegd worden (Quax, 2012; Santen, 2010a, 2010b, 2010c, 2010d, 2010e, 2010f, 2010g, 2010m, 2011b, (Yair Levy, Vereecken, Deschamps, Verwaest, & Mostaert, 2014))

Een normalisatie wordt uitgevoerd door de ADCP tracks te koppelen aan OBS signalen met behulp van ViSea DAS in na-verwerking.

De wind omstandigheden van het dichtstbijzijnde weerstation van het KMI zijn beschreven in *Tabel 1*. Oppervlakkige stromingen worden beïnvloedt door winden en dus sediment fluxen ook.

Tabel 1 – Wind omstandigheden tijdens de 13 uursmetingen van 2014

Meting locatie	Datum	KMI wind meetstation	Wind	
			Snelheid(m/s)	Richting(°)
Schoonaarde	3/07/2014	Melle	2,77	200,73
Terhagen	30/06/2014	St-Katelijne Waver	2,94	302,39
Kruikeke	2/07/2014	Deurne	2,08	152,24
Oosterweel	16/05/2014	Deurne	2,21	55,13
Driegoten	17/06/2014	Deurne	3,83	362,19
Liefkenshoek	14/05/2014	Stabroek	3,06	298,82
Schellebelle	15/04/2014	Melle	3,46	304,37
Dendermonde	17/04/2014	Melle	3,87	239,60

2.3. Meetapparatuur

Onderstaande Tabel 2 geeft een overzicht van de gebruikte meetapparatuur tijdens de 13 uursmetingen van 2014

Tabel 2 – Meetapparatuur gebruikt tijdens de 13uursmetingen

Meting locatie	Datum	ADCP	Multiparametersonde	GPS	Waterpomp	Schip	Waarnemers	
Schoonaarde	3/07/2014	WH RG BB 1200 kHz RDI Ver. 10.17, SN: 19323.	AANDERAA Seaguard RCM 65 (Voor CTD) & YSI 6920 V2.2 (Back-up)	Garmin handheld GPS 60Cx	Calpeda CA cam 80 E versie B-CA	Veremans en bijboot	Yair Levy; Erwin De Backer; Werner Meers; Yves Plancke; Styn Claeys; Peter Viaene; Bart De Maerschalck; Sven Smolders	
Terhagen	30/06/2014						Yair Levy; Erwin De Backer	
Kruikeke	2/07/2014		AANDERAA Seaguard RCM 65			Yair Levy; Erwin De Backer; Leonid Verzhbitskiy; Yves Plancke; Stijn Vos; Leen Boeckx		
Oosterweel	16/05/2014		Septentrio MGB DUO RTK GPS + Heading receiver			Scheldewacht II	Yair Levy; Erwin De Backer; Yves Plancke; Sven Smolders; Tatiana Maximova; Pieter Wollaert	
Driegoten	17/06/2014		AANDERAA Seaguard RCM 65 (Voor CTD) & YSI 6920 V2.2 (Back-up)	Garmin handheld GPS 60Cx			Hondius	Yair Levy; Erwin De Backer; Styn Claeys; Emmanuel Cornet; Leonid Verzhbitskiy; Siegrid Goethals; Joris Vanlede; ECT
Liefkenshoek	14/05/2014		Septentrio MGB DUO RTK GPS + Heading receiver			Scheldewacht II	Yair Levy; Erwin De Backer; Ellen Bastiaensen	
Schellebelle	15/04/2014		Garmin handheld GPS 60Cx			Veremans en bijboot	Yair Levy; Erwin De Backer; Wouter Vandebrouwaene; Yves Plancke; Joris Vanlede; Leonid Verzhbitskiy; Werner Mees; Dirk Siborgs	
Dendermonde	17/04/2014		AANDERAA Seaguard RCM 72	Garmin handheld GPS 60Cx			Yair Levy; Erwin De Backer; Sven Smolders; Wouter Vandebrouwaene; Davy Peeters; Werner Meers; Yves Plancke	

Onderstaande Tabel 3 geeft een overzicht van het type ADCP dat gebruikt werd tijdens de 13 uursmetingen de voorbije jaren.

Tabel 3 – ADCP opstellingen tussen 2009-2014

Meting locatie	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Boom	RG 1200 kHz RDI	RG 1200 kHz RDI	-	-	-	
Driegoten	RG 1200 kHz RDI	RG 1200 kHz RDI	WH RG 1200 kHz RDI Ver. 10.16	BB 1200 kHz RDI Ver. 10.16	WH RG BB 1200 kHz RDI Ver. 10.17, SN: 19323.	
Kruibeke	BB 600 kHz RDI Ver. 5.52	WH BB ADCP RDI Ver. 51.36	WH Sentinel 600 kHz RDI	BB 1200 kHz RDI Ver. 5.57		
Liefkenshoek	BB 600 kHz RDI Ver. 5.52	WH BB ADCP RDI Ver. 51.36	WH M 600 kHz RDI Ver. 51.40	WH RG 1200 kHz RDI Ver. 5.57		
Oosterweel	BB 600 kHz RDI Ver. 5.52	WH BB ADCP RDI Ver. 51.36	WH M 600 kHz RDI Ver. 51.40	BB 1200 kHz RDI Ver. 16.21		
Schoonaarde	RG 1200 kHz RDI	RG 1200 kHz RDI	WH RG 1200 kHz RDI Ver. 10.16	WH Sentinel 1200 kHz RDI Ver. 51.36		
Terhagen	-	-	WH RG 1200 kHz RDI Ver. 10.16	WH Sentinel 1200 kHz RDI Ver. 51.36		
Schellebelle	-	-	-	-		
Terhagen	-	-	-	-		

Acroniem	Betekenis
BB	Broadband
M	Monitor
RDI	Teledyne RD Instruments
RG	Rio Grande
S	Sentinel
Ver.	Version
WH	WorkHorse
SN	Serial number

2.3.1. ADCP

Een Workhorse RioGrande van 1200 kHz (WHRG1200) werd gebruikt voor de metingen van 2014. De technische specificaties ervan staan hieronder vermeld.

Workhorse Rio Grande

Versatile River Discharge Measurement System



TECHNICAL SPECIFICATIONS

		WHR600 600kHz	WHR1200 1200kHz
Water Velocity Profiling	Profiling range	0.7m ³ to 75m ³	0.3m ³ to 25m ³
	Velocity range ±5m/s default, ±20m/s maximum	
	Accuracy ±0.25% of water velocity relative to ADCP, ±2mm/s	
	Resolution	1mm/s	1mm/s
	Number of cells	1-128	1-128
	Cell size	0.1m to 4m	0.05m to 2m
	Blanking distance	0.25m	0.05m
	Data output rate	1-2Hz (typical)	1-2Hz (typical)
Bottom Tracking	Velocity range	±9.5m/s	±9.5m/s
	Depth range	0.8m to 90m ²	0.5m to 30m ²
	Accuracy ±0.25% of bottom velocity relative to ADCP, ±2mm/s	
	Resolution	1mm/s	1mm/s
Depth Measurement	Range	0.8m to 90m ²	0.5m to 30m ²
	Accuracy	±1% ¹ ±1cm	±1% ¹ ±1cm
	Resolution	1mm/s ⁴	1mm/s ⁴
Standard Sensors	Temperature		
	Range	-5°C to 40°C	Tilt (pitch and roll) ±15°
	Accuracy	±0.4°C	±0.5°
	Resolution	0.01°C	0.01°
Operation Modes	Standard profiling mode (Broadband)	Mode 1	Compass 0-360°
	High precision profiling mode (included)	Mode 5 and Mode 11	±2°
	High ping profiling mode (optional)	Mode 12	0.01°
	Shallow water bottom tracking mode (optional)	Bottom tracking Mode 7	
Transducer and Hardware	Configuration	Janus four beams at 20° beam angle	
	Internal memory	Optional flash PC card up to 2GB	
Software⁵	• WinRiver II (standard) for moving-boat measurement		
	• SxS Pro (optional) for stationary measurement; comes with an uncertainty model for in situ quality evaluation and control		
Communications	Serial (standard)	RS-232, 1200 to 115,200 baud rate	
	Radio modem (optional)	Range > 30km (line of sight)	
Integration	With GPS, depth sounder, or external gyrocompass: available through RS232 to PC with WinRiver II software		
Power	Input voltage	10.5-18V DC	
	Power consumption	1.5W typical	
Float (optional)	Configuration	Three hulls (trimaran)	
	Material	Polyethylene	
	Dimensions	Length 120cm, width 80cm, height 18cm	
	Weight	10kg bare; 17kg with instrument and battery	
Environmental	Operating temperature	-5°C to 45°C	
	Storage temperature	-20°C to 50°C	


1. Assume one good cell (minimum cell size) with high-precision profiling mode; range measured from transducer surface.
 2. Assume fresh water; actual range depends on temperature and suspended solids concentration.
 3. Assume uniform water temperature and salinity profile.
 4. For averaged depth data.
 5. For system setup, data acquisition, discharge calculation, data display and summary report.

2.3.2. Multiparametersonde

Tijdens deze reeks 13 uursmetingen werd er overal een AANDERAA SEAGUARD RCM sonde gebruikt ter kalibratie. Het ging er meestal over nummer 65. Maar toestel nummer 72 werd in Schellebelle en Dendermonde gebruikt omdat de YSI uitgevallen was. De karakteristieken ervan zijn ook hieronder beschreven in *Figuur 2*.

Specifications

D368 - January 2009

<p>Top-end Plate capability: Up to 6 sensors can be fitted onto the Top-end Plate, of which 4 can be analog sensors (0-5V)</p> <p>Recording System: Data Storage on SD card</p> <p>Storage Capacity: ≥ 4GB</p> <p>Battery: Alkaline 3988: 9V, 15Ah (nominal 12.5Ah; 20W down to 6V at 4°C) or Lithium 4002: 7V, 30Ah</p> <p>Recording Interval: From 2s, depending on the node configuration for each instrument</p> <p>Recording settings: Fixed interval settings or Customized Sequence setting</p> <p>Protocol: AiCaP CANbus based protocol</p> <p>Depth Capacity: 300m/2000m/6000m</p> <p>Platform Dimensions: 300m version (SW): H: 356mm OD: 139mm 2000m version (IW): H: 352mm OD: 140mm 6000m version (DW): H: 368mm OD: 143mm</p> <p>External Materials: 300m version: PET, Titanium, Stainless Steel 316, Durotong DT322 polyurethane 2000/6000m version: Stainless steel 316, Titanium, OSNI SIL, Durotong DT322 polyurethane</p> <p>Weight: 300m version (SW): In Air 7.6 kg In Water 2.0 kg 2000m version (IW): 14.8 kg 8.5 kg 6000m version (DW): 15.7 kg 10.5 kg</p> <p>Supply Voltage: 6- 14 Volts</p> <p>Operating Temperature: -5 to +50°C</p>	<p>ZPulse™ Doppler Current Sensor (DCS) Specifications</p> <p>Current Speed: (Vector averaged) Range: 0-300 cm/s Resolution: 0.1 mm/s Mean Accuracy: ± 0.15 cm/s Relative: ± 1% of reading Statistic variance (std): 0.3 cm/s (ZPulse mode), 0.45 cm/s¹⁾</p> <p>Current Direction: Range: 0 – 360° magnetic Resolution: 0.01° Accuracy: ±5° for 0-15° tilt ±7.5° for 15-35° tilt</p> <p>Tilt Circuitry: Range: 0-35° Resolution: 0.01° Accuracy: ±1.5°</p> <p>Compass Circuitry: Resolution: 0.01° Accuracy: ±3°</p> <p>Acoustics: Frequency: 1.9 to 2.0 MHz Power: 25 Watts in 1ms pulses Beam angle (main lobe): 2°</p> <p>Installation distance: From surface: 0.75m From bottom: 0.5m</p> <p>Accessories Included: SEAGUARD Studio SD card: 512 MB Alkaline Battery 3988 Documentation on CD</p>	
<p>Optional Accessories: Carry handle 4132,4032,3965</p> <p>Mooring frame: In-line 4044²⁾/3824A Bottom 3448R Protecting Rods 3783 Sub-surface floats 2211,2212</p> <p>Battery: Internal Lithium 4002 Internal Alkaline 3988 Internal Battery Shell 4513 Electrical terminal 4810,4618 AC/DC adapter with cable 4497 Real Time licence and collector 4715 Offline Configuration 4811 Analog cable/license 4564/4802 Maintenance Kit 3813/3813A Tools kit 3986A Vane Plate 3781,3681 Hardcopy Documentation</p> <p>Optional Sensors:</p> <p>Temperature Sensor 4060 Range: -4-36°C (32-96.8°F)³⁾ Resolution: 0.001°C (0.0018°F) Accuracy: ±0.03°C (0.054°F) Response Time (63%): < 2 seconds</p> <p>Conductivity Sensor 4319/4319IW Range: 0-7.5 S/m Resolution: 0.0002 S/m Accuracy: ±0.005 S/m 4319 A/AIW: ±0.0018 S/m 4319 B/BIW: ±0.0018 S/m Response Time: <3s⁴⁾</p>	<p>Wave and Tide Sensor 4648A Pressure: Range: 0-400kPa (0-58psia) Resolution: <0.002% FSO Accuracy: ±0.04% FSO Wave: Sampling rate: 2Hz, 4Hz Number of samples: 256,512,1024,2048</p> <p>Pressure Sensor 4117 Resolution: <0.002% FSO Accuracy: ±0.04% FSO 4117A Range: 0 – 1000kPa (0 – 145 psia)⁴⁾ 4117B Range: 0 – 4000kPa (0 – 580 psia) 4117C Range: 0 – 10000kPa (0 – 1450 psia)⁴⁾ 4117D Range: 0 – 20000kPa (0 – 2900 psia) 4117E Range: 0 – 40000kPa (0 – 5800 psia)⁴⁾ 4117F Range: 0 – 60000kPa (0 – 8700 psia)</p> <p>Turbidity Sensor 4112 0-5V Analog Output 4112 Range: 0-25 FTU 4112A Range: 0-125 FTU 4112B Range: 0-500 FTU 4112C Range: 0-2000 FTU⁵⁾</p> <p>Oxygen Optode 4330 Measurement Range: O₂-Concentration 0 – 500 µM Air Saturation 0 - 150% Resolution: < 1 µM 0.4 % Accuracy: <8 µM or 5%⁷⁾ whichever is greater <5 %⁸⁾</p> <p>Response Time (63%): 4330F (with fast response foil) <8 sec 4330 (with standard foil) <25 sec</p>	
<p>1) Based on 300 pings</p> <p>2) In-line Mooring Frame 4044: breaking strength 800 kg</p> <p>3) Extended range available on request.</p> <p>4) Available on request</p>	<p>5) Dependent on flow through cell bore</p> <p>6) Sensor is non-linear above 750 FTU</p> <p>7) Requires salinity compensation for salinity < 1mS/cm</p> <p>8) Within calibrated range 0-120%</p>	

Figuur 2 – Seaguard karakteristieken

Tijdens deze reeks 13 uursmetingen werd er op vier locaties gemeten met een YSI 6920 V2.2 toestel als back up of als diepte sonde. De karakteristieken ervan zijn ook voorgesteld in *Figuur 3*.

The **6920 V2-2** with

- 2 optical ports
- Conductivity/temperature port
- pH or pH/ORP port
- ISE port



Medium	Fresh, sea or polluted water	
Temperature	Operating	-5 to +50°C
	Storage	-10 to +60°C
Communications	RS-232, SDI-12	
Software	EcoWatch®	
Dimensions	Diameter	2.85 in, 7.24 cm
	Length	18 in, 45.7 cm
	Weight	4 lbs, 1.8 kg
Power	External	12 V DC
	Internal	8 AA-size alkaline batteries

Certifications **CE, EU Battery Compliance, FCC, IP-67, WEEE, and MCERTS Assembled in the USA**

	Range	Resolution	Accuracy
ROX™ Optical Dissolved Oxygen• % Saturation	0 to 500%	0.1%	0 to 200%: ±1% of reading or 1% air saturation, whichever is greater; 200 to 500%: ±15% of reading
ROX™ Optical Dissolved Oxygen• mg/L	0 to 50 mg/L	0.01 mg/L	0 to 20 mg/L: ± 0.1 mg/L or 1% of reading, whichever is greater; 20 to 50 mg/L: ±15% of reading
Dissolved Oxygen•• % Saturation 6562 Rapid Pulse™ Sensor*	0 to 500%	0.1%	0 to 200%: ±2% of reading or 2% air saturation, whichever is greater; 200 to 500%: ±6% of reading
Dissolved Oxygen•• mg/L 6562 Rapid Pulse™ Sensor*	0 to 50 mg/L	0.01 mg/L	0 to 20 mg/L: ± 0.2 mg/L or 2% of reading, whichever is greater; 20 to 50 mg/L: ±6% of reading
Conductivity••• 6560 Sensor*	0 to 100 mS/cm	0.001 to 0.1 mS/cm (range dependent)	±0.5% of reading + 0.001 mS/cm
Salinity	0 to 70 ppt	0.01 ppt	±1% of reading or 0.1 ppt, whichever is greater
Temperature 6560 Sensor*	-5 to +50°C	0.01°C	±0.15°C
pH 6561 Sensor*	0 to 14 units	0.01 unit	±0.2 unit
ORP	-999 to +999 mV	0.1 mV	±20 mV
Depth	Medium	0 to 200 ft, 61 m	±0.4 ft, ±0.12 m
	Shallow	0 to 30 ft, 9.1 m	±0.06 ft, ±0.02 m

	Vented Level	0 to 30 ft, 9.1 m	0.001 ft, 0.001 m	±0.01 ft, 0.003 m
Turbidity• 6136 Sensor*		0 to 1,000 NTU	0.1 NTU	±2% of reading or 0.3 NTU, whichever is greater**
Nitrate/nitrogen••••		0 to 200 mg/L-N	0.001 to 1 mg/L-N (range dependent)	±10% of reading or 2 mg/L, whichever is greater
Ammonium/ammonia/nitrogen••••		0 to 200 mg/L-N	0.001 to 1 mg/L-N (range dependent)	±10% of reading or 2 mg/L, whichever is greater
Chloride•••••		0 to 1000 mg/L	0.001 to 1 mg/L (range dependent)	±15% of reading or 5 mg/L, whichever is greater
Rhodamine•		0-200 µg/L	0.1 µg/L	±5% reading or 1 µg/L, whichever is greater

- Maximum depth rating for optical probes is 200 feet, 61 m. Turbidity and Rhodamine are available in a Deep Depth option (0 to 200 m). **Anti-fouling** optical probes have depth rating of 200 m.
- Rapid Pulse is only available on 6920 V2-1 (one optical port version).
- Report outputs of specific conductance (conductivity corrected to 25° C), resistivity, and total dissolved solids are also provided. These values are automatically calculated from conductivity according to algorithms found in Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (ed 1989).
- Freshwater only. Maximum depth rating of 50 feet, 15.2 m. 6600 V2-2 has 3 ISE ports; not available on the 6600V2-4.

**In YSI AMCO-AEPA Polymer Standards.

*Sensors with listed with ETV logo were submitted to the ETV program on the YSI 6600EDS. Information on performance characteristics of YSI water quality sensors can be found at www.epa.gov/etv, or call YSI at 800.897.4151 800.897.4151 for the ETV verification report. Use of ETV name or logo does not imply approval or certification of this product nor does it make any explicit or implied warranties or guarantees as to product performance.

Figuur 3 – YSI karakteristieken

2.3.3. Waterpomp

De watermonsters werden genomen met een waterpomp, namelijk een Calpeda CA zelfaanzuigende vloeistofringpomp van het type cam 80 E versie B-CA met bronzen behuizing en impeller. De motor is IP54 gekeurd. Figuur 7 toont de Calpeda waterpomp op een betonplexplaat van 50cm30cmx1,8cm met een 'BACO' schakelaar, IP66 gekeurd (rode draaiknop in een geel deksel op een lichtgrijze behuizing).

De doorlooptijd van de pompstalen door de gebruikte darm van 30 m was van ongeveer 23 seconden.



Figuur 4 – Waterpomp

2.3.4. GPS

In Liefkenshoek (14/05/2014) en Oosterweel (16/05/2014) werd er een GPS signaal tegelijkertijd ingewonnen als het ADCP signaal en in reële tijd eraan gekoppeld. Het toestel was een VS111 GPS Compass Vector Hemisphere. De specificaties van dit toestel zijn in de opname van de productfiche in hieronder in *Figuur 5* te vinden.

VS101 and VS111 GPS Compass

GPS Sensor Specifications

Receiver Type:	L1, C/A code, with carrier phase smoothing
Channels:	Two 12-channel, parallel tracking (Two 10-channel when tracking SBAS)
SBAS Tracking:	2-channel, parallel tracking
Update Rate:	Standard 10 Hz, optional 20 Hz (position and heading)
Horizontal Accuracy:	< 0.02 m 95% confidence (RTK ¹) < 0.6 m 95% confidence (DGPS ¹) < 2.5 m 95% confidence (autonomous, no SA ²)
Heading Accuracy:	< 0.30° rms @ 0.5 m antenna separation < 0.15° rms @ 1.0 m antenna separation < 0.10° rms @ 2.0 m antenna separation
Pitch / Roll Accuracy:	< 1° rms
Heave Accuracy:	30 cm
Timing (1PPS) Accuracy:	50 ns
Rate of Turn:	90°/s maximum
Cold Start:	< 60 s typical (no almanac or RTC)
Warm Start:	< 20 s typical (almanac or RTC)
Hot Start:	< 1 s typical (almanac, RTC and position)
Heading Fix:	< 10 s typical (valid position)
Antenna Input Impedance:	50 Ω
Maximum Speed:	1,850 kph (999 kts)
Maximum Altitude:	18,288 m (60,000 ft)

Environmental

Operating Temperature:	-30°C to +70°C (-22°F to +158°F)
Storage Temperature:	-40°C to +85°C (-40°F to +185°F)
Humidity:	95% non-condensing
Shock and Vibration:	EP 455
EMC:	FCC Part 15, Subpart B, CISPR22, CE

Power

Input Voltage:	9 to 36VDC
Power Consumption:	4.1 W nominal
Current Consumption:	340 mA @ 12 VDC nominal
Power Isolation:	Isolated power supply
Antenna Voltage:	5 VDC nominal
Antenna Short Circuit	
Protection:	Yes
Antenna Gain Input Range:	10 to 40 dB
Antenna Input Impedance:	50 Ω

Mechanical

Dimensions:	18.9 L x 11.4 W x 7.1 H (cm) 7.4 L x 4.5 W x 2.8 H (in)
Weight:	0.86 kg (1.9 lb)
Status Indication:	Power, primary GPS lock, secondary GPS lock, DGPS lock, and heading lock
Power Switch:	Miniature push-button
Power Connector:	2-pin, micro-Corxall
Data Connectors:	DB9-female (x2)
Antenna Connectors:	TNC-female (x2)

Beacon Sensor Specifications (VS111 version)

Channels:	2-channel, parallel tracking
Frequency Range:	283.5 to 325 kHz
Operating Modes:	Manual, automatic and database
Compliance:	IEC 61108-4 beacon standard

Communications

Serial ports:	2 full-duplex RS-232
Baud Rates:	4800 - 115200
Correction I/O Protocol:	RTCM SC-104, L-Dif ³ , RTK ³
Data I/O Protocol:	NMEA 0183, Crescent binary ³ , L-Dif ³ , RTK ³
Timing Output:	1PPS (HCMOS, active high, rising edge sync, 10 kΩ, 10 pF load)
Event Marker Input:	HCMOS, active low, falling edge sync, 10 kΩ

Aiding Devices

Gyro:	Provides smooth heading, fast heading reacquisition and reliable < 1° heading for periods up to 3 minutes when loss of GPS has occurred
Tilt Sensors:	Assists in fast start-up of heading solution

Figuur 5 – V111 Vector Hemisphere GPS specificaties

Het signaal van deze GPS werd aan boord van de Scheldewacht II gemeten via de ingebouwde Septentrio receiver en in reële tijd gekoppeld aan de ADCP data. Onderstaande fiche beschrijft de karakteristieken van het gebruikte receiver toestel.

MGB DUO RTK GPS+Heading receiver



MGB-Tech's RTK-GPS solution is based on Septentrio's AsteRx2e platform. It is build to be a one box solution. It incorporates a UHF radio, lithium-polymer battery and charger. The radio is programmable over a wide frequency range (406-470 MHz). It also has a wide input DC power supply (10-30 VDC). The four RS-232 ports are implemented with standard D-sub connectors for easy use.

Figuur 6 – Septentrio GPS specificaties

Bij alle andere locaties werd een handheld GPS 60Cx van Garmin gebruikt om de positie van de ADCP op te volgen; De ADCP ABS signaal werd met de GPS signaal gekoppeld in postprocessing met behulp van ViSea DAS. Zie onderstaande figuur voor de specificaties van dit toestel. De koppelingsprocedure van het ADCP met de GPS werd uitgelegd in de volgende instructie [I-WL-PP33-X ADCP-GPS koppeling onder ViSea](#).

APPENDIX

Specifications

Physical

Size: 6.1" H x 2.4" W x 1.3" D

Weight: 7.5 ounces (213 g) w/batteries installed.

Display: 1.5" W x 2.2" H, 256-color, high resolution, transreflective (160 x 240 pixels) with backlighting.

Case: Rugged, fully gasketed, water resistant, IEC-529, IPX7

Temp Range: 5 to 158°F (-15 to 70°C)*

*The temperature rating of the GPSMAP 60Cx may exceed the usable range of some batteries. Some batteries can rupture at high temperatures.

Performance

Receiver: WAAS/EGNOS enabled

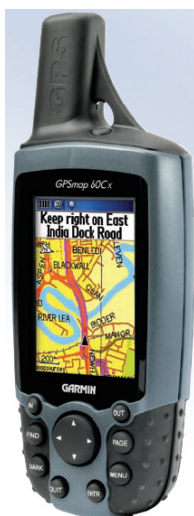
Acquisition Times*:

- Approx. 1 second (warm start)
- Approx. 38 seconds (cold start)
- Approx. 45 seconds (factory reset)

*On average for a stationary receiver with an open sky view.

Up date Rate: 1/second, continuous

Antenna: Built-in quad helix, remote antenna capability.



Power

Source: Two 1.5 volt AA batteries, USB Data Cable, 12 Volt DC Adapter Cable, or up to 36 Volt DC external power

Battery Life: Up to 18 hours (typical use)*

*Alkaline batteries lose a significant amount of their capacity as the temperature decreases. Extensive use of screen backlighting, electronic compass, and audible tones significantly reduce battery life.

Accuracy

GPS: <10 meters (33 feet) 95% typical*

*Subject to accuracy degradation to 100m 2DRMS under the U.S. DoD imposed Selective Availability (SA) Program when activated

DGPS: 3-5 meters (10-16 feet) 95% typical*

*WAAS accuracy in North America

Velocity: 0.05 meter/sec steady state

Interfaces: NMEA 0183 version 2.3, and RS-232 and USB for PC interface

Data Storage Life: Indefinite; no memory battery required

Map Storage: Dependant on the capacity of the microSD Card.*

*A small portion of the card capacity has been used in formatting the card for use.

Figuur 7 – GPS Garmin 60 Cx specificaties

2.4. ADCP echo intensiteit omzetten naar absolute backscatter signaal

De ADCP meet onrechtsreeks de sedimentconcentratie door een ultrasone golf met gekende golflengte in het water te sturen en de door de deeltjes in suspensie teruggekaatste echo te meten. Twee voor elke meetapparaat specifieke parameters dienen om het ruw ontvangen signaal (Received Signal Strength Indicator of RSSI) om te zetten naar een absoluut backscatter signaal (ABS). Dit zijn de RSSI "scale factor" (K_c) en de "Real Time Reference Level" (E_r). De ADCP echo (E) wordt gemeten in "counts" (cnt) en wordt omgezet naar dB aan de hand van de K_c , die het aantal dB per cnt aanduidt, en aan de hand van de E_r (cnt), die de RSSI niveau weergeeft als er geen signaal optreedt. De volgende formule illustreert de berekening,

$$ABS = (E - E_r) \cdot K_c$$

2.5. Maximum ADCP bereik

Het teruggekaatste ADCP-signaal wordt verstoord door de echo van de bodem of het wateroppervlak (RD Instruments, 1989) wanneer de meting respectief van oppervlakte naar bodem of omgekeerd uitgevoerd wordt. Met andere woorden wordt het signaal van de bodem of de waterspiegel sterk genoeg om het signaal van de deeltjes te storen. Het maximum bereik van een ADCP meting wordt gegeven door volgende verhouding,

$$R_{\max} = D \cdot \cos(\theta)$$

Waarin,

R_{\max} = Beduidend (?) meetbereik

D = Afstand tussen ADCP transducer en bodem (of wateroppervlakte naargelang de meetrichting)

θ = Hoek van de meet beam

2.6. Normalisatie van de transmissiekracht en de lengte

Bij metingen waarbij het ADCP toestel gevoed wordt door een batterij, moet men rekening houden met de afname van het vermogen en, dus, de transmissiekracht (TK)(Wall, Nystrom, & Litten, 2006). De volgende verhoudingen laten toe om een correctie factor te berekenen voor de emissie intensiteit (EI),

$$TK = (TS \times 0,011451) \times (TV \times 0,380667)$$

Waarin,

TS = Transmissiestroom

TV = Transmissievoltage

De EI waarden worden vermenigvuldigd door een TK_n factor om de transmissiekracht te relateren aan een bepaalde referentie kracht. Bijvoorbeeld, voor een referentie van 25 Watts,

$$TK_n = \frac{25}{TK}$$

Eveneens, bij metingen waarbij de ADCP gevoed wordt met een generator, zouden de signalen gestandaardiseerd moeten worden voor een gegeven transmissiekracht uitgedrukt in W en voor een bepaalde K_c . Dit, bijvoorbeeld voor de respectievelijke standaardwaarden van 25 W en 47 cnt. De EI moeten worden vermenigvuldigd met een transmissielengte normalisatiefactor (TL_n). De transmissielengte kan geëxporteerd worden van de ruwe ADCP lezingen. Het komt bijvoorbeeld in RDI Winriver overeen met de "transmit" parameter in de ASCII Output Wizard. Het kan ook geproduceerd worden voor elk ensemble van een track met behulp van de software BBConv van RDI als de data met Winriver werd gemeten. Om het gemeten signaal vergelijkbaar te maken met een signaal van 47 cnts moet de volgende normalisatiefactor berekend worden,

$$TL_n = \frac{47}{TL}$$

2.7. Stroomsnelheidscorrecties aan de hand van saliniteit schattingen

Naargelang de multiparametersonde die de conductiviteit meet, kunnen de meeteenheden variëren. Maar meestal zijn die mS/cm of μ S/cm. Die reeksen worden omgezet naar PSU met de SAL78 verhouding ongeacht de saliniteit van de locatie. Ter herinnering, de SAL78 (Santen, 2011a; UNESCO, 1981) is enkel nauwkeurig boven de 2 mS/cm want deze verhouding werd afgeleid voor zoute- tot brakke watervoorwaarden.

2.8. ADCP afgeleide sedimentconcentratie in suspensie

De continue SSC kan indirect gemeten worden door het ADCP backscatter signaal (Deines, 1999; Jeffrey W. Gartner (U.S. Geological Survey, 2002; Kim & Voulgaris, 2003; Lohrmann, 2001; MOURAENKO, 2004; Santen, 2011a; Thorne, Vincent, Hardcastle, Rehman, & Pearson, 1991; Urlick, Knudsen, Richardson, Sewell, & Epstein, 1948; Wall et al., 2006). Hiervoor dient de correlatie tussen het absolute backscatter signaal (ABS) en de sediment concentratie berekend te worden door gebruik te maken van de SSC van de genomen watermonsters. Die laatste worden op drie verschillende dieptes genomen, waarbij de visuele spreiding van de backscatter als leidraad genomen wordt.

Elke ADCP meettrack dient met SSC stalen gecorreleerd te worden om een lineaire regressie tussen de twee parameters op te stellen en hiervan dan het SSC-profiel tijdens de ganse vaart te berekenen. De lineaire regressie is berekend op een iteratieve wijze. Voor elke regressie worden benaderde waarden van de R^2 en de constante parameters van het logaritme van de SSC in functie van de ABS berekend. De verhouding is gegeven door de volgende functie.

$$\log(SSC(mg/l)) = a + b \cdot ABS(dB) + c \cdot ABS^2(dB)$$

Waarin,

a en b constanten zijn en c nul is.

Dit komt overeen met de volgende lineaire functie,

$$\log(SSC(mg/l)) = a + b \cdot ABS(dB)$$

De helling en intercept van deze lineaire regressie wordt dan gebruikt om de verhouding tussen ADCP ABS en ADCP SSC te verbeteren aan de hand van de waterstalen SSC.

De nauwkeurigheid van die benaderde lineaire verhouding hangt ook af van het ADCP toestel waarmee de metingen uitgevoerd werden aangezien dat de RSSI toestelgebonden is. De standaard waarden van RSSI (= 0,43) voor elke beam en Er (= 40) werden voor deze studie gebruikt.

De backscatter intensiteit vermindert in functie van de diepte. De oorzaken van intensiteit verlies zijn de akoestische spreiding, de water absorptie en de sediment absorptie. Die verlies termen werden verbeterd. De korrelgrootteverdeling speelt ook een rol op het absorptie vermogen van het sediment in suspensie (Fettweis, Francken, Pison, & Van den Eynde, 2006; Landers, 2010; Sassi, Hoitink, & Vermeulen, 2012). Één enkele verdeling kan gebruikt worden voor de berekening van één bepaalde regressie tussen ADCP ABS en watermonsters SSC.

De stroomsnelheid kan een sterke afwijking van de gemeten SSC veroorzaken (Merckelbach, 2006), tot een factor 60. Voor deze mogelijke afwijking wordt niet gecorrigeerd in het gehanteerde software pakket ViSea© van AQUAVISION©. Dit dient nog verder onderzocht te worden.

De invloed van turbulentie op de nauwkeurigheid van de metingen is zeer hoog. Storingen tijdens de metingen die waargenomen werden op het terrein worden gelogd en nagekeken in postverwerking. De ViSea© software pakket laat toe om beduidende ABS afwijkingen manueel te verwijderen en desnoods te interpoleren waar er data ontbreekt.

2.9. Het debiet en zijn normalisatie

Het debiet werd gemeten door ADCP metingen uit te voeren op dwarsraaien. De gemeten stroomsnelheden werden vermenigvuldigd met de natte dwarsdoorsnede om de debieten te berekenen. De metingen werden ter referentie geprojecteerd op een raai (Zie onderstaande Tabel 5 voor coördinaten).

Tabel 4 – Referentie coördinaten van de gemeten dwarsraaien

WGS 84 UTM 31N				
Meting locaties	Begin raai		Eind raai	
	Breedte	Lengte	Breedte	Lengte
Schoonaarde	570730	5650825	570720	5650895
Terhagen	598560	5659360	598456	5659440
Kruikeke	592720	5669374	593040	5669399
Driegoten	582032	5661193	582229	5661175
Oosterweel	595757.2	5677023	595717.2	5677504
Liefkenshoek	590243	5683236	590588	5683942

Het debiet werd genormaliseerd om een vergelijking met historische resultaten mogelijk te maken. De normaliseringsmethodiek werd gecommuniceerd door Leen Dekker van Rijkswaterstaat (1999). Die wordt samengevat door volgende verhouding:

$$Q(V)_n = Q(V)_m * F$$

Met,

$Q(v)_n$ = Genormeerd debiet (getijvolume)

$Q(v)_m$ = Gemeten debiet (getijvolume)

F = Normeringscoëfficiënt = TV_j / TV_m

TV_j = Jaargemiddeld tijverschil van de dichtst bij de meting gelegen waterstandslocatie in het jaar van de meting

TV_m = Gemeten tijverschil van de dichtst bij de meting gelegen waterstands-(hoofd)locatie tijdens de meting. TV_m is gelijk aan het gemiddelde van de tijverschillen tussen het LW van de gemeten dag en de voorgaande en opvolgende hoogwaters.

De nauwkeurigheid van de genormeerde waarde neemt af, naarmate de normeringscoëfficiënt meer afwijkt van de waarde 1. Onder meer om deze afwijking niet te groot te laten worden meten wij zoveel mogelijk bij een matig springtij, het zogenaamde morfologisch getij, met normeringscoëfficiënt $F = 0,91$.

Het WL heeft bovenstaande verhouding nog aangepast door het tienjarige gemiddelde tijverschil van 1991-2000 te gebruiken in plaats van de jaarlijkse. Enkel in Schoonaarde werd de gemiddelde tijverschil van 2001-2010 gebruikt.

Onderstaande Tabel 6 geeft de waterstanden weer die zijn opgetreden bij elke meting en de kleuren duiden welke tijdzone werd gebruikt tijdens de meting.

Tabel 5 – Tabel van de opgetreden waterstanden tijdens de 13 uursmetingen tussen 2009 en 2014

Jaar	Verloop	Meetlocatie									
		Schoonaarde	Boom	Terhagen	Kruikeke	Oosterweel	Driegoten	Liefkenshoek	Schellebelle	Dendermonde	
2009	Begin	7:13	6:58	Geen meting	5:27	7:37	7:24	5:27	Geen meting	Geen meting	
	Einde	20:02	19:44		18:20	20:29	20:20	18:31			
	Duur	12:49	12:46		12:53	12:52	12:56	13:04			
	Waterstanden	HW, LW, HW	LW, HW		HW, LW, HW	LW, HW	LW, HW	HW, LW, HW			
2010	Begin	6:39	6:19	Geen meting	5:41	6:07	5:32	5:54	Geen meting	Geen meting	
	Einde	19:00	18:50		18:17	18:51	18:27	18:53			
	Duur	12:21	12:31		12:36	12:44	12:55	12:59			
	Waterstanden	HW, LW, HW	LW, HW		HW, LW, HW	LW, HW	HW, LW, HW	LW, HW			
2011	Begin	7:46	Geen meting	7:34	6:53	4:29	7:45	5:03	Geen meting	Geen meting	
	Einde	20:27		20:26	19:12	17:15	19:40	17:42			
	Duur	12:41		12:52	12:19	12:46	11:55	12:39			
	Waterstanden	LW, HW		LW, HW	HW, LW, HW	HW, LW, HW	LW, HW	HW, LW, HW			
2012	Begin	8:30	Geen meting	7:07	6:48	7:18	6:23	5:23	Geen meting	Geen meting	
	Einde	20:13		19:45	20:00	20:41	19:07	18:57			
	Duur	11:43		12:38	13:12	13:23	12:44	13:34			
	Waterstanden	HW, LW, HW		HW, LW, HW	HW, LW, HW	LW, HW	HW, LW, HW	HW, LW, HW			
2013	Begin	8:04	Geen meting	7:56	6:10	5:58	7:19	6:13	Geen meting	Geen meting	
	Einde	20:05		19:37	19:16	19:06	19:15	19:24			
	Duur	12:01		11:41	13:05	13:07	11:56	13:11			
	Waterstanden	LW, HW		HW, LW, HW	HW, LW	LW, HW	LW, HW	LW, HW			
2014	Begin	8:32	Geen meting	7:49	8:33	7:03	6:28	6:35	Geen meting	Geen meting	
	Einde	21:38		20:19	20:18	19:52	19:31	19:47			
	Duur	13:06		12:30	11:45	12:49	13:03	13:12			
	Waterstanden	HW, LW, HW		LW, HW	LW, HW	LW, HW	HW, LW	LW, HW			

AQUAVISION	2009 en 2011 is in MET. 2010 te Kruikeke, Liefkenshoek en Oosterweel zijn in MET+1 (dus lokale zomer tijd).
IMDC	MET
WL	MET

2.10. Het rapporteren van de stromingen met ViSea DPS

Elke verticale meting komt er overeen met een enkel ensemble van vier a vijf seconden. Onderstaande figuren illustreren de stromingsrichtingen ter hoogte van de dwarsraai van de 13 uur meetlocaties.



Figuur 8 – Referentie positieve stroming hoek bepaling in Schoonaarde



Figuur 9 – Referentie positieve stroming hoek bepaling in Terhagen



Figuur 10 – Referentie positieve stroming hoek bepaling in Kruibeke



Figuur 11 – Referentie positieve stroming hoek bepaling in Oosterweel



Figuur 12 – Referentie positieve stroming hoek bepaling in Driegoten



Figuur 13 – Referentie positieve strooming hoek bepaling in Liefkenshoek

Onderstaande Tabel 6 geeft een overzicht van de stroomrichtingen die gebruikt werden in ViSea DPS sinds 2012 om onderscheid te maken tussen eb- en vloeddebieten:

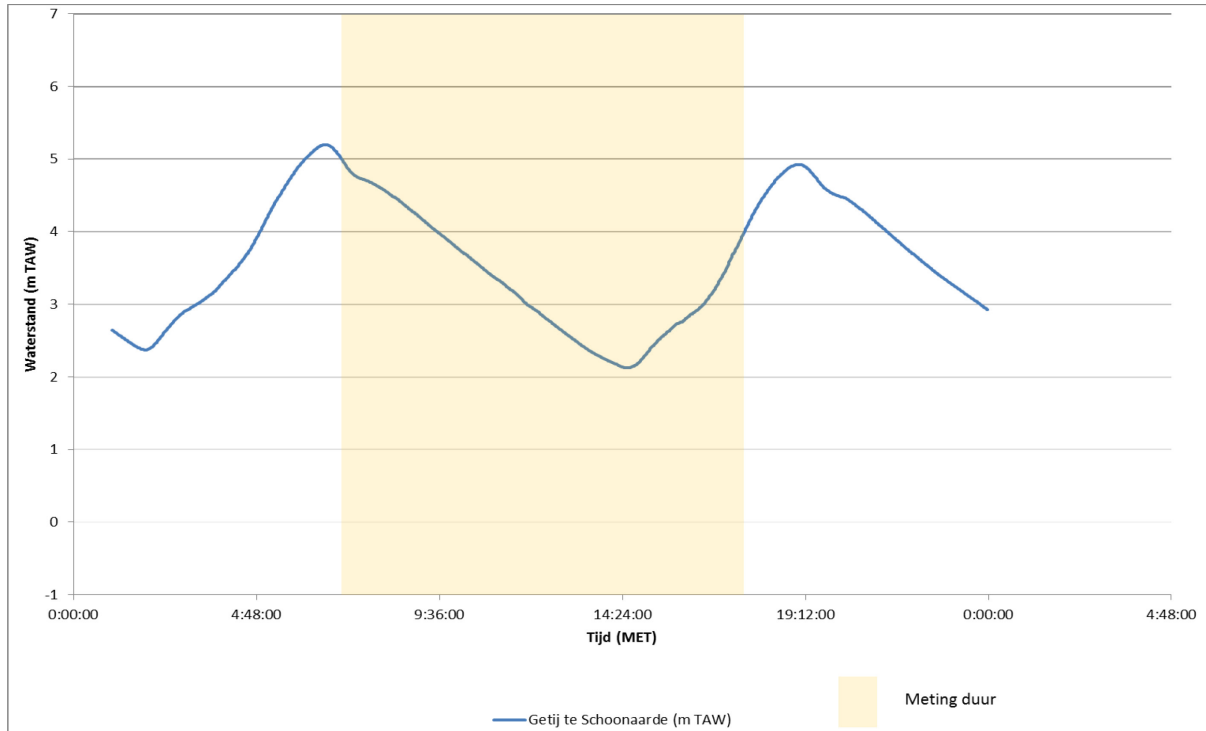
Tabel 6 – Referentie positieve stroomrichtingen

Locatie	Stroomrichting(°)	
	Eb	Vloed
Dendermonde	156,89	336,89
Driegoten	11,6	191,6
Kruikeke	356,99	176,99
Liefkenshoek	297,05	117,05
Oosterweel	272,03	92,03
Schellebelle	144,22	324,22
Schoonaarde	82,51	262,51
Terhagen	218,66	38,66

2.11. De getijen

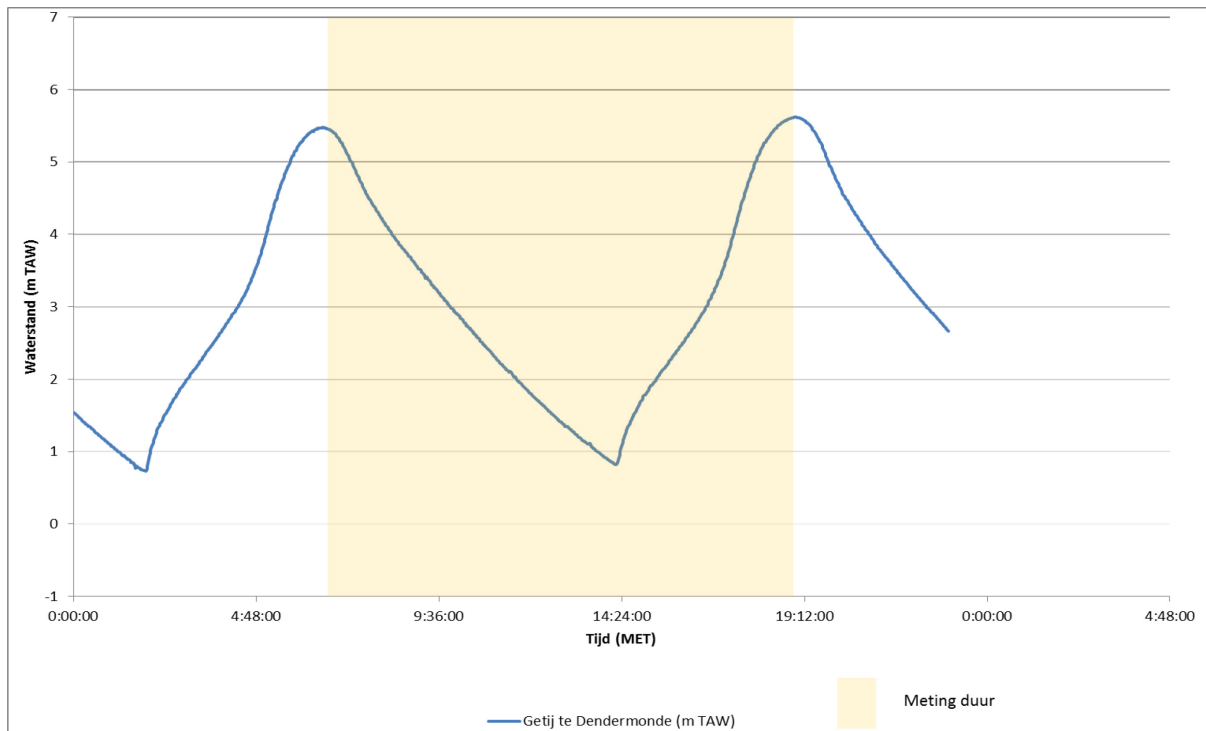
Onderstaande *getijkrommen* tonen de waterstandsevolutie tijdens de meting. De doorzichtig gekleurde rechthoek toont de periode van het getij dat bemeten is geweest.

2.11.1. Het getij te Schellebelle op 15/04/2014



Figuur 14 – Het getij te Schellebelle op 15/04/2014

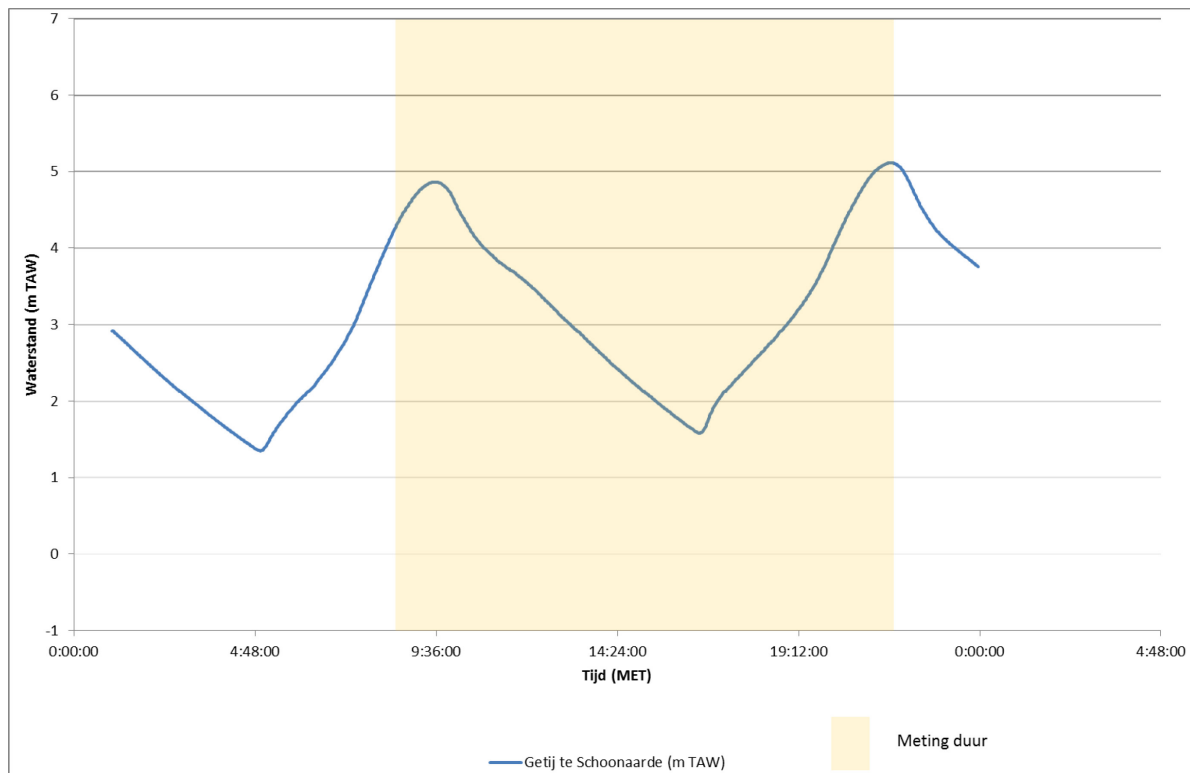
2.11.2. Het getij te Dendermonde op 17/04/2014



Figuur 15 – Het getij te Dendermonde op 17/04/2014

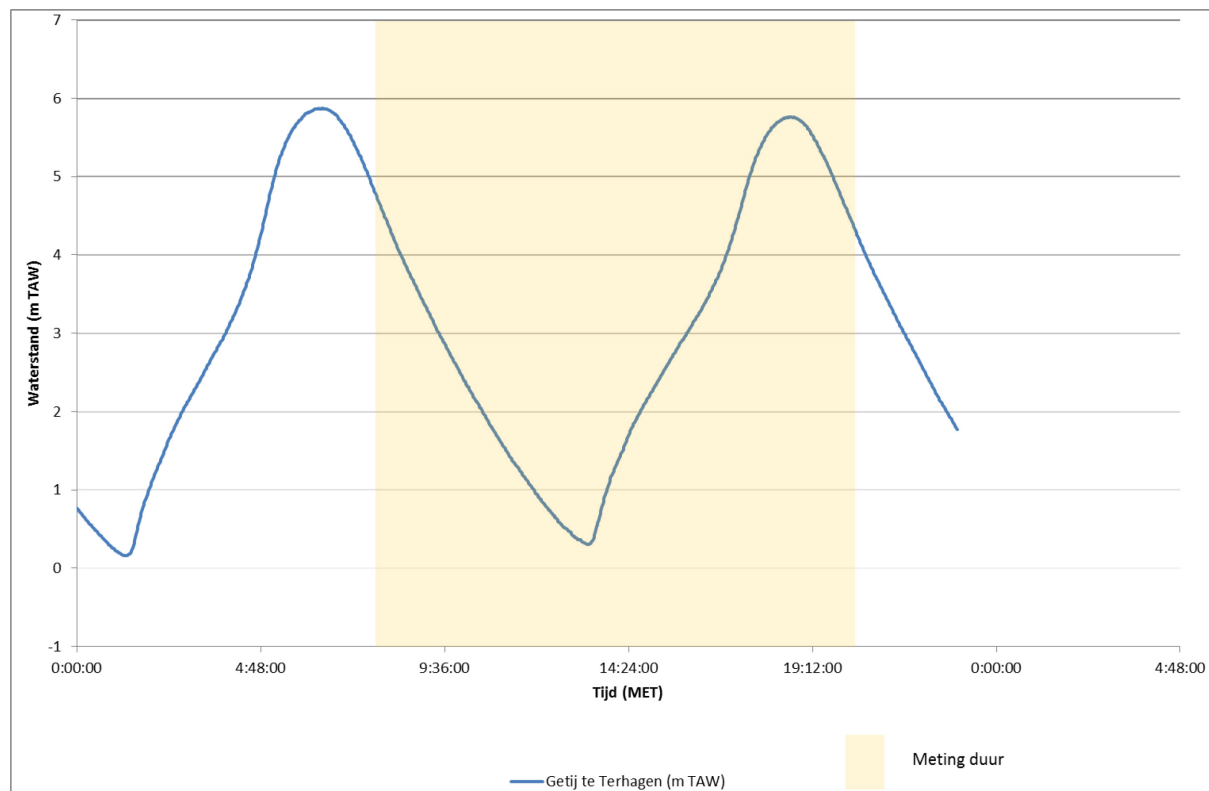
2.11.3. Het getij te Schoonaarde op 03/07/2014

De getijkromme toont de waterstandsevolutie tijdens de meting. De doorzichtig gekleurde rechthoek toont de periode van het getij dat bemeten is geweest.



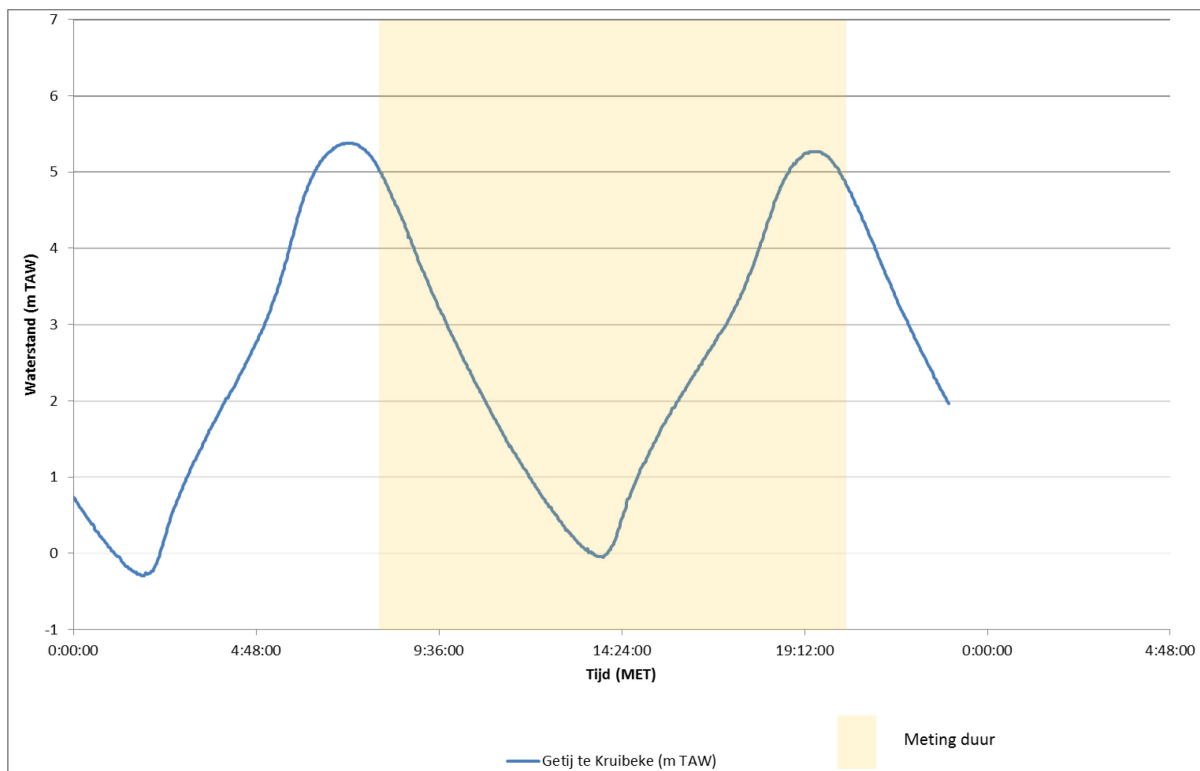
Figuur 16 – Het getij te Schoonaarde op 03/07/2014

2.11.4. Het getij te Terhagen op 30/06/2014



Figuur 17 – Het getij te Terhagen op 30/06/2014

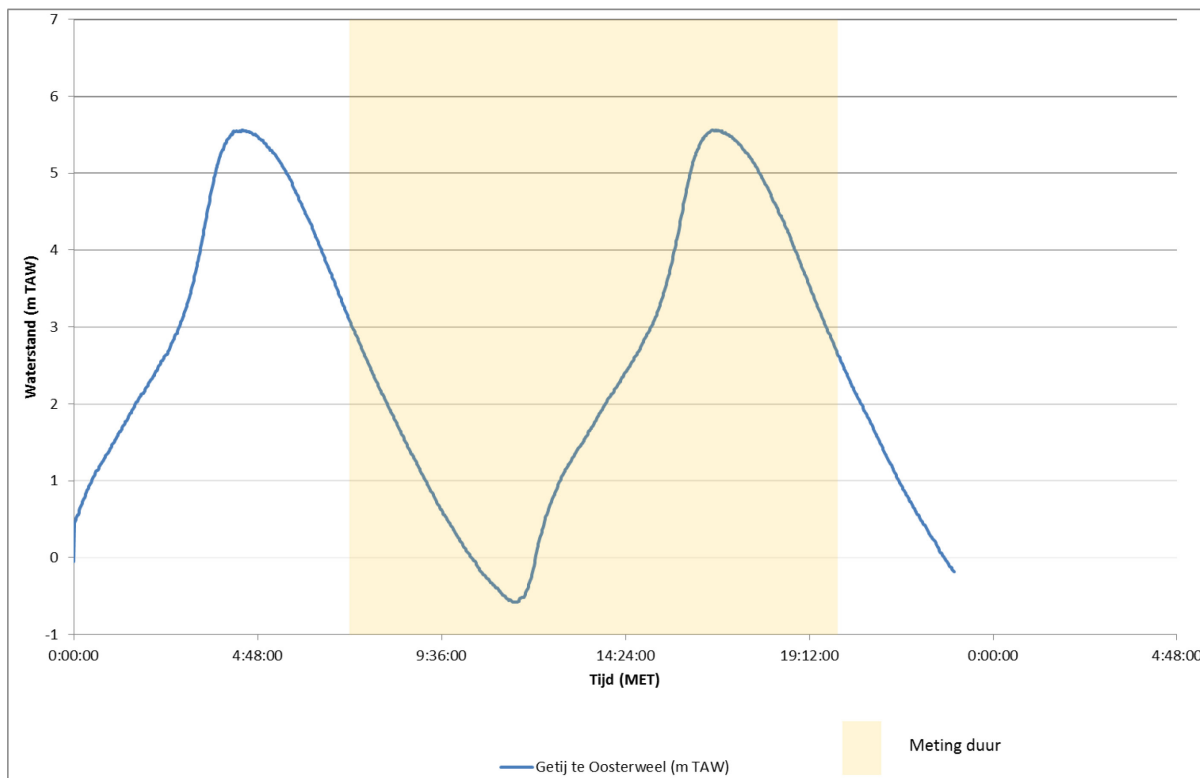
2.11.5. Het getij te Kruikeke op 02/07/2014



Figuur 18 – Het getij te Kruikeke op 02/07/2014

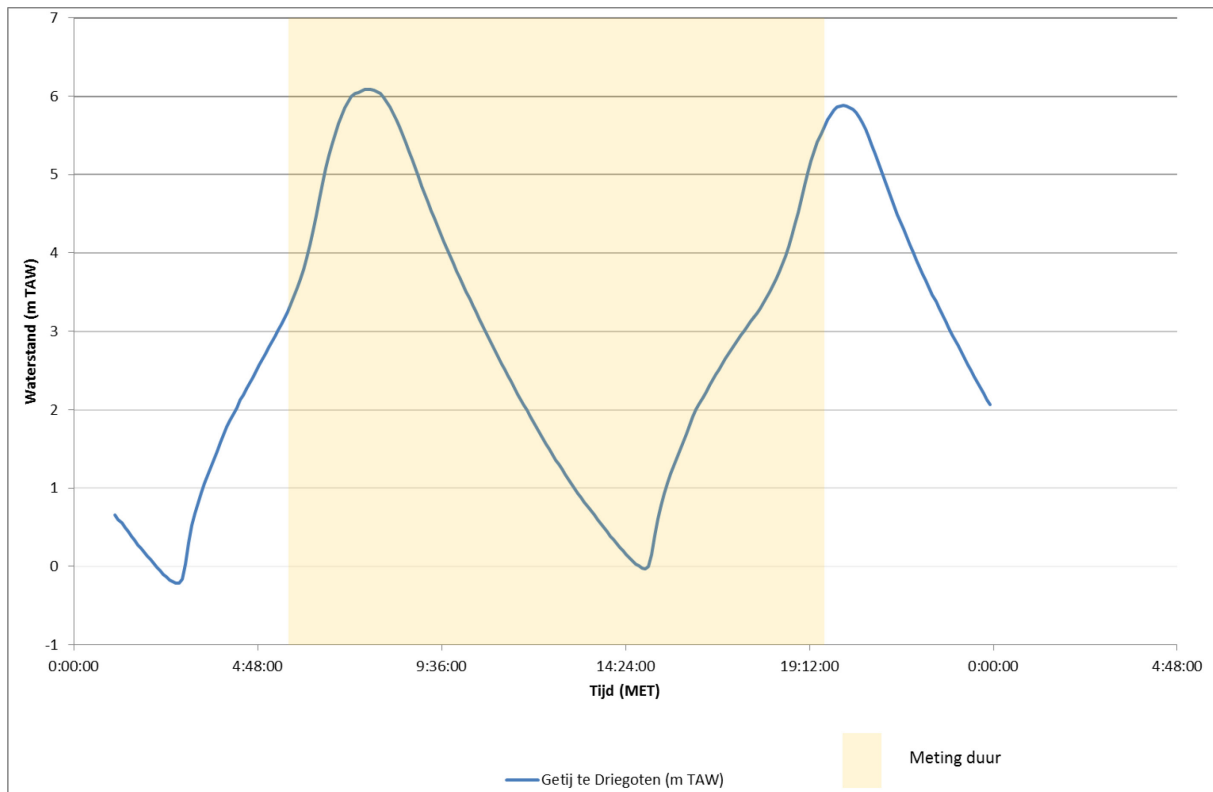
2.11.6. Het getij ter hoogte van het Loodsgebouw op 16/05/2014

Het getij van het Loodsgebouw wordt voorgesteld in plaats van het getij te Oosterweel. Het Loodsgebouw is de dichtstbijzijnde meetpost ten opzichte van Oosterweel.



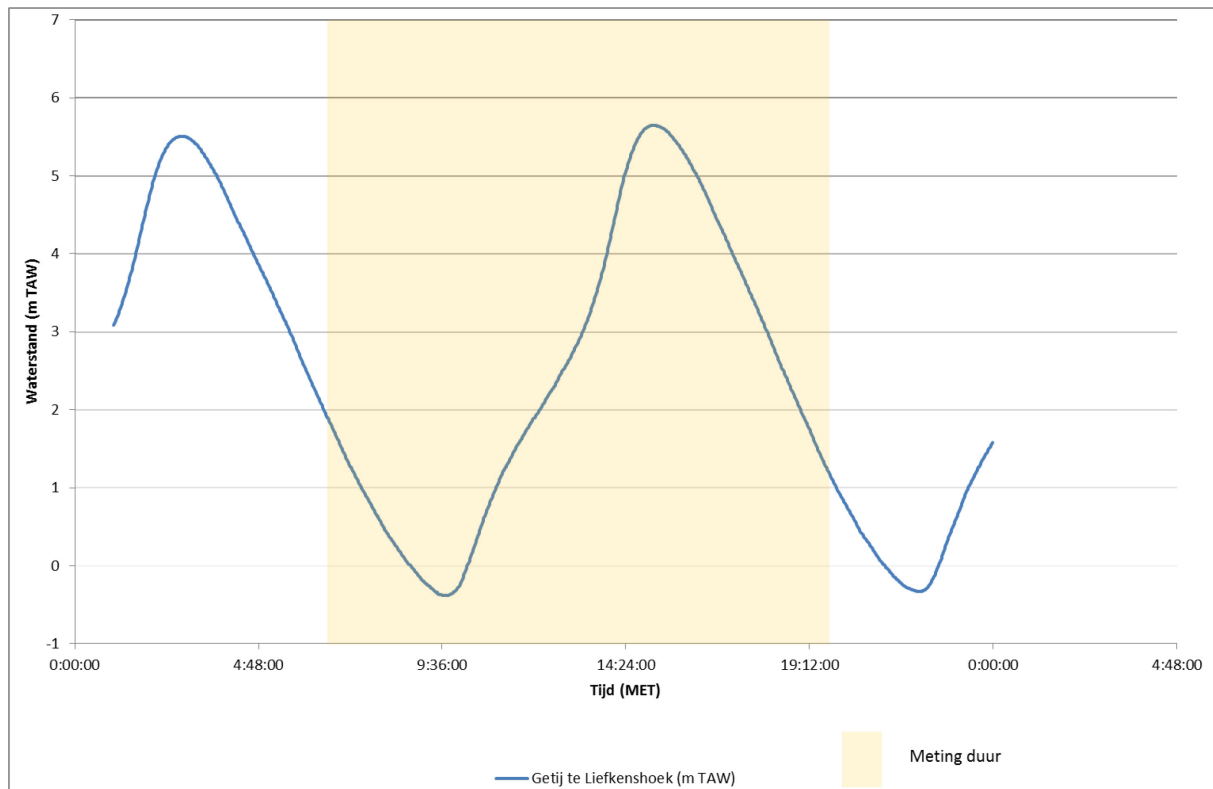
Figuur 19 – Het getij ter hoogte van het Loodsgebouw op 16/05/2014

2.11.7. Het getij te Driegoten op 17/06/2014



Figuur 20 – Het getij te Driegoten op 17/06/2014

2.11.8. Het getij te Liefkenshoek op 14/05/2014



Figuur 21 – Het getij te Liefkenshoek op 14/05/2014

3. Resultaten

3.1. Stromingen

De met ViSea DPS geproduceerde stromingsfiguren staan op volgende netwerk locaties.

Schoonaarde:

P:\13_086-
MONEOSvollety\9_Rapportering\2014\20140703_SCHOONAARDE_Veremans\Debiet\Dwarsraaien\Figuren\BT_RefVISA10Transect

Terhagen:

P:\13_086-
MONEOSvollety\9_Rapportering\2014\20140630_TERHAGEN_Veremans\Debiet\Dwarsraaien\Figuren\BT_RefVISA10Transect

Kruikeke:

P:\13_086-
MONEOSvollety\9_Rapportering\2014\20140702_KRUIBEKE_Veremans\Debiet\Dwarsraaien\Figuren\VISA10Transect

Driegoten:

P:\13_086-
MONEOSvollety\9_Rapportering\2014\20140617_DRIEGOTEN_Hondius\Debiet\Dwarsraaien\Figuren\BT\VISA10Transect

Liefkenshoek:

P:\13_086-
MONEOSvollety\9_Rapportering\2014\20140514_LIEFKENSHOEK_ScheldewachtII\Debiet\Figuren\VISA10Transect

Oosterweel:

P:\13_086-
MONEOSvollety\9_Rapportering\2014\20140516_OOSTERWEEL_ScheldewachtII\Debiet\Dwarsraaien\Figuren\BT_RefVISA10Transect

Schellebelle

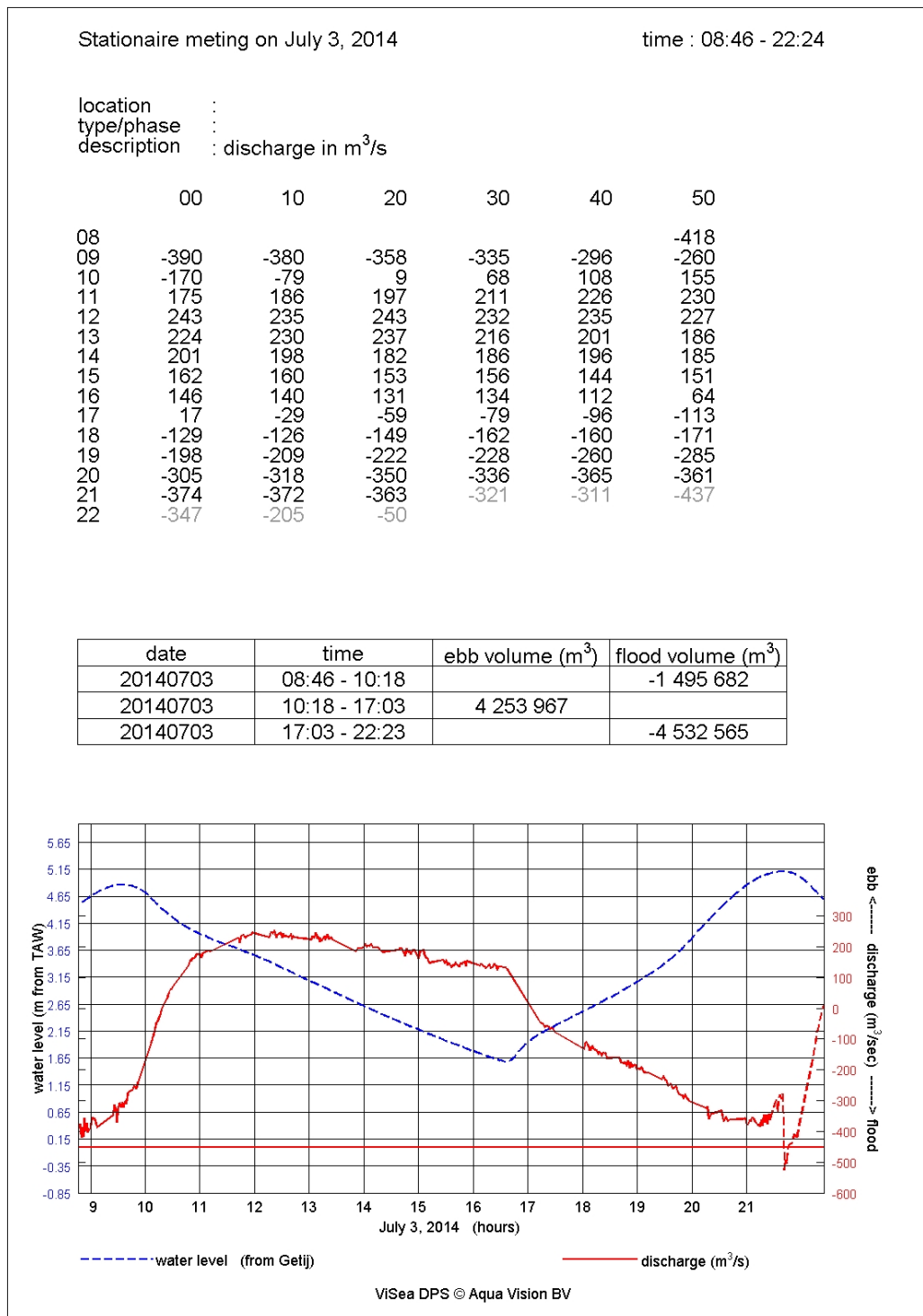
P:\13_086-MONEOSvollety\9_Rapportering\2014\20140415_SCHELLEBELLE-Veremans\Debiet\Dwarsraaien\Figuren\BT_RefVISA10Transect

Dendermonde

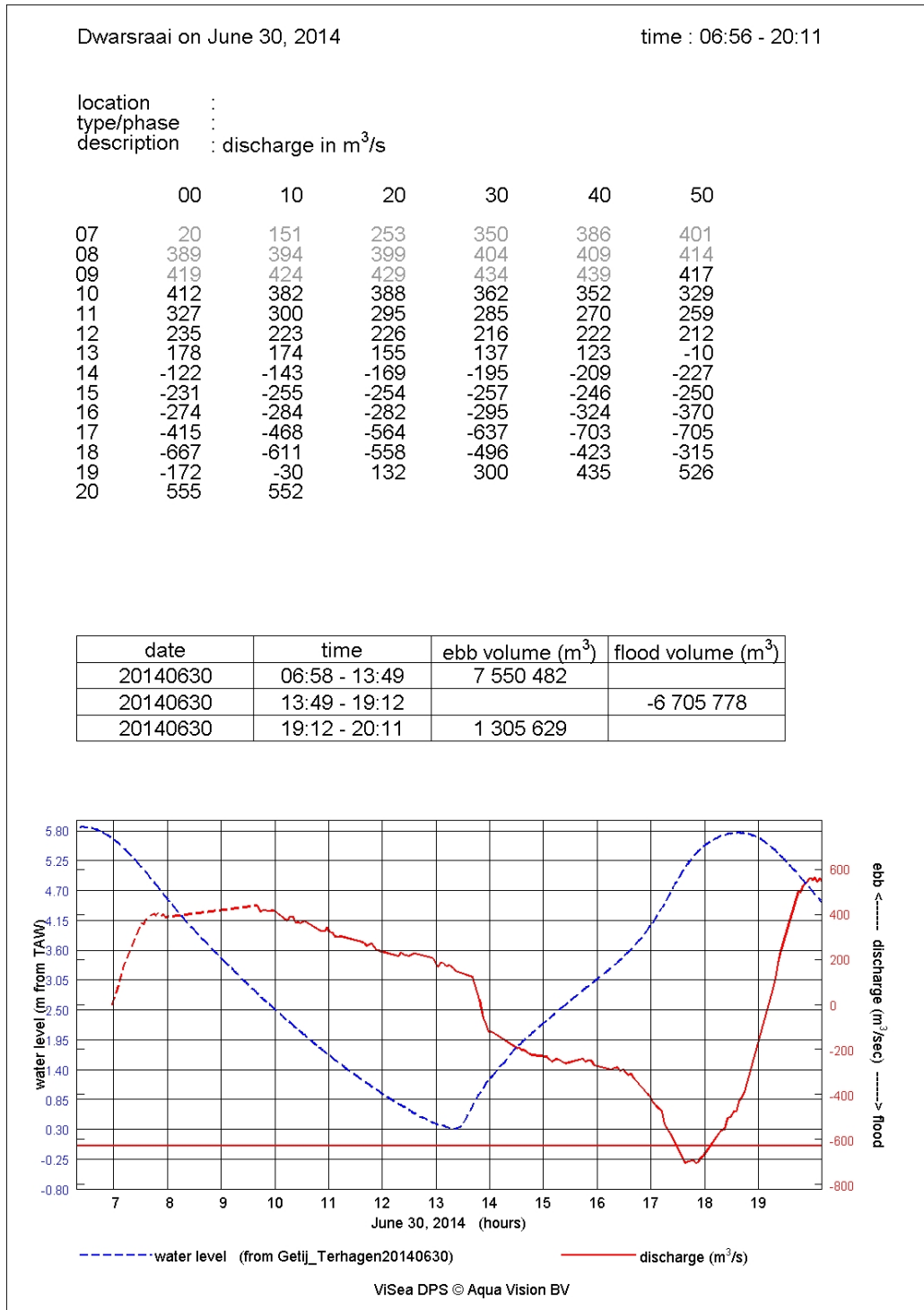
P:\13_086-
MONEOSvollety\9_Rapportering\2014\20140417_DENDERMONDE_Veremans\Debiet\Dwarsraaien\Figuren\BT_RefVISA10Transect

3.2. Debiet

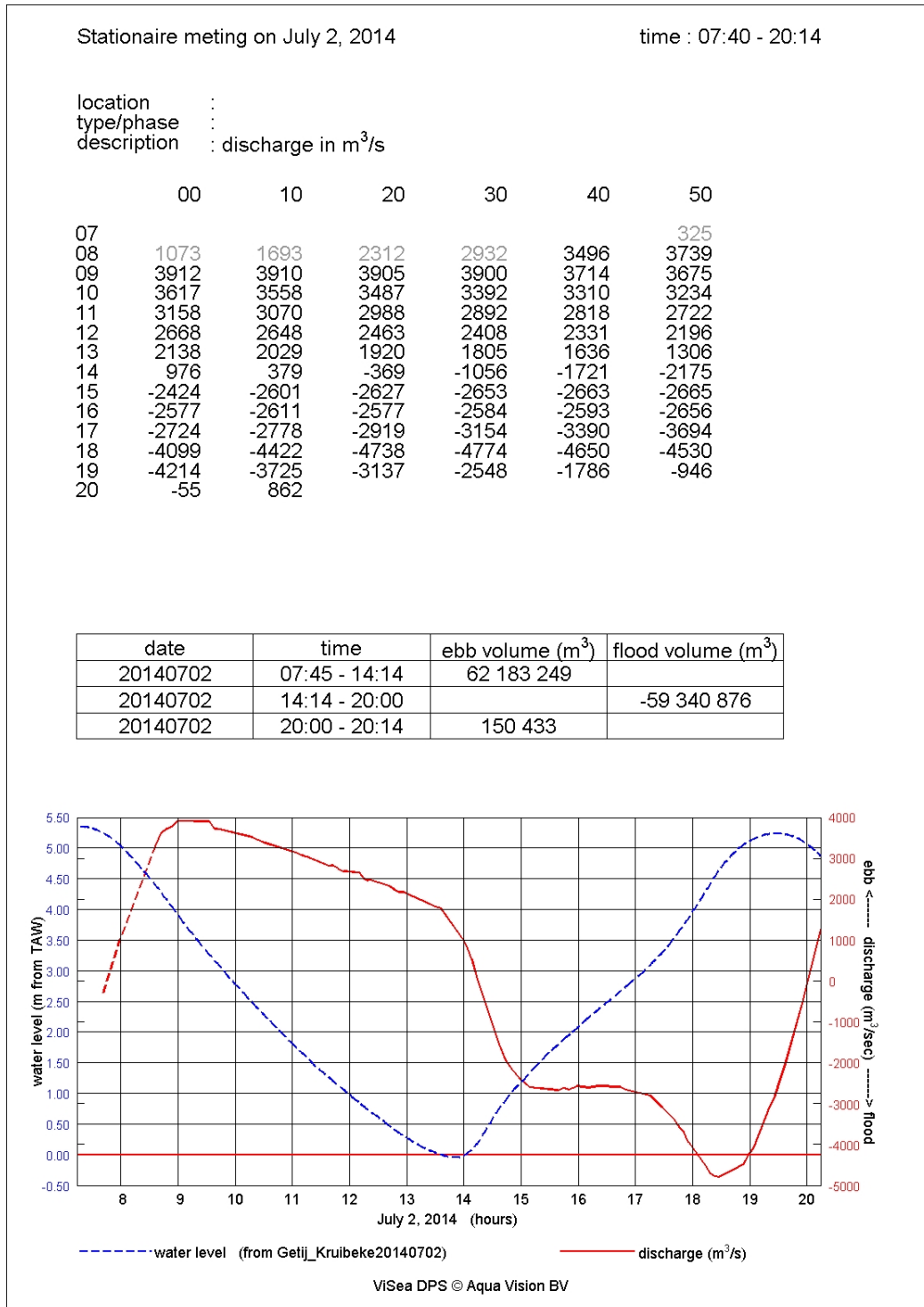
Onderstaande ViSea DPS "ViSea 10 Discharge" figuren illustreren het debietverloop tijdens de verschillende metingen van 2014.



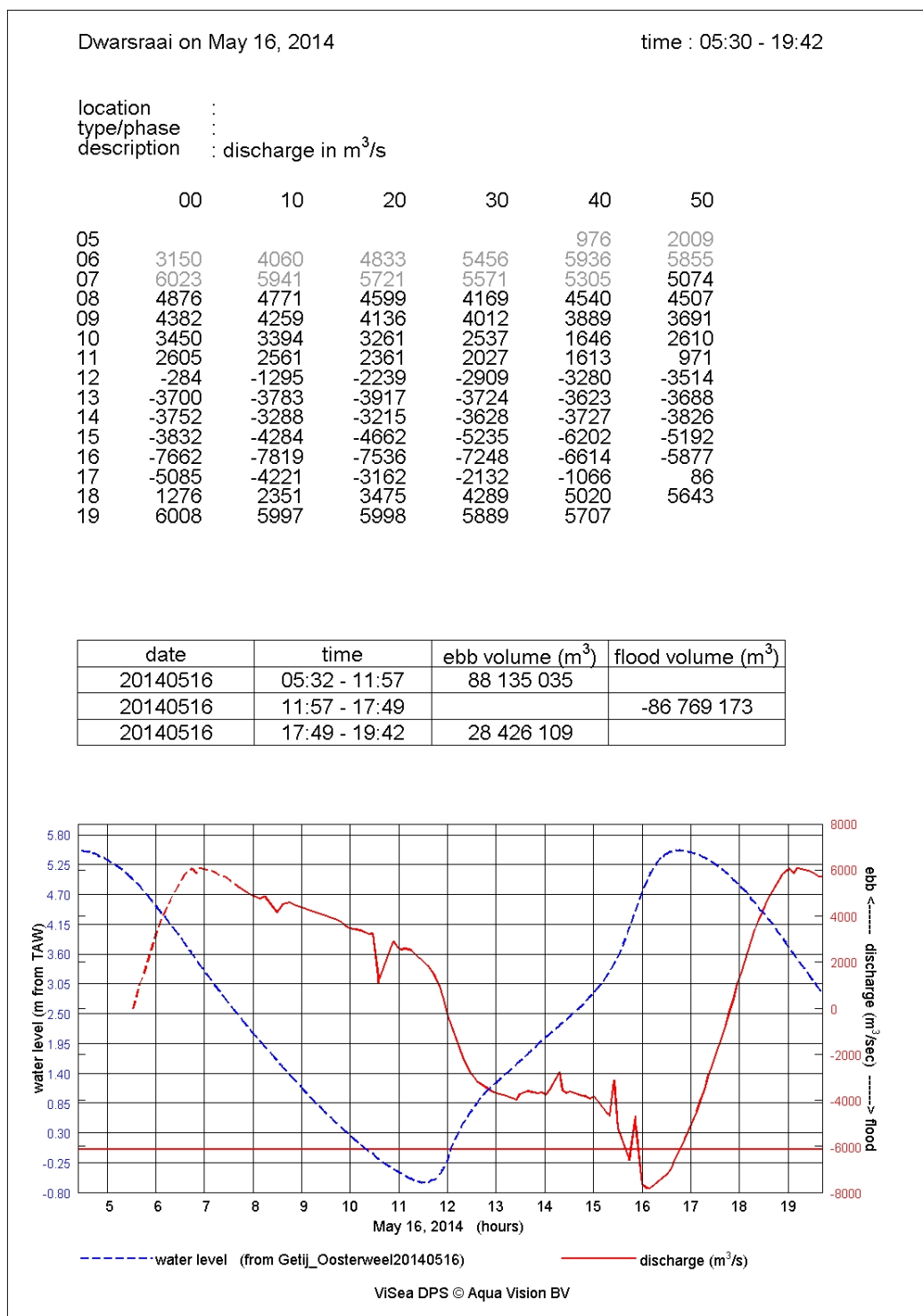
Figuur 22 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Schoonaarde op 03/07/2014



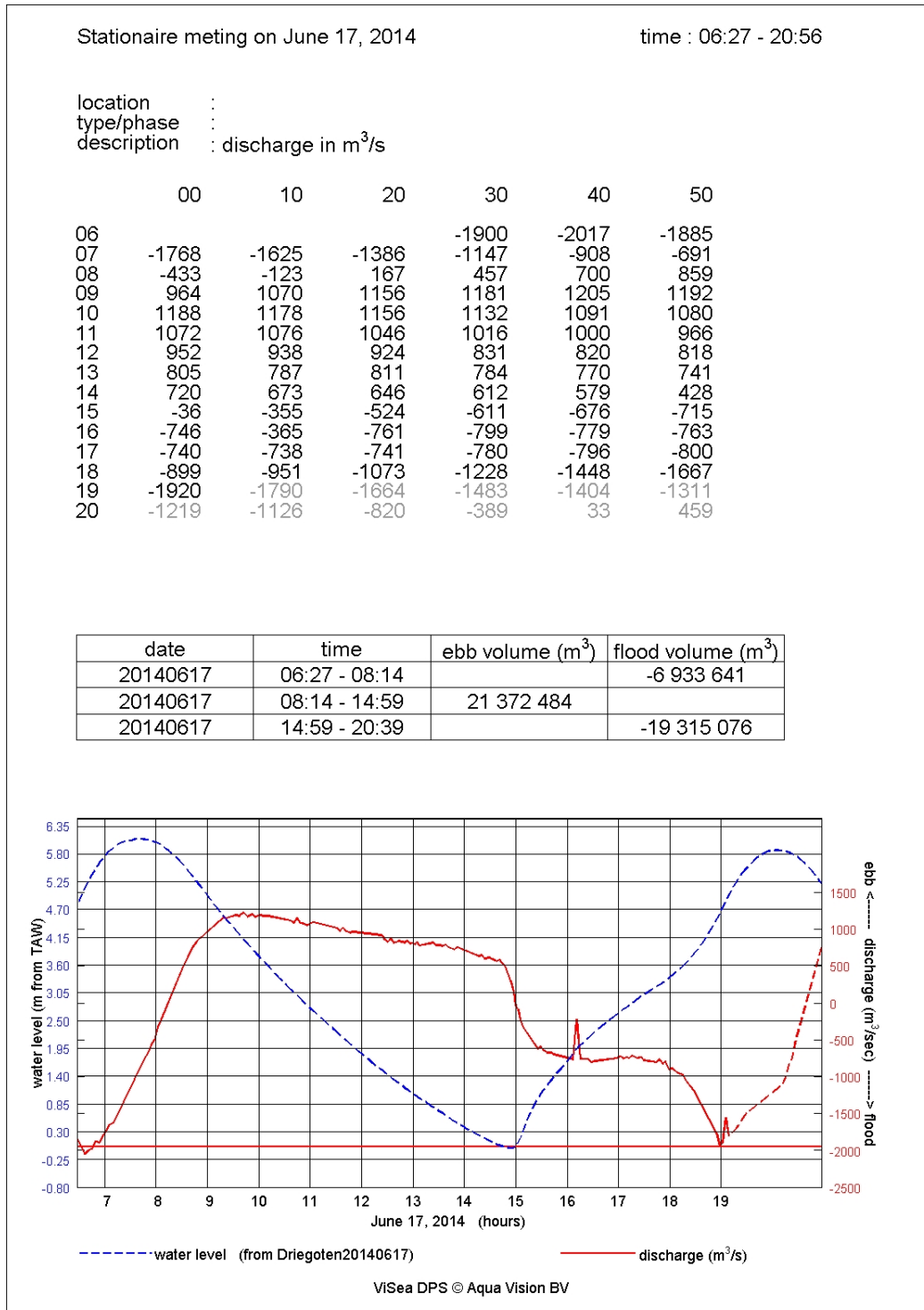
Figuur 23 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Terhagen op 30/06/2014



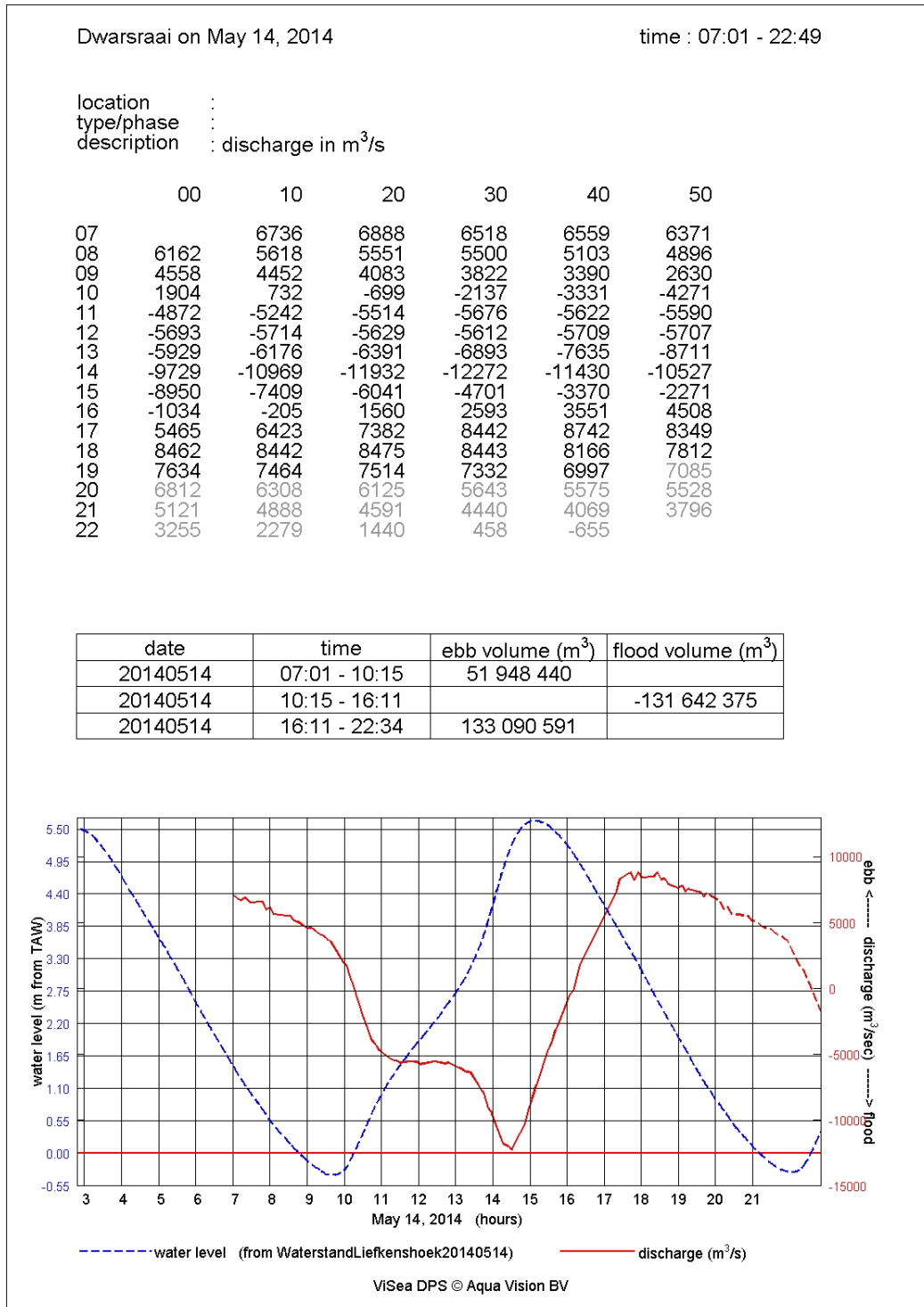
Figuur 24 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Kruikebe op 02/07/2014



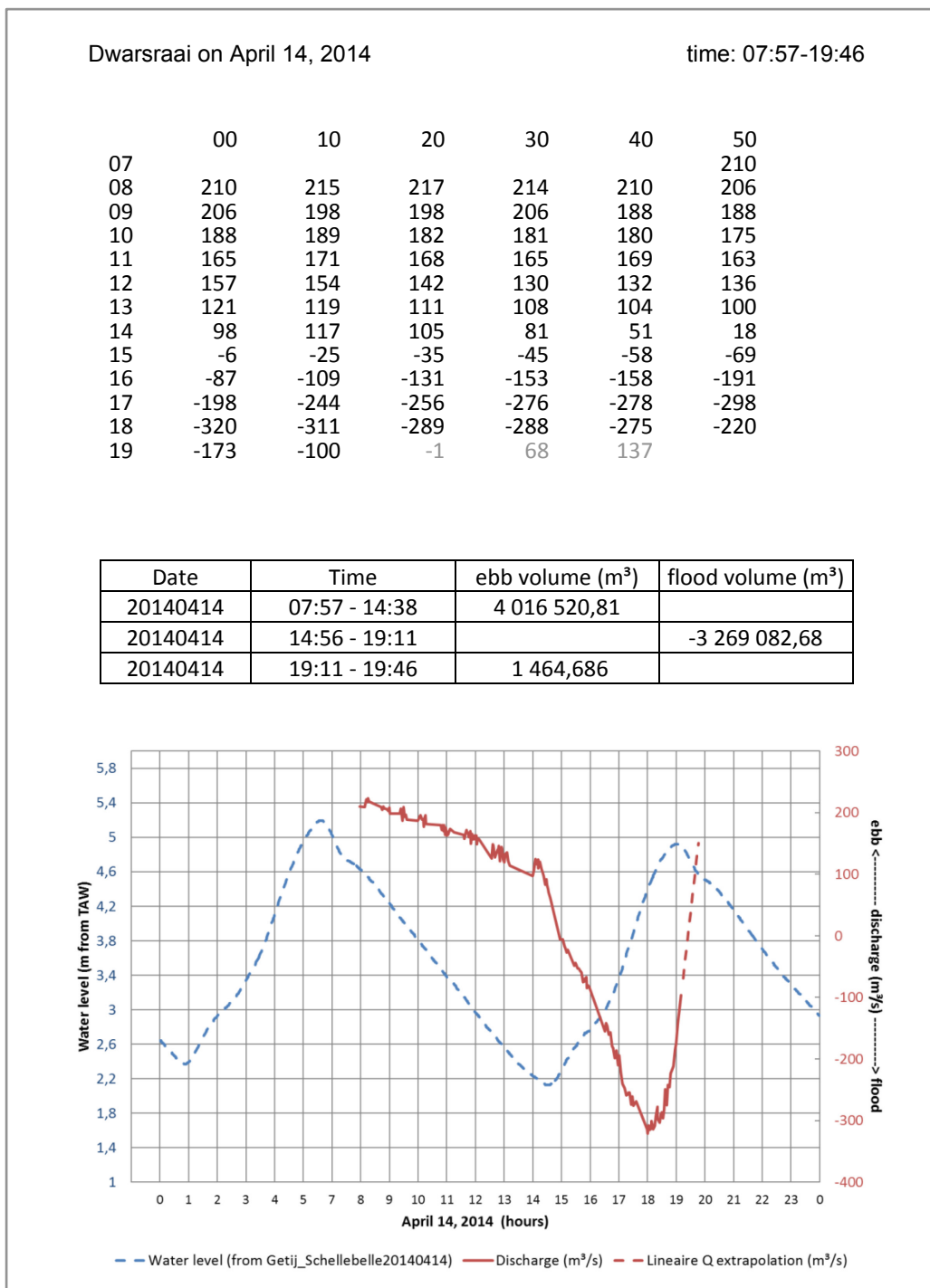
Figuur 25 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Oosterweel op 16/05/2014



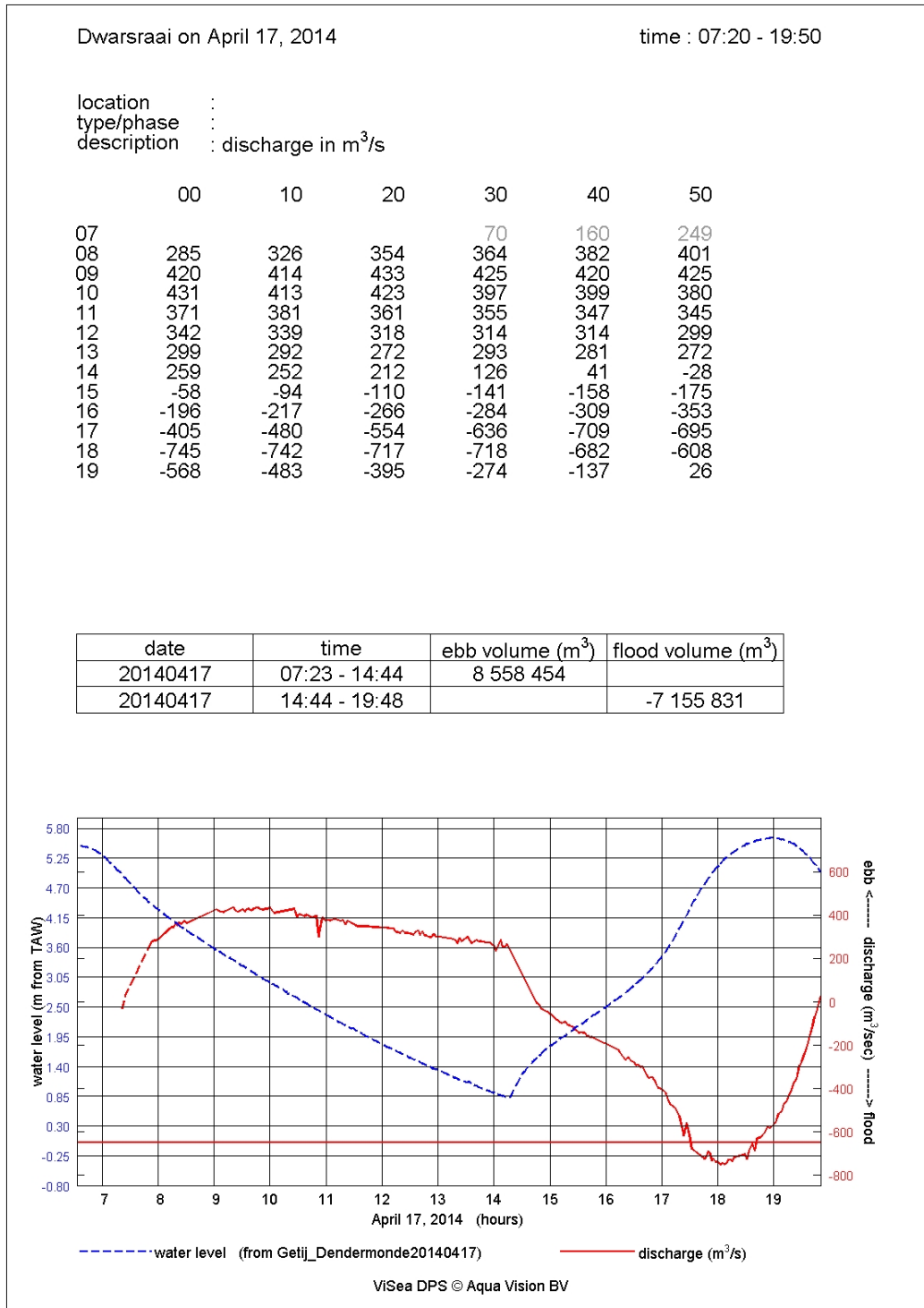
Figuur 26 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Driegoten 17/06/2014



Figuur 27 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Liefkenshoek op 14/05/2014

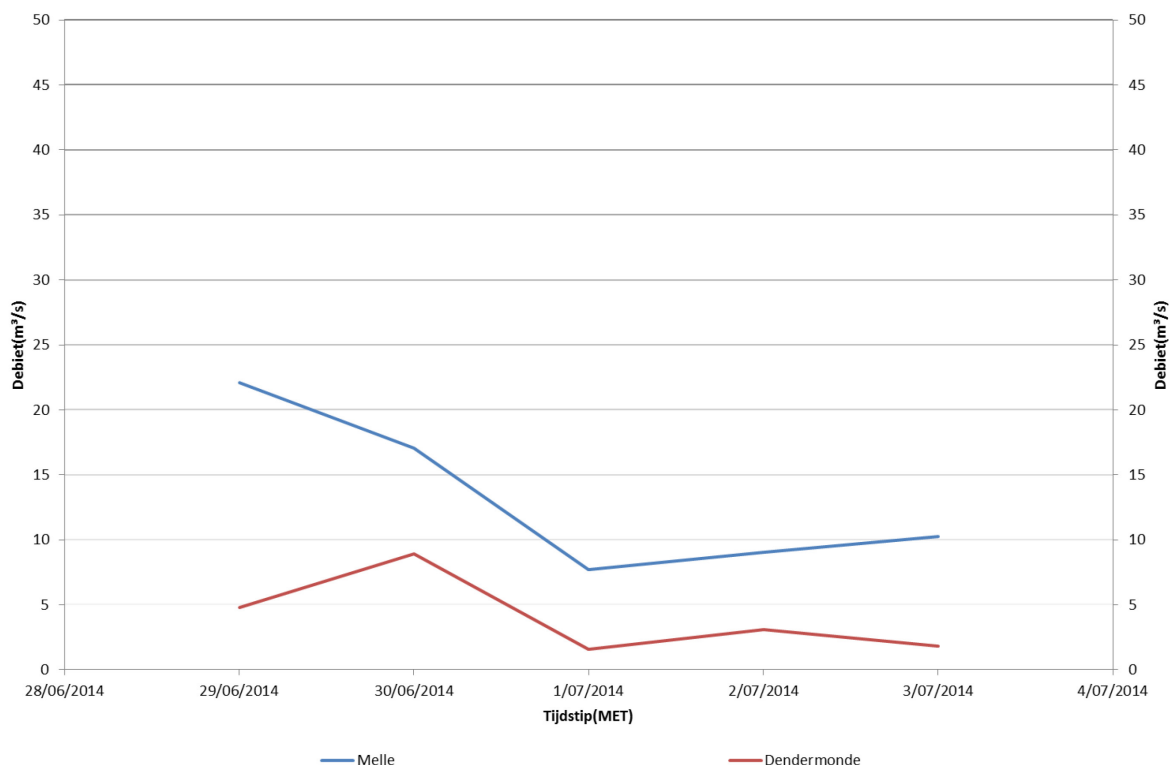


Figuur 28 – Nagemaakte "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Schellebelle op 14/04/2014



Figuur 29 – "ViSea 10 discharge" voorstelling van het debiet in Dendermonde op 17/04/2014

Het bovendebiet tussen 29/06/2014 (Datum van de meting te Schoonaarde) en 03/07/2014 ter hoogte van Melle en Dendermonde is hieronder gegeven ter vergelijking.



Figuur 30 – Zeeschelde boven debieten te Melle en Dendermonde tussen 29/06/2014 en 03/07//2014

3.3. Sediment concentratie

Tabel 7 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC

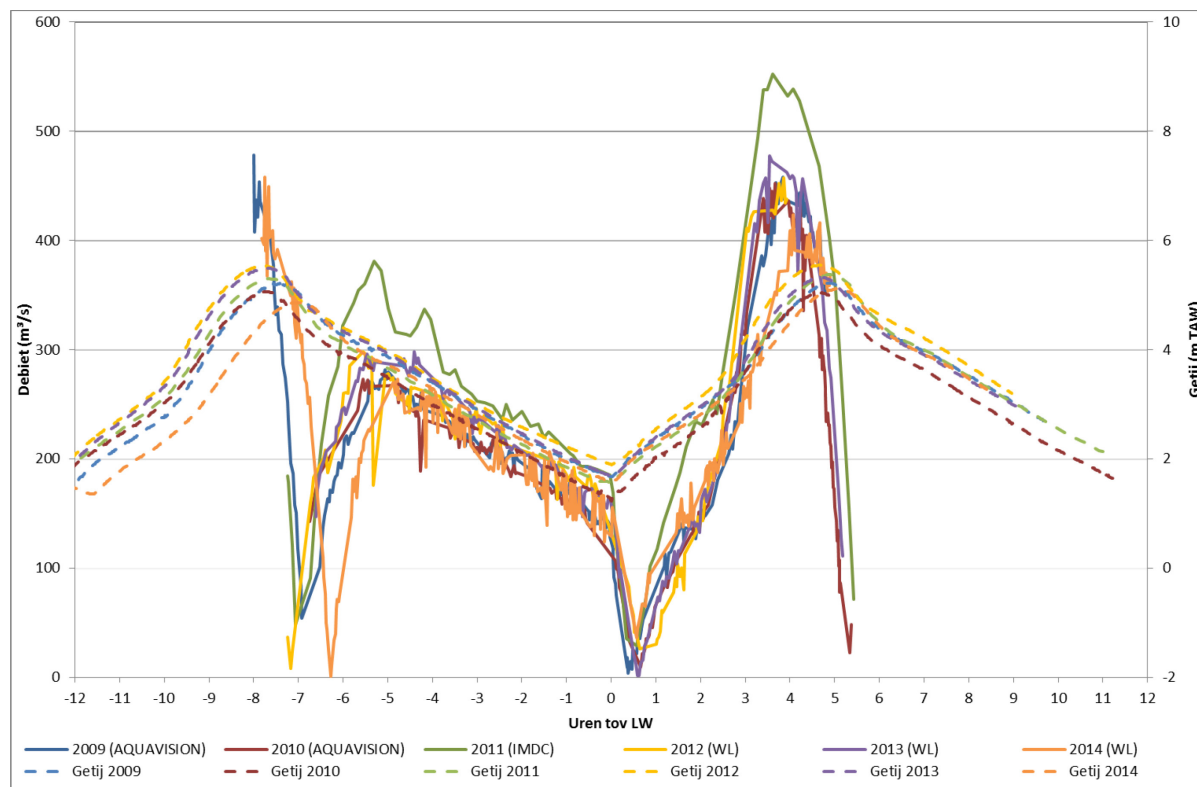
Meting locatie	Jaar								
	2012			2013			2014		
	Helling	Intercept	R ² (%)	Helling	Intercept	R ² (%)	Helling	Intercept	R ² (%)
Schoonaarde	0,04530	3,29090	77	0,03860	3,36910	83	0,04550	3,95630	80
Terhagen	0,02670	2,84000	60	0,07440	4,65830	81	0,05160	4,06920	80
Kruikeke	0,04590	4,08330	63	0,00480	2,58890	27	0,02490	3,10600	69
Oosterweel	0,05090	3,56920	84	0,04460	3,98650	80	0,04490	3,95170	84
Driegoten	0,03360	3,03360	62	0,05310	4,23610	89	0,04580	3,50500	81
Liefkenshoek	0,06300	4,66730	89	0,06110	4,69830	91	0,06100	4,51500	82

De coëfficiënten van Schellebelle en Dendermonde van 2014 zijn opgenomen in sectie 3.4.5.

3.4. Vergelijking met resultaten uit het verleden

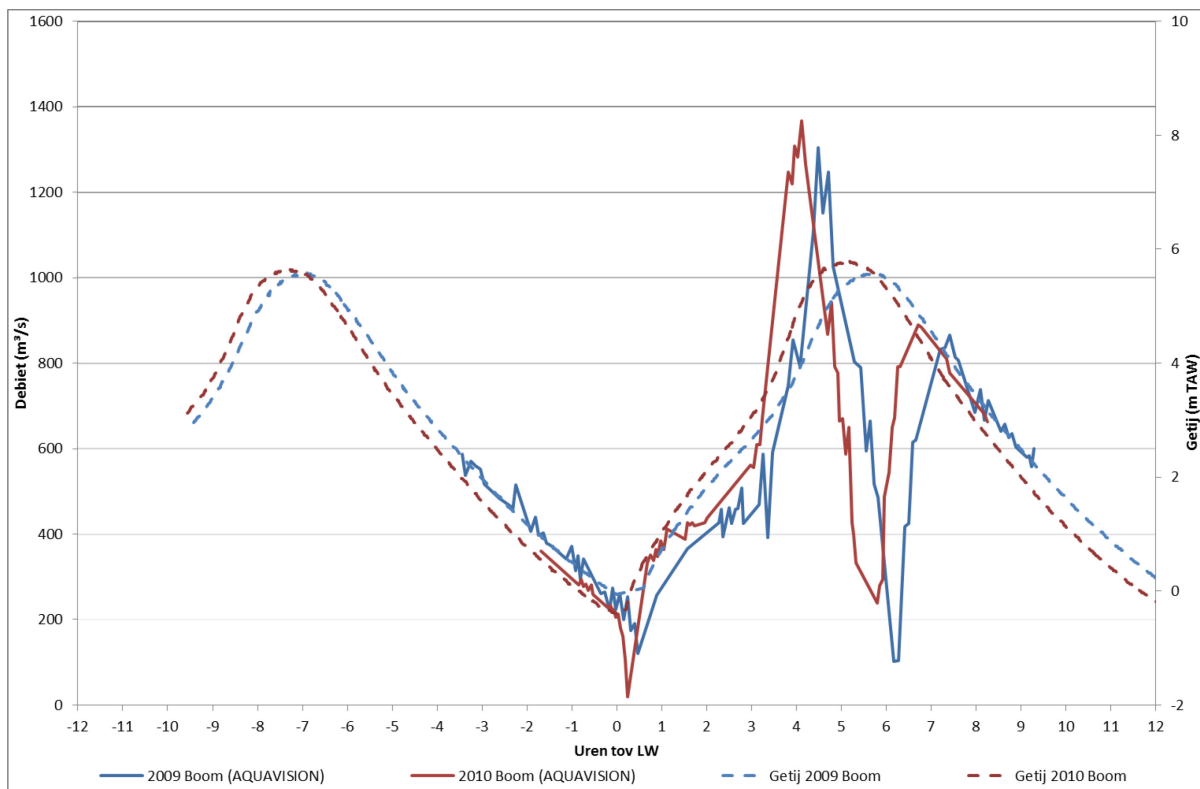
Resultaten uit het verleden komen uit de gevalideerde reeksen van de jaarlijkse 13 uursmeting rapporten van 2009 tot en met 2012 (Y Levy, Vereecken, Plancke, Verwaest, & Mostaert, 2014; Quax, 2012; Santen, 2010a, 2010j, 2010k, 2010l, 2010m, 2011b, 2011c, 2011d, 2011e, 2010b, 2010c, 2010d, 2010e, 2010f, 2010g, 2010h, 2010i)

3.4.1. Vergelijking van debieten en getij tussen 2009 en 2014

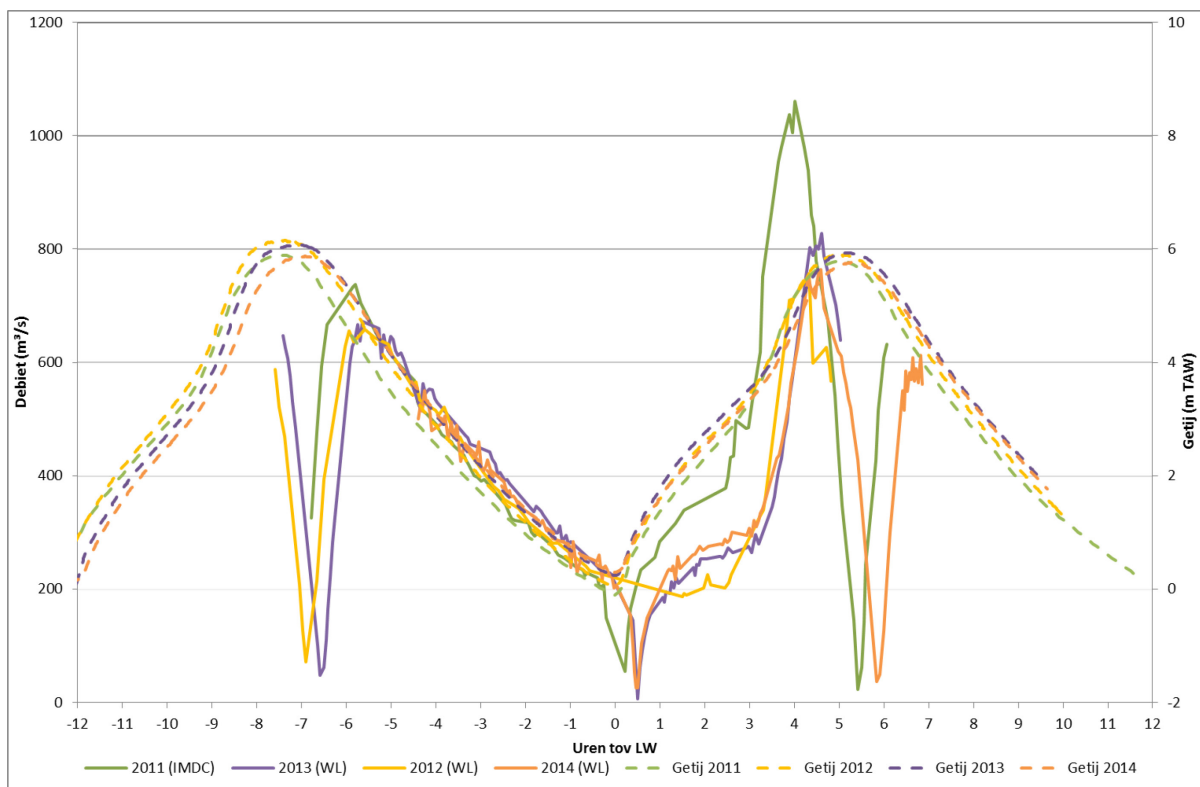


Figuur 31 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2009 tot en met 2014 te Schoonaarde

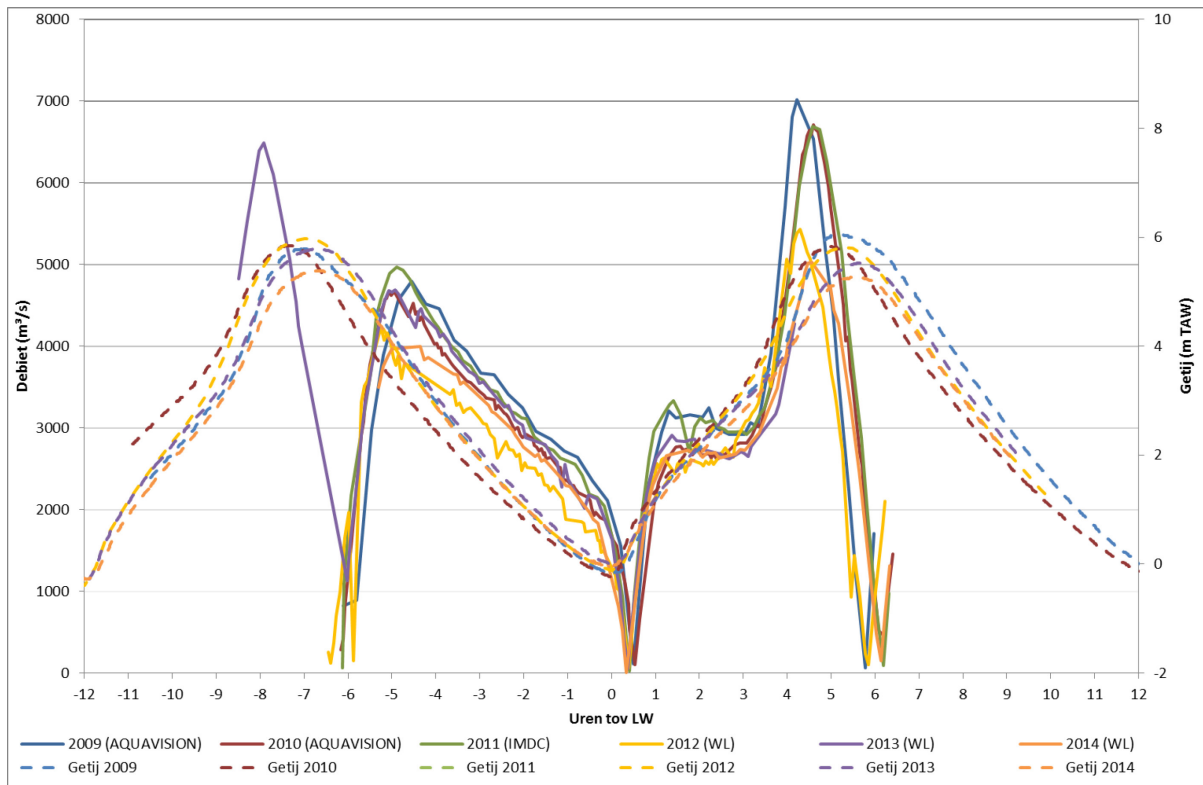
Het debiet van 2014 komt vrij goed overeen met de debieten uit het verleden. Vooral bij eb.



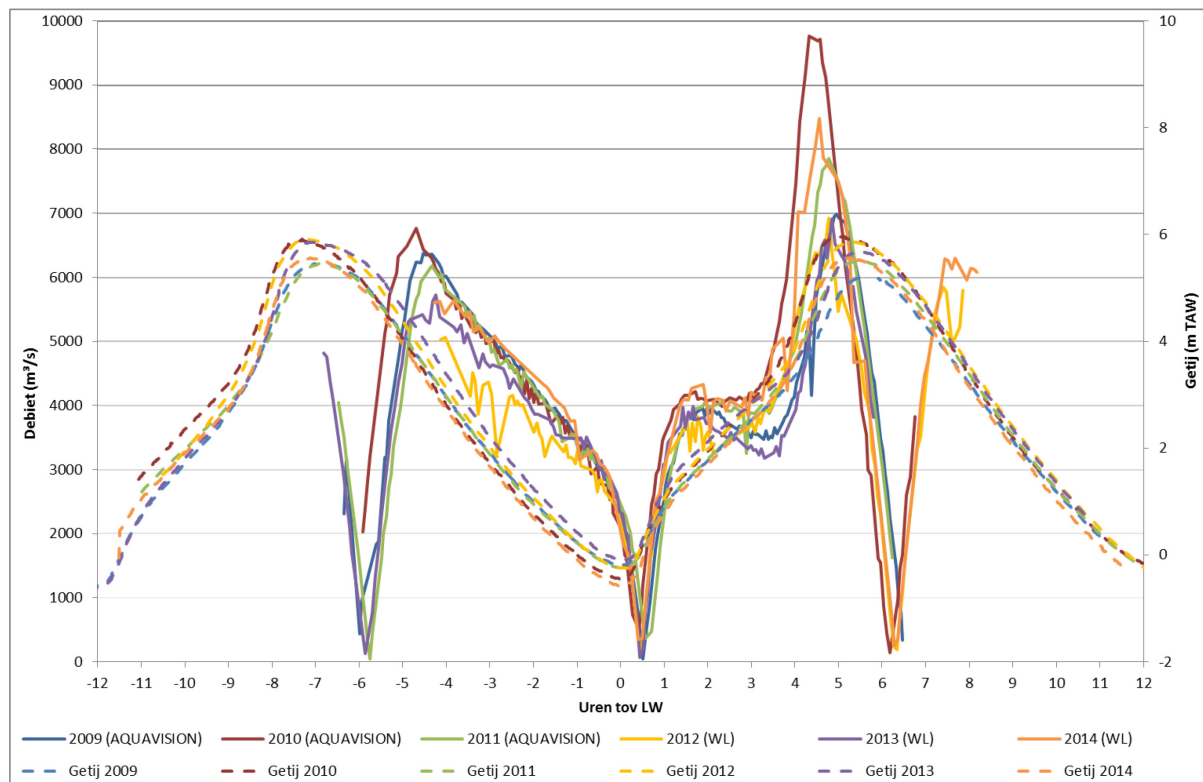
Figuur 32 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2009 en 2010 te Boom



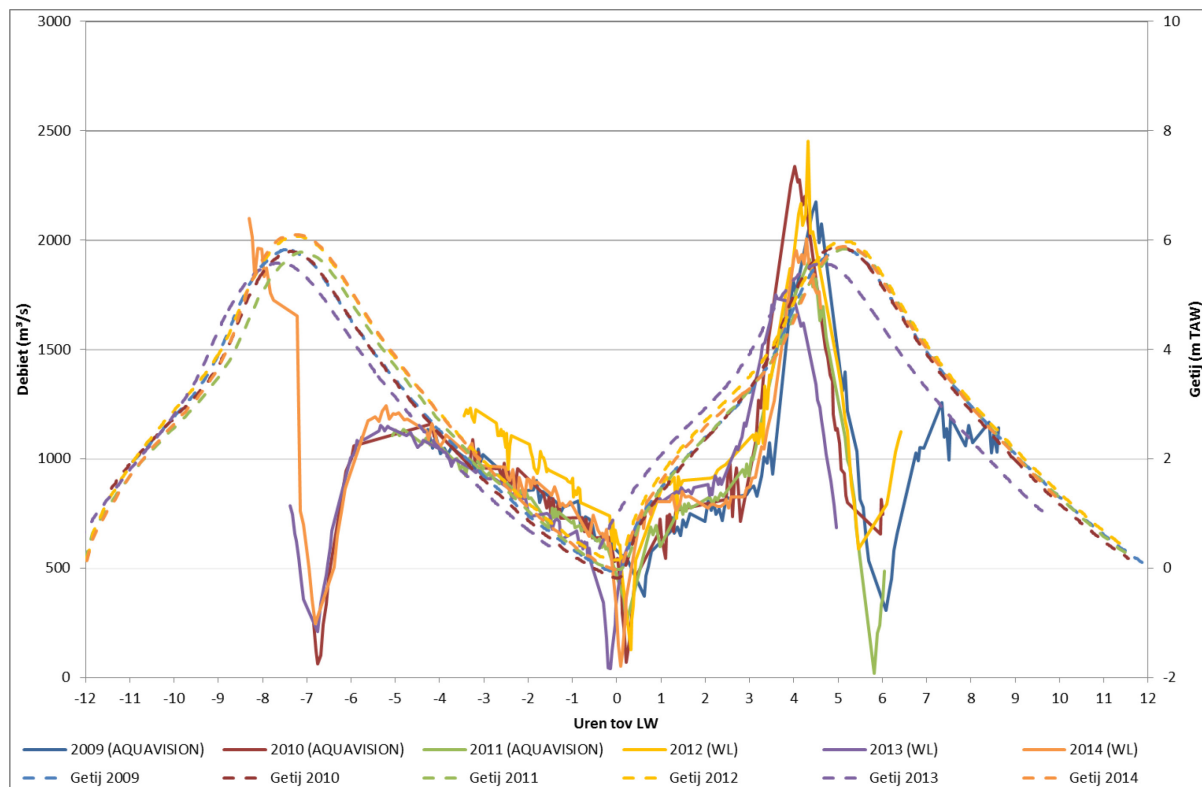
Figuur 33 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2011 en 2014 te Terhagen



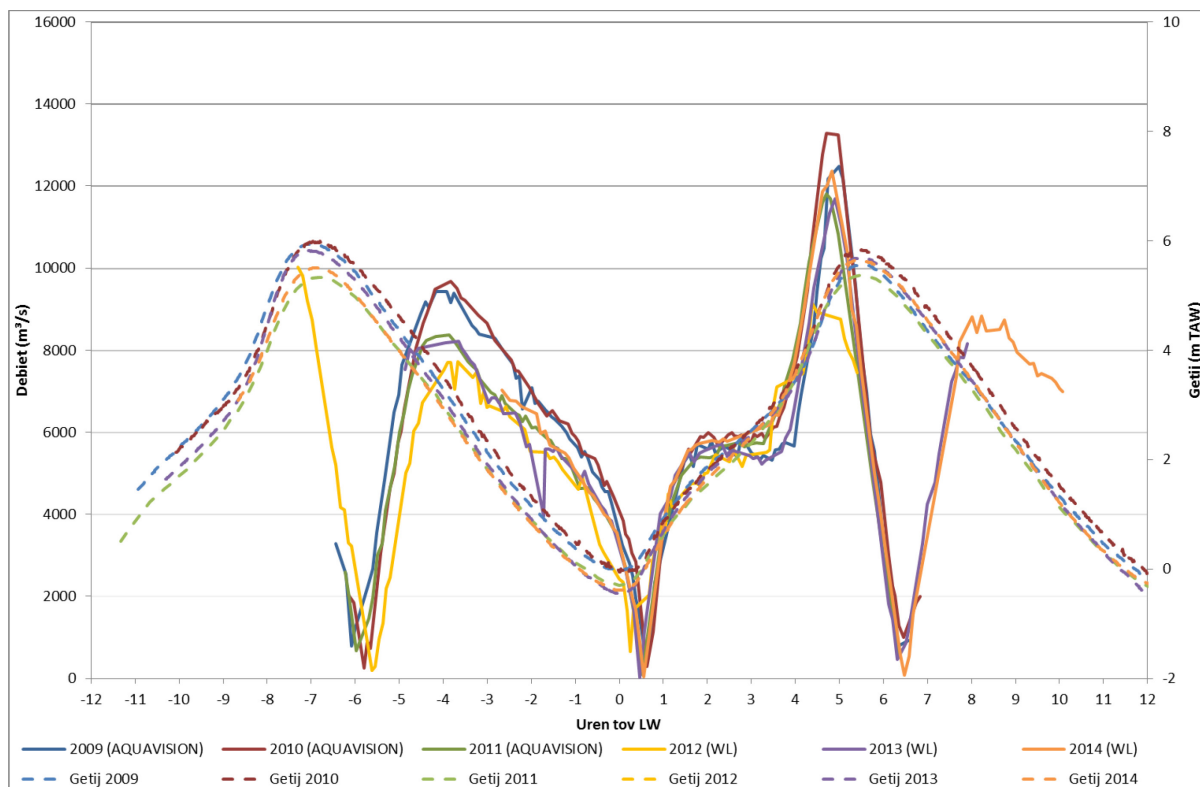
Figuur 34 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2009 tot en met 2014 te Kruibeke



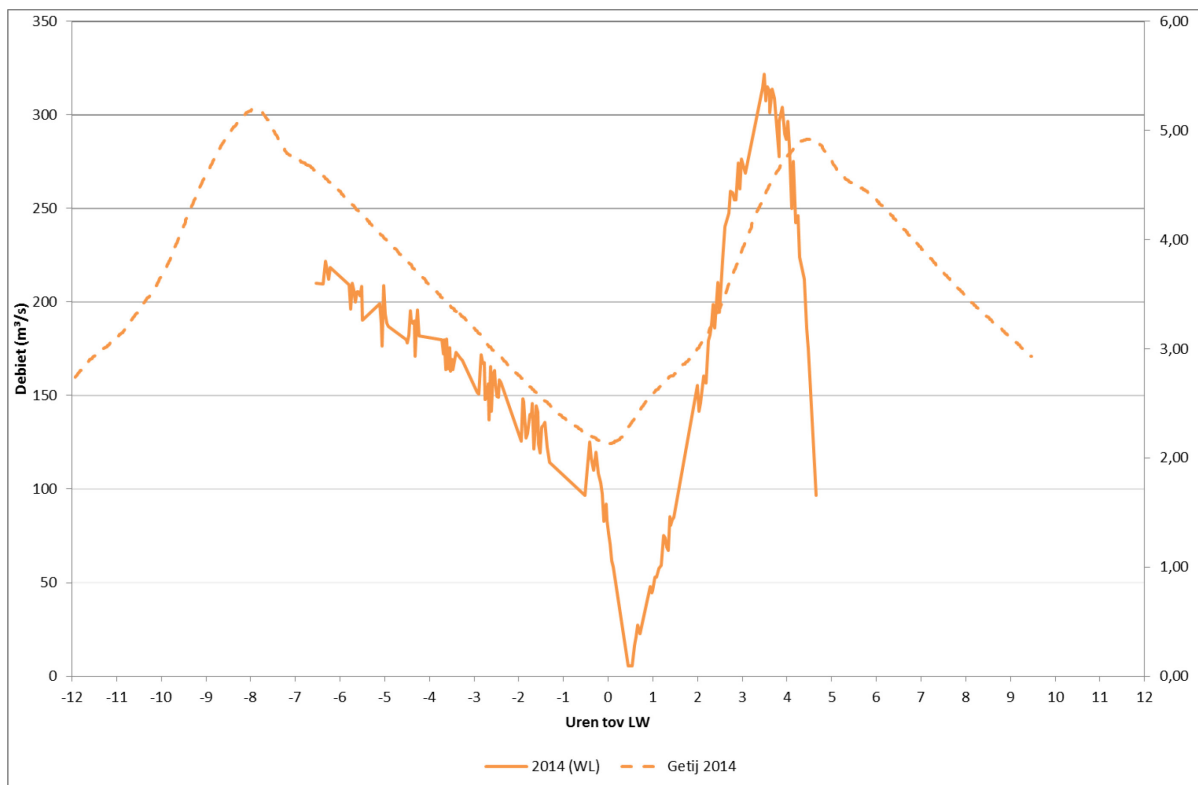
Figuur 35 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2009 tot en met 2014 te Oosterweel



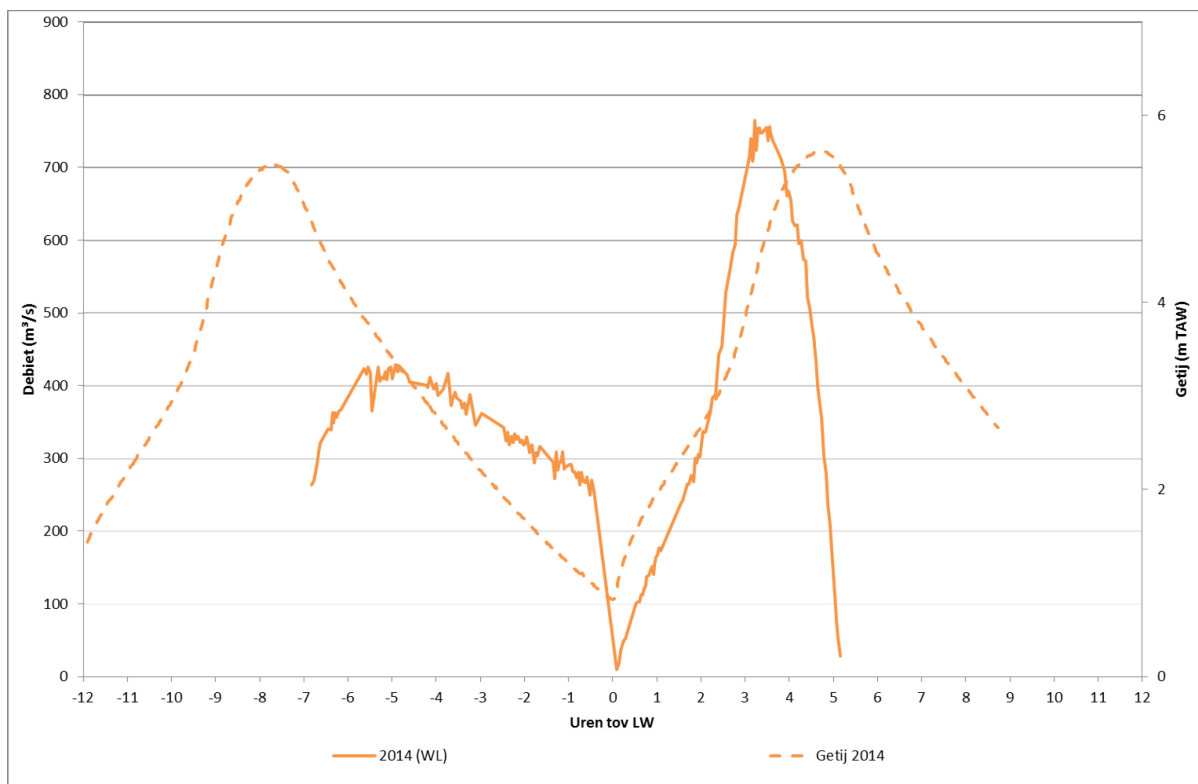
Figuur 36 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2009 tot en met 2014 te Driegoten



Figuur 37 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2009 tot en met 2014 te Liefkenshoek



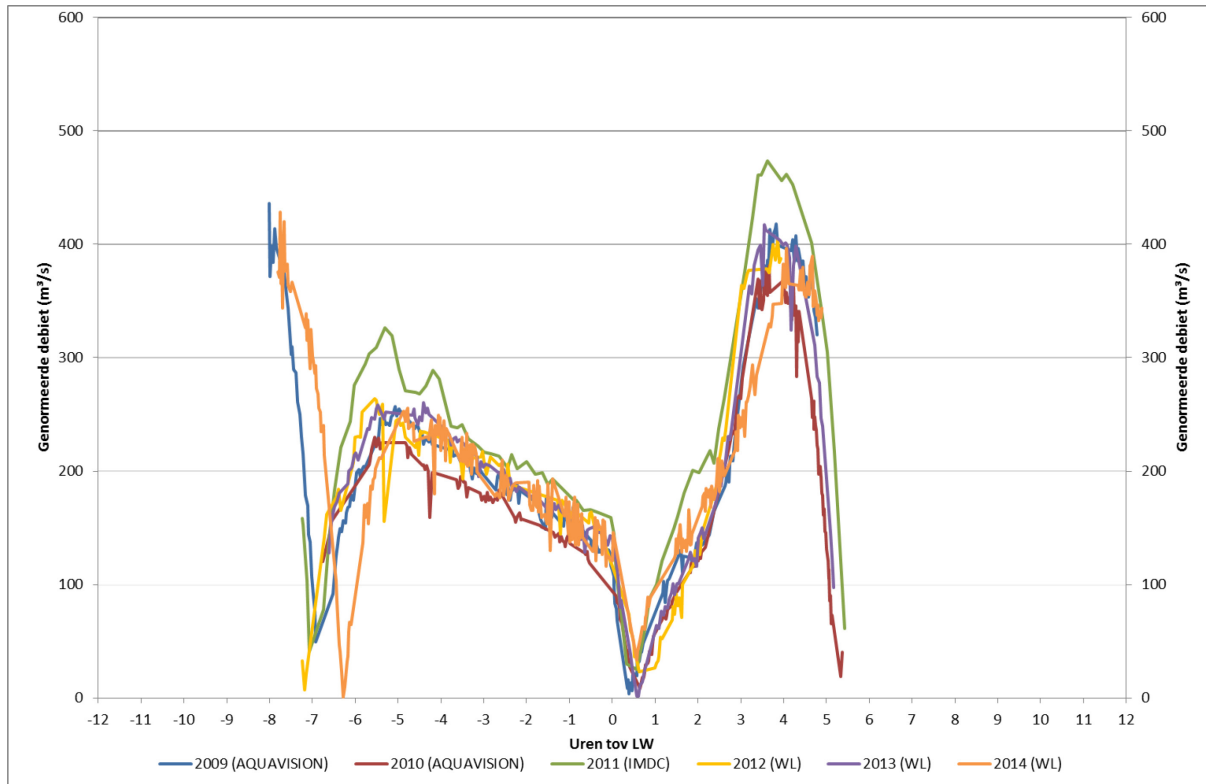
Figuur 38 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2014 te Schellebelle



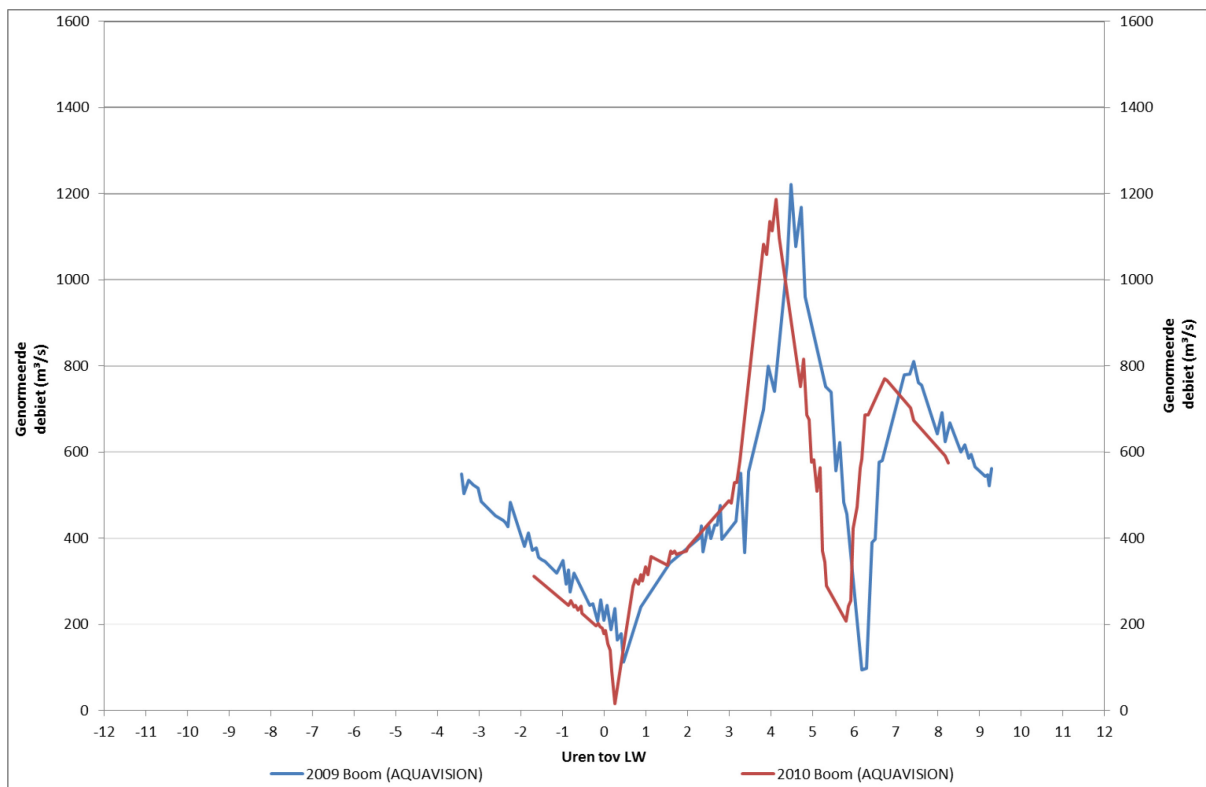
Figuur 39 – Vergelijking van de 13 uursmetingen resultaten van 2014 te Dendermonde

3.4.2. Vergelijking van genormeerde debieten en getij tussen 2009 en 2014

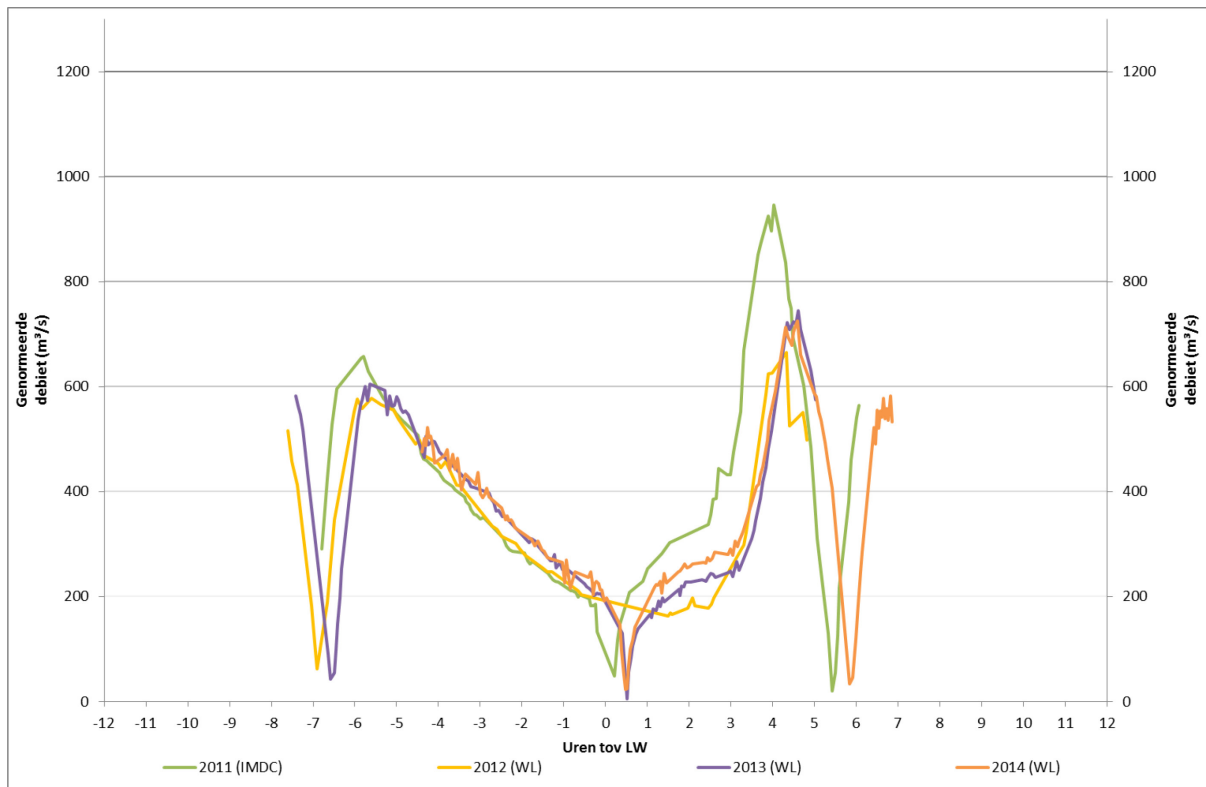
10-jarig gemiddelde tijverschillen werden gebruikt voor de normalisatie van het debiet.



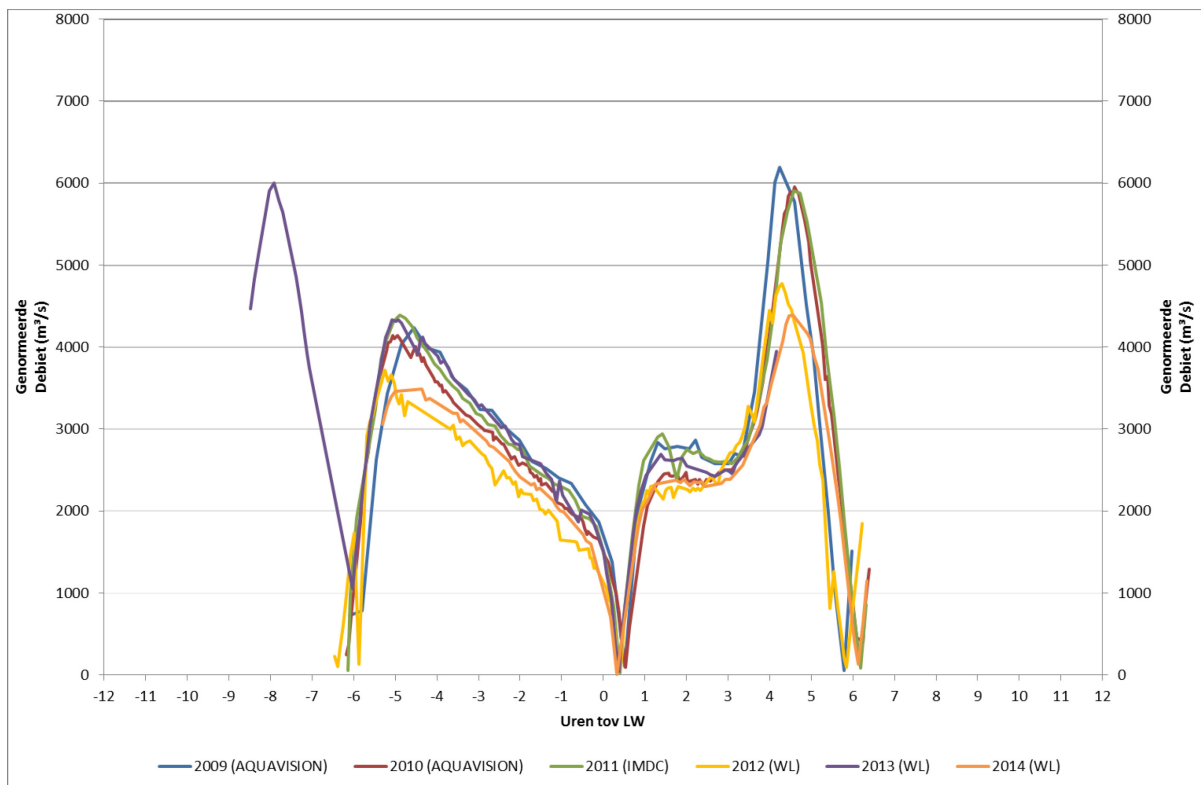
Figuur 40 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2009 tot en met 2014 te Schoonaarde



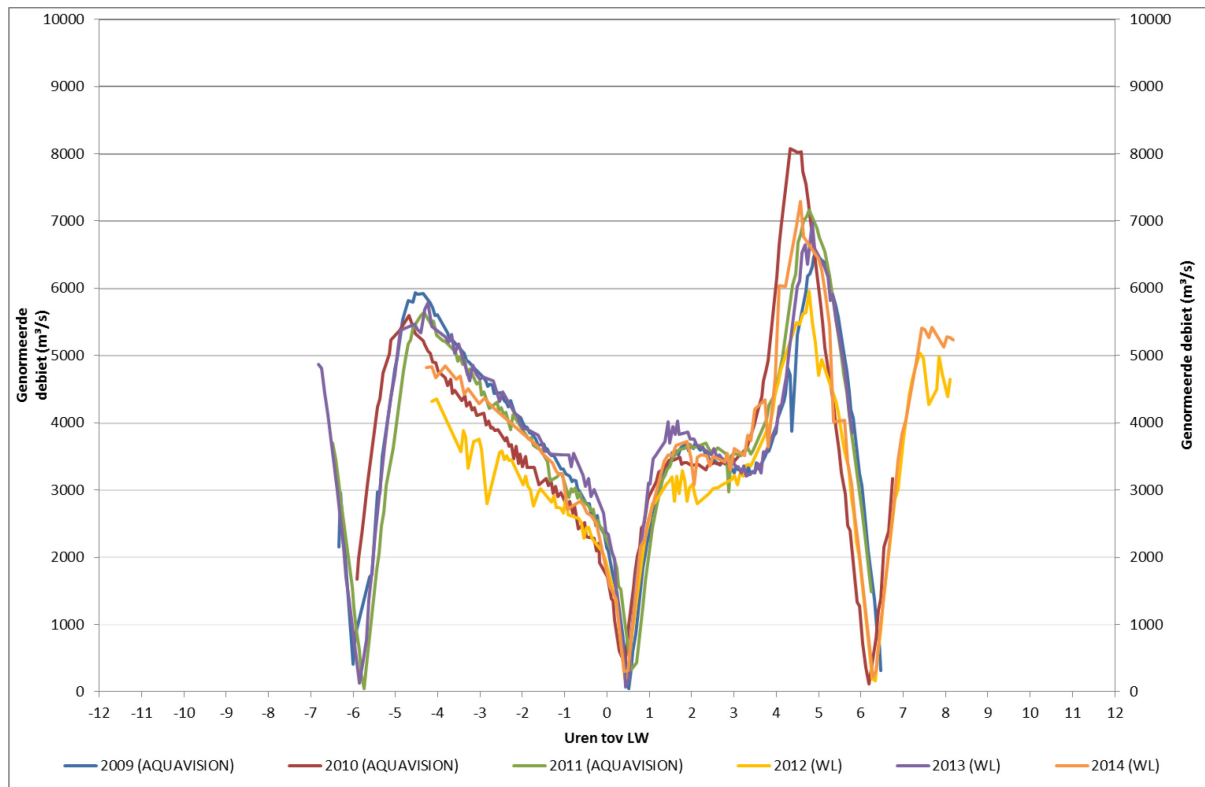
Figuur 41 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2009 en 2010 te Boom



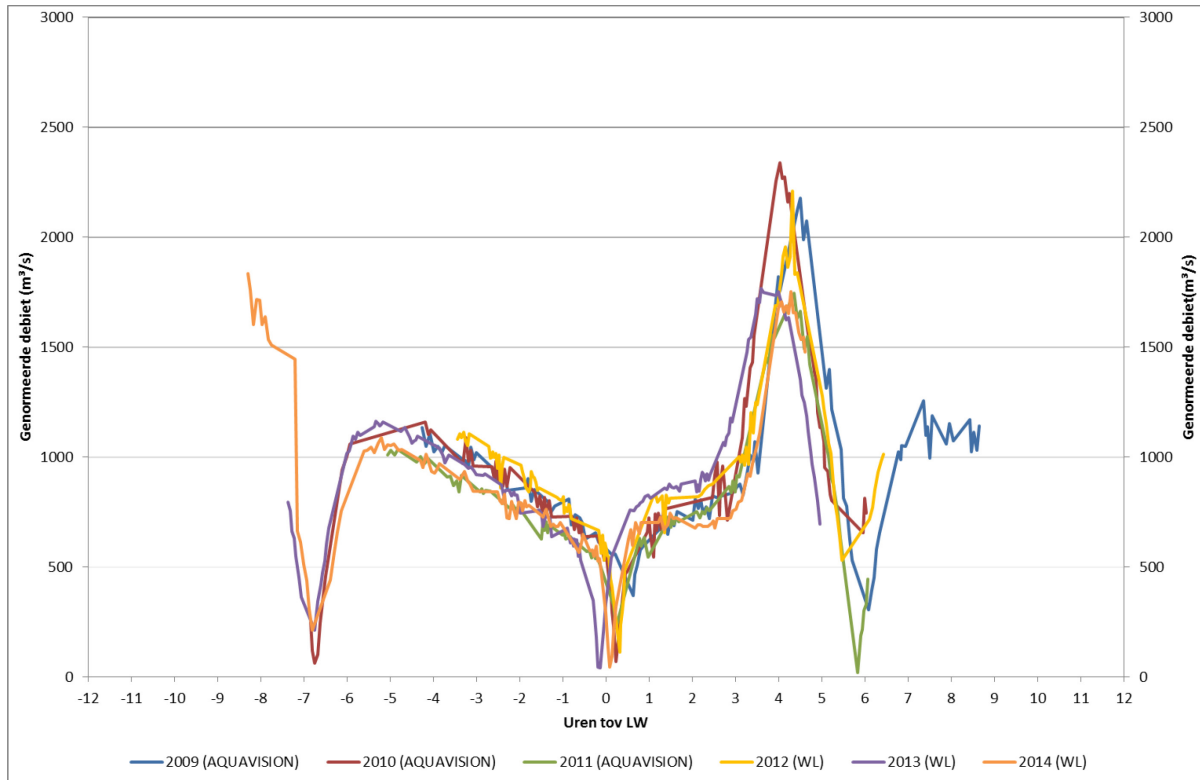
Figuur 42 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genomeerde resultaten van 2011 en 2014 te Terhagen



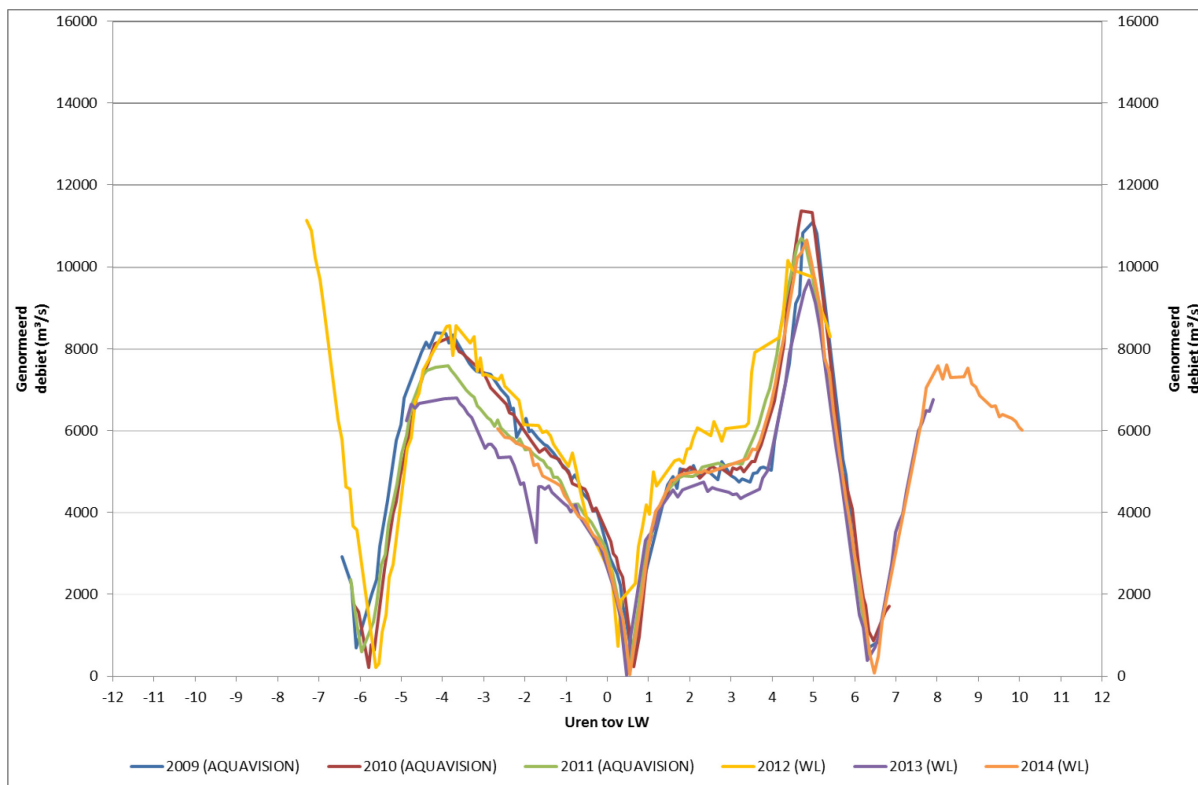
Figuur 43 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genomeerde resultaten van 2009 tot en met 2014 te Kruikeke



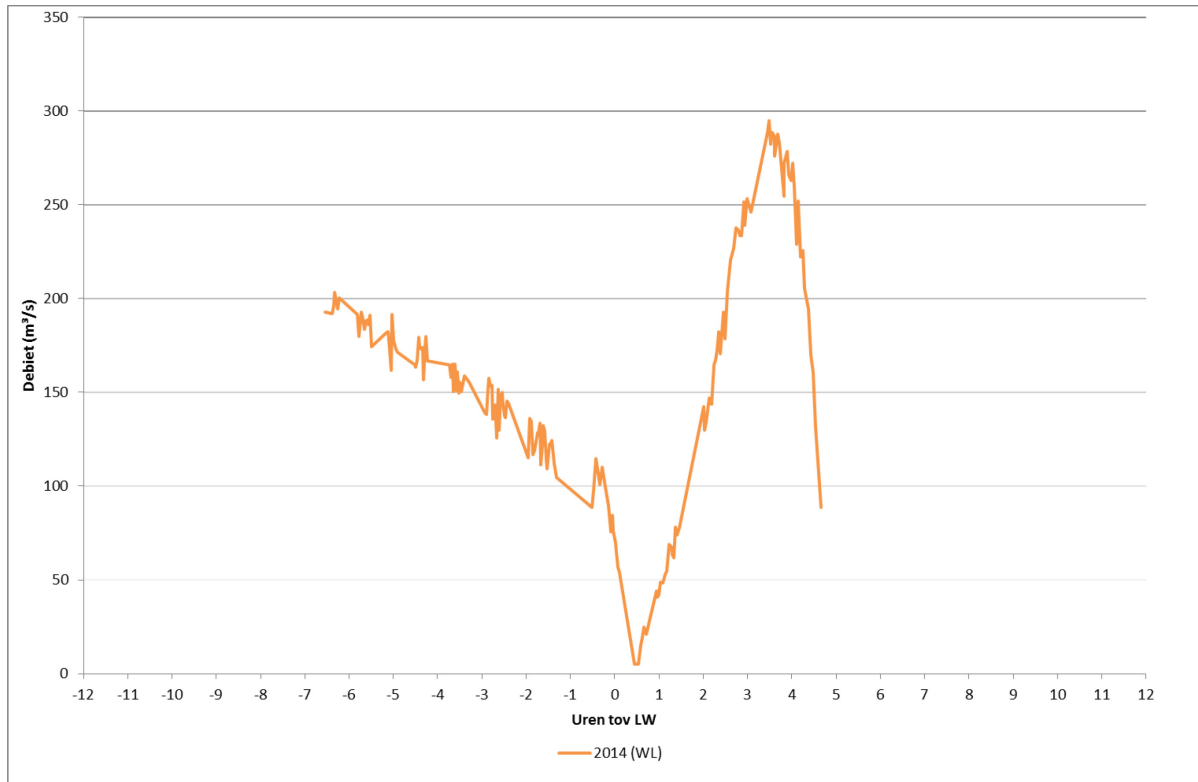
Figuur 44 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genomeerde resultaten van 2009 tot en met 2014 te Oosterweel



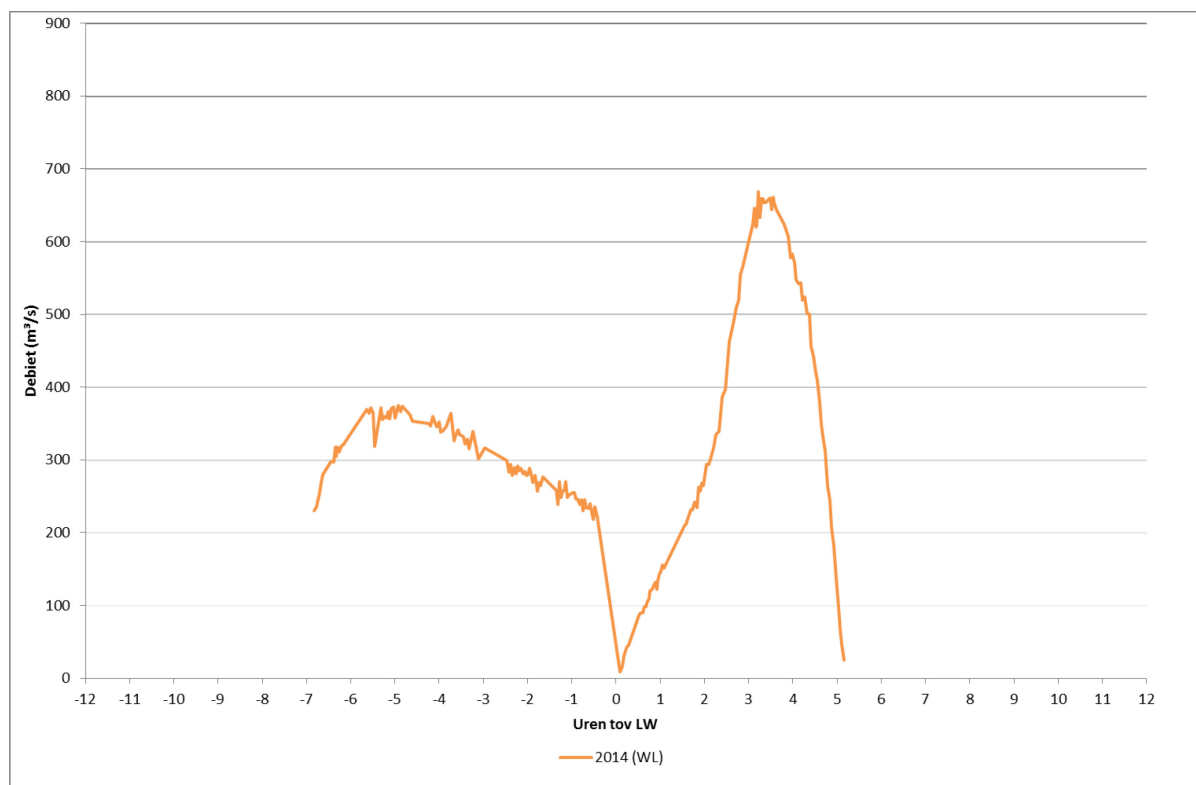
Figuur 45 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genomeerde resultaten van 2009 tot en met 2014 te Driegoten



Figuur 46 – Vergelijking van de 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2009 tot en met 2014 te Liefkenshoek

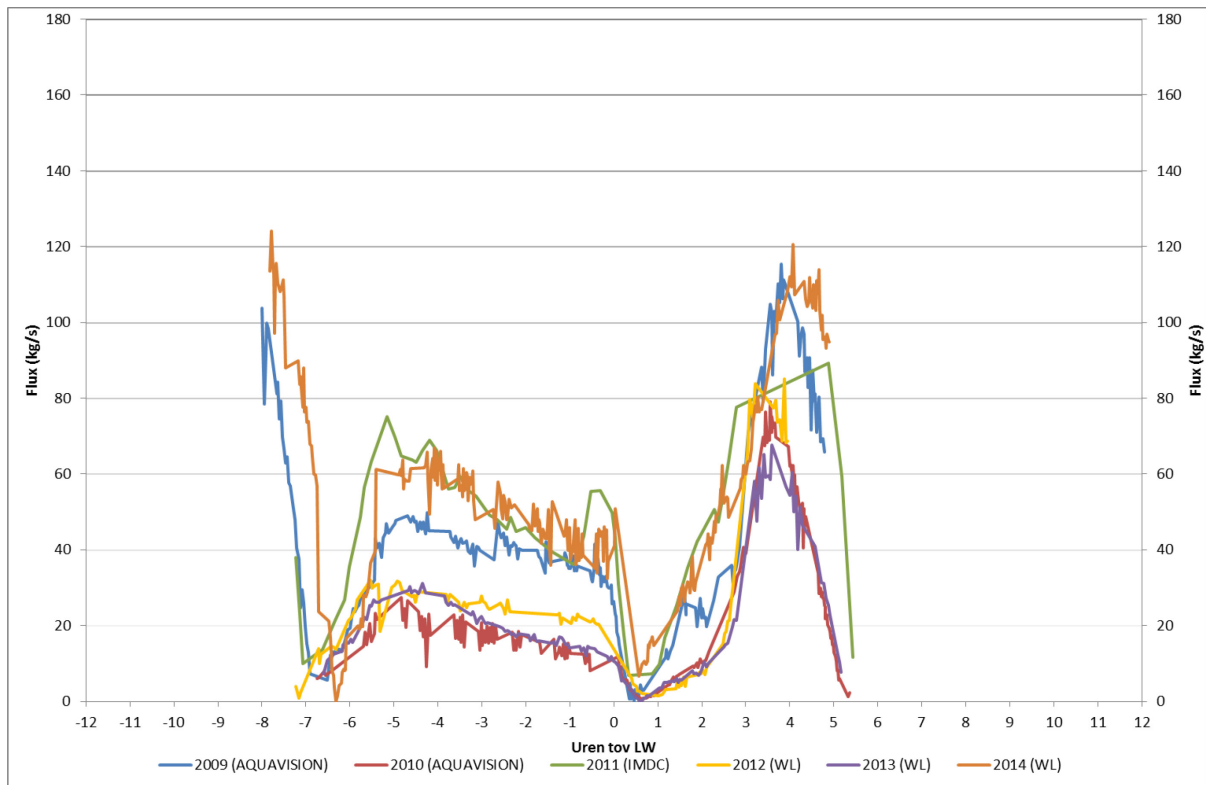


Figuur 47 – 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2014 te Schellebelle

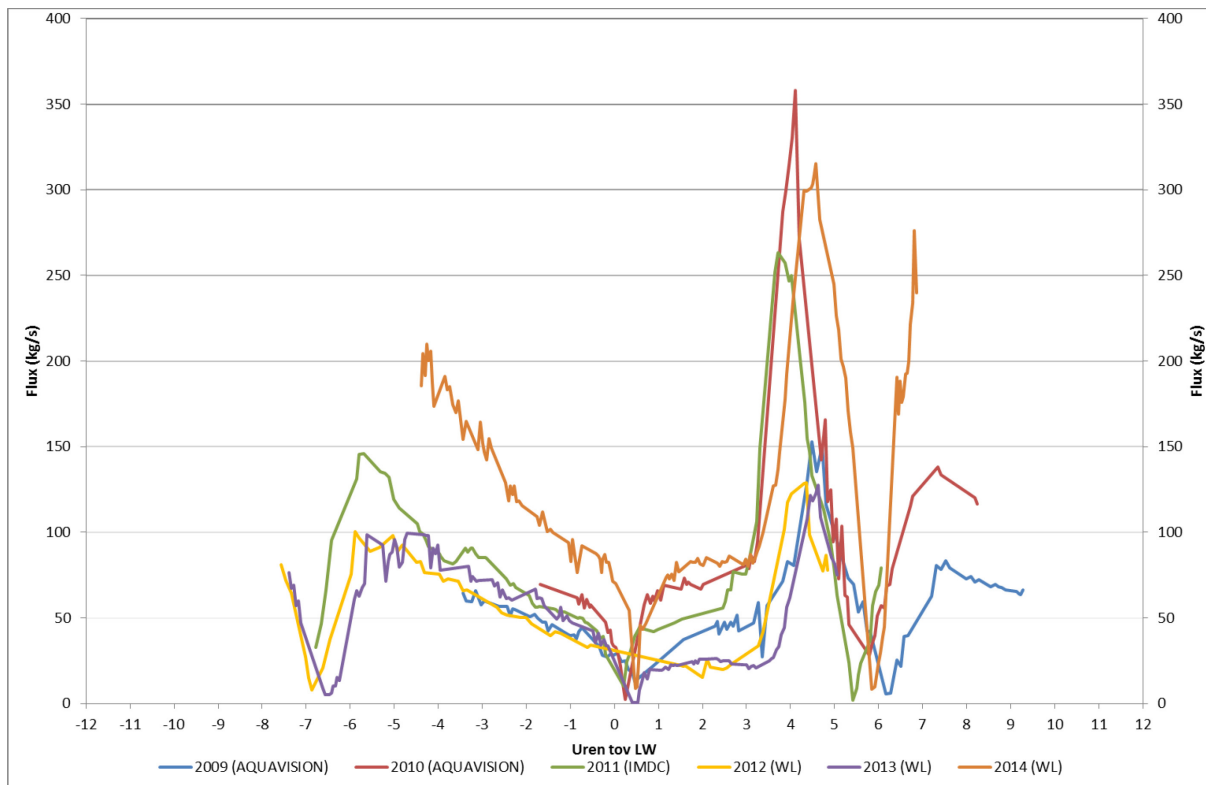


Figuur 48 – 13 uursmetingen genormeerde resultaten van 2014 te Dendermonde

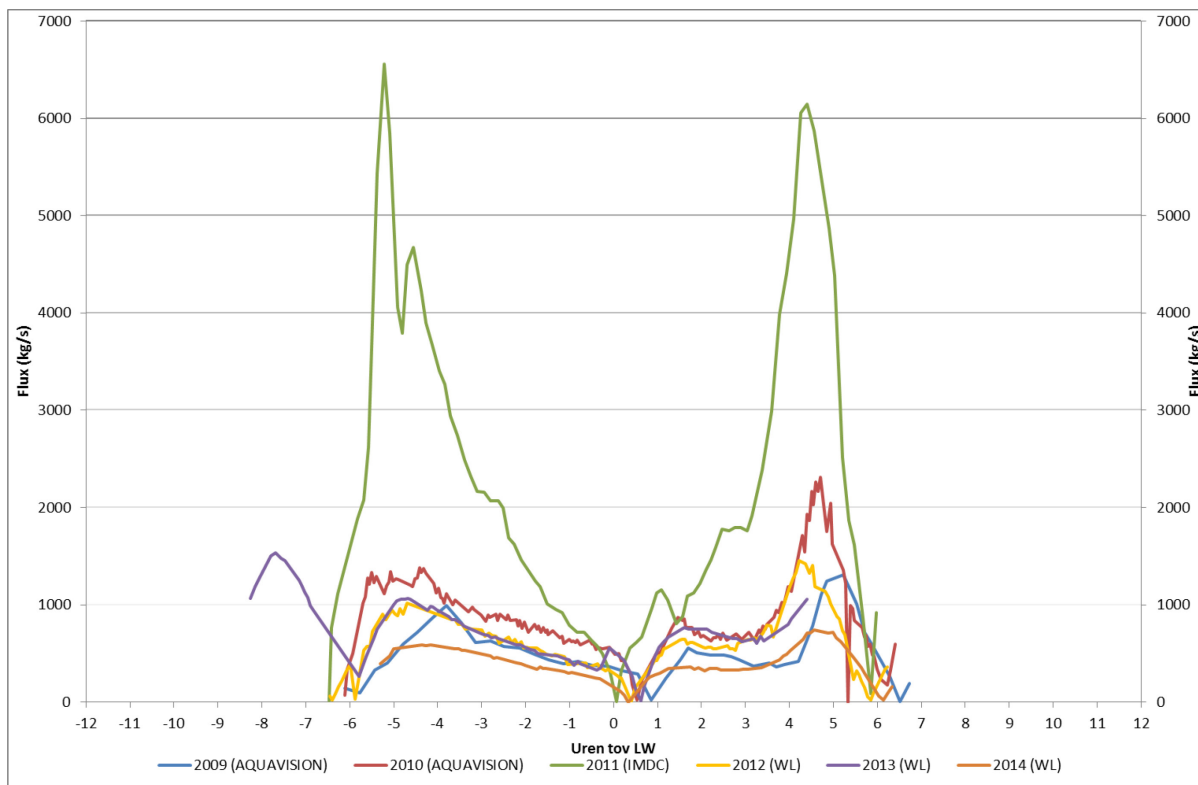
3.4.3. Vergelijking van de sediment fluxen tussen 2009 en 2014



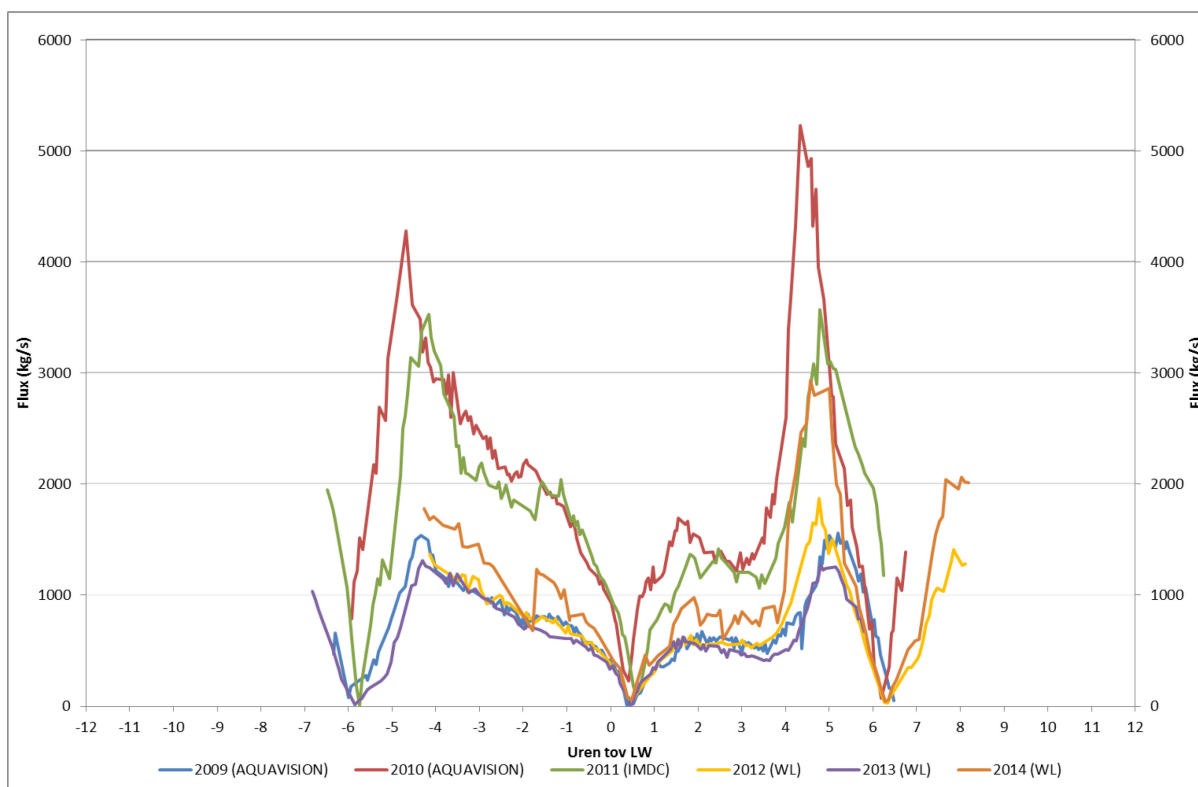
Figuur 49 – Vergelijking van de sediment fluxen van 2009 tot 2014 te Schoonaarde



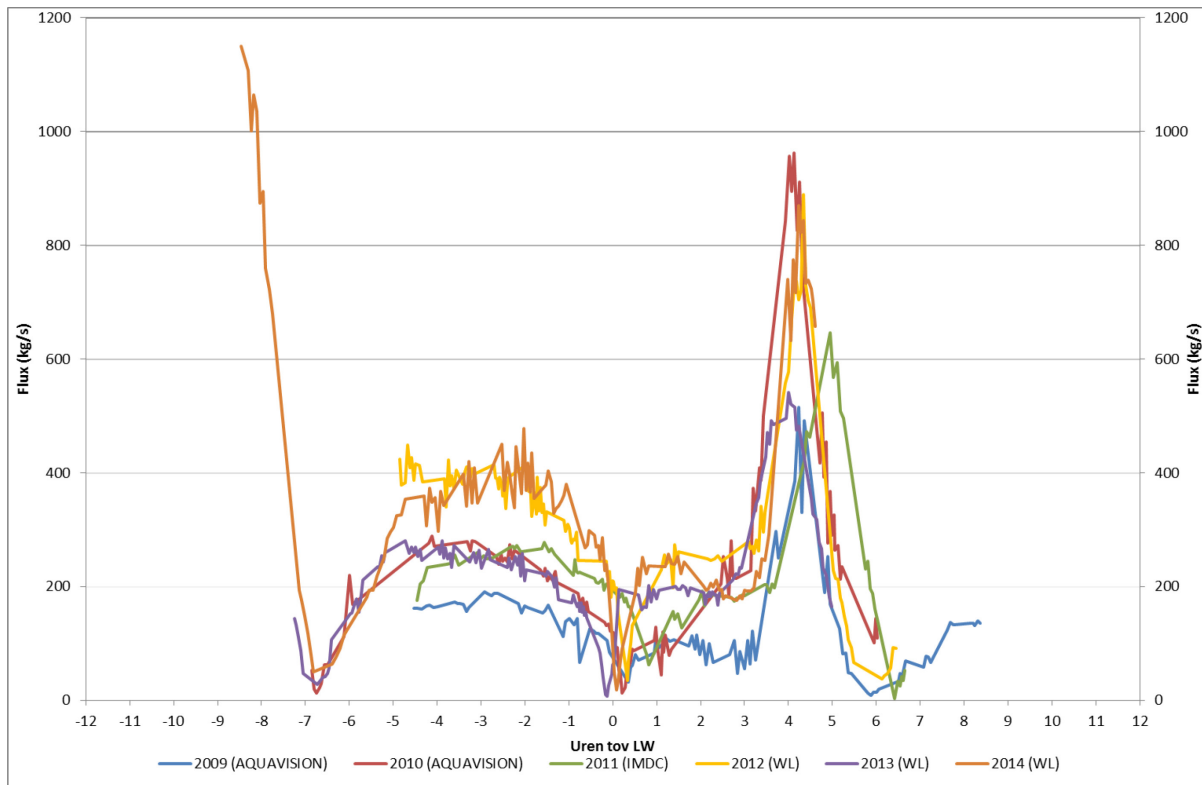
Figuur 50 – Vergelijking van de sediment fluxen van 2009-2010 te Boom en 2011-2014 te Terhagen



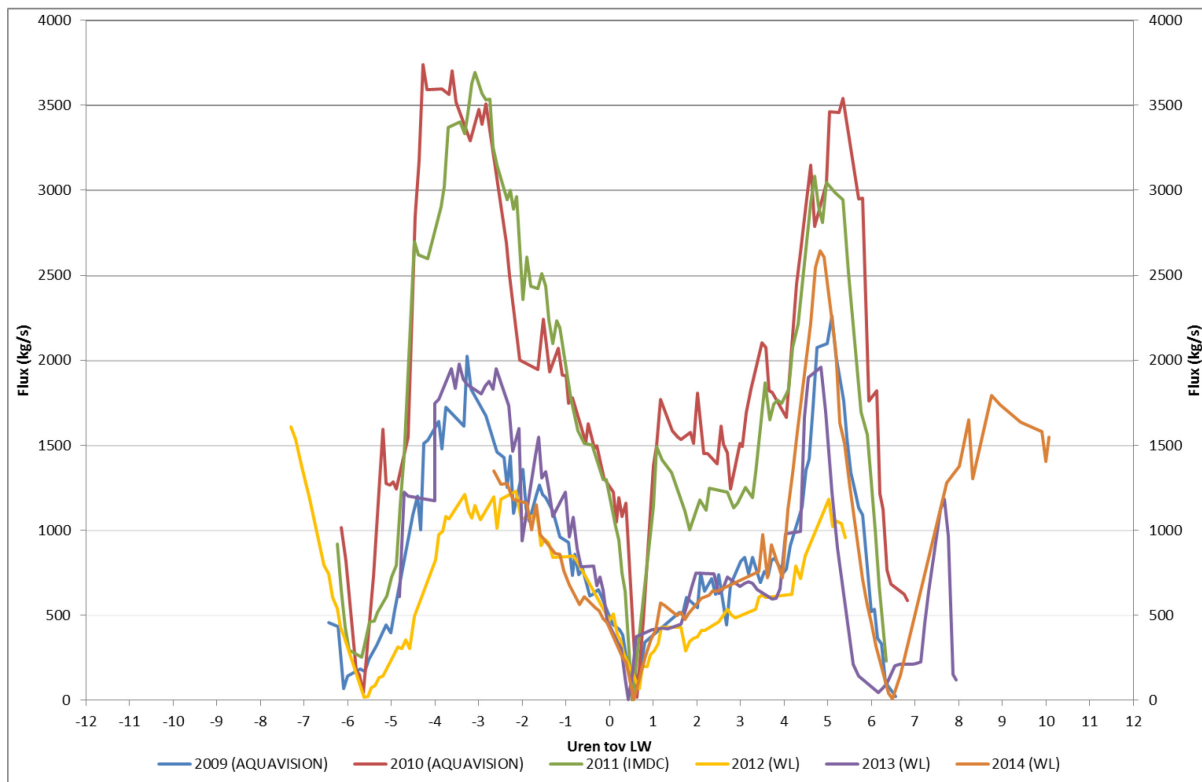
Figuur 51 – Vergelijking van de sediment fluxen van 2009-2014 te Kruikebe



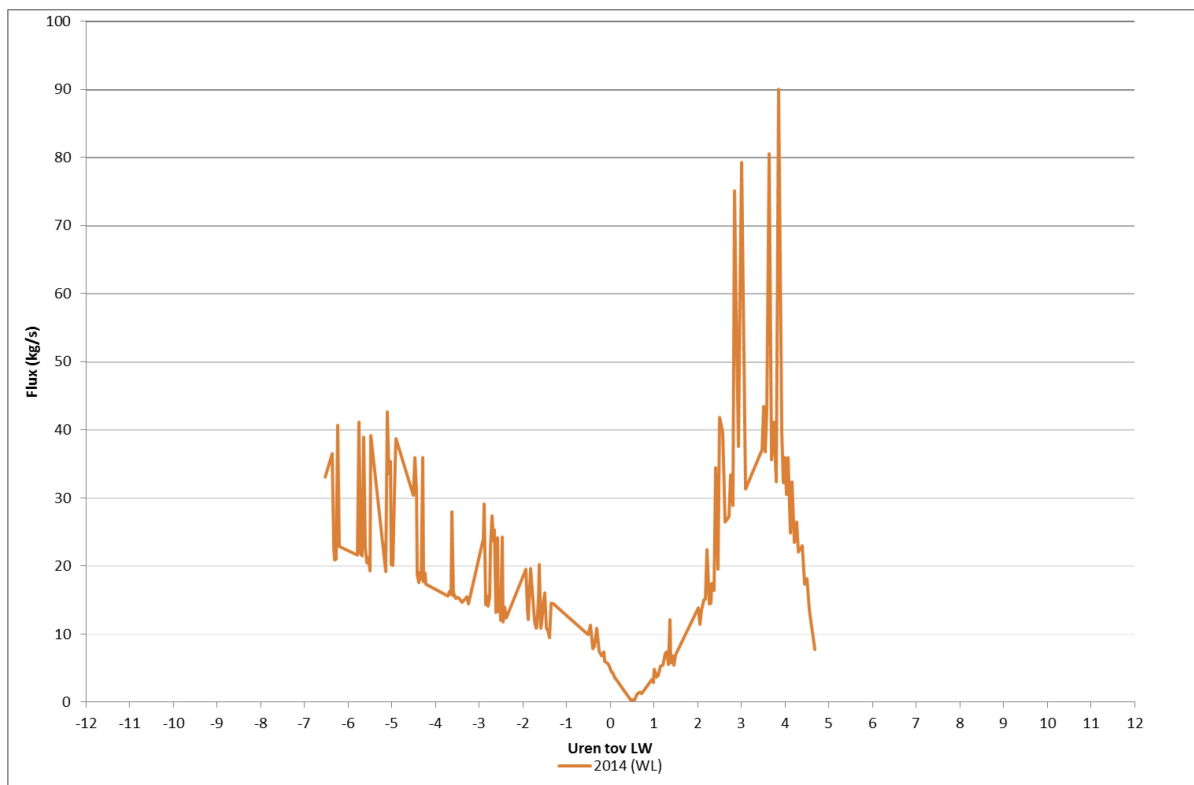
Figuur 52 – Vergelijking van de sediment fluxen van 2009-2014 te Oosterweel



Figuur 53 – Vergelijking van de sediment fluxen van 2009-2014 te Driegoten

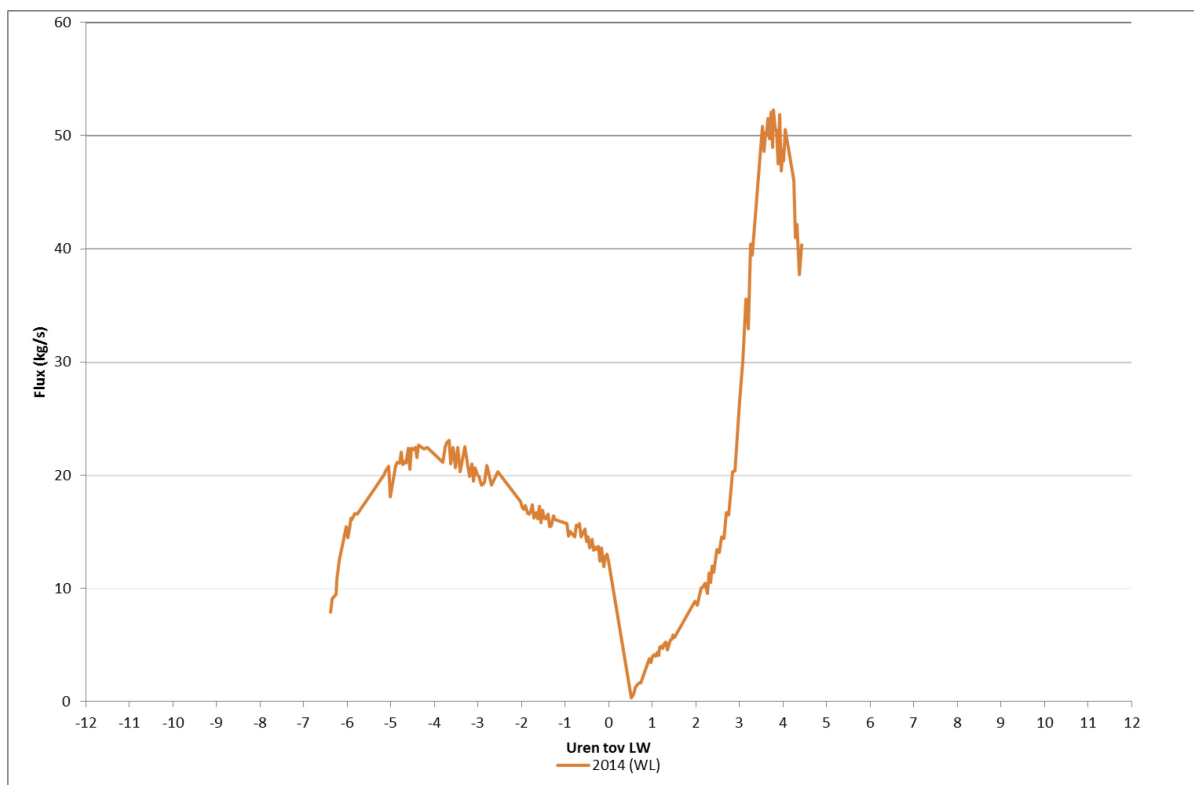


Figuur 54 – Vergelijking van de sediment fluxen van 2009-2014 te Liefkenshoek



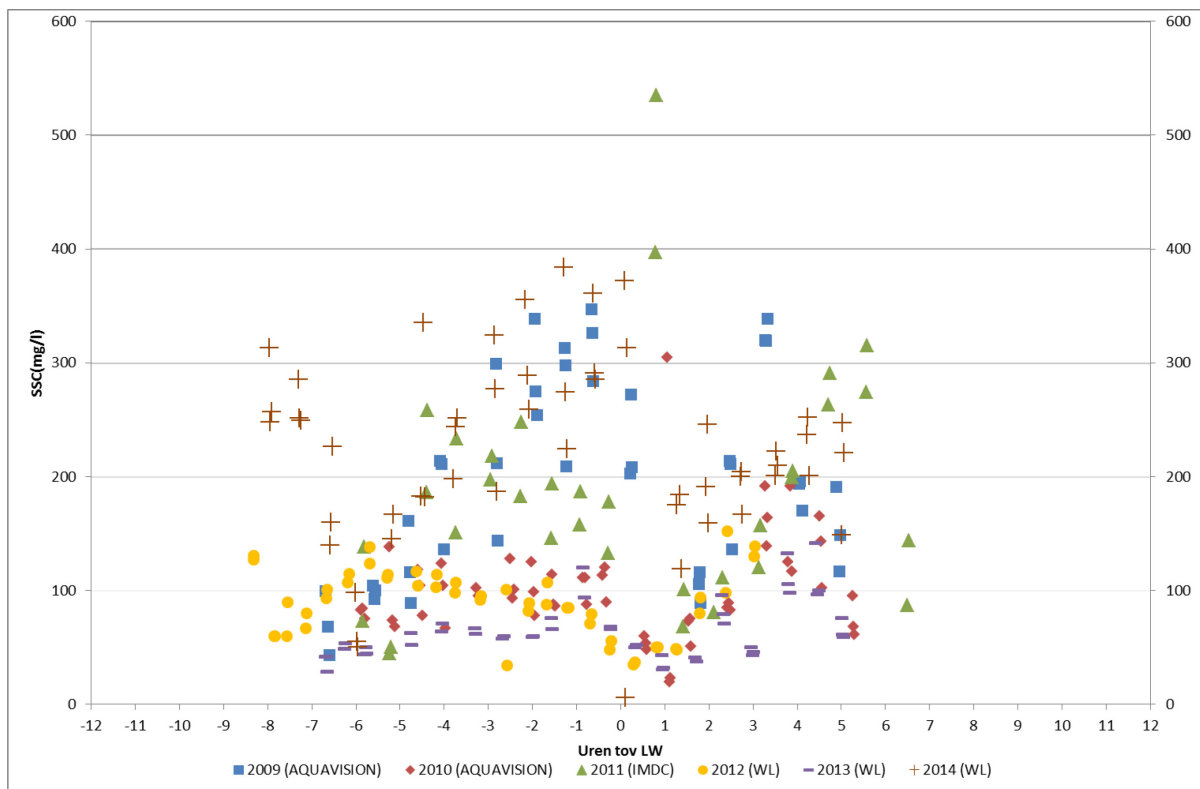
Figuur 55 – Fluxen van 2014 te Schellebelle

De fluxen van Schellebelle zijn opvallend onrealistisch en dienen nog verder onderzocht. Analyse sluit de mogelijkheid van storing van één of meerdere beams uit. In een verdere analyse dient de interne werking van ViSea nagekeken.

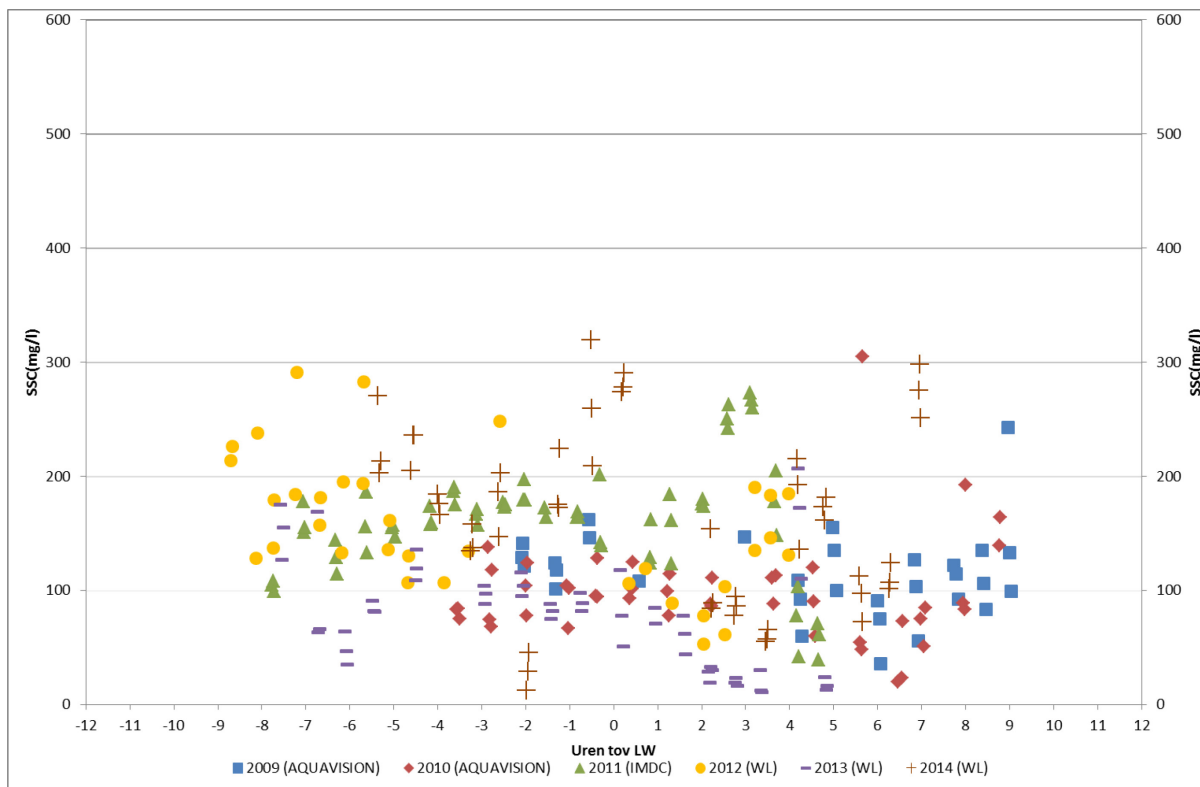


Figuur 56 – Fluxen van 2014 te Dendermonde

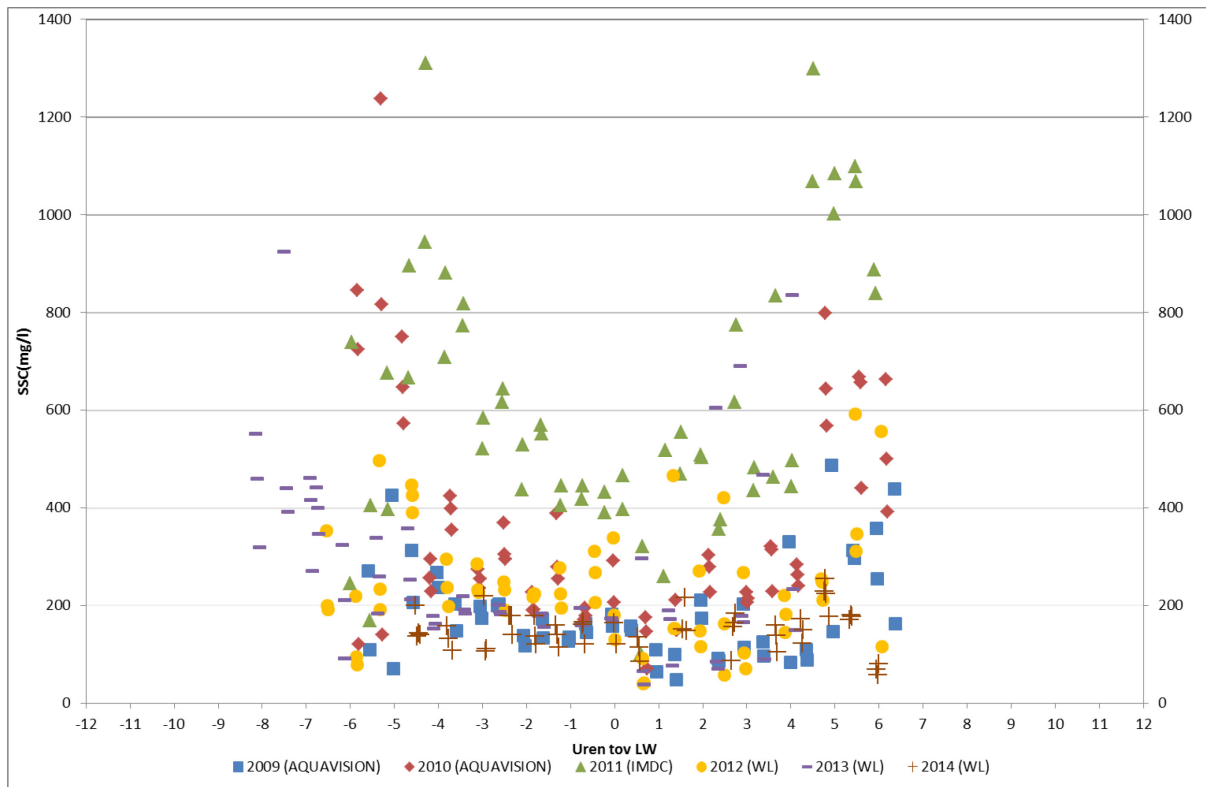
3.4.4. Vergelijking van de sediment concentraties tussen 2009 en 2014



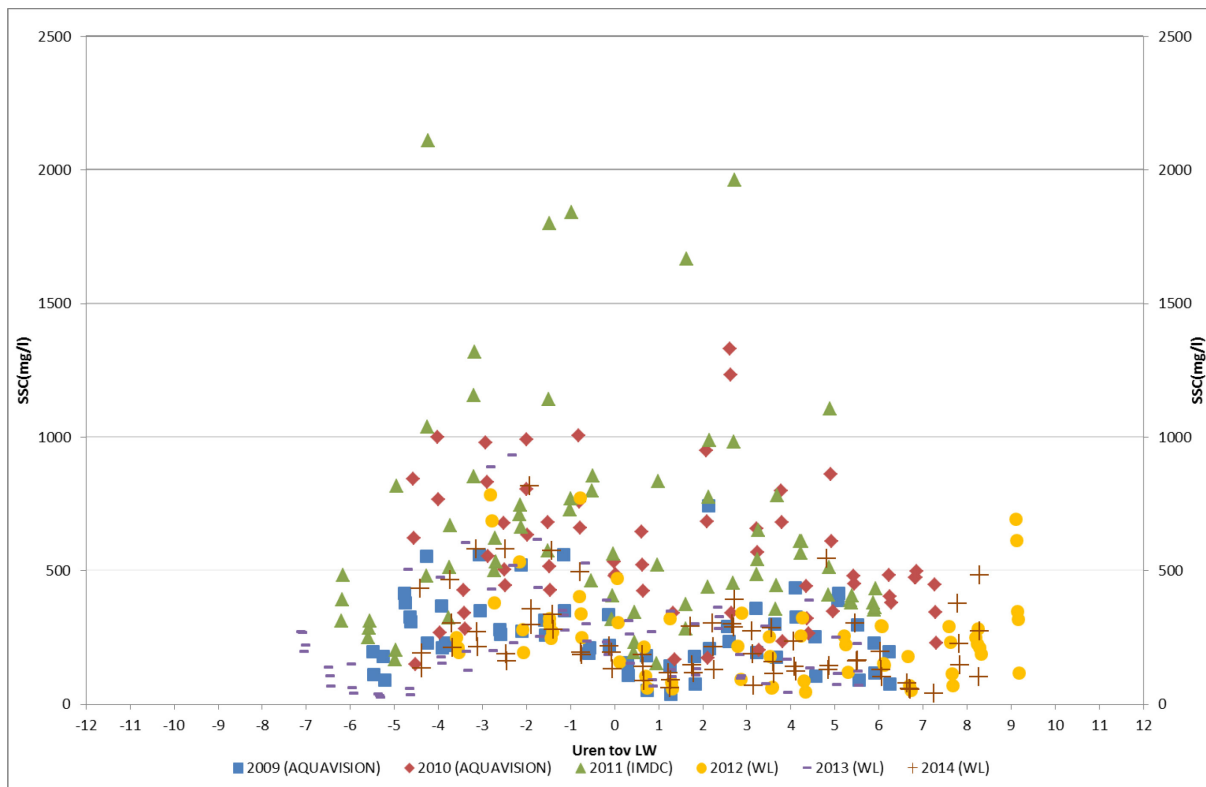
Figuur 57 – Vergelijking van de 13 uursmetingen bemonsterde SSC van 2009 tot 2014 te Schoonaarde



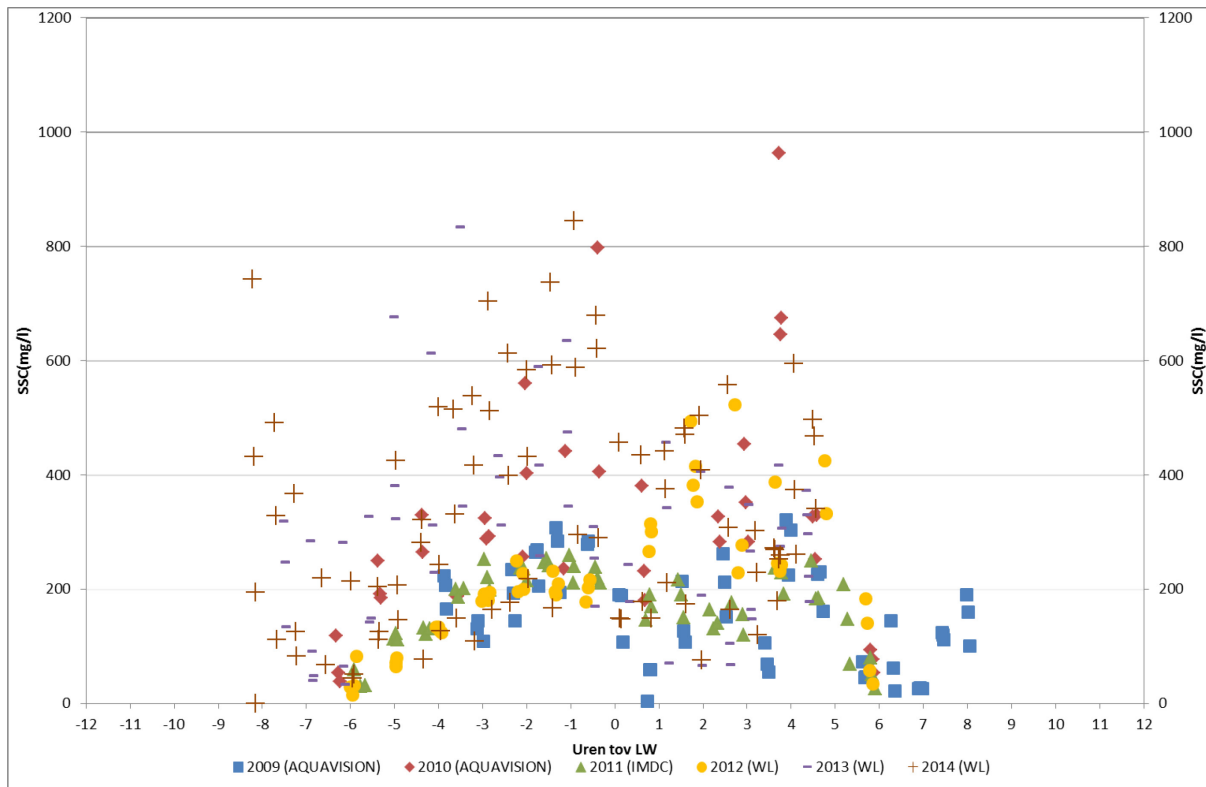
Figuur 58 – Vergelijking van de 13 uursmetingen bemonsterde SSC van 2009 tot 2014 te Boom/Terhagen



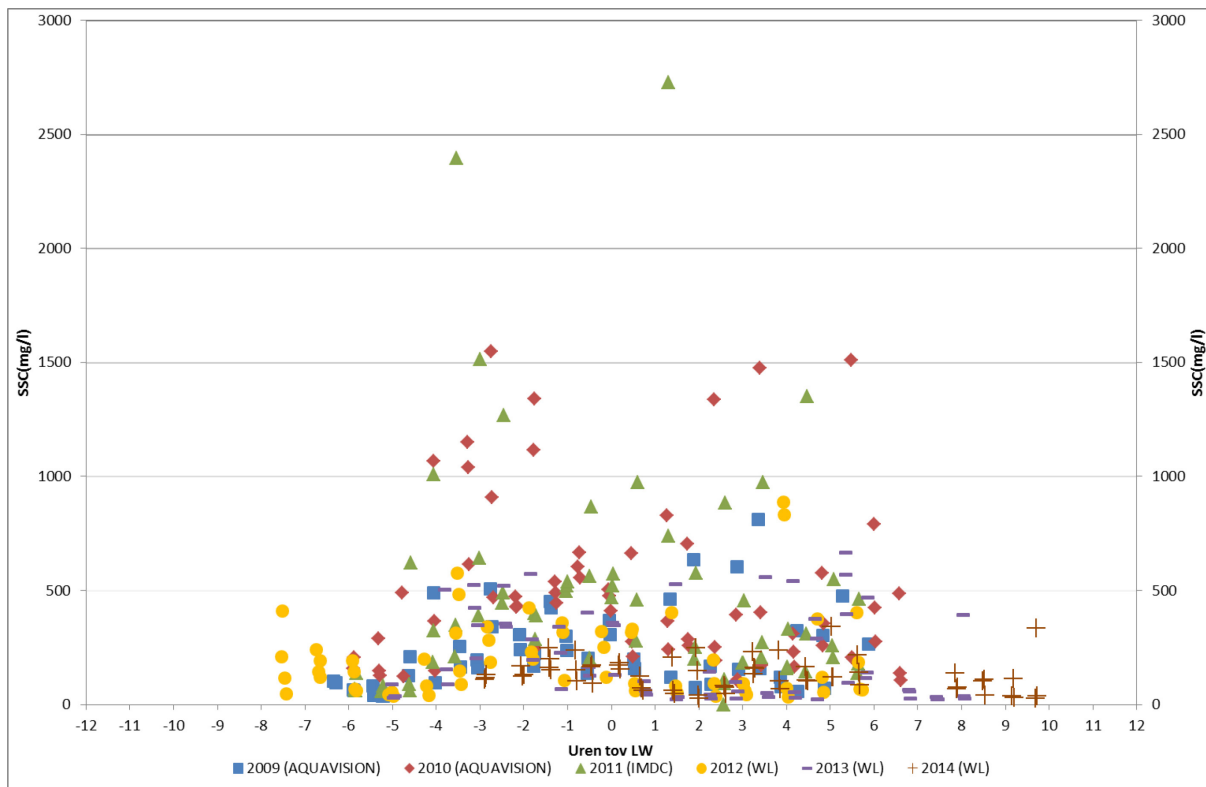
Figuur 59 – Vergelijking van de 13 uursmetingen bemonsterde SSC van 2009 tot 2014 te Kruikebe



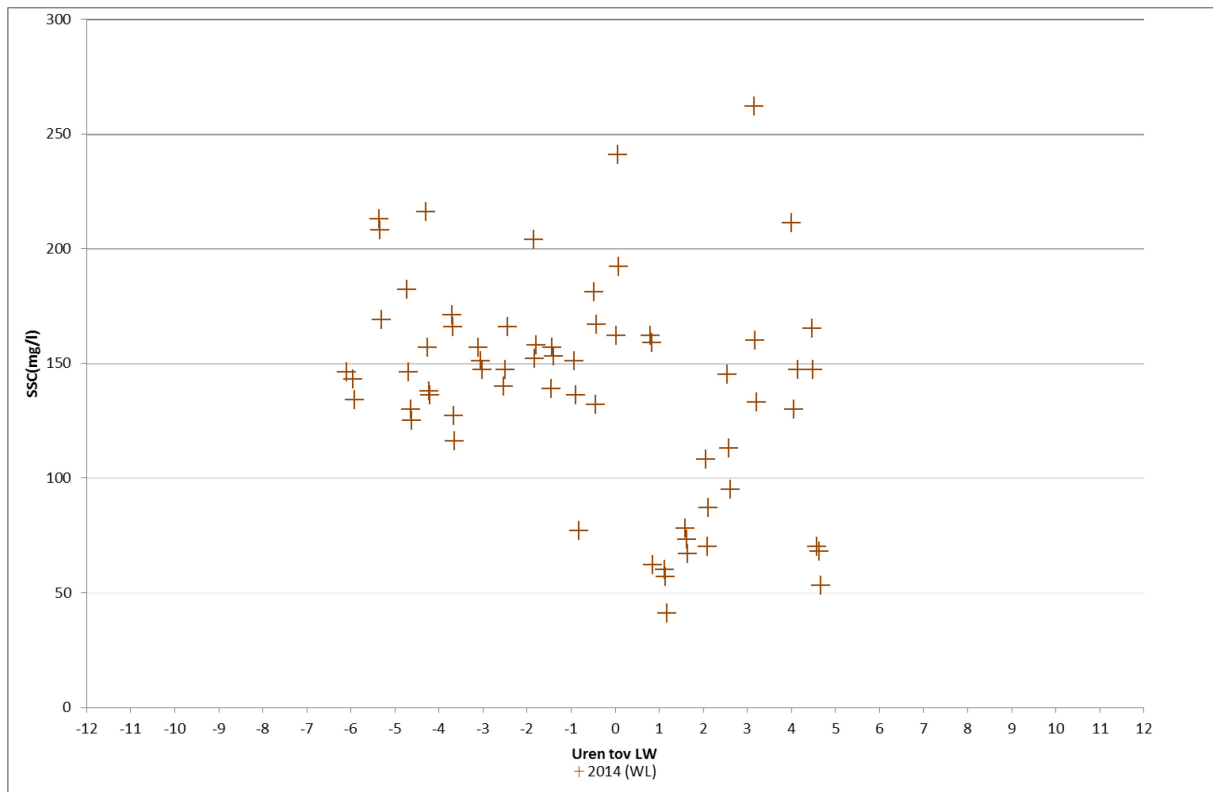
Figuur 60 – Vergelijking van de 13 uursmetingen bemonsterde SSC van 2009 tot 2014 te Oosterweel



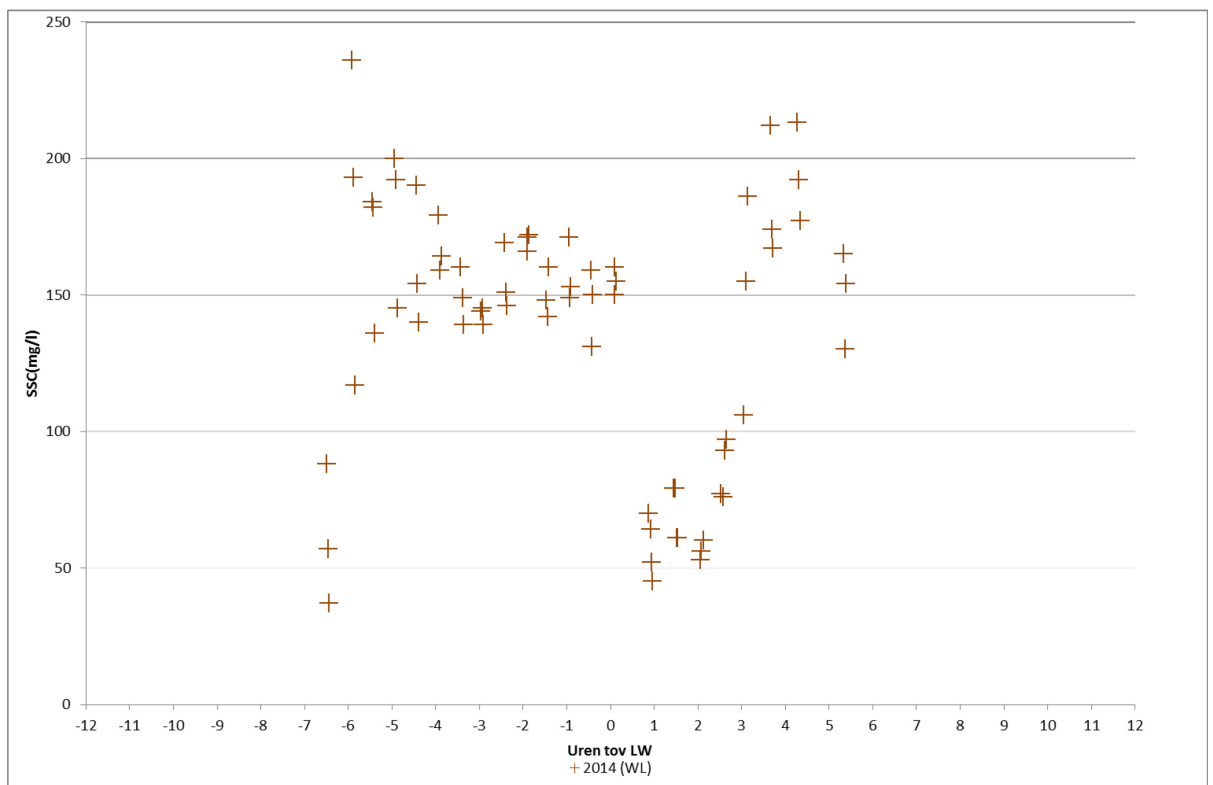
Figuur 61 – Vergelijking van de 13 uursmetingen bemonsterde SSC van 2009 tot 2014 te Driegoten



Figuur 62 – Vergelijking van de 13 uursmetingen bemonsterde SSC van 2009 tot 2014 te Liefkenshoek



Figuur 63 – 13 uursmetingen bemonsterde SSC in 2014 te Schellebelle



Figuur 64 – 13 uursmetingen bemonsterde SSC in 2014 te Dendermonde

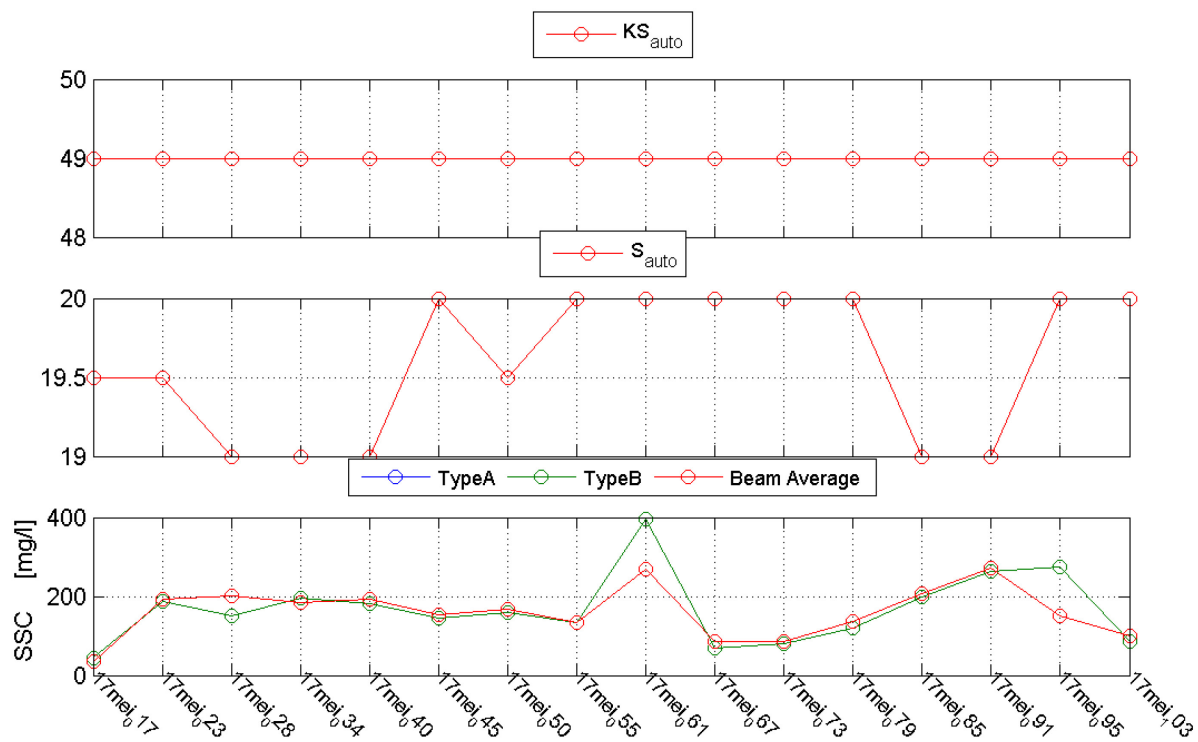
3.4.5. Vergelijking van de SSC kalibratie parameters tussen 2009 en 2014

Schoonaarde 03/07/2014

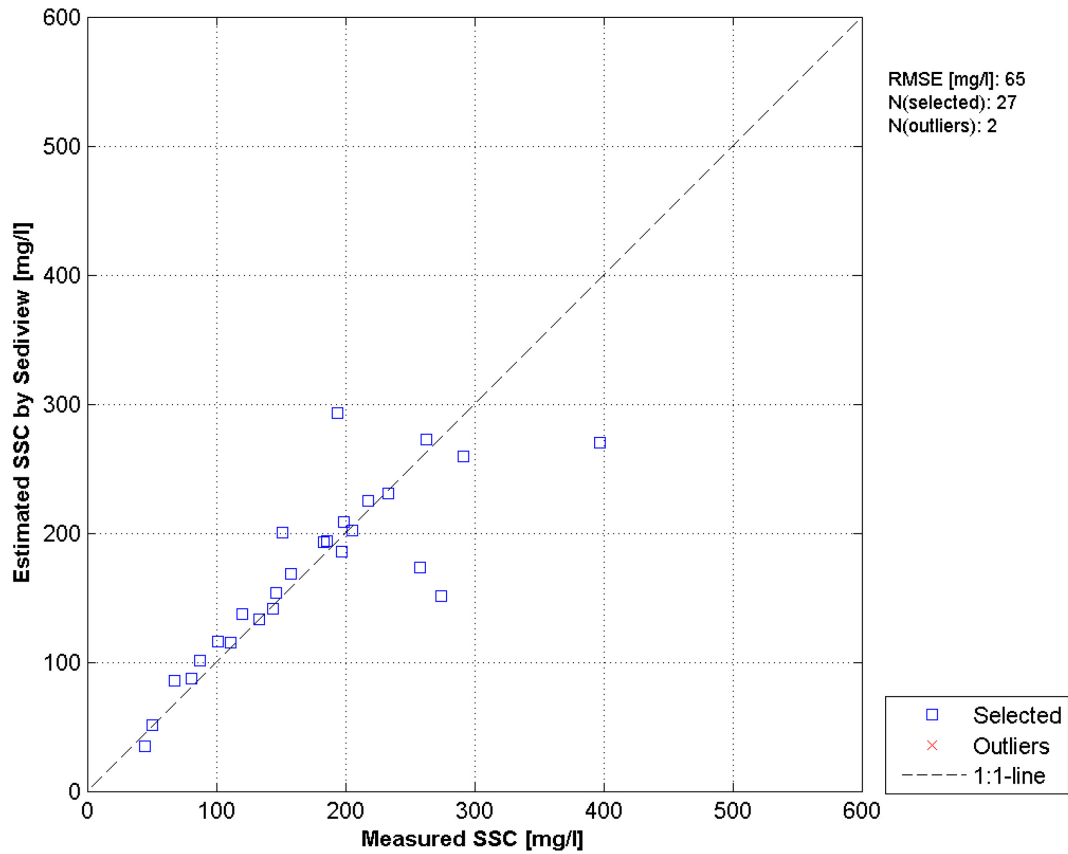
Tabel 8 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Schoonaarde

Jaar	Helling	Intercept	R ² (%)
2009	0,0390	3,300	67
2010	0,0480	3,779	87
2011	Niet lineaire	Niet lineaire	?
2012	0,0453	3,2909	77
2013	0,0386	3,3694	83
2014	0,0455	3,9563	80

De kalibratie coëfficiënten van 2011 werden niet lineair geschat. *Onderstaande figuur* vat de parameters van die relatie samen.



Figuur 65 – Parameters van de niet lineaire regressie tussen waterstalen SSC en ADCP ABS te Schoonaarde



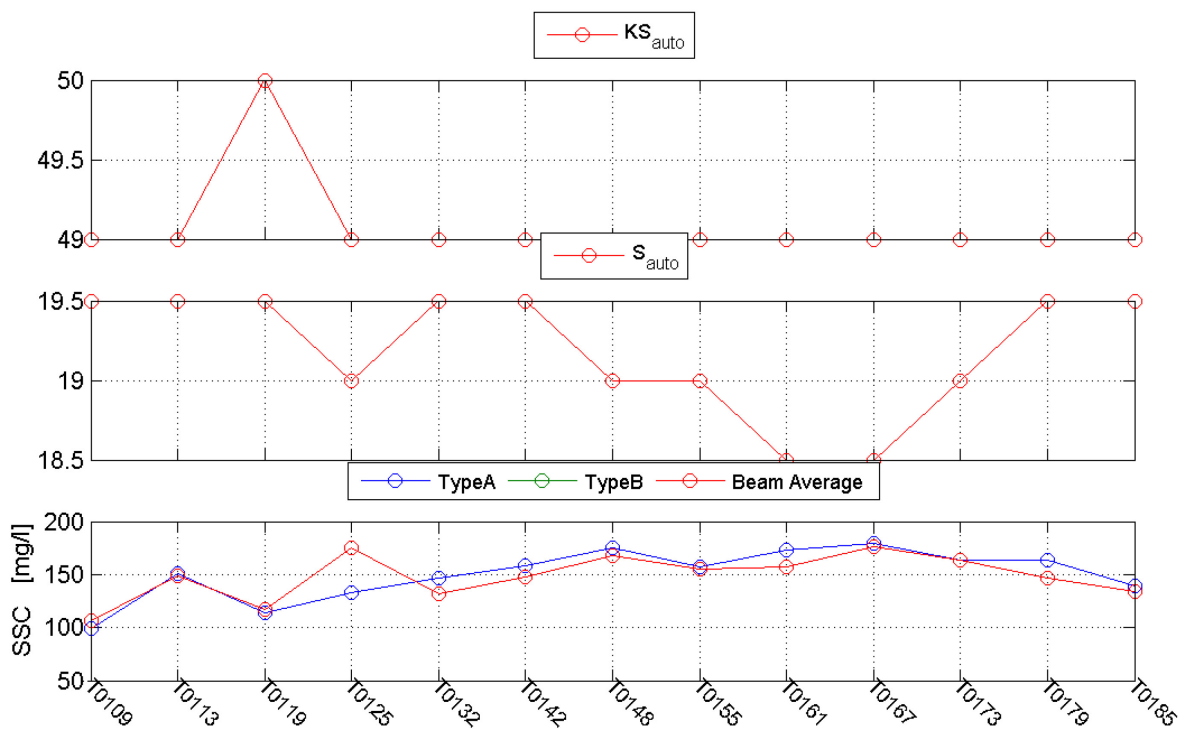
Figuur 66 – Lineaire regressie tussen bemonsterde en geschatte SSC te Schoonaarde 2011

Terhagen 30/06/2014

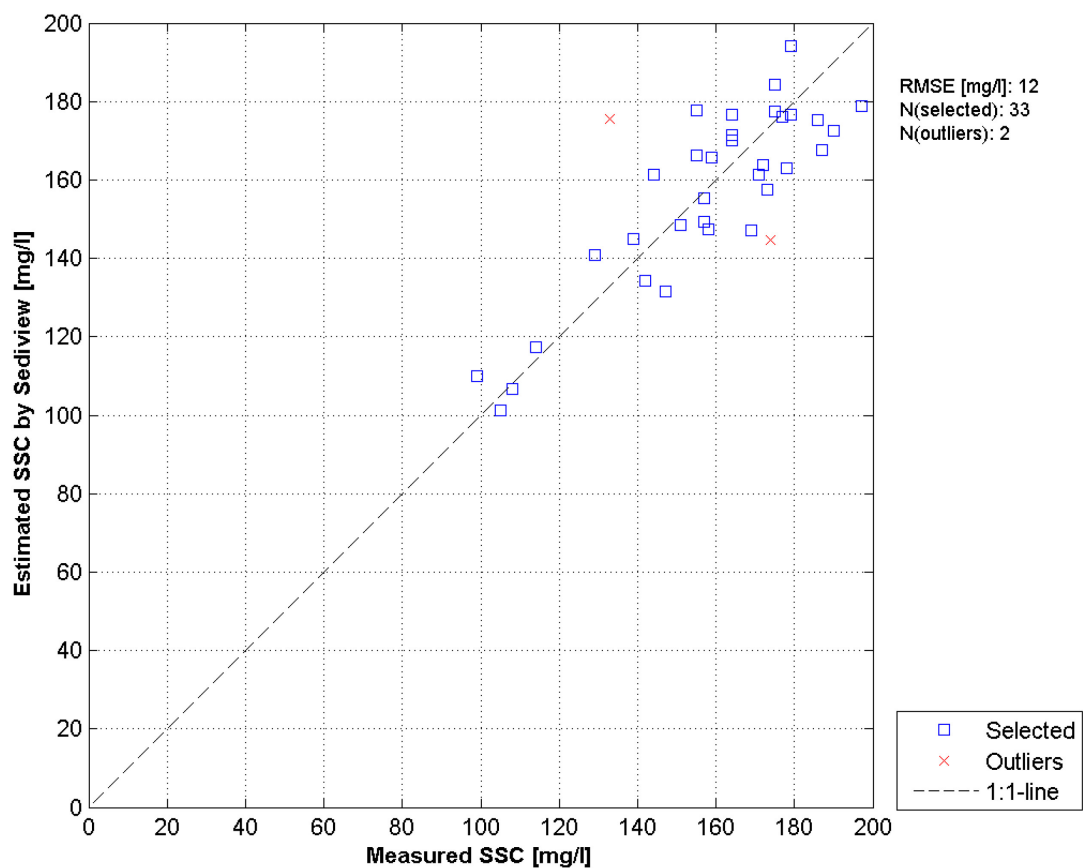
Tabel 9 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Terhagen

Jaar	Helling	Intercept	R ² (%)
2009	0,0220	2,669	69
2010	0,0488	4,0251	71
2011	Niet lineaire	Niet lineaire	?
2012	0,0267	2,8400	60
2013	0,0739	4,6351	81
2014	0,5160	4,6920	80

De kalibratie coëfficiënten van 2011 werden niet lineair geschat. *Onderstaande figuur* vat de parameters van die relatie samen.



Figuur 67 – Parameters van de niet lineaire regressie tussen waterstalen SSC en ADCP ABS te Terhagen



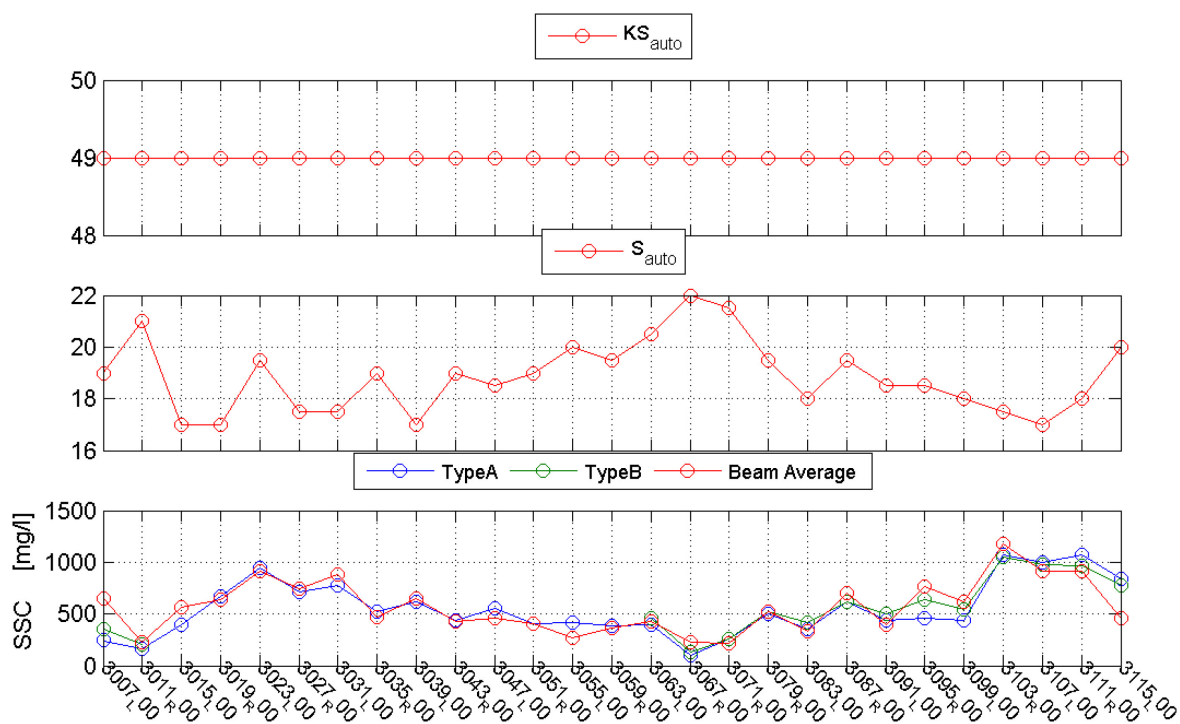
Figuur 68 – Lineaire regressie tussen bemonsterde en geschatte SSC te Terhagen 2011

Kruibeke 02/07/2014

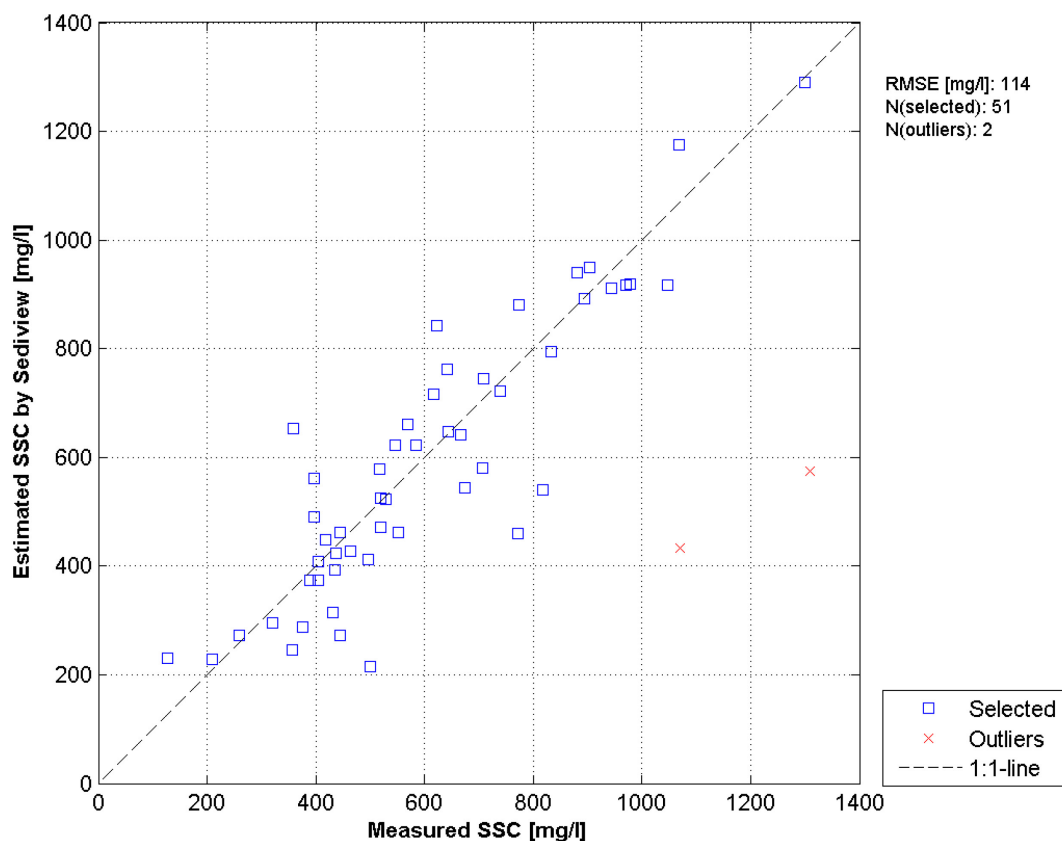
Tabel 10 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Kruibeke

Jaar	Helling	Intercept	R ² (%)
2009	0,0610	5,0900	79
2010	0,0561	5,2597	61
2011	Niet lineaire	Niet lineaire	?
2012	0,0459	4,0833	63
2013	0,0052	2,6049	27
2014	0,02490	3,1060	69

De kalibratie coëfficiënten van 2011 werden niet lineair geschat. Onderstaande figuur vat de parameters van die relatie samen.



Figuur 69 – Parameters van de niet lineaire regressie tussen waterstalen SSC en ADCP ABS te Kruibeke



Figuur 70 – Lineaire regressie tussen bemonsterde en geschatte SSC in Kruikebe te 2011

Oosterweel 16/05/2014

Tabel 11 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Oosterweel

Jaar	Helling	Intercept	R ² (%)
2009	0,0420	4,3260	67
2010	0,0681	5,9608	77
2011	0,068*	5,960*	96*
2012	0,0509	3,5692	84
2013	0,0552	4,4736	80
2014	0,0449	3,9517	84

*Die waarden werden echter door AQUAVISION gekalibreerd tussen bemonsterde SSC en OBS turbiditeit.

Driegoten 17/06/2014

Tabel 12 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Driegoten

Jaar	Helling	Intercept	R ² (%)
2009	0,0540	3,7050	86
2010	0,0529	4,2929	84
2011	0,0624	4,5900	80
2012	0,0336	3,3893	62
2013	0,0523	4,2039	89
2014	0,0458	3,5050	80

Liefkenshoek 14/05/2014

Tabel 13 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Liefkenshoek

Jaar	Helling	Intercept	R ² (%)
2009	0,0590	5,1190	78
2010	0,0867	6,7800	71
2011	0,0746	6,1830	76
2011*	2,9500	-88	96
2012	0,0630	4,6673	89
2013	0,0607	4,6799	91
2014	0,0610	4,5150	82

*Parameters van de lineaire regressie gelegd tussen bemonsterde SSC en OBS turbiditeit door AQUAVISION

Schellebelle 15/04/2014

Tabel 14 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Schellebelle

Jaar	Helling	Intercept	R ² (%)
2014 gemeten	0,0242	2,8886	52
2014 gebruikt	0,0400	3,5000	-

Default coëfficiënten waarden werden gebruikt in plaats van de slecht lineaire gecorreleerde gemeten waarden. Die default waarden zijn gelijkaardig met die van het dichtbij zijnde meet transect van Schoonaarde. Dezelfde methode werd gebruikt voor Dendermonde.

Dendermonde 17/04/2014

Tabel 15 – Coëfficiënten van de kalibraties tussen backscatter en SSC te Dendermonde

Jaar	Helling	Intercept	R ² (%)
2014 gemeten	0,0076	2,3541	31
2014 gebruikt	0,0400	3,5530	-

De sedimentfluxen van Schellebelle vertonen onrealistische schommelingen. Verdiepte analyses tonen aan dat die niet te wijten zijn aan een ADCP storing. Er dient verder getoetst te worden of de intense variaties te wijten zouden kunnen zijn aan de postprocessing uitgevoerd met de software ViSea©. De R² van de regressie tussen ADCP backscatter en waterstalen SSC is te laag. De gemiddelde coëfficiënten van Schoonaarde werden gebruikt voor de schatting van SSC. Dit zowel in Schellebelle als in Dendermonde waar fysische condities vergelijkbaar zijn.

4. Referentielijst

- Deines, K. L. (1999). Backscatter estimation using Broadband acoustic Doppler current profilers. In *Proceedings of the IEEE Sixth Working Conference on Current Measurement (Cat. No.99CH36331)* (pp. 249–253). Ieee. doi:10.1109/CCM.1999.755249
- Fettweis, M., Francken, F., Pison, V., & Van den Eynde, D. (2006). Suspended particulate matter dynamics and aggregate sizes in a high turbidity area. *Marine Geology*, 235(1-4), 63–74. doi:10.1016/j.margeo.2006.10.005
- Jeffrey W. Gartner (U.S. Geological Survey, W. R. D. (2002). *ESTIMATION OF SUSPENDED SOLIDS CONCENTRATIONS BASED ON ACOUSTIC BACKSCATTER INTENSITY: THEORETICAL BACKGROUND* (p. 3).
- Kim, Y. H., & Voulgaris, G. (2003). ESTIMATION OF SUSPENDED SEDIMENT CONCENTRATION IN ESTUARINE ENVIRONMENTS USING ACOUSTIC BACKSCATTER FROM AN ADCP.
- Landers, M. N. (2010). REVIEW OF METHODS TO ESTIMATE FLUVIAL SUSPENDED SEDIMENT CHARACTERISTICS FROM ACOUSTIC SURROGATE METRICS. In *2ND Joint Federal Interagency Conference*. Las Vegas. Retrieved from http://acwi.gov/sos/pubs/2ndJFIC/Contents/2C_Landers_030910_paper.pdf
- Levy, Y., Vereecken, H., Deschamps, M., Verwaest, T., & Mostaert, F. (2014). *MONEOS 2012 - 13 uursmetingen Factual data rapaport: Stromingen, debiet en sediment concentratie* (p. 56). Antwerp. Retrieved from <http://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=240012>
- Levy, Y., Vereecken, H., Plancke, Y., Verwaest, T., & Mostaert, F. (2014). *Habitatmapping Zeeschelde: deelrapport 3. Factual data rapport: stroommetingen Appels op 01/08/2011* (Vol. 00_028). Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Lohrmann, A. (2001). *Monitoring sediment concentration with acoustic backscattering instruments. Nortek Technical Note* (p. 5). Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Monitoring+Sediment+Concentration+with+acoustic+backscattering+instruments#0>
- Meire, P., & Maris, T. (2008). *MONEOS geïntegreerde monitoring van het Schelde-estuarium*. Antwerp.
- Merckelbach, L. M. (2006). A model for high-frequency acoustic Doppler current profiler backscatter from suspended sediment in strong currents. *Continental Shelf Research*, 26(11), 1316–1335. doi:10.1016/j.csr.2006.04.009
- MOURAENKO, O. A. (2004). *ACOUSTIC MEASUREMENT TECHNIQUES FOR SUSPENDED SEDIMENTS AND BEDFORMS*. University of Florida.
- Quax, B. (IMDC). (2012). *Stromings- en sedimentconcentratie metingen in mei 2011 te Schoonaarde, Terhagen en Kruibeke* (p. 600). Antwerp.
- Santen, P. van. (2010a). *Varende ADCP metingen Schelde 2009, locatie Boom* (p. 199). Utrecht.
- Santen, P. van. (2010b). *Varende ADCP metingen Schelde 2009, locatie Driegoten* (p. 235). Utrecht.
- Santen, P. van. (2010c). *Varende ADCP metingen Schelde 2009, locatie Kruibeke* (p. 115). Utrecht.
- Santen, P. van. (2010d). *Varende ADCP metingen Schelde 2009, locatie Liefkenshoek* (p. 223). Utrecht.
- Santen, P. van. (2010e). *Varende ADCP metingen Schelde 2009, locatie Oosterweel* (p. 393). Utrecht.
- Santen, P. van. (2010f). *Varende ADCP metingen Schelde 2009, locatie Schoonaarde* (p. 521). Utrecht.

- Santen, P. van. (2010g). *Varende ADCP metingen Schelde 2010* (p. 35). Utrecht.
- Santen, P. van. (2010h). *Varende ADCP metingen Schelde 2010, Figuren Boom* (p. 145). Utrecht.
- Santen, P. van. (2010i). *Varende ADCP metingen Schelde 2010, Figuren Driegoten* (p. 115). Utrecht.
- Santen, P. van. (2010j). *Varende ADCP metingen Schelde 2010, Figuren Kruibeke* (p. 115). Utrecht.
- Santen, P. van. (2010k). *Varende ADCP metingen Schelde 2010, Figuren Liefkenshoek* (p. 196). Utrecht.
- Santen, P. van. (2010l). *Varende ADCP metingen Schelde 2010, Figuren Oosterweel* (p. 311). Utrecht.
- Santen, P. van. (2010m). *Varende ADCP metingen Schelde 2010, Figuren Schoonaarde* (p. 395). Utrecht.
- Santen, P. van. (2011a). *Het meten van suspensieve sediment concentraties met een ADCP, De stand van zaken* (p. 24). Delft. doi:AV_DOC_110202
- Santen, P. van. (2011b). *Varende ADCP metingen Schelde 2011* (p. 25). Utrecht.
- Santen, P. van. (2011c). *Varende ADCP metingen Schelde 2011, Figuren Driegoten* (p. 183). Utrecht.
- Santen, P. van. (2011d). *Varende ADCP metingen Schelde 2011, Figuren Liefkenshoek* (p. 187). Utrecht.
- Santen, P. van. (2011e). *Varende ADCP metingen Schelde 2011, Figuren Oosterweel* (p. 281). Utrecht.
- Sassi, M. G., Hoitink, a. J. F., & Vermeulen, B. (2012). Impact of sound attenuation by suspended sediment on ADCP backscatter calibrations. *Water Resources Research*, 48(9), n/a–n/a. doi:10.1029/2012WR012008
- Thorne, P. D., Vincent, C. E., Hardcastle, P. J., Rehman, S., & Pearson, N. (1991). Measuring suspended sediment concentrations using acoustic backscatter devices. *Marine Geology*, 98, 7–16.
- UNESCO. (1981). Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978.pdf. Paris: Unesco Technical Papers in Marine Science.
- Urick, R. J., Knudsen, V. O., Richardson, E. G., Sewell, C. T. J., & Epstein, P. S. (1948). The Absorption of Sound in Suspensions of Irregular Particles. *THE JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA VOLUME*, 20(3), 361–363.
- Wall, G., Nystrom, E., & Litten, S. (2006). *Use of an ADCP to compute suspended-sediment discharge in the tidal Hudson River, New York* (p. 26). Reston, Virginia. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Use+of+an+ADCP+to+Compute+Suspended-Sediment+Discharge+in+the+Tidal+Hudson+River,+New+York#0>

www.kmi.be

www.waterinfo.be



Waterbouwkundig Laboratorium

Flanders Hydraulics Research

B-2140 Antwerpen

Tel. +32 (0)3 224 60 35

Fax +32 (0)3 224 60 36

E-mail: waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.watlab.be