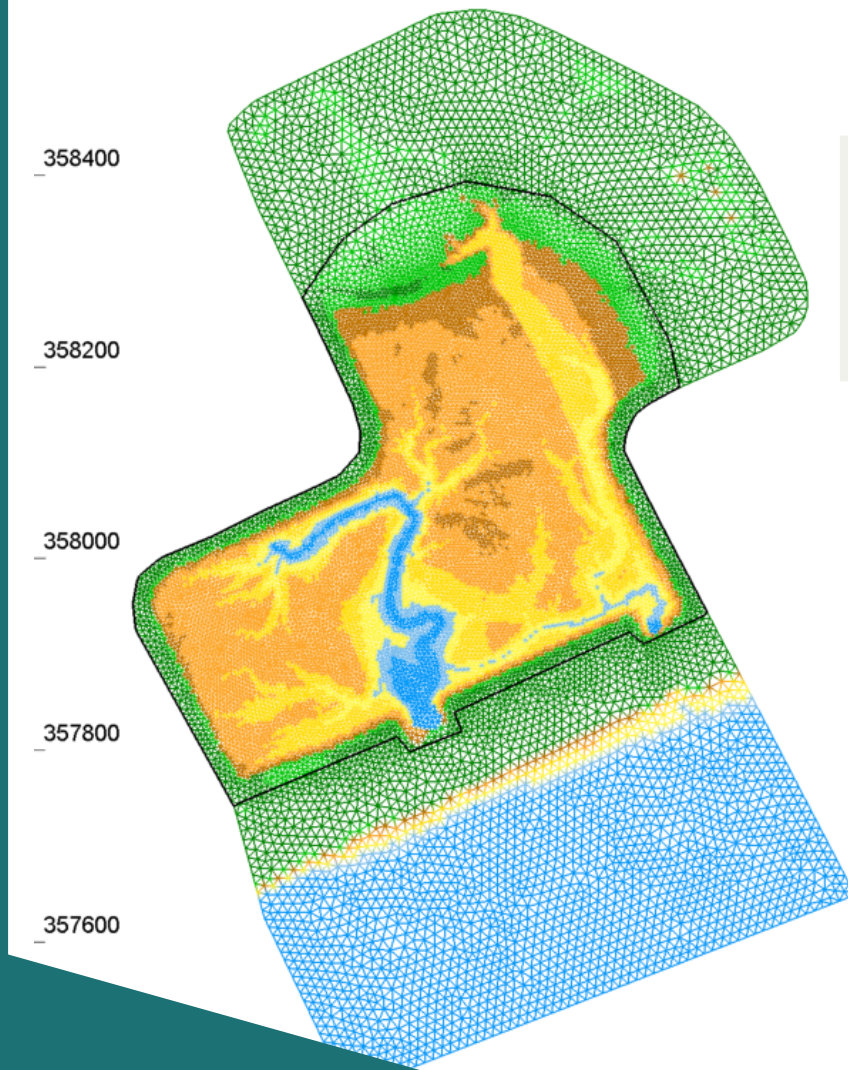




**Vlaanderen**  
is wetenschap

Topografie 2018 [m TAW]	
Dark Green	Above 7
Light Green	6 to 7
Brown	5 to 6
Orange	4 to 5
Yellow	3 to 4
Light Yellow	2 to 3
Light Blue	1 to 2
Dark Blue	Below 1



19\_026\_1  
WL rapporten

## Burchtse Weel: waterstanden en sediment

Toestand 2018

# Burchtse Weel: waterstanden en sediment

Toestand 2018

Smolders, S.; Plancke, Y.; 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/2019/3241/113

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

**Smolders, S.; Plancke, Y.; Mostaert, F. (2019).** Burchtse Weel: waterstanden en sediment: Toestand 2018. Versie 3.0. WL Rapporten, 19\_026\_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

#### Documentidentificatie

Opdrachtgever:	De Vlaamse Waterweg afdeling Zeeschedde - zeekanaal	Ref.:	WL2019R19_026_1
Keywords (3-5):	Burchtse Weel; TELEMAC-3D; aanslibbing		
Tekst (p.):	21	Bijlagen (p.):	2
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s):	Smolders, S.
------------	--------------

#### Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Plancke, Y.	Getekend door: Yves Plancke (Signature) Getekend op: 2019-06-28 14:26:52 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Yves Plancke</i>
Projectleider:	Smolders, S.	Getekend door: Sven Smolders (Signature) Getekend op: 2019-07-01 08:18:02 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Sven Smolders</i>

#### Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2019-07-01 21:24:22 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Frank Mostaert</i>
-----------------	--------------	---



## Abstract

Burchtse Weel is een stukje getijdenatuur op linkeroever, aangetakt aan de Schelde via twee grote in- en uitlaat kokers. Dit gebied werd in 2011 voor het eerst opgesteld aan de getijden van de Schelde. Er volgde doorheen de jaren een zeer snelle aanslibbing van dit gebied. Begin 2019 werd de centrale geul in het gebied terug open gebaggerd om de gravitaire afvoer van het water van de achteraan aangesloten Laarbeek, naar de Schelde te blijven garanderen. Er wordt verwacht dat de vrijgemaakte ruimte in de centrale geul snel terug zal aanslibben.

Dit rapport probeert een situatieschets te geven van het gebied in 2018, dus voor de baggerwerken. De debieten en waterstanden in Burchtse Weel worden besproken en er wordt kort geschetst hoe het gebied doorheen de jaren aangeslibd is.



# Inhoudstafel

Abstract .....	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren .....	VII
1. Eenheden en referentiestelsels.....	1
2. Inleiding .....	2
3. Burchtse Weel .....	3
3.1 Achtergrond.....	3
3.2 Burchtse Weel als estuarien gebied .....	4
4. Beschrijving van het TELEMAC-3D model .....	5
4.1 Inleiding .....	5
4.2 Rekenrooster .....	5
4.3 Topo- bathymetrie.....	5
4.4 Kalibratie model .....	6
4.5 Validatie model.....	7
5. Resultaten waterbeweging.....	9
5.1 Waterstanden.....	9
6. Sediment in Burchtse Weel .....	11
6.1 LIDAR .....	11
6.2 SED-metingen .....	13
6.3 Sedimentuitwisseling tijdens 13-uursmetingen .....	14
6.4 Sedimentconcentraties in de Schelde ter hoogte van Steenplein .....	17
6.5 Data monsternamen slib tijdens baggerwerken maart 2018.....	18
7. Conclusies .....	20
8. Referenties .....	21
Bijlage 1 Parameters culverts Burchtse Weel .....	B1

## Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Resultaten slibmonsters Burchtse Weel ..... 19

## Lijst van de figuren

Figuur 1 – Locatie van Burchtse Weel (in het rood) langs de Schelde. ....	3
Figuur 2 – Situatie Burchtse Weel 2018 .....	4
Figuur 3 – Rekenrooster 3D model Burchtse Weel met topo-bathymetrie van maart 2018.....	6
Figuur 4 – Overzichtsfiguur waterstanden en debieten zowel gemeten tijdens 13 uursmeting 2016 als gekalibreerde model resultaten. ....	7
Figuur 5 – Overzichtsfiguur waterstanden en debieten zowel gemeten tijdens 13 uursmeting 2014 als gekalibreerde model resultaten. ....	8
Figuur 6 – Afname volume water in Burchtse Weel onder niveau 6 m TAW tussen 2013 en 2018 .....	9
Figuur 7 – Wateroppervlak in Burchtse Weel 2018 bij doodtij, gemiddeld tij en springtij.....	10
Figuur 8 – Watervolume dat Burchtse Weel in stroomt in functie van de hoogwaterstand in de Schelde....	10
Figuur 9 – Overzicht topografie Burchtse Weel van 2013 tot 2018 .....	11
Figuur 10 – Aangroei sediment boven 0m TAW in Burchtse Weel sinds 2013 .....	12
Figuur 11 – Volumes sediment boven verschillende referentie niveaus in Burchtse Weel voor verschillende jaren sinds 2013.....	12
Figuur 12 – Volumes sediment in verschillende hoogte niveaus in Burchtse Weel voor verschillende jaren sinds 2013.....	13
Figuur 13 – Resultaten SET (surface elevation table) metingen in Burchtse Weel. ....	13
Figuur 14 – Resultaten aanslibbing Burchtse Weel ter hoogte van verschillende meetpalen (MP).....	14
Figuur 15 – SSC resultaten tijdens 13-uursmeting 2014 Burchtse Weel.....	15
Figuur 16 – SSC resultaten tijdens 13-uursmeting 2015 Burchtse Weel.....	15
Figuur 17 – SSC resultaten tijdens 13-uursmeting 2016 Burchtse Weel.....	16
Figuur 18 – SSC waarden opgemeten aan de meetpaal te Oosterweel voor tweede deel 2016 en eerste deel 2017. ....	16
Figuur 19 – Locatie Steenplein te Antwerpen ten opzichte van Burchtse Weel.....	17
Figuur 20 – Verloop van de sedimentconcentratie voor verschillende locaties ter hoogte van het Steenplein op 3 oktober 2015 .....	18





# 1. Eenheden en referentiestelsels

Tijden zijn uitgedrukt in lokale tijd, tenzij anders vermeld.

Dieptes, hoogtes en waterstanden zijn uitgedrukt in meter TAW (Tweede Algemene Waterpassing) tenzij anders vermeld. Dieptes en waterstanden worden positief naar boven uitgedrukt.

Als horizontaal coördinatensysteem wordt RD Parijs aangehouden.

TELEMAC simulaties worden uitgevoerd met versie v7p2r1.

## 2. Inleiding

Het Burchtse Weel is een voormalige waterplas die sinds 2011 in connectie is gebracht met het Schelde-estuarium. In de eerste maanden na de opening, bleek de sedimentatie in het gebied zeer groot (ca. 1 cm per dag), waarop besloten werd om het gebied terug af te sluiten van het Schelde-estuarium. Begin 2013 werd de inwateringssluis opnieuw geopend, wat opnieuw aanleiding gaf tot een sterke sedimentatie. Naar aanleiding hiervan, werd in 2014 door de toenmalige afdeling Zeeschelde van Waterwegen en Zeekanaal NV advies gevraagd op welke manier de in- en uitwatering naar het gebied kon geoptimaliseerd worden om de sedimentaanvoer naar het gebied te beperken (Vercruyssen *et al.*, 2014).

Ondertussen heeft het gebied zich verder ontwikkeld en heeft de doorgaande sedimentatie ervoor gezorgd dat de gravitaire afwatering van de Laarbeek in het gedrang komt. Hiertoe heeft De Vlaamse Waterweg (DVW) besloten een geul uit te baggeren om de gravitaire afwatering van Laarbeek toe te laten. Ten behoeve van het vergroten van de inzichten in de lokale water- en sedimentuitwisseling, is vanuit DVW de vraag gesteld advies te leveren over welke volumes er nu (toestand 2018) in het Burchtse Weel binnenkomen bij springtij, gemiddeld tij en doortij en welke waterstanden die veroorzaken in het gebied.

Voorliggend rapport bekijkt de waterbeweging in Burchtse Weel in de situatie zoals die was in 2018. Hiervoor wordt een hydrodynamisch detailmodel van Burchtse Weel gemaakt. De debieten door de in- en uitlaatkokers alsook de waterstanden in het gebied in functie van het getij in de Zeeschelde zullen beschreven worden. Tevens wordt een beperkte bespreking opgenomen van de sedimentatie in het gebied, gebaseerd op LIDAR-metingen en stromings- en sedimentmetingen uitgevoerd door het Waterbouwkundig Laboratorium.

## 3. Burchtse Weel

### 3.1 Achtergrond

Burchtse Weel is gesitueerd op de linkeroever van de Schelde net stroomopwaarts van Antwerpen (Figuur 1). Dit gebied is ontstaan als weel, een stroomgat na een dijkdoorbraak, en is al zichtbaar op de Ferrariskaart van 1776. In 1969 is de waterplas in oppervlakte afgenomen en liggen er ten oosten twee andere grote plassen. De meest oostelijke plas is ontstaan uit het bouwdoek voor de bouw van de Kennedytunnel. Deze plas werd een aantal jaren later terug opgevuld voor mogelijk toekomstig industriegebied. De middelste plas werd samen met Burchtse Weel uitgebreid tot één grote plas. In het noorden maakt Burchtse Weel verbinding met de Laarbeek.

Figuur 1 – Locatie van Burchtse Weel (in het rood) langs de Schelde.  
Het groene punt geeft de locatie van het tijstation Antwerpen Loodsgebouw weer.



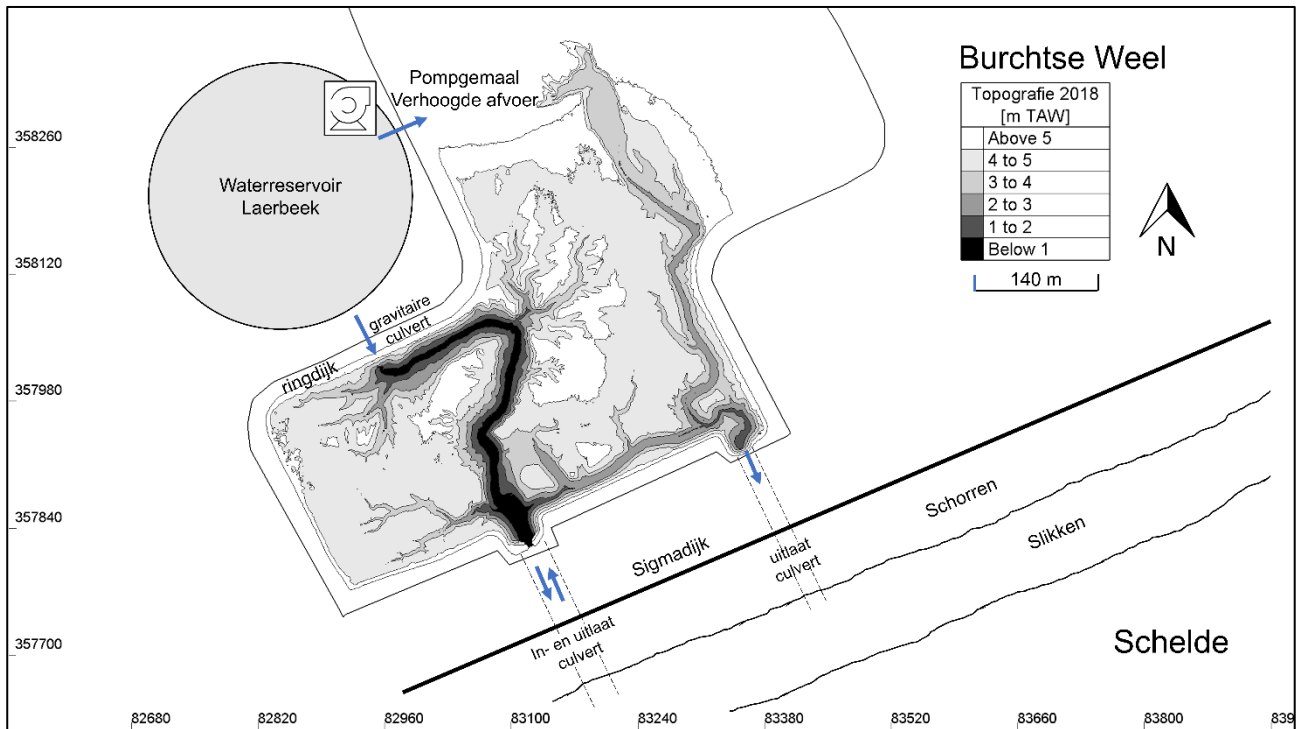
Het huidige gebied Burchtse Weel is aangelegd als compenserende maatregel voor werkzaamheden in het kader van de aanleg van een tunnel onder de Schelde door BAM<sup>1</sup>. Die werkzaamheden zouden tijdelijk de beschermde (Natura 2000) estuariene natuur aantasten en zouden ook rustende en foeragerende watervogels uit het nabijgelegen natuurgebied Blokkesdijk verstoren. Door het aantakken van Burchtse Weel aan de Schelde, waardoor het getij dit gebied binnen en buiten kan, worden de tijdelijke verstoringen door de Oosterweelwerken gecompenseerd.

In de situatie 2018 is het weel met de Schelde verbonden via twee grote kokers, waardoor het water van de Schelde vrij in en uit het weel kan stromen. In het oostelijk deel bevinden zich nog twee kokers die enkel toelaten via terugslagkleppen dat water vanuit het weel terug in de Schelde stroomt (situatieschets in Figuur 2). In het noorden mondt de Laarbeek nog steeds uit in Burchtse Weel. Daar is wel een waterreservoir aangelegd om het water tijdelijk te stockeren rond hoogwater, wanneer de gravitaire afwatering onmogelijk is. Van zodra de waterstand in het gebied tijdens de eb fase voldoende gedaald is, kan het weer gravitair naar

<sup>1</sup> Beheersmaatschappij Antwerpen Mobiel

de Schelde stromen. Voor verhoogde afvoeren van de Laarbeek is een pompgebouw gebouwd waarbij drie pompen bij verschillende ingestelde waterstanden in werking treden en het teveel aan water komende van de Laarbeek naar Burchtse Weel pompen (Figuur 2).

Figuur 2 – Situatie Burchtse Weel 2018



### 3.2 Burchtse Weel als estuarien gebied

Op 21 januari 2011 werden de in- en uitlaat kokers van Burchtse Weel voor de eerste keer opgezet. De eerste maanden werd vastgesteld dat de aanslibbing in het gebied zeer sterk was; tot wel 1 cm/dag (Maris et al., 2016). Door technische problemen met de oudere uitlaatkokers en bovenliggende riolering werd Burchtse Weel op 15 juli 2011 weer tijdelijk afgesloten van de Schelde. Uiteindelijk zouden de inlaatkokers op 22 maart 2013 terug opgezet worden.

In de jaren die volgden bleef het gebied sterk sedimenteren en zelfs in die mate dat de gravitaire afvoer van de Laarbeek via Burchtse Weel in het gedrang kwam. Begin 2019 werden baggerwerken uitgevoerd om de afvoergeul terug voldoende open te maken. In de toekomst zal het beheer van Burchtse Weel door de Vlaamse Waterweg overgenomen worden van de BAM. Met het oog op het toekomstig beheer van het gebied is het niet de bedoeling regelmatig baggerwerken te moeten uitvoeren om de afwatering van de Laarbeek via Burchtse Weel te garanderen. Daarom zal de in- en uitlaat constructie aangepast worden en zal bekeken worden hoe het beheer van Burchtse Weel in de toekomst zo efficiënt mogelijk kan uitgevoerd worden.

## 4. Beschrijving van het TELEMAC-3D model

### 4.1 Inleiding

De in- en uitlaatkokers van Burchtse Weel hebben een veel grotere doormeter dan andere in- en uitlaatconstructies in overstromingsgebieden. De drempel of bodempeil van deze kokers ligt ook zeer laag. Hierdoor is er nauwelijks sprake van een gereduceerd getij in Burchtse Weel. In Maris et al. (2016) werd ook al gemeld dat de waterstand in Burchtse Weel nauwelijks verschilt van dat in de Schelde. Op basis van de topografie van Burchtse Weel en de waterstanden in de Schelde kan dan eenvoudig de volumes en oppervlaktes aan water bij doottij, gemiddeld tij en springtij bepaald worden.

Om inzicht te krijgen in de in- en uitwateringsdebieten naar Burchtse Weel, is ervoor geopteerd een detailmodel in TELEMAC-3D software op te maken. Daarnaast creëert dit de mogelijkheid ruimtelijke informatie te verkrijgen over de waterstanden en stromingen binnen het gebied.

Voor het 3D hydrodynamische model, Scaldis, van het hele Schelde-estuarium, werd binnen het WL reeds de theorie en toepassing van stroming door kokers (culverts) uitgewerkt en geïmplementeerd in TELEMAC (Smolders et al., 2016). De berekening van debieten door in- en uitlaatconstructies van verschillende Sigmagebieden werden reeds succesvol uitgevoerd en dit gaf steeds waardevolle inzichten in de werking van die gebieden. Voorbeelden zijn GGG Bergenmeersen, GGG Lippenbroek en GGG Bazel (Smolders et al., 2016,2018).

In dit hoofdstuk zal kort een toelichting gegeven worden bij het 3D detailmodel van Burchtse Weel. Vervolgens wordt kort ingegaan op de kalibratie en validatie van het model. In een volgend hoofdstuk wordt vervolgens ingegaan op de waterstanden en volumes water in het gebied bij doottij, gemiddeld tij en springtij.

### 4.2 Rekenrooster

In principe is 2D voldoende voor dit soort toepassingen, maar gezien de beperkte oppervlakte en dus beperkte rekentijd is toch gekozen voor een 3D model omdat dan alle parameters kunnen worden overgenomen uit het Scaldis 3D model. Op die manier kan nadien dit model van Burchtse Weel ook perfect terug ingepast worden in het grotere Scaldis model. Het rekenrooster met topo/bathymetrie is getoond in Figuur 3. Het rooster bevat 16866 rekenknopen en 33302 elementen. Er zijn vijf horizontale lagen in het model. De tijdstap is 1 seconde. Volgens het Courant criterium kan deze in dit model groter zijn, maar er is voor 1 seconde gekozen omdat de debieten door de kokers per tijdstap berekend worden en deze bij grotere tijdstappen anders te groot zouden worden en tot instabiliteiten zouden leiden. Alle numerieke paparameters werden overgenomen van het Scaldis model (Smolders et al., 2016).

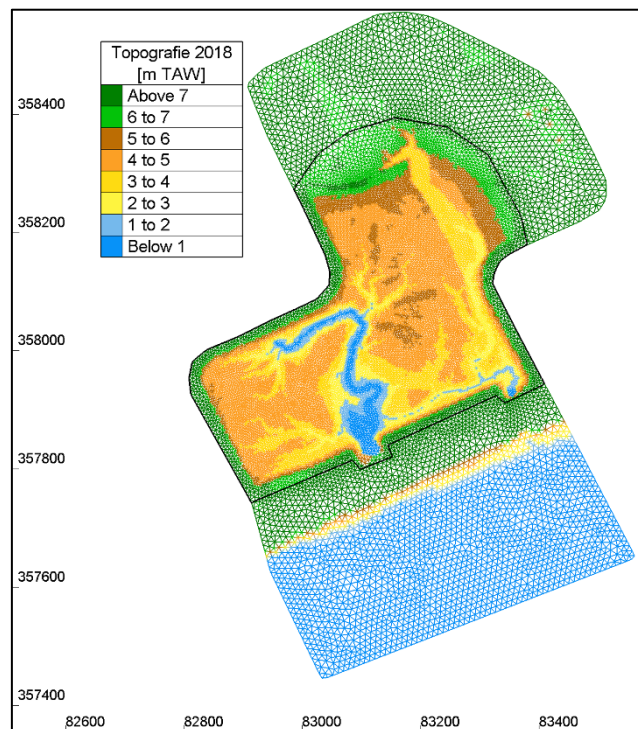
### 4.3 Topo- bathymetrie

De topografie is jaarlijks beschikbaar sinds de opening van de inlaatkoker in Burchtse Weel. De topografie wordt via de 'inverse distance' methode op het rekenrooster geïnterpoleerd. Er is enkel LIDAR data beschikbaar en deze heeft geen informatie onder het water oppervlak. Voor de laatste jaren betekent dit, dat er geen informatie is over de diepte van de geul in het gebied. De eerste jaren dat het gebied open was ontbreekt er informatie over de hoogteligging van grotere delen van het gebied. Concreet loopt het gebied leeg tot de drempelwaarde van de in- en uitlaatkokers, i.e. 0,6 m TAW. Onder dit niveau is de bathymetrische data niet gekend. Hiervoor werden aannames gedaan dat dit in het model op -1 m TAW ligt. Voor de

wateruitwisseling maakt dit niet veel uit omdat er onder 0,6 m TAW toch steeds water in Burchtse Weel blijft staan.

De debieten door de in- en uitlaatkokers wordt in het model berekend op basis van de waterstand in het gebied en deze in de Schelde. Dit wordt uitgevoerd als een communicatie tussen twee punten; één punt in Burchtse Weel en één punt in de Schelde. Elke koker (twee in- en uitlaatkokers en twee uitlaatkokers) is verdeeld over twee rekenpunten in het model. Er zijn dus acht keer twee rekenpunten actief als kokers in het model. Per koker worden er een reeks parameters gedefinieerd die toelaten het debiet door de koker te berekenen. Zo zijn er enkel fysische parameters zoals het bodempeil, hoogte en breedte, lengte van de koker, maar ook een deel verliescoëfficiënten. In bijlage 1 worden deze parameters in detail besproken en wordt de keuze voor elke parameter voor de verschillende kokers van Burchtse Weel verklaard.

Figuur 3 – Rekenrooster 3D model Burchtse Weel met topo-bathymetrie van maart 2018

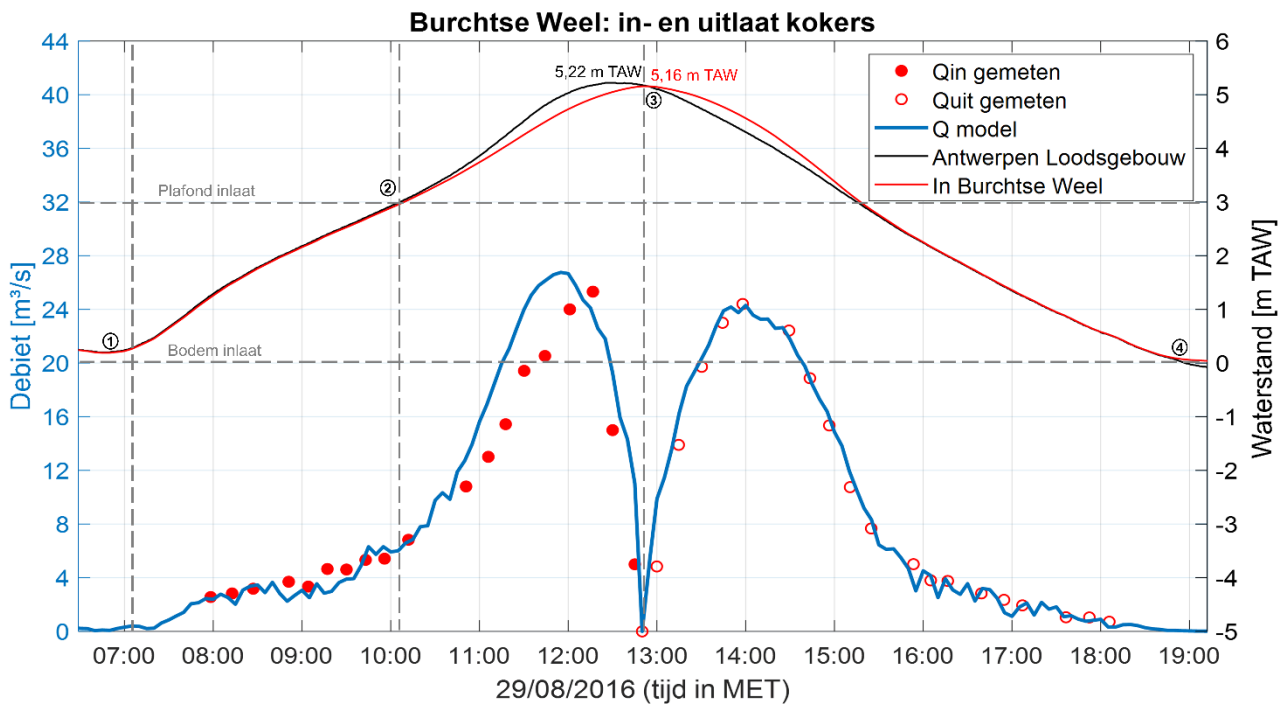


#### 4.4 Kalibratie model

De 13-uursmeting van Burchtse Weel van 29 augustus 2016 is gebruikt om de verliescoëfficiënten, die gebruikt worden bij het berekenen van de debieten door de kokers, te kalibreren. Langs de kant van de Schelde wordt in het model de waterstandreeks van die dag gemeten in het station Antwerpen Loodsgebouw (locatie aangegeven als groene stip in Figuur 1). De topografische data van 2016 is geïnterpoleerd op het modelrooster. Tijdens de kalibratie werden de verliescoëfficiënten van de oude uitlaatkokers verhoogd om meer water door de nieuwere in- en uitlaat kokers terug naar buiten te laten stromen. De resultaten van finale kalibratie simulatie worden getoond in Figuur 4 waar ze vergeleken worden met de metingen van de 13-uursmeting. De resultaten tonen dat het debiet dat Burchtse Weel terug verlaat, in het model goed overeenkomt met het opgemeten uitlaat debiet. Voor het inkomend debiet wijkt het verloop af van zodra de inlaatkoker verdronken is. Dit verklaren we doordat de topografie tijdens de meting al niet meer overeenkomt met de topografie van het model, die in maart 2016 was opgemeten. De invloed van die topografie wordt in de volgende sectie bij de validatie aangetoond.

Tijdens de 13-uursmeting zijn er geen waterstanden in het gebied gemeten en deze worden ook niet standaard opgemeten zoals dat bij de verschillende tijposten langsheen het estuarium wel het geval is. De berekening van de debieten is sterk afhankelijk van de waterstanden net binnen en buiten de kokers. Verschillen vanaf 1 cm kunnen al grote verschillen in debiet veroorzaken. De topografie van het gebied, bepaald hoe het snel het binnengelopen water zal stijgen en bepaald zo dus ook het inkomende debiet.

Figuur 4 – Overzichtsfiguur waterstanden en debieten zowel gemeten tijdens 13 uursmeting 2016 als gekalibreerde model resultaten.



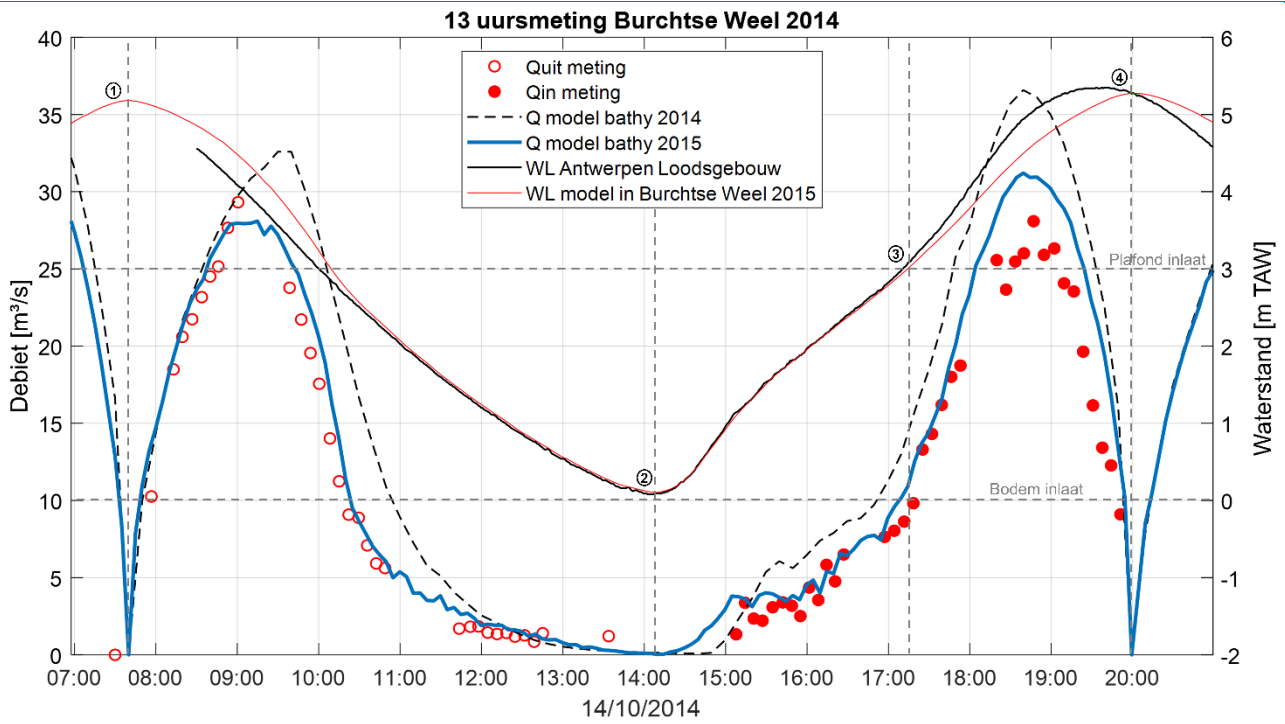
Op punt 1 start de inwatering; op punt 2 bereikt het water in de Schelde het plafond van de inlaat kokers; in punt 3 stopt de inwatering en begint het water weer buiten te stromen; in punt 4 stopt de uitstroom uit het gebied.

## 4.5 Validatie model

Ter validatie van de gekozen parameterinstellingen bij de kalibratie werd de 13-uursmeting van 14 oktober 2014 gebruikt om te kijken hoe goed de parameters voor de kokers de debieten voor deze meting kunnen voorspellen. Als randvoorwaarde werden de waterstanden opgemeten op 14 oktober 2014 te Antwerpen-Loodsgebouw in opgelegd. Voor de topografie werd de data van de meting van maart 2014 gebruikt. Echter, de datum van de meting, 14 oktober 2014, ligt dichterbij de LIDAR meting van maart 2015 dan de meting van maart 2014. Daarom werd de simulatie twee keer uitgevoerd, met beide topografieën. De resultaten worden getoond in Figuur 5. In deze figuur zien we eerst de uitwatering, gevolgd door een nieuwe inwatering. De parameters van de kokers werden gelijk gehouden aan deze van de kalibratie oefening hierboven. De resultaten tonen duidelijk aan dat de debieten hoger liggen in het model met de topografie van 2014 dan deze met de topografie van 2015. De resultaten van het model met de topografie van 2015 liggen ook opmerkelijk dichterbij de opgemeten debieten. In 2014 is het gebied nog minder gesedimenteerd dan in 2015, wat maakt dat er meer water nodig zal zijn om dezelfde waterstanden in het gebied te halen. Dit geeft aanleiding in de berekeningen voor een iets groter verval over de kokers met een groter berekend debiet in het model tot gevolg. Het toont meteen het belang van de topografie van het gebied bij de bepaling van de debieten door de kokers.



Figuur 5 – Overzichtsfiguur waterstanden en debieten zowel gemeten tijdens 13 uursmeting 2014 als gekalibreerde model resultaten.



Bij de modelresultaten wordt onderscheid gemaakt tussen modelresultaten met topografie 2014 en 2015 in het model. Op punt 1 start de uitwatering; op punt 2 start de inwatering in punt 3 bereikt het water in de Schelde het niveau van het plafond van de inlaat kokers; in punt 4 stopt de instroom.

## 5. Resultaten waterbeweging

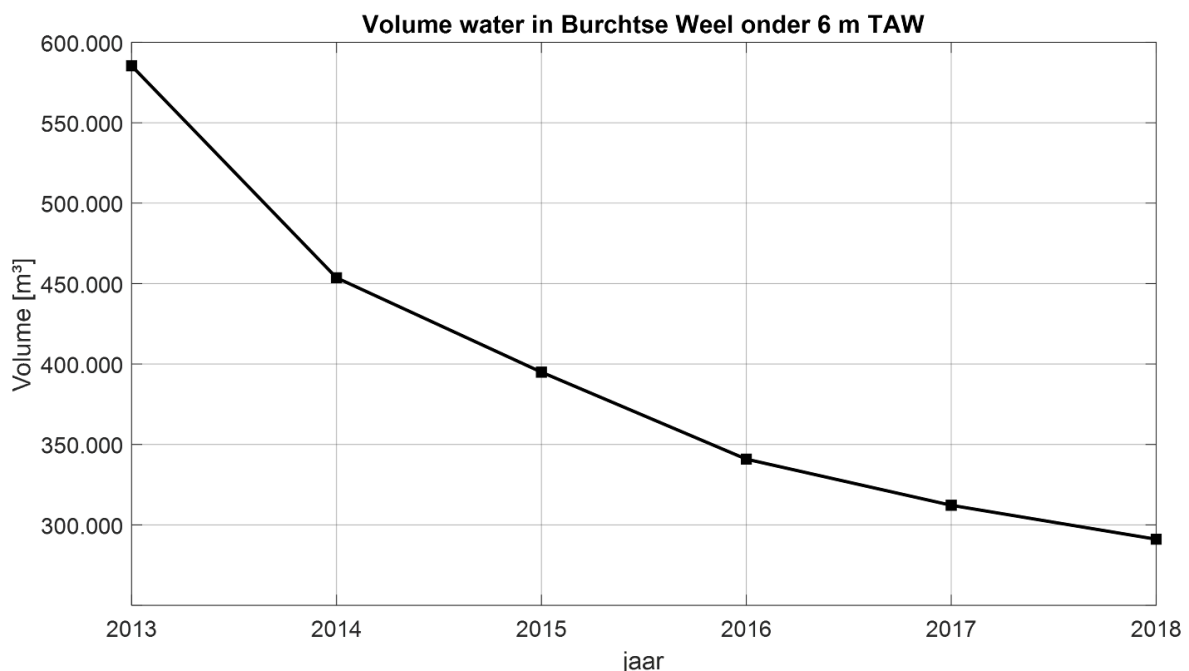
### 5.1 Waterstanden

Bovenstaande oefeningen toonden aan dat onafhankelijk van de topografie van Burchtse Weel, dat de inlaat kokers groot genoeg zijn zodat de waterstanden in het gebied deze van de Schelde goed kunnen volgen. Ten gevolge van de sedimentatie in het gebied, zal het watervolume dat Burchtse Weel doorheen de jaren is binnengekomen zal wel steeds verder afgenomen zijn. Op basis van de verschillende topografiën werden de volumes water onder 6 m TAW berekend en deze zijn weergegeven in een grafiek in Figuur 7. Het volume water is steeds omgekeerd evenredig met de hoeveelheid sediment in het gebied. Hoe meer het gebied doorheen de jaren aanslibde, hoe minder water er in het gebied binnenkwam.

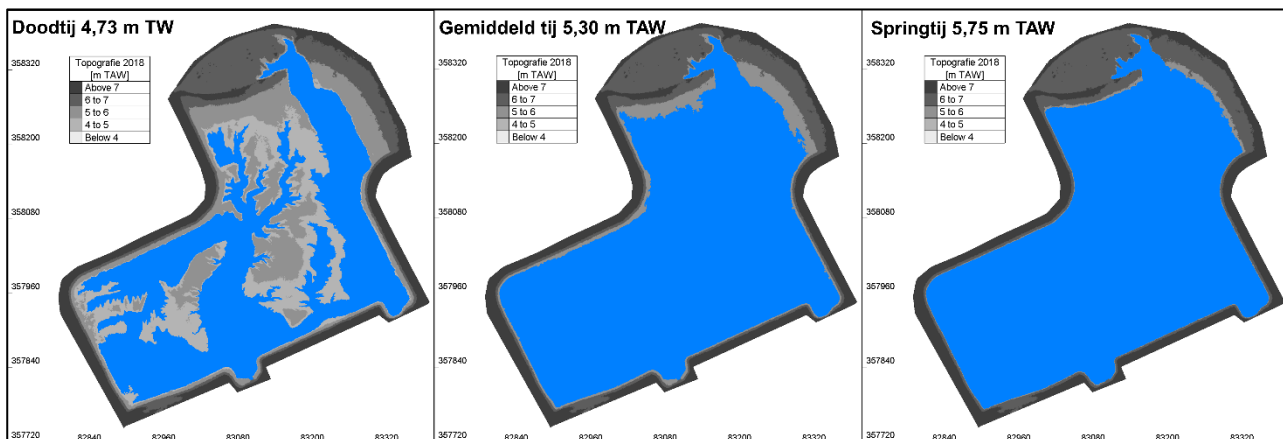
Het oppervlak van Burchtse Weel dat met water bedekt is tijdens doortij, gemiddelde tij en springtij is weergegeven in Figuur 8. Hierbij is te zien dat het gebied grotendeels bedekt is bij gemiddeld tij en bij springtij in 2018. Dit zal voor de voorgaande jaren niet veel verschillend zijn. Enkel het gebied (oppervlakte) dat bij doortij bedekt is met water zal doorheen de jaren afgenomen zijn.

*De waterstand die in het model in Burchtse Weel wordt bereikt toont aan wat eerder reeds gerapporteerd werd; namelijk dat de waterstand in het gebied sterk deze van in de Schelde volgt. De kokers zijn dusdanig groot dat het debiet groot genoeg is om Burchtse Weel van voldoende water te voorzien zodat de waterstand in het gebied deze van de Schelde snel kan volgen. Burchtse Weel lijkt in die zin meer op een aangetakt gebied dan dat het op een overstromingsgebied met gereduceerd getij lijkt.*

Figuur 6 – Afname volume water in Burchtse Weel onder niveau 6 m TAW tussen 2013 en 2018

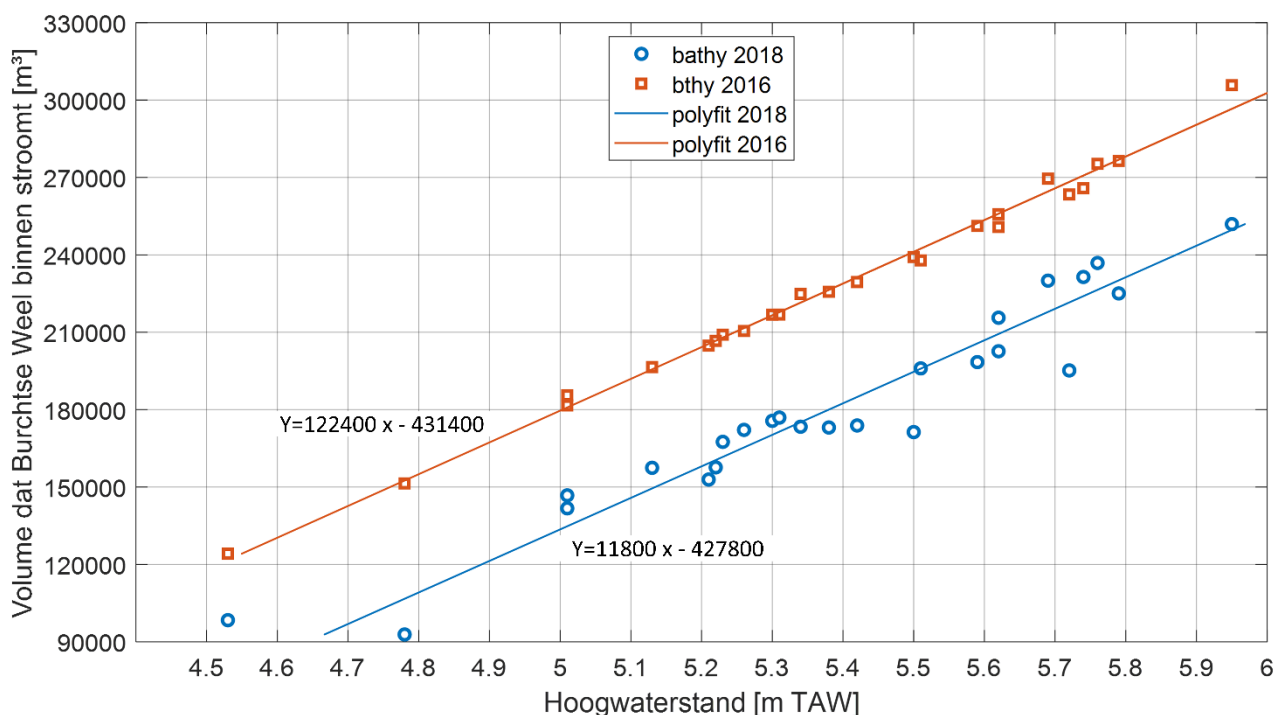


Figuur 7 – Wateroppervlak in Burchtse Weel 2018 bij doottij, gemiddeld tij en springtij



Er werd een springtij-doottij cyclus doorgerekend met het model met bij wijze van voorbeeld een bathymetrie van 2016 en met een bathymetrie van 2018. Voor elk getij werd op basis van de berekende debieten het watervolume berekend dat Burchtse Weel instroomt. De lineaire relatie tussen deze berekende volumes en de overeenkomstige hoogwaterstanden van het getij waarover het volume berekend werd, is weergegeven in Figuur 8. Als de waterstanden in Burchtse Weel deze van de Schelde snel volgen, wil dat zeggen dat er in vroegere jaren, wanneer de bathymetrie of topografie van het gebied lager lag, een groter volume water binnen moest stromen om dezelfde waterstand te bekomen als bij Burchtse Weel met een recentere hoger gelegen bathymetrie/topografie. Dit wordt ook aangetoond in Figuur 8 waar bij eenzelfde hoogwaterstand (x-as) in 2016 een groter volume binnenstroomde dan in 2018. Dit resulteert ook in grotere maximale debieten bij grotere watervolumes. Voor 2016 was het maximale berekende debiet bij springtij 42 m<sup>3</sup>/s, waar dat in 2018 nog maar 38 m<sup>3</sup>/s was.

Figuur 8 – Watervolume dat Burchtse Weel instroomt in functie van de hoogwaterstand in de Schelde

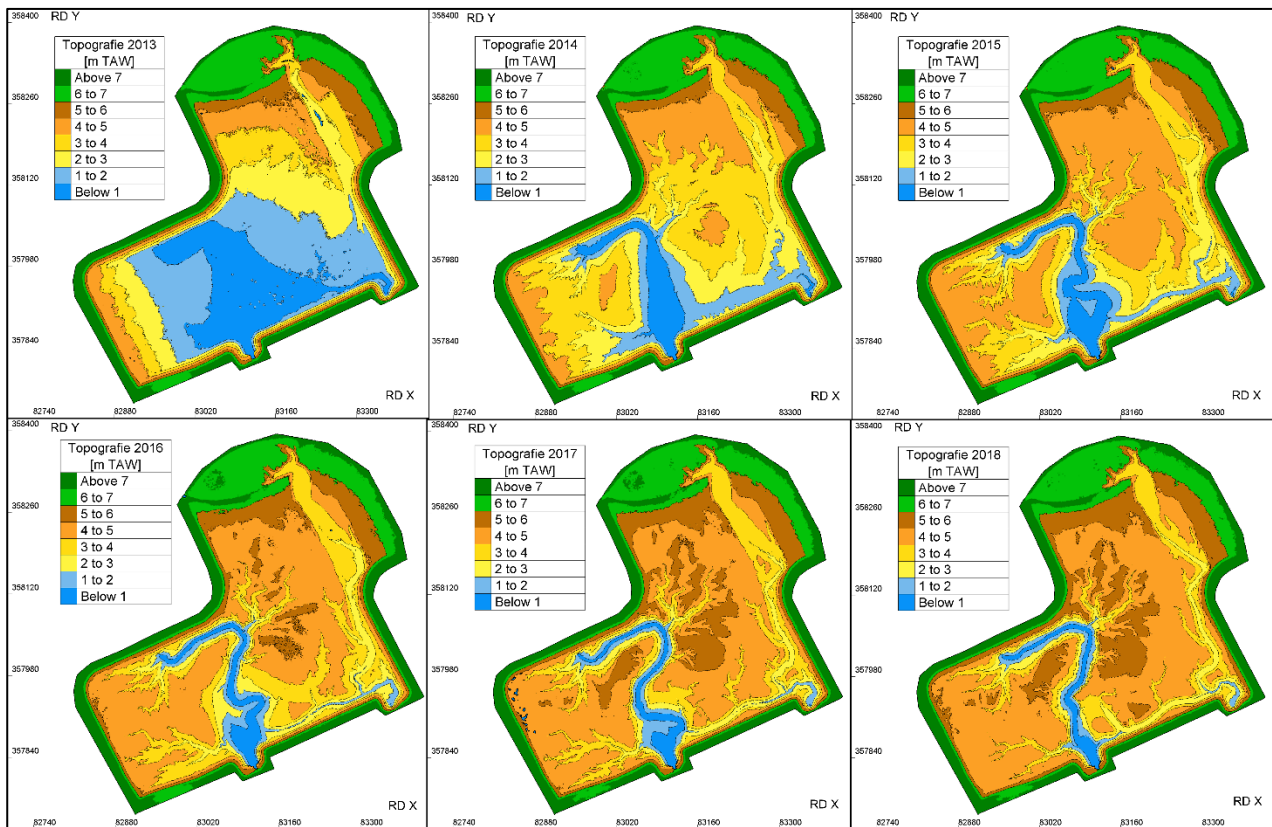


## 6. Sediment in Burchtse Weel

### 6.1 LIDAR

Figuur 6 geeft een overzicht van de opgemeten LIDAR topografie van Burchtse Weel voor de jaren 2013 tot en met 2018. De LIDAR meting is telkens uitgevoerd in de maand maart van het betreffende jaar. Deze figuur geeft een zicht op de aanhoudende aanslibbing van het gebied doorheen de jaren. Maar we kunnen stellen dat onafhankelijk van die topografie de waterstand in het gebied steeds goed overeengekomen zal zijn met deze van de Schelde.

Figuur 9 – Overzicht topografie Burchtse Weel van 2013 tot 2018



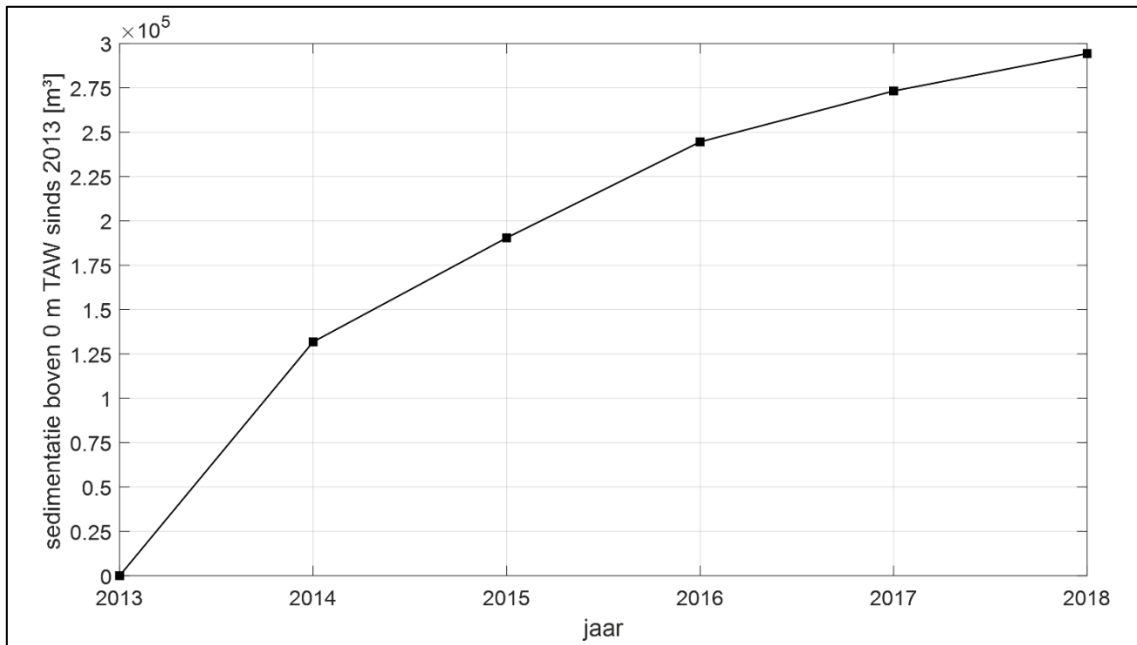
Op basis van de LIDAR data die jaarlijks in maart werd opgemeten, kunnen hoogteverschillen bepaald worden en deze kunnen een beter inzicht geven in de grootteordes van aanslibbing van Burchtse Weel. Deze data houden echter geen rekening met compactie van het slib en het blijft dus zeer moeilijk uitspraken te doen over hoeveelheden sediment per jaar die in Burchtse Weel binnenkomen.

Zo geeft Figuur 11 de aangroei van sediment boven 0 m TAW weer van 2013 tot 2018. Naarmate het gebied meer gevuld raakt, neemt de aangroei van sediment af. Dit is logisch omdat er steeds minder water in het gebied binnenkomt en dat water brengt het sediment mee.

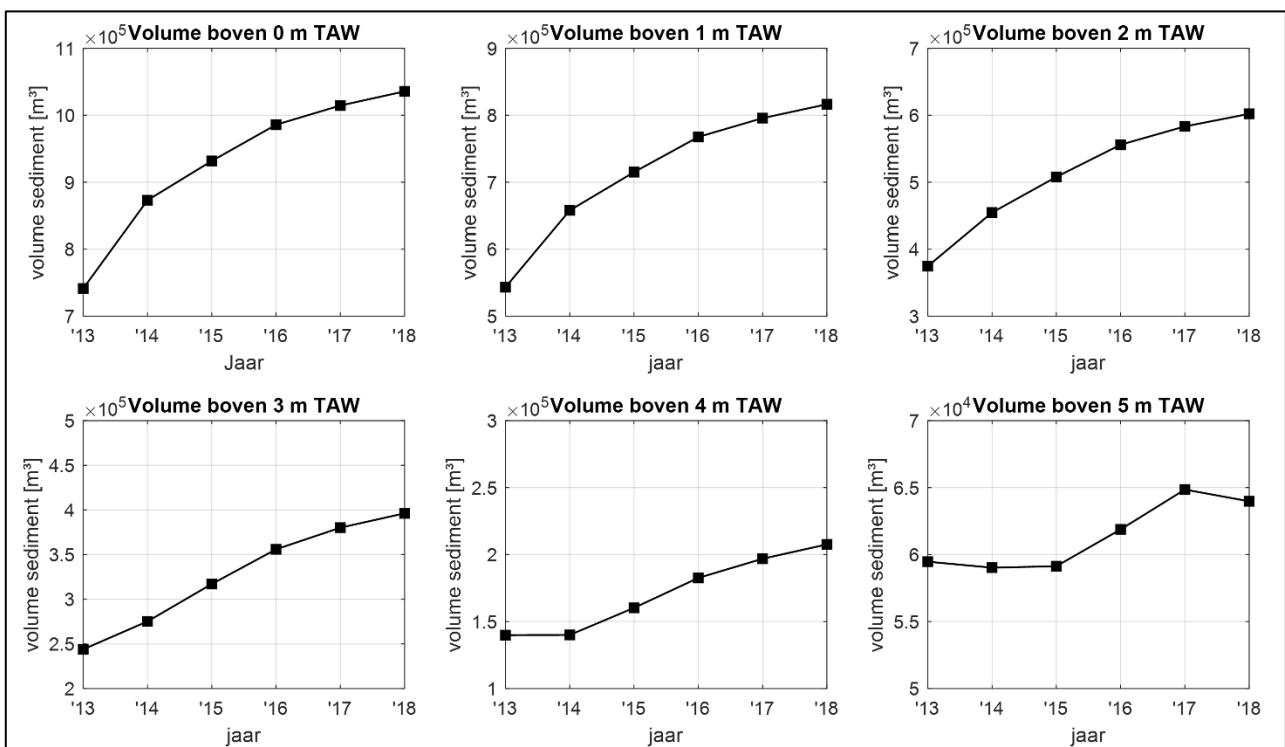
Figuur 12 toont de aangroei over de verschillende jaren boven het aangegeven referentieniveau. Uit deze figuur kan opgemaakt worden dat oorspronkelijk (2013- 2014) de hoger gelegen delen geen aangroei van sediment kenden en dat deze starten op te hoger/aan te groeien vanaf dat het gebied zelf verder opgevuld raakt.

Figuur 13 geeft dan weer de volumes sediment over de verschillende jaren in verschillende hoogte zones. Zo is te zien dat in de zone tussen 0 en 1 m TAW er na 2014 bijna geen bijkomend sediment wordt toegevoegd. Logisch omdat deze laag al bijna volledig gevuld is. Verder valt op dat de laatste jaren het vooral de zones tussen 3 en 5 m TAW zijn die nog sterk aangroeien.

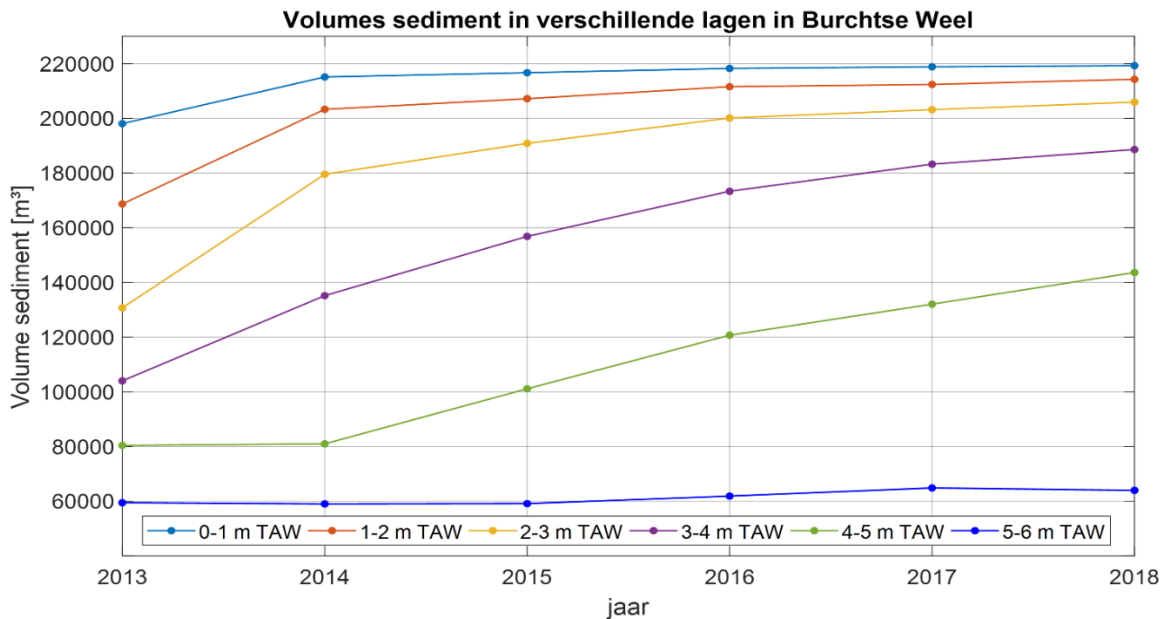
Figuur 10 – Aangroei sediment boven 0m TAW in Burchtse Weel sinds 2013



Figuur 11 – Volumes sediment boven verschillende referentie niveaus in Burchtse Weel voor verschillende jaren sinds 2013



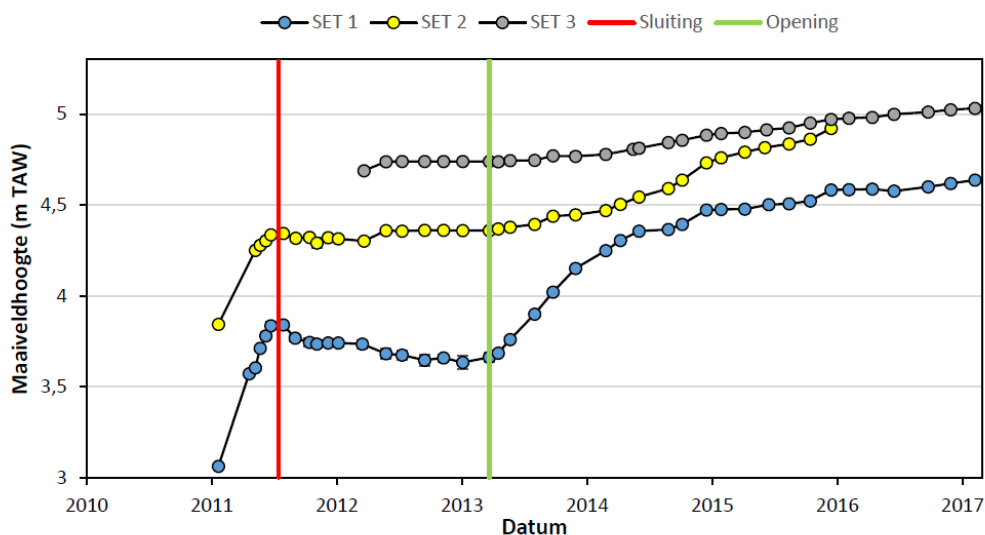
Figuur 12 – Volumes sediment in verschillende hoogte niveaus in Burchtse Weel voor verschillende jaren sinds 2013



## 6.2 SED-metingen

Sinds Burchtse Weel in open gegaan is in 2011 zijn er door Universiteit Antwerpen in het kader van OMES-monitoringprogramma SET (surface elevation table) metingen en metingen met meetpalen uitgevoerd. De belangrijkste resultaten worden hier kort weergegeven. Figuur 9 geeft de metingen weer van drie SET opstellingen in het gebied waarbij SET1 het laagst gelegen was; SET2 iets hoger en SET3 het hoogst. De resultaten tonen een sterke stijging van het maaiveld aan bij opening in 2011. Tijdens de daaropvolgende sluiting is er voor SET2 en SET3 geen compactie en daling van het maaiveld zichtbaar. Bij SET1 is er wel sprake van een daling van het maaiveld met ongeveer 20 cm over de periode dat Burchtse Weel terug afgesloten was van de Schelde. Wanneer in 2013 Burchtse Weel terug geopend werd merken we direct terug een sterke stijging van het maaiveld bij de laagst gelegen SET opstelling (SET1). Sinds 2015 lijkt de ophoging van het maaiveld bij alle opstellingen trager te verlopen.

Figuur 13 – Resultaten SET (surface elevation table) metingen in Burchtse Weel.  
(figuur overgenomen uit Maris et al., 2018)

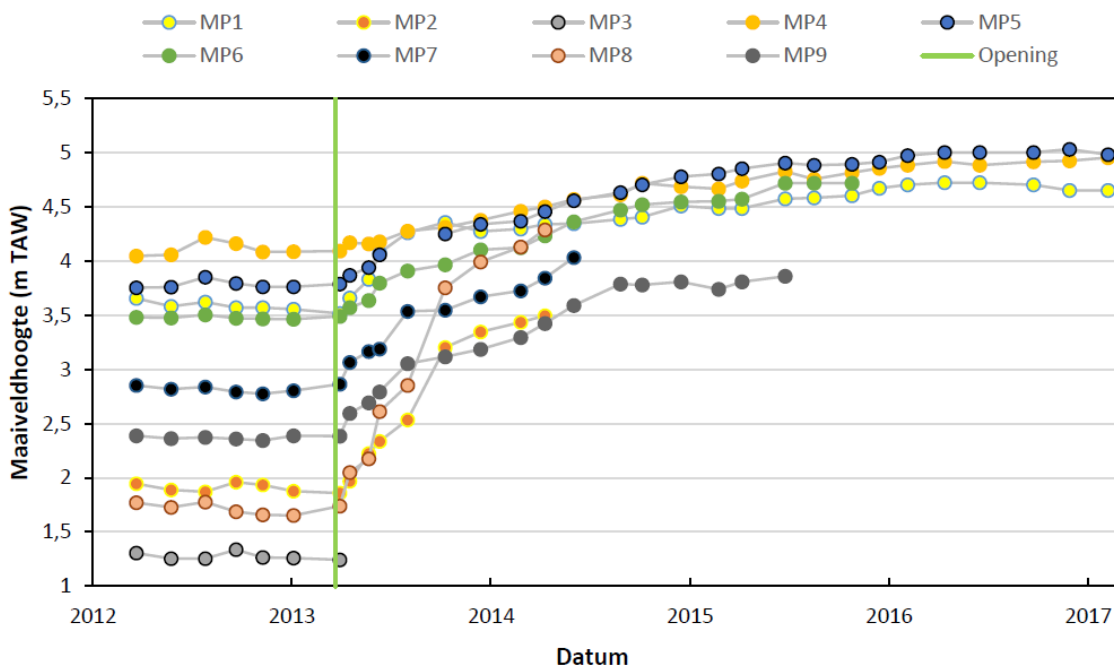


Figuur 10 geeft de resultaten van aangroei maaiveldhoogte voor verschillende meetpalen in Burchtse Weel. Ook hier valt op te merken dat de laagst gelegen opstellingen de sterkste sedimentatie ondergaan. Eenmaal een bepaalde hoogte bereikt wordt, en deze lijkt verschillend afhankelijk van de locatie, neemt de ophoging door sedimentatie van het maaiveld minder sterk toe.

Wel valt ook nog op te merken dat zowel bij de SET metingen als bij de meetpalen alle punten nog steeds onder gemiddeld hoogwater (= 5,30 m TAW) liggen en dus nog steeds volledig onder water komen te staan. Hoe hoger een punt ligt, hoe minder water er op komt te staan en hoe minder het potentieel voor sedimentatie.

Oosterlee et al. (2019) vermeldt gemeten bulk dichtheden voor verschillende locaties in Burchtse Weel. Deze variëren van 470 tot 630 kg/m<sup>3</sup>. Zij zien ook een stijging in bulk dichtheid tussen de jaren 2014, 2015 en 2016 voor de locaties van de SET metingen. Deze stijging bedraagt ruwweg een 50 kg/m<sup>3</sup> per jaar.

Figuur 14 – Resultaten aanslibbing Burchtse Weel ter hoogte van verschillende meetpalen (MP).  
(figuur overgenomen uit Maris et al., 2018)



### 6.3 Sedimentuitwisseling tijdens 13-uursmetingen

Tijdens de 13-uursmeting in Burchtse Weel in 2014, 2015 en 2016 werd de turbiditeit gemeten aan de in- en uitlaat kokers (met YSI opgehangen op ongeveer 20-30 cm boven de bodem). Tegelijkertijd werden waterstanden gemeten om SSC waarden te linken met de opgemeten turbiditeit. Via deze relatie kon een langere meetreeks turbiditeit omgezet worden naar waarden SSC in mg/L.

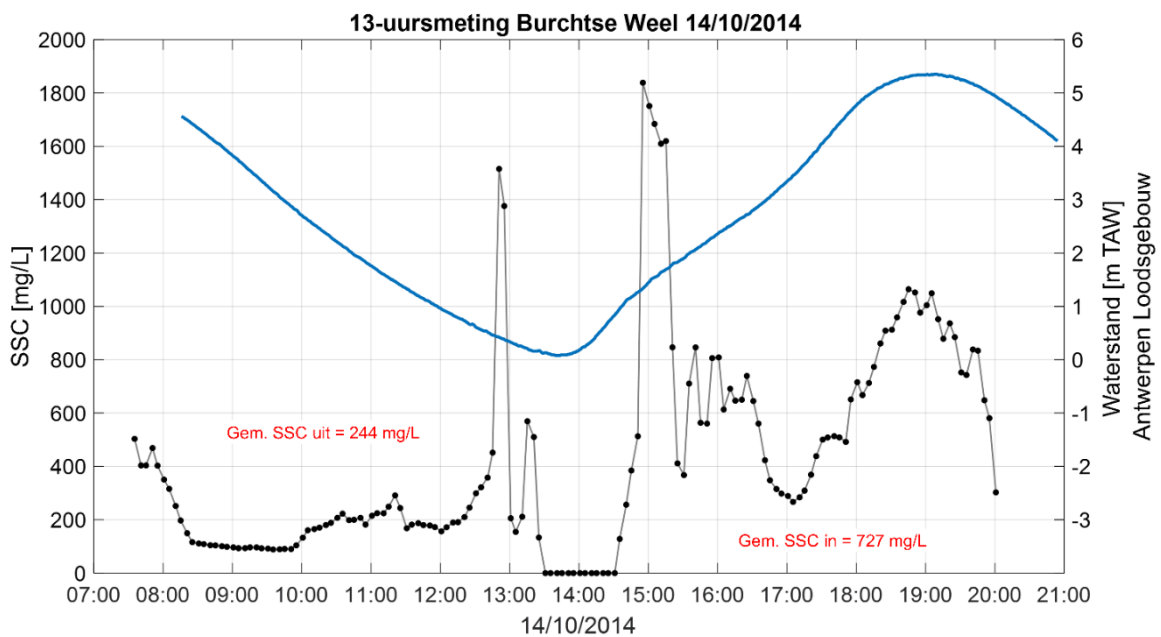
Deze zijn voor de verschillende campagnes geplot in Figuur 14, Figuur 15 en Figuur 16. De opgemeten waterstand te Antwerpen Loodsgebouw is er telkens bij geplot om aan te geven welke waarden tijdens in- of tijdens uitwatering gemeten werden. De metingen lopen sterk uiteen en er kan geen duidelijk relatie afgeleid worden. Idealiter kon bepaald worden hoeveel percent sediment in Burchtse Weel achterbleef. Daarvoor zijn de meetperiodes te kort, maar wat wel duidelijk is, is dat er steeds veel hogere concentraties binnengaan en steeds lagere concentraties buitenkomen.

Tenslotte worden in Figuur 17 SSC waarden over een langere tijdsperiode (2016-2017) getoond gemeten aan de meetpaal te Oosterweel. De turbiditeitsmetingen (FTU) ter hoogte van de meetpaal Oosterweel werden

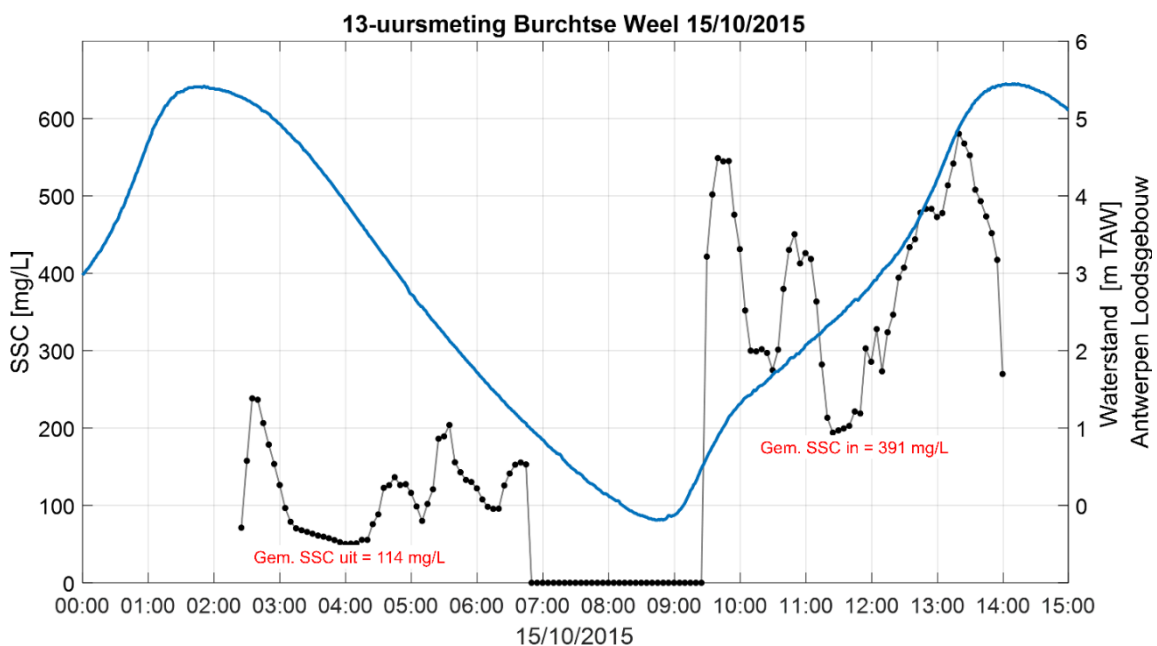
met volgende relatie omgezet naar SSC waarden (mg/L):  $SSC = 1,4501 \cdot \text{turbiditeit} - 35,595$  ( $R^2 = 0,9485$ ). Deze meetlocatie is gelegen nabij de belangrijkste stortzone voor slibrijke specie afkomstig uit de onderhoudsbaggerwerken in de Beneden-Zeeschelde. Rekening houdend met een gemiddelde getijweglengte van ca. 15 km, zal de gemeten sedimentconcentratie in Oosterweel ook representatief zijn voor Burchtse Weel. Figuur 17 toont ter illustratie de grootteorde van de gemeten SSC waarden voor een langere periode.

De gemeten SSC waarden bij inwatering tijdens de 13-uursmetingen liggen in diezelfde grootteorde, behalve deze van de 13-uursmeting in 2016 (Figuur 16). Die waarden liggen wel zeer hoog. Maar lokale omstandigheden kunnen sterke verschillen in SSC geven.

Figuur 15 – SSC resultaten tijdens 13-uursmeting 2014 Burchtse Weel

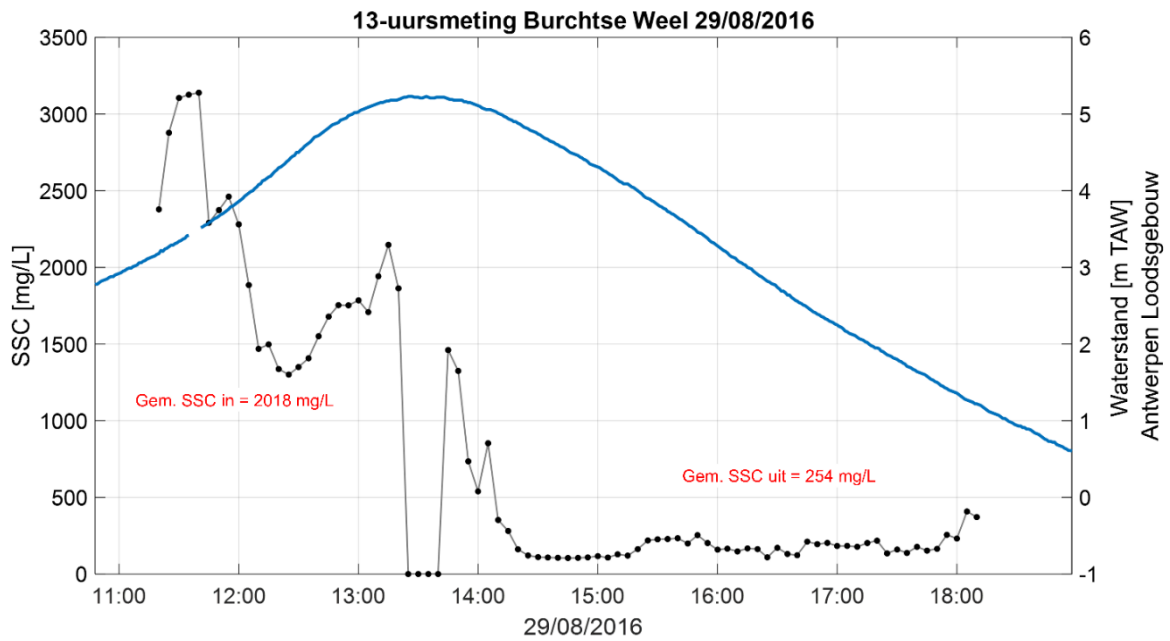


Figuur 16 – SSC resultaten tijdens 13-uursmeting 2015 Burchtse Weel

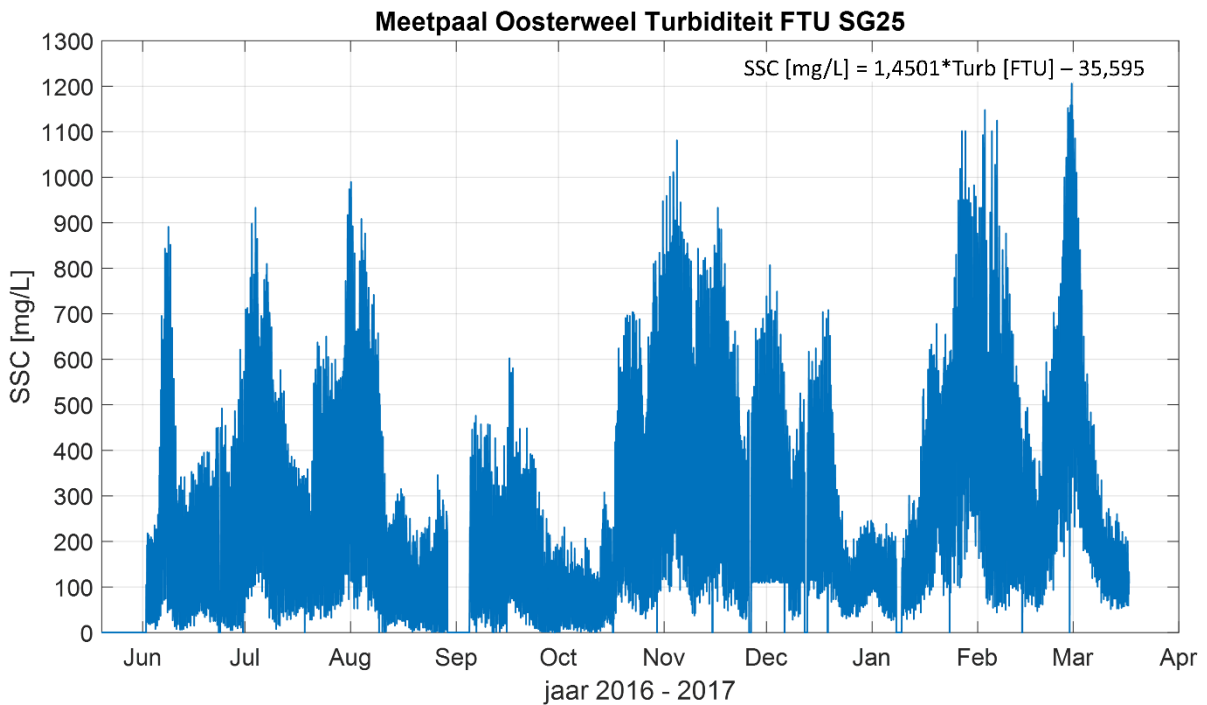




Figuur 17 – SSC resultaten tijdens 13-uursmeting 2016 Burchtse Weel



Figuur 18 – SSC waarden opgemeten aan de meetpaal te Oosterweel voor tweede deel 2016 en eerste deel 2017.



## 6.4 Sedimentconcentraties in de Schelde ter hoogte van Steenplein

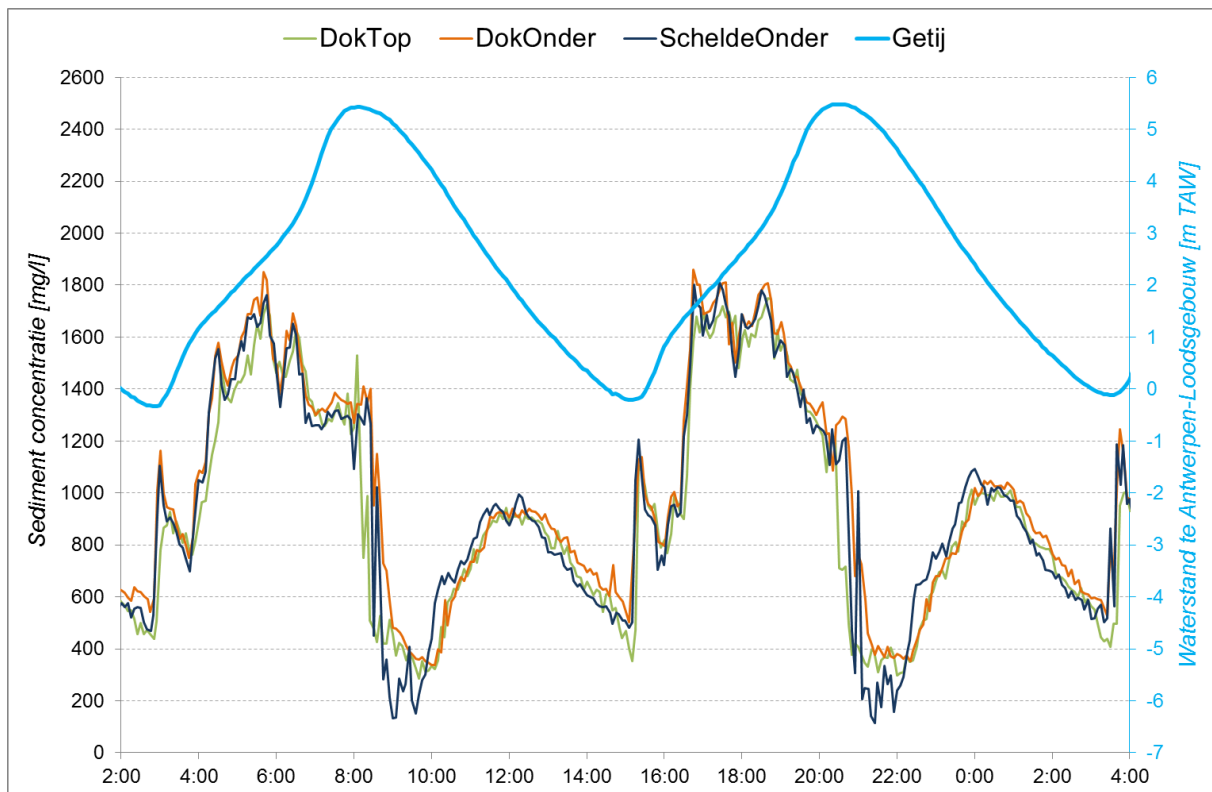
In 2015 werd het Waterbouwkundig Laboratorium door de Stad Antwerpen om advies gevraagd naar aanleiding van zeer snelle sedimentatie aan de pontons van het Steenplein (locatie zie Figuur 19). Voor deze studie (met nummer 14\_154) werden met vier YSI toestellen turbiditeitsmetingen uitgevoerd om een beter zicht te krijgen op de situatie ter plaatse. Deze metingen werden gerapporteerd in Plancke *et al.* (2016) en de belangrijkste bevindingen worden hier herhaald.

Deze metingen bevinden zich ter hoogte van het Steenplein dat in de buitenbocht van de Schelde ligt, terwijl Burchtse Weel langs de linker oever aan de binnenbocht ligt, een 3,5 km meer opwaarts. Deze metingen geven toch een eerste inzicht in de sedimentconcentraties en de verhouding tussen boven- en onderaan in de waterkolom. Aan het Steenplein werden vier YSI toestellen geplaatst op twee verschillende locaties; namelijk in de Schelde en achter het ponton in de inham van het Steenplein; en op twee verschillende hoogtes in de waterkolom; namelijk op 2 en 10 m onder het wateroppervlak. Voor uitgebreide beschrijving van deze metingen wordt verwezen naar Plancke *et al.* (2016), maar Figuur 20 geeft perfect de belangrijkste conclusies weer: er is weinig verschil in gemeten sedimentconcentraties tussen de twee locaties, en, belangrijker voor Burchtse Weel, er is weinig verschil in gemeten sedimentconcentraties tussen de verschillende dieptes waarop werd gemeten. Dit geeft aan dat het sediment hier in de Schelde zeer homogeen verdeeld is en er een goede menging optreedt.

Figuur 19 – Locatie Steenplein te Antwerpen ten opzichte van Burchtse Weel



Figuur 20 – Verloop van de sedimentconcentratie voor verschillende locaties ter hoogte van het Steenplein op 3 oktober 2015 (Plancke et al., 2016).



## 6.5 Data monsternamen slib tijdens baggerwerken maart 2018

De aannemer Smals Dredging BV zou tijdens de verruimingswerkingen van de uitwateringsgeul in Burchtse Weel slibmonsters nemen op drie verschillende locaties en per locatie op drie verschillende hoogtes: tijdens hoogwater (5,3 m TAW), halftij (4,1 m TAW) en laagwater (2,8 m TAW). De coördinaten en hoogteligging van de monsters zouden op de emmers genoteerd worden, maar die gegevens waren bij aankomst op het sedimentlabo van het waterbouwkundig laboratorium zeer slecht of niet meer leesbaar. Deze info is dus onder voorbehoud. De resultaten van de korrelgrootteanalyse zijn weergegeven in Tabel 1. Deze resultaten tonen aan dat het sediment in Burchtse Weel hoofdzakelijk slib is met een klein aandeel zeer fijn zand. Er is nauwelijks een verschil in korrelgrootte indeling in monsters die op een lager niveau (vroegere sedimentatie) genomen zijn dan monsters die op een hoger niveau (recentere sedimentatie) genomen zijn.

Tabel 1 – Resultaten slibmonsters Burchtse Weel

Sample Name	RD X	RD Y	elevation [m TAW]	Result Below 2.000 $\mu\text{m}$	Result 2.0 $\mu\text{m}$ -63 $\mu\text{m}$	Result 63 $\mu\text{m}$ -125 $\mu\text{m}$	Result 125 $\mu\text{m}$ -250 $\mu\text{m}$	Result 250 $\mu\text{m}$ -500 $\mu\text{m}$	Result 500 $\mu\text{m}$ -1000 $\mu\text{m}$	Result 1000 $\mu\text{m}$ -2000 $\mu\text{m}$
# 1	83081	357981	3.5	5.042	53.295	33.304	8.360	0.000	0.000	0.000
# 2	83081	357981	4.10	2.772	36.548	45.560	15.121	0.000	0.000	0.000
# 3	83081	357981	2.80	5.449	56.688	26.614	9.384	1.189	0.674	0.000
# 4	83082	358043	2.80	7.800	60.870	21.853	6.563	2.068	0.845	0.000
# 5	83081	358012	2.80	13.130	67.141	12.739	3.756	2.272	0.962	0.000
# 6	83060	357858	?	3.700	46.855	36.580	12.736	0.128	0.000	0.000
# 7	83086	357943	?	8.666	69.513	16.228	3.690	1.370	0.533	0.000
# 8	?	?	?	11.457	74.414	11.451	2.212	0.428	0.038	0.000
# 9	?	?	?	11.416	70.351	14.440	3.224	0.398	0.171	0.000
Sample Name	d (0.1) ( $\mu\text{m}$ )	d (0.2) ( $\mu\text{m}$ )	d(0.35) ( $\mu\text{m}$ )	d (0.5) ( $\mu\text{m}$ )	d(0.65) ( $\mu\text{m}$ )	d (0.8) ( $\mu\text{m}$ )	d (0.9) ( $\mu\text{m}$ )	Surface weighted mean ( $\mu\text{m}$ )	Volume weighted mean ( $\mu\text{m}$ )	
# 1	4.220	12.039	35.196	53.335	71.253	94.392	119.120	9.774	58.074	
# 2	10.801	39.085	58.389	74.295	91.746	114.789	138.758	16.642	76.956	
# 3	3.479	8.024	22.212	44.469	67.641	97.214	130.622	8.692	61.442	
# 4	2.590	6.218	17.196	35.485	56.978	86.105	122.011	6.668	57.511	
# 5	1.477	3.296	7.805	16.977	33.850	62.299	100.488	4.181	45.066	
# 6	5.889	17.462	43.474	62.320	81.678	107.097	134.618	12.442	67.503	
# 7	2.278	4.598	10.414	22.066	40.496	66.957	97.776	5.809	43.404	
# 8	1.754	3.539	7.531	15.144	28.623	50.113	75.631	4.632	30.072	
# 9	1.747	3.651	7.991	16.734	33.522	59.074	87.325	4.631	34.550	

## 7. Conclusies

- Modelsimulaties van Burchtse Weel toonden aan dat de waterstanden in Burchtse Weel deze in de Schelde op een paar centimeter na goed volgen. Voor waterstanden in Burchtse Weel zijn de gemeten waarden te Anwerpen Loodsgebouw een goede benadering.
- Het wateroppervlak in Burchtse Weel kan met behulp van de topografische data en de gevraagde waterstanden eenvoudig berekend worden. Voor een gemiddeld tij en springtij is Burchtse Weel bijna volledig bedekt met water.
- De LIDAR metingen van de opeenvolgende jaren tonen aan dat Burchtse weel steeds verder gevuld wordt, maar dat de snelheid afneemt. Hoe meer het gebied gevuld raakt, des te minder water zal er binnenkomen en dus zal er minder sediment het gebied mee binnen gebracht worden. De lage stroomsnelheden in Burchtse Weel zorgen ervoor dat steeds een groot percentage van het gesuspendeerd sediment dat met het water het gebied binnekomt, ook zal achterblijven. De SSC metingen tijdens 13-uursmetingen tonen dit ook duidelijk aan. De concentratie die binnengaat ligt steeds enkele malen hoger dan de concentratie die terug buiten gaat (gemeten op een vast punt 20 cm boven de bodem).
- De gemeten SSC waarden tijdens 13-uursmetingen tonen aan dat de concentratie bij begin en einde van inwatering in dezelfde grootteorde liggen. Halfweg de inwatering wordt wel een kleine dip in concentraite waargenomen.

## 8. Referenties

**Maris, T., Baeten, S., Van Den Neucker, T., Meire, P.,** 2016. Onderzoek naar de gevolgen van het Sigmaplan, baggeractiviteiten en havenuitbreiding in de Zeeschelde op het milieu. Beïntegreerd eindverslag van het onderzoek verricht in 2016, deelrapport intergetijdengebieden. ECOBE 016-R207 Universiteit Antwerpen, Antwerpen.

**Oosterlee, L., Cox, T., Temmerman, S., Meire, P.,** 2019. How restoration design affects sedimentation rates in restored tidal marshes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (submitted)

**Plancke, Y.; Van De Moortel, I.; Hertogs, R.; Vereecken, H.; Vos, G.; Verdoodt, N.; Meire, D.; Deschamps, M.; Mostaert, F.** (2017). Monitoring Effecten Ontwikkelingsschets (MONEOS) – Jaarboek monitoring 2016: Deelrapport 6 – Factual data rapportage van monitoring waterbeweging en fysische parameters in de Zeeschelde in 2016. Versie 4.0. WL Rapporten, 12\_070\_6. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

**Plancke, Y.; Claeys, S.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2016). Sedimentatieproblematiek Steenplein: Deelrapport 2 – Factual data rapport turbiditeitsmetingen . Versie 4.0. WL Rapporten, 14\_154\_2. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

**Smolders, S.; Maximova, T.; Vanlede, J.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2016). Integraal Plan Bovenzeeschelde: Subreport 1 – SCALDIS: a 3D Hydrodynamic Model for the Scheldt Estuary. Version 5.0. WL Rapporten, 13\_131. Flanders Hydraulics Research: Antwerp, Belgium.

**Smolders, S.; Vercruyse, J.; Visser, K.P.; Henderick, A.; Coen, L.; Mostaert, F.** (2018). Sigmaplan – Vismigratie gereduceerde getijdegebieden: Bepalen debiet in- en uitwatering GOG-GGG Bergenmeersen en Bazel. Versie 3.0. WL Rapporten, 16\_094\_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

**Smolders, S.; Bi, Q.; Vanlede, J.; De Maerschallck, B.; Plancke, Y.; Mostaert, F.** (2019). Integraal plan Bovenzeeschelde: Sub report 6 – Scaldis Mud: a Mud Transport model for the Scheldt Estuary. Version 4.0. FHR Reports, 13\_131\_6. Flanders Hydraulics Research: Antwerp. Concept rapport.

**Vercruyse, J.B.; Plancke, Y.; Peeters, P.; Mostaert, F.** (2014). Burchtse Weel: verkennende simulatie voor het reduceren van het inwateringsdebiet. Versie 4.0. WL Adviezen, 14\_144. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. III, 15 + 4 p. bijlagen pp.



## Bijlage 1 Parameters culverts Burchtse Weel

In deze bijlage worden kort de waarden die gekozen werden voor de parameters voor de verschillende in- en uitlaat kokers toegelicht. De waarden die gebruikt werden bij de finale kalibratie en bij de validatie zijn hieronder weergegeven. De belangrijkste parameters zullen daaronder toegelicht worden.

Relaxation	Number of culverts																																
0.95	8																																
I1	I2	CE1	CE2	CS1	CS2	LRGbus	Haut1	CLP	LBUS	z1	z2	CV	C56	CV5	C5	Ctrash	Haut2	Fric	length	circ													
7558	6858	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	3	0	0.2	0	0	0	10	1.5	6	0	3	0.02	70	0													
8319	7134	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	3	0	0.2	0	0	0	10	1.5	6	0	3	0.02	70	0													
9051	7426	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	3	0	0.2	0	0	0	10	1.5	6	0	3	0.02	70	0													
9835	7216	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	3	0	0.2	0	0	0	10	1.5	6	0	3	0.02	70	0													
16044	15595	1.5	1.5	1.5	1.5	0.60	0.6	2	0.2	0.7	0.7	0	10	1.5	6	0	0.6	0.025	67	1													
16227	15572	1.5	1.5	1.5	1.5	0.60	0.6	2	0.2	0.7	0.7	0	10	1.5	6	0	0.6	0.025	67	1													
16422	15617	1.5	1.5	1.5	1.5	0.85	1.0	2	0.2	1.8	1.8	0	10	1.5	6	0	1.0	0.025	67	0													
16509	15690	1.5	1.5	1.5	1.5	0.85	1.0	2	0.2	1.8	1.8	0	10	1.5	6	0	1.0	0.025	67	0													

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de oude uitlaat kokers en de nieuwere in- en uitlaatkokers.

### De oudere uitlaat kokers

De lengte werd op 67 m geschat op basis van de bouwplannen.

Als manningscoëfficiënt voor de muren van de kokers werd een waarde van  $0.025 \text{ s/m}^{1/3}$  genomen

Op basis van een foto van het bouwplan van de constructie werd deze koker verdeeld in vier sub-kokers: twee rechthoekige de boven twee ronde staan. De vorm slaat hier op de vorm van de inlaat opening.

De ronde openingen hadden een diameter van 0.6 m. Voor de rechthoekige inlaat openingen werd een breedte van 0.85 m en een hoogte van 1.0 m genomen.

De hoogte van de bodem van de ronde inlaten werd op 0.7 m TAW geschat. De hoogte van de rechthoekige inlaten werd op 1.8 m TAW geschat op basis van de afmetingen vermeld op de bouwplannen.

### nieuwere in- en uitlaat kokers

De lengte van deze kokers werd op 70 m geschat op basis van de bouwplannen

Als manningscoëfficiënt voor de muren van de kokers werd een waarde van  $0.02 \text{ s/m}^{1/3}$  genomen.

De nieuwere in- en uitlaatkokers bestaan uit twee koker die elk in het midden aan de in- en uitlaat worden gescheiden door een pilaar. Modeltechnisch werd besloten hier vier kokers van te maken. De kokers zelf zijn al redelijk groot en de berekende debieten per tijdstap in het model moeten ook nog aanwezig zijn in de betreffende modelknooppunten. Te grote berekende debieten worden in het model gelimiteerd door het totaal aanwezige water in het betreffende modelknooppunt. Bij grote kokers is het dus verstandiger deze op te splitsen.



De hoogte van de kokers is 3 m. De breedte van elke koker is ook drie meter, maar in het model dus in twee verdeeld.

In de kokers werd 0.3 m breuksteen gestort. De hoogte van de inlaat werd op 0 m TAW geschat op basis van de vermeldingen op de bouwplannen (-0.3 m TAW + 0.3 m breuksteen).

De inlaat en uitlaat verliescoëfficiënten CE en CS werden overgenomen van eerdere studies (Smolders et al., 2016 en 2018)

Tijdens de kalibratie werd weinig gewijzigd. Er werd enkel opgemerkt dat het uitlaat debiet bij de nieuwere kokers te laag lag. Er ging een te groot percentage langs de oude uitlaat kokers naar buiten. Daarom werden de coëfficiënten CE en CS van de oude uitlaat kokers verhoogd van 0.5 naar 1.5. Dit gaf meteen het gewenste resultaat.

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](mailto:waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be)

[www.waterbouwkundiglaboratorium.be](http://www.waterbouwkundiglaboratorium.be)