



Vlaanderen
is wetenschap



PA_014.1
WL rapporten

GGG Bergenmeersen

Controlemetingen 2013-2016
in- en uitgaande debieten en sedimentbalans
ter hoogte van het GGG

DEPARTEMENT
**MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN**

waterbouwkundiglaboratorium.be

GGG Bergenmeersen

Controlemetingen 2013-2016
in- en uitgaande debieten en sedimentbalans ter hoogte van het GGG

Cornet, E.; Vereecken, H.; Vandenbruwaene, W.; Deschamps, M.; Mostaert, F.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.

De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.

Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2019
D/2019/3241/109

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Cornet, E.; Vereecken, H.; Vandenbruwaene, W.; Deschamps, M.; Mostaert, F. (2019). GGG Bergenmeersen: Controlemetingen 2013-2016 in- en uitgaande debieten en sedimentbalans ter hoogte van het GGG. Versie 1.0. WL Rapporten, PA_014_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	De Vlaamse Waterweg	Ref.:	WL2019RPA_014_1
Keywords (3-5):	GGG, debiet, sedimenttransport, sedimentbalans.		
Tekst (p.):	16	Bijlagen (p.):	11
Vertrouwelijk:	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

Auteur(s):

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Vereecken, H.	Getekend door: Hans Vereecken (Signature) Getekend op: 2019-07-15 13:45:47 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Hans Vereecken</i>
Projectleider:	Vandenbruwaene, W.	Getekend door: Wouter Vandenbruwaene (S) Getekend op: 2019-07-15 14:07:57 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Wouter Vandenbruwaene</i>

Goedkeuring

Verantwoordelijke (Steunpunt) HIC:	Deschamps, M.	Getekend door: Maarten Deschamps (Signa) Getekend op: 2019-07-22 09:07:59 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Maarten Deschamps</i>
Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2019-07-22 09:18:43 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Frank Mostaert</i>



Abstract

Dit rapport biedt een overzicht van controlemetingen ter hoogte van het bestaande Gecontroleerde Gereduceerde Getijgebied (GGG) Bergenmeersen op de Zeeschelde te Wichelen en die gevraagd werden door de Afdeling Zeeschelde en de projectleider binnen WL van project 00_075 (Sigmaplan - gereduceerde getijdegebieden - schaalmodelproeven gecombineerde in- en uitwateringsconstructies).

Deze metingen werden op 10/09/2013, 11/09/2014, 03/09/2015 en 22/09/2016 gehouden en hadden betrekking op het in- en uitgaande debiet (watervolume) en op de in- en uitgaande sedimentvrachten (sedimentbalans) gedurende een volledige tijcyclus (13-uursmeting).

De metingen leren ons dat het opmeten van een sluitende waterbalans moeilijk te meten is, terwijl dit in de realiteit zeker zo moet zijn aangezien de waterpeilen in het gebied voor en na een in- en uitwateringscyclus hetzelfde zijn. In normale omstandigheden hechten we meer waarde aan de opgemeten inwateringsvolumes, daar de meetomstandigheden meestal beter waren dan tijdens de uitwatering, waar ofwel een te ondiepe meetsituatie optrad of te veel turbulentie.

Wat ook opvalt is dat de sedimentbalans in het gebied sterke spreiding vertoont op de verschillende meetdagen. Telkens blijft wel nagenoeg 50% van het sediment dat via de inwatering binnenkomt achter in het gebied.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Inleiding	1
1.1 Situering van de metingen.....	1
1.2 Werkwijze en gebruikte meetapparatuur	3
2 Resultaten controlemetingen in- en uitgaande debieten en sedimentvrachten.....	5
2.1 13-uursmeting van 10/09/2013	5
2.2 13-uursmeting van 11/09/2014	8
2.3 13-uursmeting van 03/09/2015	11
2.4 13-uursmeting van 22/09/2016	14
2.5 Conclusies	16
Bijlage 1 – configuratie Streampro ADCP	B1
Bijlage 2 – logboek 13 uurs meting 10/09/2013	B4
Bijlage 3 – in- en uitwatering 10/09/2013: sedimentologische analyse waterstalen	B5
Bijlage 4 – logboek 13 uurs meting 11/09/2014	B6
Bijlage 5 – in- en uitwatering 11/09/2014: sedimentologische analyse waterstalen	B7
Bijlage 6 – logboek 13 uurs meting 03/09/2015	B8
Bijlage 7 – in- en uitwatering 03/09/2015: sedimentologische analyse waterstalen	B9
Bijlage 8 – logboek 13 uurs meting 22/09/2016	B10
Bijlage 9 – in- en uitwatering 22/09/2016: sedimentologische analyse waterstalen	B11

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – In- en uitwatering 10/09/2013: debiet- en sedimentbalans	7
Tabel 2 – In- en uitwatering 11/09/2014: debiet- en sedimentbalans	10
Tabel 3 – In- en uitwatering 03/09/2015: debiet- en sedimentbalans	13
Tabel 4 – In- en uitwatering 22/09/2016: debiet- en sedimentbalans	16

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Situering GGG Bergenmeersen te Wichelen	1
Figuur 2 – Zijdelings zicht op de in- en uitwateringsconstructie van Bergenmeersen.....	2
Figuur 3 – Zicht vanop de vroegere Scheldedijk op de in- en uitwateringsconstructie	3
Figuur 4 – StreamPro ADCP	4
Figuur 5 – Draagbaar ISCO staalname apparaat en Multiparametertoestel YSI6920V2.....	4
Figuur 6 – Peilverloop Zeeschelde / GGG en debiet op 10/09/2013	6
Figuur 7 – Lineaire fit tussen de gemeten turbiditeit en de sedimentconcentraties.....	7
Figuur 8 – Peilverloop Zeeschelde / GGG en debiet op 11/09/2014 ter hoogte van de in-en uitlaatconstructie	9
Figuur 9 – Lineaire fit tussen de gemeten turbiditeit en de sedimentconcentraties van de opgepompte waterstalentijdens de in- en uitwatering van 11/09/2014	10
Figuur 10 – Peilverloop Zeeschelde / GGG en debiet op 03/09/2015 ter hoogte van de in-en uitlaatconstructie.	12
Figuur 11 – Lineaire fit tussen de gemeten turbiditeit en de sedimentconcentraties van de opgepompte waterstalentijdens de in- en uitwatering van 03/09/2015	12
Figuur 12 – Peilverloop Zeeschelde / GGG en debiet op 22/09/2016 ter hoogte van de in-en uitlaatconstructie te Bergenmeersen	15
Figuur 13 – Lineaire fit tussen de gemeten turbiditeit en de sedimentconcentraties van de opgepompte waterstalentijdens de in- en uitwatering van 22/09/2016	15

1 Inleiding

1.1 Situering van de metingen

Door de Afdeling Zeeschelde-Zeekanaal en de projectleider binnen WL van project 00_075 werd gevraagd om ter hoogte van het bestaande Gecontroleerde Gereduceerde Getijgebied (GGG) te Bergenmeersen op de Zeeschelde te Wichelen (Figuur 1) controlemetingen uit te voeren van het in- en uitgaande debiet (watervolume) en van de in- en uitgaande sedimentvrachten (sedimentbalans) gedurende een volledige tijcyclus (13-uursmeting).

De metingen moeten een controle toelaten van de ontwerpdebieten die in het project 00-075 zijn gehanteerd bij het ontwerp van de in- en uitlaatconstructie (Figuur 2 en Figuur 3).

Figuur 1 – Situering GGG Bergenmeersen te Wichelen



WL2019RPA_014_1



Figuur 3 – Zicht vanop de vroegere Scheldedijk op de in- en uitwateringsconstructie met bovenaan de inlaatkokers (12) en onderaan 6 uitwateringskokers met terugslagklep.



1.2 Werkwijze en gebruikte meetapparatuur

Voor de meting van de in- en uitwateringsvolumes over de gehele tijdsyclus van 13 uren werd gebruik gemaakt van een Streampro ADCP (Figuur 4). Dit toestel werd over een reeks overvaarten van de ene zijde van de in- en uitlaat constructie naar de andere gesleept. Tijdens de inwatering in de vloedfase gebeurden deze overvaarten aan de Scheldekant van de constructie en tijdens de uitwatering in de ebfase aan de kant van het GGG-gebied. Dit werd zo gekozen om een meting zonder al te veel turbulentie te kunnen uitvoeren.

Simultaan aan deze debietmetingen werden zowel tijdens de in- als uitwatering continue turbiditeitsmetingen, uitgedrukt in NTU uitgevoerd met een YSI6920V2 multiparametersonde en werden ter bepaling van het aantal mg/l sediment in suspensie (Figuur 5) waterstalen van 500 ml opgepompt met een ISCO automatisch staalnameapparaat (carrousel met 14 flessen van 1 liter). De YSI werd nabij de in- en uitwateringsconstructie gemonteerd aan dezelfde kant als waar de debietmetingen werd uitgevoerd en werd dus mee verplaatst.

Figuur 4 – StreamPro ADCP



Figuur 5 – Draagbaar ISCO staalname apparaat en Multiparametertoestel YSI6920V2



2 Resultaten controlemetingen in- en uitgaande debieten en sedimentvrachten

2.1 13-uursmeting van 10/09/2013

Tijdens de inwatering werd elke 10 minuten een staal opgepompt van het Scheldewater dat het gebied instroomde. Tijdens de uitwatering werd elke 20 minuten een staal opgepompt van het water dat het gebied weer uitstroomde. De waterstalen werden nadien in het sedimentlabo van het Waterbouwkundig Laboratorium geanalyseerd naar mg/l sediment.

Een overzicht van de configuratie van de Streampro ADCP vindt u in bijlage 1. Het logboek van de metingen is weergegeven in bijlage 2.

Hieronder in Figuur 6 worden met de in- en uitgaande debieten ook de opgemeten peilen in mTAW in de Zeeschelde ter hoogte van de inwatering en in het GGG-gebied samen weergegeven. Deze peilen werden gemeten aan de hand van druksensoren, nadien luchtdrukgecompenseerd met gegevens van een barodiver in de buurt.

De inwateringsdebieten bereiken een maximum van 9,80 m³/s rond het moment van hoogwater in de Schelde te Bergenmeersen. De totale duur van de gemeten inwatering bedraagt ongeveer 2u30 minuten.

De uitwateringsdebieten vertonen een maximum van 7,80 m³/s bij het begin van de uitwatering. De duur van de meting van de uitwatering bedraagt ongeveer 3u40 min. Niet de gehele uitwatering kon bemeten worden aangezien de diepte om debieten akoestisch te kunnen meten te beperkt was.

Na de piek van de inwatering merken we op dat er een lichte daling van de waterstand optreedt in het GGG ter hoogte van de inlaatconstructie. Het water dat het gebied inloopt verspreidt zich verder in het GGG en de grote druk vanuit de Schelde neemt langzaam af, wat algeheel resulteert in een lichte peildaling ter hoogte van de inlaatconstructie, ofschoon het gebied zich nog steeds vult. Vanaf een Scheldepeil van 4.20 mTAW stopt de werkelijke inwatering dan echt.

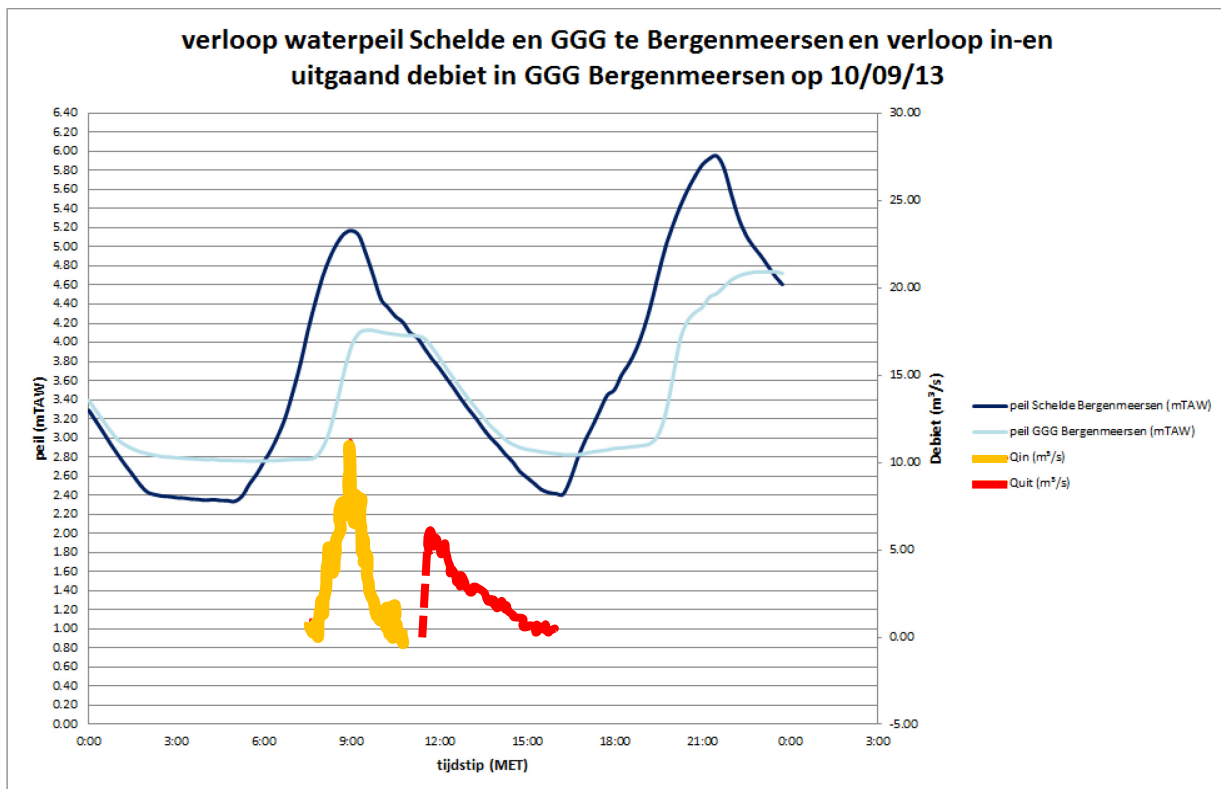
Het vuil dat zich regelmatig ophooft vóór de kokers werd enkele dagen voordien weggehaald zodat de inwatering relatief onbelemmerd zou moeten gestroomd hebben.

Wanneer we de uit de 28 opgepompte waterstalen geanalyseerde mg/l sedimentconcentratie uitzetten ten opzichte van de continue NTU turbiditeitsregistraties van de YSI op hetzelfde moment, bekomen we de plot in figuur 7.

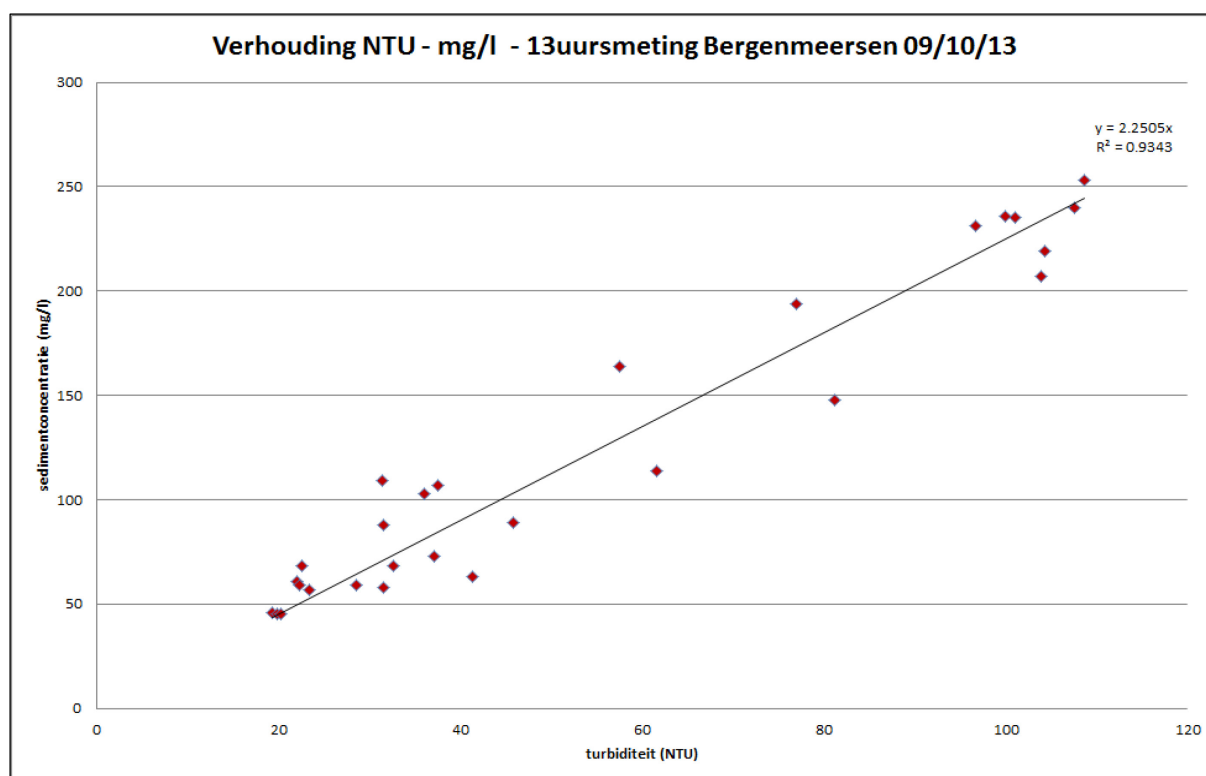
Hieruit kunnen we via een lineaire fit een omrekeningsformule afleiden zodat alle turbiditeiten kunnen omgerekend worden naar mg/l sedimentconcentratie. Voor de ganse meting kan aldus de sedimentbalans opgesteld worden (Tabel 1). Tabel 1 toont voor de inwatering en de uitwatering ook nog enkele andere kenmerkende getallen die voortvloeien uit de metingen.

Op basis van de sedimentconcentratiemetingen en de uitgewisselde volumes water kunnen we stellen dat tijdens de meting van de inwatering meer dan 5,2 ton sedimenten in de GGG Bergenmeersen worden binnengebracht. Slechts 2,3 ton of 44 % van dit sediment verlaat het gebied terug tijdens de daaropvolgende meting van de uitwatering.

Figuur 6 – Peilverloop Zeeschelde / GGG en debiet op 10/09/2013
ter hoogte van de in-en uitlaatconstructie



Figuur 7 – Lineaire fit tussen de gemeten turbiditeit en de sedimentconcentraties van de opgepompte waterstalentijdens de in- en uitwatering van 09/10/2013



Tabel 1 – In- en uitwatering 10/09/2013: debiet- en sedimentbalans

IN Bergenmeersen 10/09/2013		UIT Bergenmeersen 10/09/2013	
Start meting inwatering (MET)	07:33:17	Start meting uitwatering (MET)	11:38:33
Einde meting inwatering (MET)	10:47:34	Einde meting uitwatering (MET)	15:54:38
Duur inwatering	03:14:17	Duur uitwatering	04:16:05
Duur in seconden	11640,00	Duur in seconden	15360,00
Gemiddeld debiet	3,19	Gemiddeld debiet	2,61
Volume inwatering (m³)	37244,12	Volume uitwatering (m³)	40056,56
Volume inwatering (x 10 ⁶ l)	37,24	Volume uitwatering (x 10 ⁶ l)	40,06
Gemidd. sed.conc. inwatering (mg/l)	141,00	Gemidd. sed.conc. uitwatering (mg/l)	57,00
Sedimentvracht in ton	5,25	Sedimentvracht in ton	2,28

2.2 13-uursmeting van 11/09/2014

Tijdens de inwatering werd elke 10 minuten een staal opgepompt van het Scheldewater dat het gebied instroomde. Tijdens de uitwatering werd elke 20 minuten een staal opgepompt van het water dat het gebied weer uitstroomde. De waterstalen werden nadien in het sedimentlabo van het Waterbouwkundig Laboratorium geanalyseerd naar mg/l sediment.

Een overzicht van de configuratie van de Streampro ADCP vindt u in bijlage 1. Het logboek van de metingen is weergegeven in bijlage 4.

Hieronder in Figuur 8 worden met de in- en uitgaande debieten ook de opgemeten waterstanden in mTAW in de Zeeschelde ter hoogte van de inwatering en in het GGG-gebied tegelijk weergegeven. Deze werden gemeten aan de hand van druksensoren, nadien luchtdrukgecompenseerd met gegevens van de een barodiver in de buurt.

De inwateringsdebieten bereiken een maximum van 9,90 m³/s rond het moment van hoogwater in de Schelde te Bergenmeersen. De totale duur van de gemeten inwatering bedraagt ongeveer 3 uur.

De uitwateringsdebieten vertonen een maximum van 8 m³/s bij het begin van de uitwatering. De duur van de meting van de uitwatering bedraagt ongeveer 3u40 min. Niet de gehele uitwatering kon bemeten worden aangezien de diepte om debieten akoestisch te kunnen meten te beperkt was.

Na de piek van de inwatering merken we op dat er een lichte daling van de waterstand optreedt in het GGG ter hoogte van de inlaatconstructie. Het water dat het gebied inloopt verspreidt zich verder in de GGG en de grote druk vanuit de Schelde neemt langzaam af, wat algeheel resulteert in een lichte peildaling ter hoogte van de inlaatconstructie, ofschoon het gebied zich nog steeds vult. Vanaf een Scheldepeil van 4.20 mTAW stopt de werkelijke inwatering dan echt.

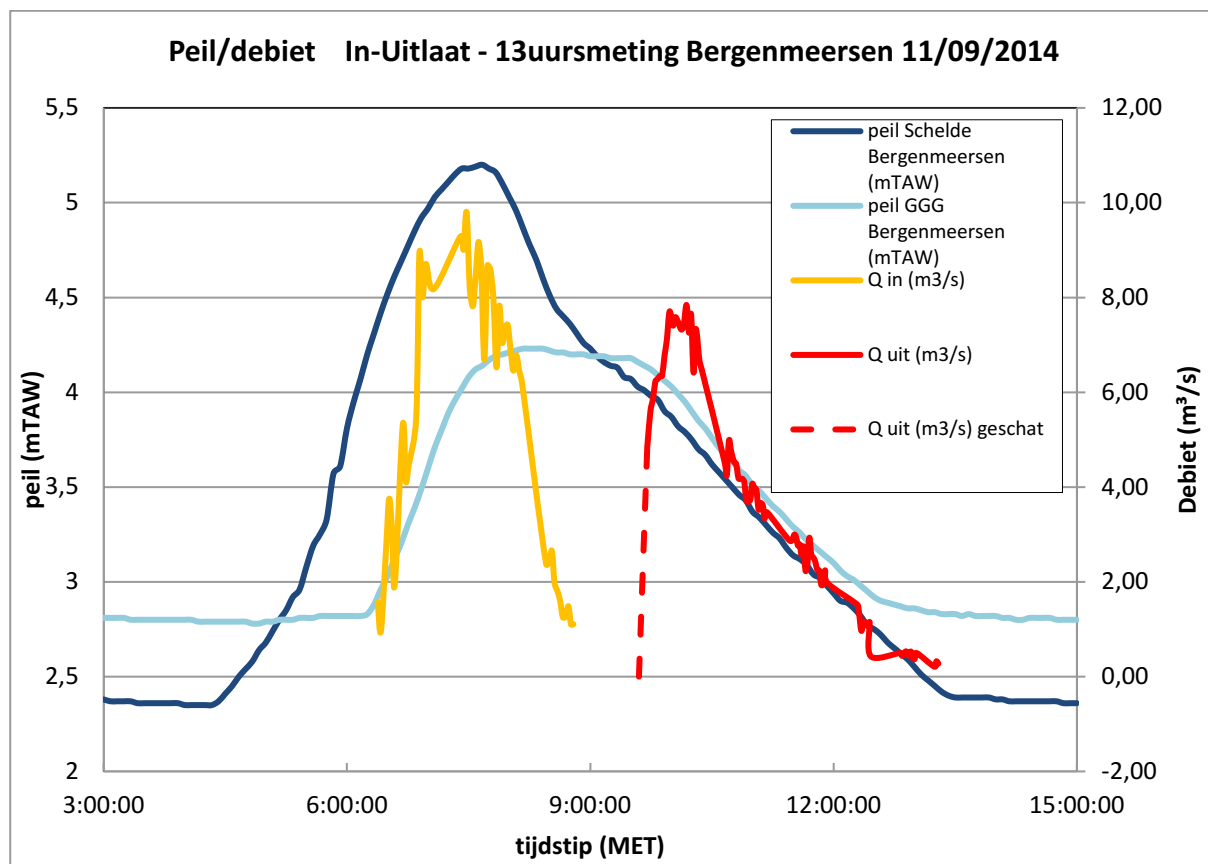
Het vuil dat zich regelmatig ophooft vóór de kokers werd enkele dagen voordien weggehaald zodat de inwatering relatief onbelemmerd zou moeten gestroomd hebben.

Wanneer we de uit de 28 opgepompte waterstalen geanalyseerde mg/l sedimentconcentratie uitzetten ten opzichte van de continue NTU turbiditeitsregistraties van de YSI op hetzelfde moment, bekomen we de plot in Figuur 9.

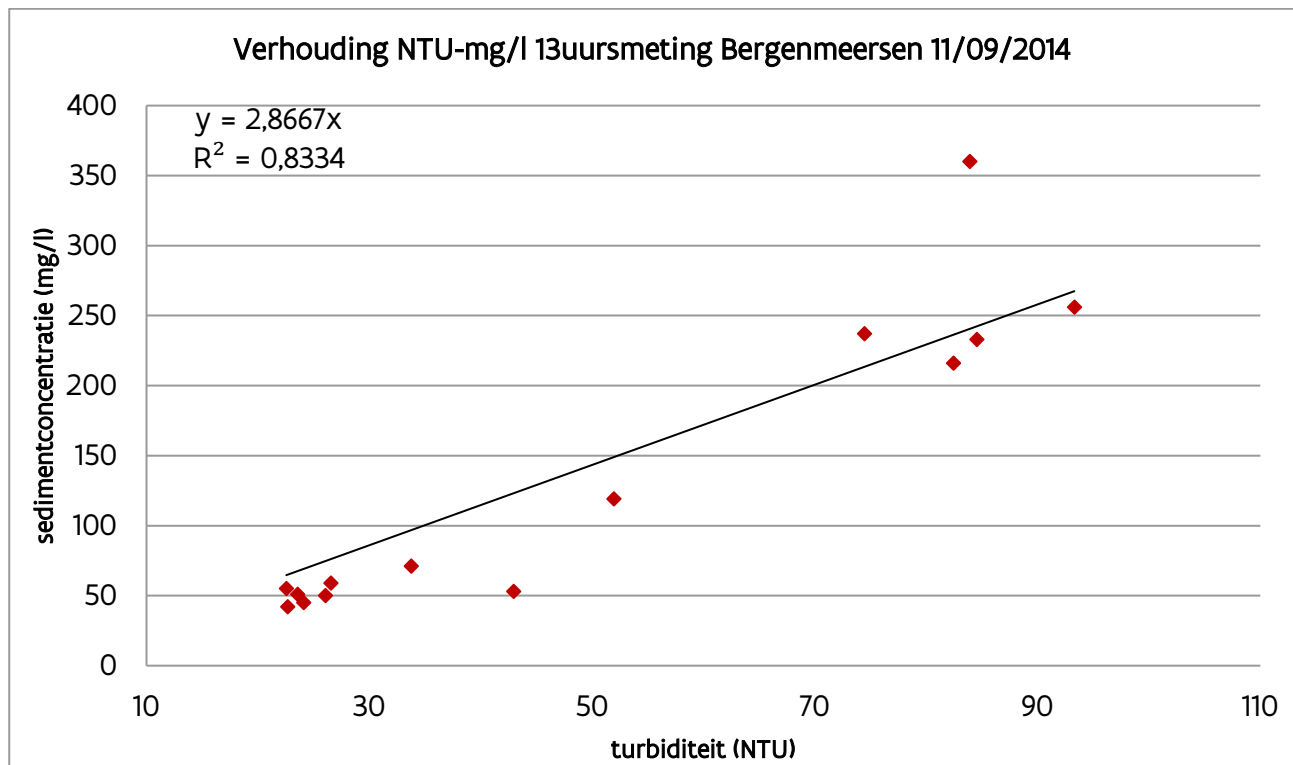
Hieruit kunnen we via een lineaire fit een omrekeningsformule afleiden zodat alle turbiditeiten kunnen omgerekend worden naar mg/l sedimentconcentratie. Voor de ganse meting kan aldus de sedimentbalans opgesteld worden (Tabel 2). Tabel 2 toont voor de inwatering en de uitwatering ook nog enkele andere kenmerkende getallen die voortvloeien uit de metingen.

Op basis van de sedimentconcentratiemetingen en de uitgewisselde volumes water kunnen we stellen dat tijdens de meting van de inwatering meer dan 10 ton sedimenten in de GGG Bergenmeersen worden binnengebracht. Bijna 5 ton verlaat het gebied terug tijdens de daaropvolgende meting van de uitwatering.

Figuur 8 – Peilverloop Zeeschelde / GGG en debiet op 11/09/2014
ter hoogte van de in-en uitlaatconstructie



Figuur 9 – Lineaire fit tussen de gemeten turbiditeit en de sedimentconcentraties van de opgepompte waterstalentijdens de in- en uitwatering van 11/09/2014



Tabel 2 – In- en uitwatering 11/09/2014: debiet- en sedimentbalans

IN Bergenmeersen 11/09/2014		UIT Bergenmeersen 11/09/2014	
Start meting inwatering (MET)	6:13:00	Start meting uitwatering (MET)	9:36:00
Einde meting inwatering (MET)	9:09:00	Einde meting uitwatering (MET)	13:17:32
Duur inwatering	2:56:00	Duur uitwatering	3:41:32
Duur in seconden	10560	Duur in seconden	13292
Gemiddeld debiet	5,84	Gemiddeld debiet	3,19
Volume inwatering (m³)	61619,36	Volume uitwatering (m³)	42444,99
Volume inwatering (x 10 ⁶ l)	61,62	Volume uitwatering (x 10 ⁶ l)	42,44
Gemidd. sed.conc. inwatering (mg/l)	163,38	Gemidd. sed.conc. uitwatering (mg/l)	110,39
Sedimentvracht in ton	10,07	Sedimentvracht in ton	4,69

2.3 13-uursmeting van 03/09/2015

Tijdens de inwatering werd elke 10 minuten een staal opgepompt van het Scheldewater dat het gebied instroomde. Tijdens de uitwatering werd elke 20 minuten een staal opgepompt van het water dat het gebied weer uitstroomde. De waterstalen werden nadien in het sedimentlabo van het Waterbouwkundig Laboratorium geanalyseerd naar mg/l sediment.

Een overzicht van de configuratie van de Streampro ADCP vindt u in bijlage 1. Het logboek van de metingen is weergegeven in bijlage 6.

Hieronder in Figuur 10 worden met de in- en uitgaande debieten ook de opgemeten waterstanden in mTAW in de Zeeschelde ter hoogte van de inwatering en in het GGG-gebied tegelijk weergegeven. Deze werden gemeten aan de hand van druksensoren, nadien luchtdrukgecompenseerd met gegevens van de een barodiver in de buurt.

De inwateringsdebieten bereiken een maximum van ruim 10 m³/s rond het moment van hoogwater in de Schelde te Bergenmeersen. De totale duur van de gemeten inwatering bedraagt ongeveer 3 uur 25 minuten.

De uitwateringsdebieten vertonen een maximum van eveneens ruim 10 m³/s bij het begin van de uitwatering. De duur van de meting van de uitwatering bedraagt ongeveer 3 uur 15 min. Niet de gehele uitwatering kon bemeten worden aangezien de diepte om debieten akoestisch te meten te beperkt was.

Wegens een technisch defect is de waterstand in het gebied niet geregistreerd.

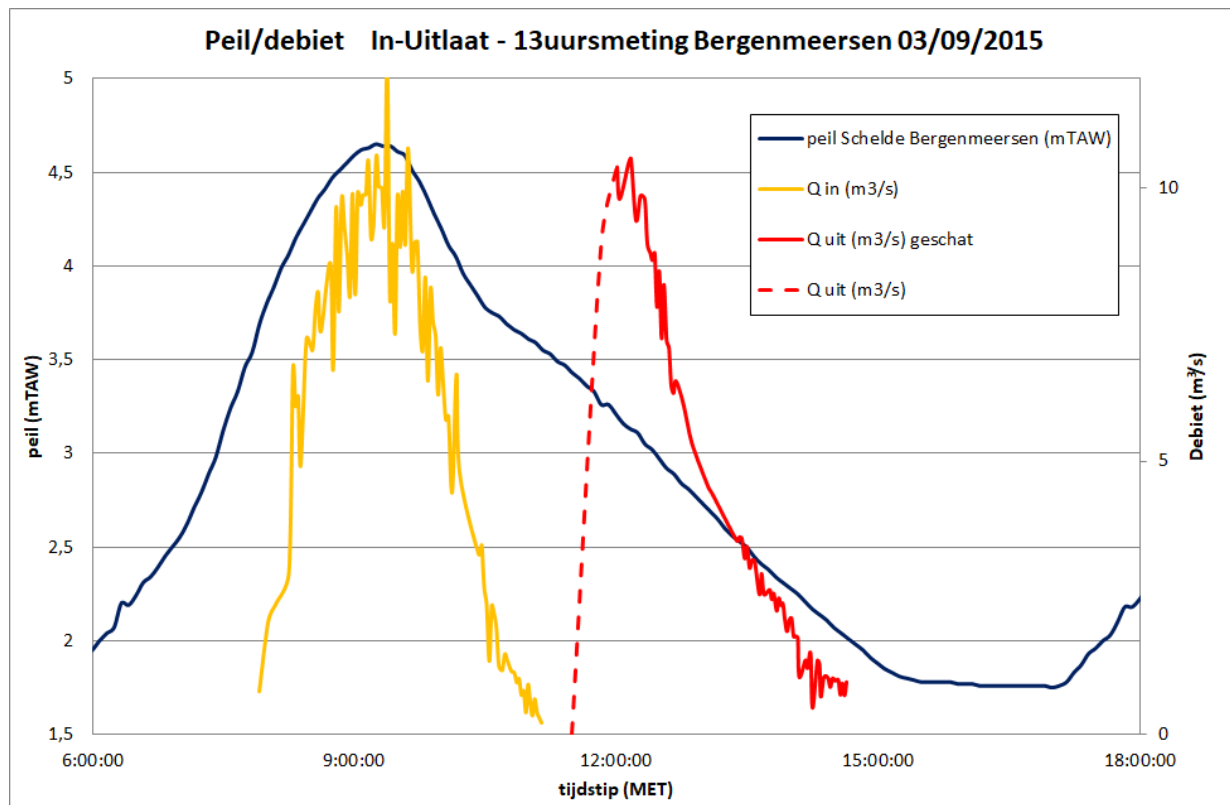
Het vuil dat zich regelmatig ophoopt vóór de kokers werd enkele dagen voordien weggehaald zodat de inwatering relatief onbelemmerd zou moeten gestroomd hebben.

Wanneer we de uit de 28 opgepompte waterstalen geanalyseerde mg/l sedimentconcentratie uitzetten ten opzichte van de continue NTU turbiditeitsregistraties van de YSI op hetzelfde moment, bekomen we de plot in figuur 11.

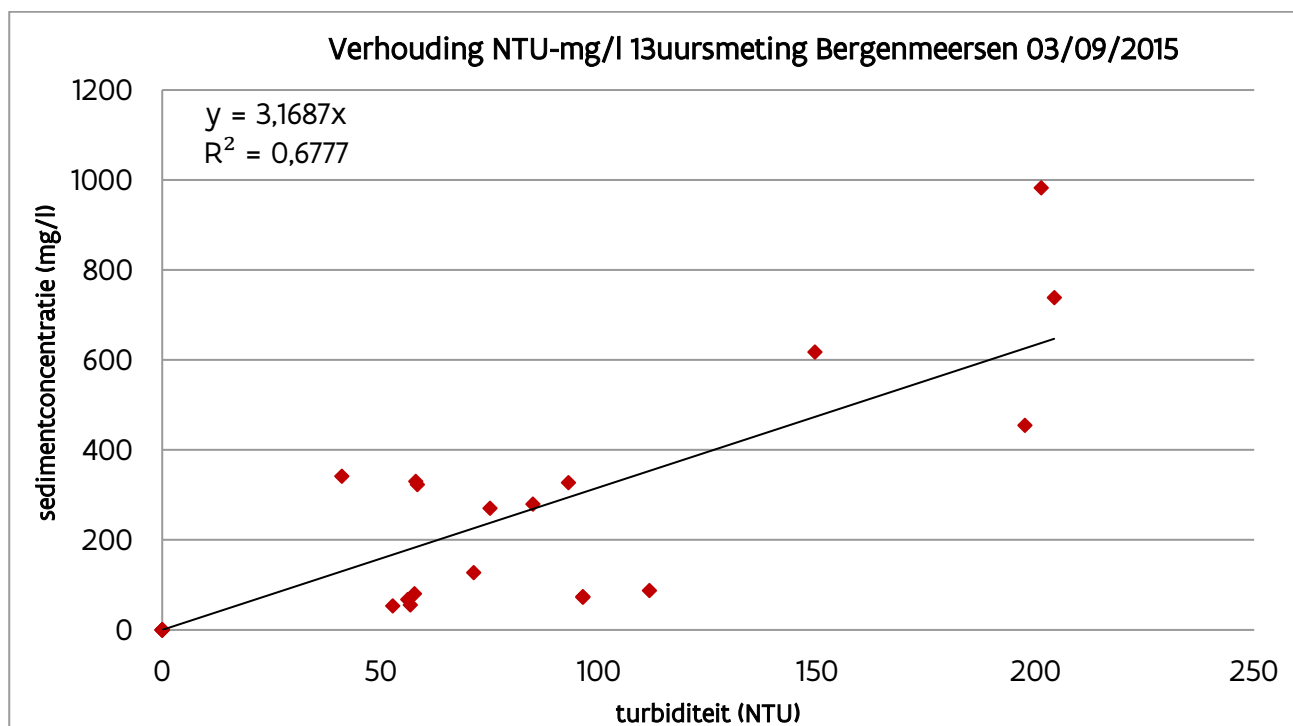
Hieruit kunnen we via een lineaire fit een omrekeningsformule afleiden zodat alle turbiditeiten kunnen omgerekend worden naar mg/l sedimentconcentratie. Voor de ganse meting kan aldus de sedimentbalans opgesteld worden (Tabel 3). Tabel 3 toont voor de inwatering en de uitwatering ook nog enkele andere kenmerkende getallen die voortvloeien uit de metingen.

Op basis van de sedimentconcentratiemetingen en de uitgewisselde volumes water kunnen we stellen dat tijdens de meting van de inwatering meer dan 23,4 ton sedimenten in de GGG Bergenmeersen worden binnengebracht. Slechts 10,7 ton of 46% van dit sediment verlaat het gebied terug tijdens de daaropvolgende meting van de uitwatering.

Figuur 10 – Peilverloop Zeeschelde / GGG en debiet op 03/09/2015
ter hoogte van de in- en uitlaatconstructie. Wegens technisch defect kon geen waterpeil in het gebied worden opgemeten.



Figuur 11 – Lineaire fit tussen de gemeten turbiditeit en de sedimentconcentraties
van de opgepompte waterstalentijdens de in- en uitwatering van 03/09/2015



Tabel 3 – In- en uitwatering 03/09/2015: debiet- en sedimentbalans

IN Bergenmeersen 03/09/2015		UIT Bergenmeersen 03/09/2015	
Start meting inwatering (MET)	07:48:00	Start meting uitwatering (MET)	11:30:00
Einde meting inwatering (MET)	11:12:00	Einde meting uitwatering (MET)	14:45:00
Duur inwatering	03:24:00	Duur uitwatering	03:15:00
Duur in seconden	12240.00	Duur in seconden	11700.00
Gemiddeld debiet	5.67	Gemiddeld debiet	4.77
Volume inwatering (m ³)	69421.93	Volume uitwatering (m ³)	55832.36
Volume inwatering (x 10 ⁶ l)	69.42	Volume uitwatering (x 10 ⁶ l)	55.83
Gemidd. sed.conc. inwatering (mg/l)	336.43	Gemidd. sed.conc. uitwatering (mg/l)	190.97
Sedimentvracht in ton	23.36	Sedimentvracht in ton	10.66

2.4 13-uursmeting van 22/09/2016

Tijdens de inwatering werd elke 10 minuten een staal opgepompt van het Scheldewater dat het gebied instroomde. Tijdens de uitwatering werd elke 20 minuten een staal opgepompt van het water dat het gebied weer uitstroomde. De waterstalen werden nadien in het sedimentlabo van het Waterbouwkundig Laboratorium geanalyseerd naar mg/l sediment.

Een overzicht van de configuratie van de Streampro ADCP vindt u in bijlage 1. Het logboek van de metingen is weergegeven in bijlage 8.

Hieronder in Figuur 12 worden met de in- en uitgaande debieten ook de opgemeten waterstanden in mTAW in de Zeeschelde ter hoogte van de inwatering en in het GGG-gebied tegelijk weergegeven. Deze werden gemeten aan de hand van druksensoren, nadien luchtdrukgecompenseerd met gegevens van de een barodiver in de buurt.

De inwateringsdebieten bereiken een maximum van ca. 8 m³/s rond het moment van hoogwater in de Schelde te Bergenmeersen. De totale duur van de gemeten inwatering bedraagt ongeveer 2 uur.

De uitwateringsdebieten vertonen een maximum van ca. 5 m³/s bij het begin van de uitwatering. De duur van de meting van de uitwatering bedraagt ongeveer 3 uur 40 min. Niet de gehele uitwatering kon bemeten worden aangezien de diepte om debieten akoestische te kunnen meten te beperkt was.

Na de piek van de inwatering merken we op dat er weer een lichte daling van de waterstand optreedt in het GGG ter hoogte van de inlaatconstructie. Het water dat het gebied inloopt verspreidt zich verder in de GGG en de grote druk vanuit de Schelde neemt langzaam af, wat algeheel resulteert in een lichte peildaling ter hoogte van de inlaatconstructie, ofschoon het gebied zich nog steeds vult. Vanaf een Scheldepeil van 4.20 mTAW stopt de werkelijke inwatering dan echt.

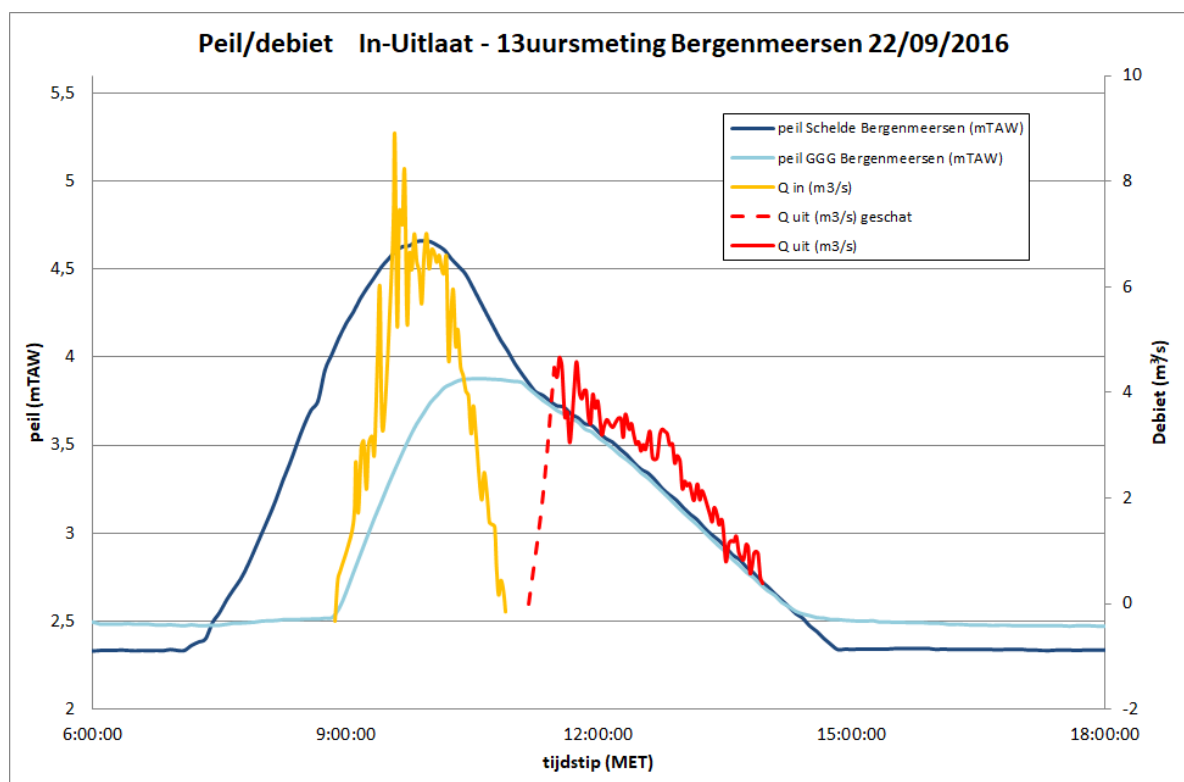
Het vuil dat zich regelmatig ophooft vóór de kokers werd enkele dagen voordien weggehaald zodat de inwatering relatief onbelemmerd zou moeten gestroomd hebben.

Wanneer we de uit de 24 opgepompte waterstalen geanalyseerde mg/l sedimentconcentratie uitzetten ten opzichte van de continue NTU turbiditeitsregistraties van de YSI op hetzelfde moment, bekomen we de plot in Figuur 13.

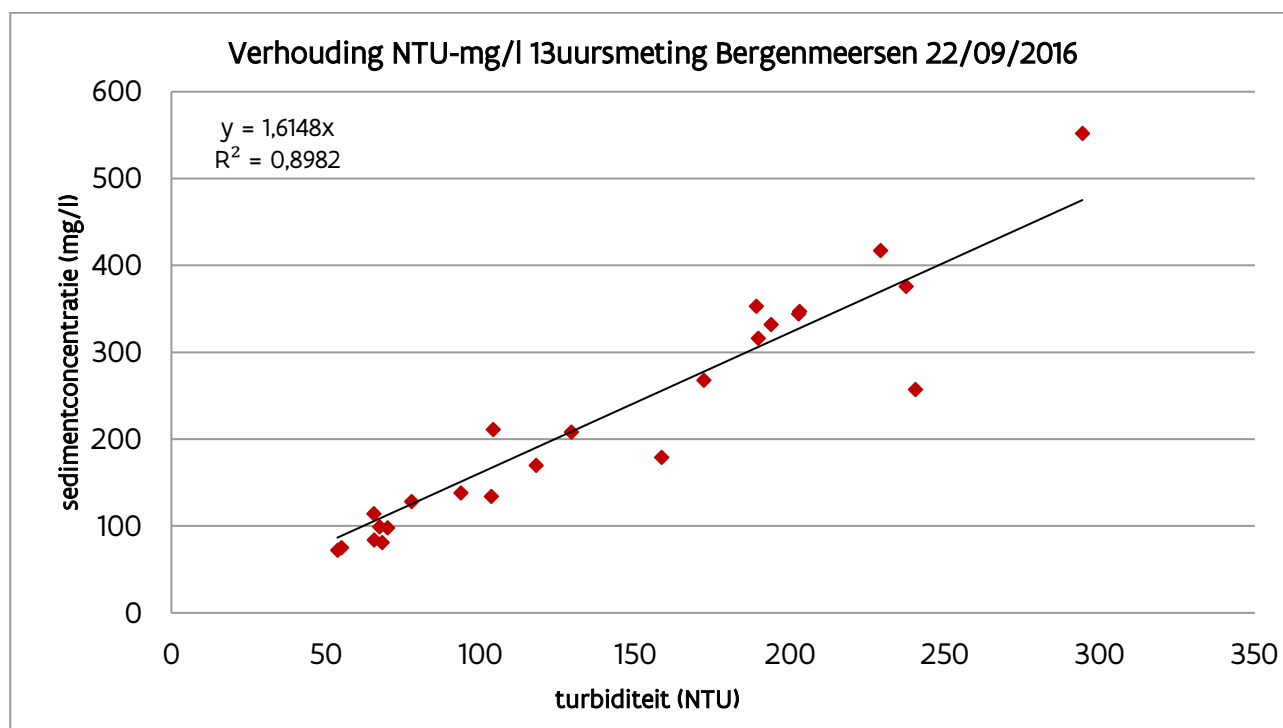
Hieruit kunnen we via een lineaire fit een omrekeningsformule afleiden zodat alle turbiditeiten kunnen omgerekend worden naar mg/l sedimentconcentratie. Voor de ganse meting kan aldus de sedimentbalans opgesteld worden (Tabel 4). Tabel 4 toont voor de inwatering en de uitwatering ook nog enkele andere kenmerkende getallen die voortvloeien uit de metingen.

Op basis van de sedimentconcentratiemetingen en de uitgewisselde volumes water kunnen we stellen dat tijdens de meting van de inwatering meer dan 8,8 ton sedimenten in de GGG Bergenmeersen worden binnengebracht. Slechts 5,4 ton of 60 % van dit sediment verlaat het gebied terug tijdens de daaropvolgende meting van de uitwatering.

Figuur 12 – Peilverloop Zeeschelde / GGG en debiet op 22/09/2016
ter hoogte van de in-en uitlaatconstructie te Bergenmeersen



Figuur 13 – Lineaire fit tussen de gemeten turbiditeit en de sedimentconcentraties
van de opgepompte waterstalentijdens de in- en uitwatering van 22/09/2016



Tabel 4 – In- en uitwatering 22/09/2016: debiet- en sedimentbalans

IN Bergenmeersen 22/09/2016		UIT Bergenmeersen 22/09/2016	
Start meting inwatering (MET)	8:50:00	Start meting uitwatering (MET)	11:10:00
Einde meting inwatering (MET)	10:55:00	Einde meting uitwatering (MET)	14:45:00
Duur inwatering	2:05:00	Duur uitwatering	3:35:00
Duur in seconden	7500,00	Duur in seconden	12900,00
Gemiddeld debiet	4,06	Gemiddeld debiet	2,59
Volume inwatering (m ³)	30476,75	Volume uitwatering (m ³)	33441,11
Volume inwatering (x 10 ⁶ l)	30,48	Volume uitwatering (x 10 ⁶ l)	33,44
Gemidd. sed.conc. inwatering (mg/l)	290,04	Gemidd. sed.conc. uitwatering (mg/l)	160,12
Sedimentvracht in ton	8,84	Sedimentvracht in ton	5,35

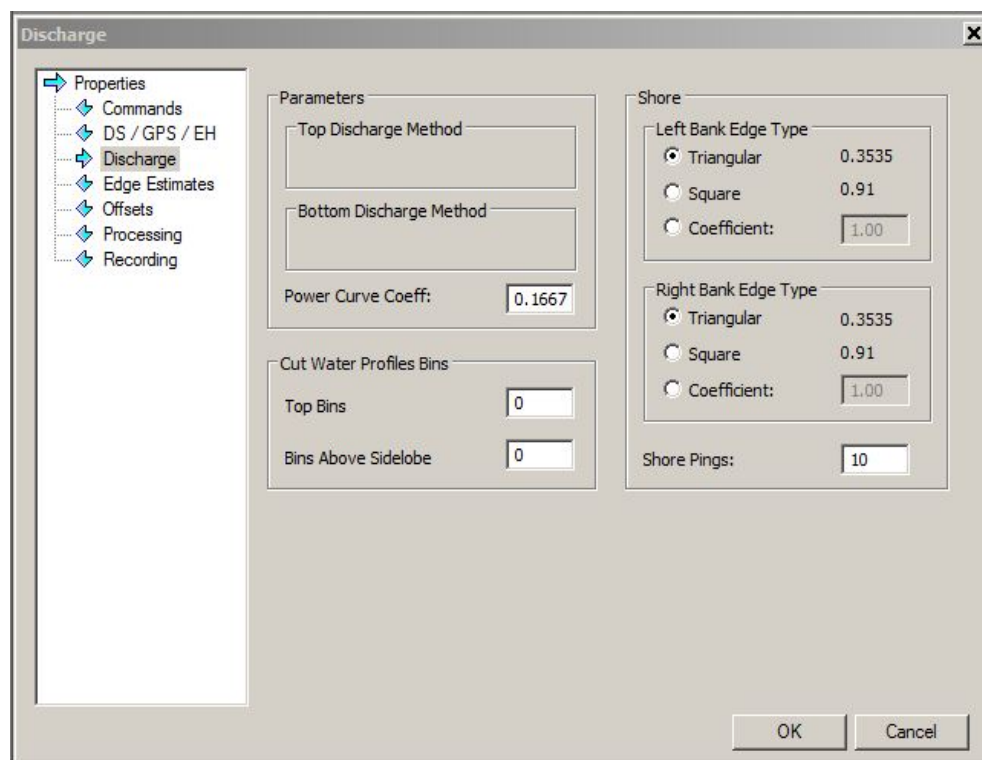
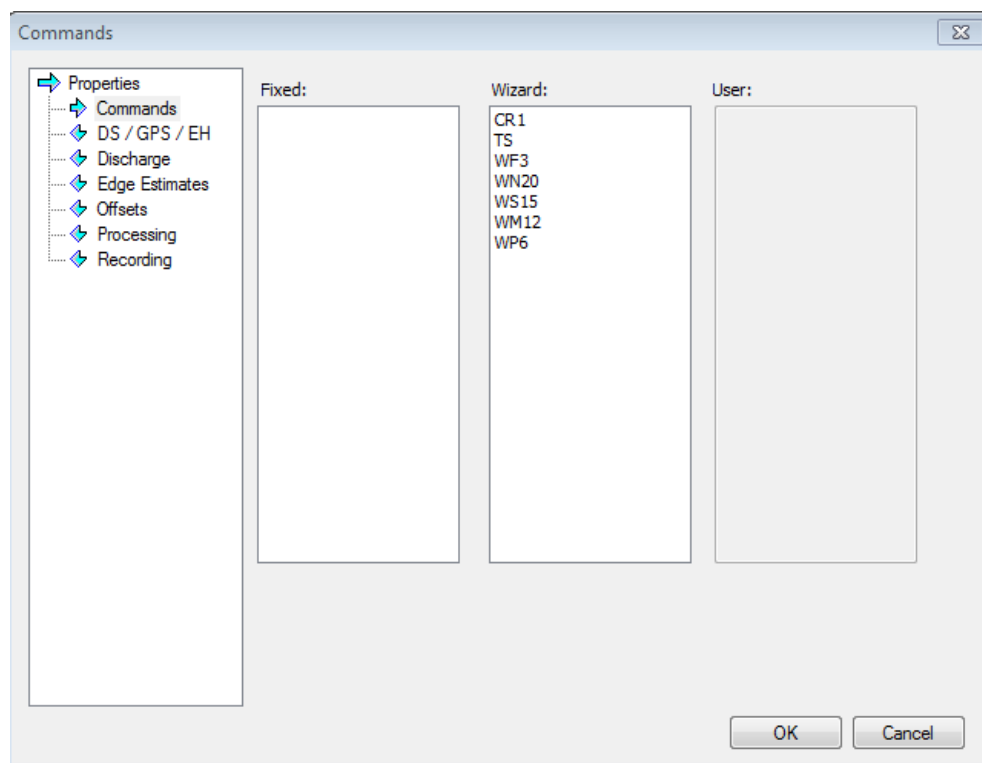
2.5 Conclusies

De 13u-metingen uitgevoerd van 2013-2016 ter hoogte van de in- en uitwateringsconstructie te Bergenmeersen leren ons dat het opmeten van een sluitende waterbalans moeilijk te meten is, terwijl dit in de realiteit zeker zo moet zijn aangezien de waterpeilen in het gebied voor en na een in- en uitwateringscyclus hetzelfde zijn.

In normale omstandigheden hechten we meer waarde aan de opgemeten inwateringsvolumes, daar de meetomstandigheden meestal beter waren dan tijdens de uitwatering, waar ofwel een te ondiepe meetsituatie optrad of te veel turbulentie.

Wat ook opvalt is dat de sedimentbalans in het gebied sterke spreiding vertoont op de verschillende meetdagen. Telkens blijft wel nagenoeg 50% van het sediment dat via de inwatering binnenkomt achter in het gebied.

Bijlage 1 – configuratie Streampro ADCP



Edge Estimates

Properties
Commands
DS / GPS / EH
Discharge
Edge Estimates
Offsets
Processing
Recording

Begin Transect
Shore Distance [m] 1.00
☒ Left Bank ☐ Right Bank

End Transect
Shore Distance [m] 1.00

OK Cancel

Offsets

Properties
Commands
DS / GPS / EH
Discharge
Edge Estimates
Offsets
Processing
Recording

ADCP Transducer
Depth [m]: 0.050

Compass
Mag Variation [°]: 0.00
Beam 3 Misalignment: 0.00
One Cycle K: 0.000
One Cycle Offset: 0.000
Two Cycle K: 0.000
Two Cycle Offset: 0.000

OK Cancel

Processing

Properties
Commands
DS / GPS / EH
Discharge
Edge Estimates
Offsets
Processing
Recording

Speed Of Sound
☒ Use ADCP Value
☐ Calculate For Each Ping
Use Salinity [ppt]:
☐ Fixed
Use Value [m/s]:

Projection Angle (F2-Current)
Projection Angle [deg]:

Backscatter
Near-Zone Distance [m]:
☒ Calculate For Each Ping
☐ Use Fixed Values:
Int. Scale [dB/cts]:
Absorption [dB/m]:

Crosssectional Area
☐ Perpendicular to Mean Flow
☐ Perpendicular to Proj. Angle
☒ Parallel to Average Course

Data Screening
☒ Mark Below Bottom "Bad"
☒ Mark Below Sidelobe "Bad"
☐ Use 3 Beam Solution For BT
☐ Use 3 Beam Solution For WT
☐ Screen Depth
☐ Use Weighted Mean Depth
☐ Screen Depth Using BT Vel

Thresholds
BT Error Vel. [m/s]:
WT Error Vel. [m/s]:
BT Up Vel. [m/s]:
WT Up Vel. [m/s]:
Fish Intensity [count]:

OK Cancel

Bijlage 2 – logboek 13 uurs meting 10/09/2013

Logboek

Bergenmeersen 13h meting 10/09/2013

TIJD IN MET+1

Inwatering

Q-meting met Streampro aan Schelde kant

start inwatering: 8:28h	bij Scheldepeil 4,20 mTAW
start sampler :8:30h	interval 10min
stop inwatering 11:47h	bij Scheldepeil 4,20 mTAW
	bij peil GGG kant 4,07 mTAW
sampler volledig verloop prog (14 stalen)	

Uitwatering

Q-meting met Streampro aan GGG kant

start uitwatering 12:40h	bij peil GGG kant 4,07 mTAW
start sampler :12:40h	interval 20min
Q-meting gestopt om 16:54h	bij peil GGG kant 2,82 mTAW
sampler volledig verloop prog (14 stalen)	

OPMERKINGEN

schuiven achter schotbalken van de inwatering stonden niet allemaal op dezelfde hoogte en stonden niet volledig open
vuil was niet geruimd voor de inwateringskokers!!

Bijlage 3 – in- en uitwatering 10/09/2013: sedimentologische analyse waterstalen

UTC+2

Datum en tijd	mg/l	NTU
10/09/2013 08:28:00	63	41.32
10/09/2013 08:38:00	109	31.44
10/09/2013 08:48:00	164	57.48
10/09/2013 08:58:00	194	77.04
10/09/2013 09:08:00	235	101
10/09/2013 09:18:00	253	108.66
10/09/2013 09:28:00	231	96.76
10/09/2013 09:38:00	240	107.56
10/09/2013 09:48:00	236	100
10/09/2013 09:58:00	219	104.28
10/09/2013 10:08:00	207	103.92
10/09/2013 10:18:00	148	81.18
10/09/2013 10:28:00	114	61.62
10/09/2013 10:38:00	89	45.8
10/09/2013 12:40:00	68	22.5
10/09/2013 13:00:00	46	19.3
10/09/2013 13:20:00	45	19.8
10/09/2013 13:40:00	45	20.3
10/09/2013 14:00:00	59	28.6
10/09/2013 14:20:00	57	23.4
10/09/2013 14:40:00	58	31.6
10/09/2013 15:00:00	61	22
10/09/2013 15:20:00	59	22.3
10/09/2013 15:40:00	68	32.7
10/09/2013 16:00:00	73	37.1
10/09/2013 16:20:00	103	36
10/09/2013 16:40:00	107	37.5
10/09/2013 17:00:00	88	31.6

□

Bijlage 4 – logboek 13 uurs meting 11/09/2014

Volgende gegevens werden genoteerd tijdens de 12uurs meting te Bergenmeersen op 11/09/2014. Elke weergave van de tijd is in lokale tijd (zomertijd)

- Inwatering gestart op 07u13, peilschaal niveau inlaat op 4.20m TAW
- Start Isco 07u21, waterpeil van 4.48m Taw
- Om 7u35, waterpeil van 4.70mTaw
- Om 7u37 boot omgekanteld
- 7u48, diepte van Palm op 3m geplaatst, 4.90mTaw
- Om 8u05 Isco verplaatst wegens het niet nemen van stalen in koker, teveel turbulentie, 5.10mTaw
- Om 8u20, Isco eerste staal, 5.20mTaw
- Max peil om 8u40-5.28mTaw
- Om 9u09, waterpeil van 4.94mTaw
- Om 9u13, break bij waterpeil van 4.82mTaw
- Om 9u27 start na break bij waterpeil van 4.70mTaw
- Inlaat gestopt om 10u09 bij waterpeil van 4.20mTaw
- Ysi uit de inlaatkoker om 9u50
- Ysi in de Uitlaat zone om 10u15
- Start uitlaat om 10u36, waterpeil van 4.10mTaw
- Om 11u37 , waterpeil van 3.68mTaw
- Om 12u26, waterpeil van 3.30mTaw
- Tijd van pompen Isco is 47s, met purging 50s
- Om 13u48 herstart na vervangen batterijen StreamPro bij waterpeil van 2.85mTaw
- Om 15u Ysi uit de uitlaat genomen bij waterpeil van 2.8mTaw
- Uitlaat is blijven uitlopen tot 18u15, waterpeil Scheldekant was op dat moment te hoog om nog uitlaat te laten gebeuren. Dus uitlaat heeft geduurd tot waterpeil aan Scheldekant te hoog stond om nog zichtbaar werking van uitlaat waar te nemen.

Bijlage 5 – in- en uitwatering 11/09/2014: sedimentologische analyse waterstalen

Staalcode	Bemonsteringsdatum		Resultaat	Eenheid	Opmerkingen terrein
SC2014018529	11/09/2014 06:22:00		351	mg/l	INLAAT
SC2014018530	11/09/2014 06:32:00		341	mg/l	INLAAT
SC2014018531	11/09/2014 06:42:00		307	mg/l	INLAAT
SC2014018532	11/09/2014 06:52:00		236	mg/l	INLAAT
SC2014018533	11/09/2014 07:02:00		159	mg/l	INLAAT
SC2014018534	11/09/2014 07:12:00		97	mg/l	INLAAT
SC2014018535	11/09/2014 07:22:00		72	mg/l	INLAAT
SC2014018536	11/09/2014 07:32:00		147	mg/l	INLAAT
SC2014018537	11/09/2014 07:42:00		70	mg/l	INLAAT
SC2014018538	11/09/2014 07:52:00		64	mg/l	INLAAT
SC2014018543	11/09/2014 08:38:00		53	mg/l	UITLAAT
SC2014018544	11/09/2014 08:58:00		42	mg/l	UITLAAT
SC2014018545	11/09/2014 09:18:00		45	mg/l	UITLAAT
SC2014018546	11/09/2014 09:48:00		50	mg/l	UITLAAT
SC2014018547	11/09/2014 09:58:00		51	mg/l	UITLAAT
SC2014018548	11/09/2014 10:18:00		55	mg/l	UITLAAT
SC2014018549	11/09/2014 10:38:00		59	mg/l	UITLAAT
SC2014018550	11/09/2014 10:58:00		71	mg/l	UITLAAT
SC2014018551	11/09/2014 11:18:00		119	mg/l	UITLAAT
SC2014018552	11/09/2014 11:38:00		233	mg/l	UITLAAT
SC2014018553	11/09/2014 11:58:00		237	mg/l	UITLAAT
SC2014018554	11/09/2014 12:18:00		360	mg/l	UITLAAT
SC2014018555	11/09/2014 12:38:00		216	mg/l	UITLAAT
SC2014018556	11/09/2014 12:58:00		256	mg/l	UITLAAT

Bijlage 6 – logboek 13 uurs meting 03/09/2015

Logboek 13h meting Bergenmeersen 03/09/2015

Opstelling YSI en Sampler: Aan de kant van het gebied aan de achterste paal reling. Mondstuk bevestigd opzij aan YSI ter hoogte van de meetsondes.

YSI en Sampler staan in MET tijd, Streampro lokale tijd

Onder frame YSI gewicht van ong 3kg

Probleem: hangt boven water, kan niet lager anders hangt in slib

Streampro aan Scheldekant

Begin instroom om 8:48h

Sampler interval op 10min, eerste staal niet genomen hangt nog boven water, tweede wel

Hoogste waterstand 5.35m omstreeks 10:15h

Einde instroom 12:12h

Direct na einde instroom vloeit er terug water naar Schelde , water in gebied staat hoger dan Schelde en loop via inlaat (kokers zonder schotbalken) terug uit gebied

Begin uitloop om 12:30h

Streampro aan kant gebied

Streampro foutmelding : Kan geen metingen opslaan op SD kaart, metingen laten opslaan op intern geheugen.

Ook na plaatsing nieuwe batterijen regelmatig verlies van communicatie tussen Ipad en bootje

Bootje slaat soms om bij rustig water, probleem bij het overtrekken?

Einde meting om 15:45h: te lage waterstand in gebied, uitstroom gaat nog wel verder

Bijlage 7 – in- en uitwatering 03/09/2015: sedimentologische analyse waterstalen

Staalcode	Bemonsteringsdatum		Resultaat	Eenheid	Opmerkingen terrein
SC2015017549	03/09/2015 13:42		53	mg/l	UITLAAT
SC2015017550	03/09/2015 14:02		55	mg/l	UITLAAT
SC2015017551	03/09/2015 14:22		67	mg/l	UITLAAT
SC2015017552	03/09/2015 14:42		72	mg/l	UITLAAT
SC2015017553	03/09/2015 15:02		87	mg/l	UITLAAT
SC2015017554	03/09/2015 15:22		88	mg/l	UITLAAT
SC2015017555	03/09/2015 10:05		738	mg/l	INLAAT
SC2015017556	03/09/2015 10:15		982	mg/l	INLAAT
SC2015017557	03/09/2015 10:25		454	mg/l	INLAAT
SC2015017558	03/09/2015 10:35		617	mg/l	INLAAT
SC2015017559	03/09/2015 10:45		74	mg/l	INLAAT
SC2015017560	03/09/2015 10:55		323	mg/l	INLAAT
SC2015017561	03/09/2015 11:05		341	mg/l	INLAAT
SC2015017562	03/09/2015 11:15		330	mg/l	INLAAT
SC2015017563	03/09/2015 11:25		327	mg/l	INLAAT
SC2015017564	03/09/2015 11:35		279	mg/l	INLAAT
SC2015017565	03/09/2015 11:45		270	mg/l	INLAAT
SC2015017566	03/09/2015 11:55		127	mg/l	INLAAT
SC2015017567	03/09/2015 12:05		80	mg/l	INLAAT

Bijlage 8 – logboek 13 uurs meting 22/09/2016

Logboek Bergenmeersen 13h meting 20160922

Hoogte schotbalken en schuif van afw -> opw

	Schotbalk (in cm)	schuif (in cm)
Koker 1	0	37cm
Koker 2	2balken = 33cm	33cm
Koker 3	1balk = 19cm	30cm
Koker 4	0	32cm
Koker 5	0	122cm
Koker 6	0	30cm
Koker 7	0	29cm
Koker 8	0	29cm
Koker 9	0	29cm
Koker 10	1balk = 19cm	32cm
Koker 11	2balken = 34cm	34cm
Koker 12	2balken = 34cm	34cm

Mondstuk sampler en sondes YSI op de zelfde hoogte bevestigd halverwege de leuning aan de GGG kant

Inloop

YSI (nr 22) tijd in MET interval 5min

Sampler tijd in MET interval 10min

Start inloop om 9:50h (lokale tijd)

Stop om 11:55h

Waterhoogte GGG gebied 4.14m, geen terug loop langs inwateringskokers, bodem ligt op 4.20m

Uitloop

YSI en sampler blijven op de zelfde plaats, Sampler interval 20min

Start om 12:05h (lokale tijd)

Sampler gestart om 12:11h

Stop meting om 15:45 waterdiepte minder dan 40cm

Bijlage 9 – in- en uitwatering 22/09/2016: sedimentologische analyse waterstalen

Staalcode	Bemonsteringsdatum		Resultaat	Eenheid	Opmerkingen terrein
SC2016016514	22/09/2016	08:52:00	211	mg/l	Inlaat
SC2016016515	22/09/2016	09:02:00	417	mg/l	Inlaat
SC2016016516	22/09/2016	09:12:00	552	mg/l	Inlaat
SC2016016517	22/09/2016	09:22:00	376	mg/l	Inlaat
SC2016016518	22/09/2016	09:32:00	353	mg/l	Inlaat
SC2016016519	22/09/2016	09:42:00	347	mg/l	Inlaat
SC2016016520	22/09/2016	09:52:00	344	mg/l	Inlaat
SC2016016521	22/09/2016	10:02:00	332	mg/l	Inlaat
SC2016016522	22/09/2016	10:12:00	316	mg/l	Inlaat
SC2016016523	22/09/2016	10:22:00	268	mg/l	Inlaat
SC2016016524	22/09/2016	10:32:00	208	mg/l	Inlaat
SC2016016525	22/09/2016	10:42:00	138	mg/l	Inlaat
SC2016016526	22/09/2016	10:52:00	99	mg/l	Inlaat
SC2016016527	22/09/2016	11:10:00	84	mg/l	Uitlaat
SC2016016528	22/09/2016	11:30:00	72	mg/l	Uitlaat
SC2016016529	22/09/2016	11:50:00	75	mg/l	Uitlaat
SC2016016530	22/09/2016	12:10:00	81	mg/l	Uitlaat
SC2016016531	22/09/2016	12:30:00	114	mg/l	Uitlaat
SC2016016532	22/09/2016	12:50:00	98	mg/l	Uitlaat
SC2016016533	22/09/2016	13:10:00	128	mg/l	Uitlaat
SC2016016534	22/09/2016	13:30:00	134	mg/l	Uitlaat
SC2016016535	22/09/2016	13:50:00	170	mg/l	Uitlaat
SC2016016536	22/09/2016	14:10:00	179	mg/l	Uitlaat
SC2016016537	22/09/2016	14:30:00	257	mg/l	Uitlaat

DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be