



Vlaanderen
is wetenschap

12_053_3
WL rapporten

Studie ten behoeve van de aanleg van overstromingsgebieden en natuurgebieden in het kader van het Sigmaplan

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

Ondersteunende studie:
Sigma Schelde Zone 3 – GOG-GGG Schouselbroek

waterbouwkundiglaboratorium.be

Studie ten behoeve van de aanleg van overstromingsgebieden en natuurgebieden in het kader van het Sigmaplan

Ondersteunende studie: Sigma Schelde
Zone 3 – GOG-GGG Schouselbroek

Coen, L.; Boey, I.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; 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 2017

D/2017/3241/35

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Coen, L.; Boey, I.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2017). Studie ten behoeve van de aanleg van overstromingsgebieden en natuurgebieden in het kader van het Sigmaplan: Ondersteunende studie: Sigma Schelde Zone 3 – GOG-GGG Schouselbroek. Versie 4.0. WL Rapporten, 12_053_3. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Overname uit of verwijzen naar deze publicatie kan enkel mits uitdrukkelijke en schriftelijke toestemming van de opdrachtgever of van het Waterbouwkundig Laboratorium.

Documentidentificatie

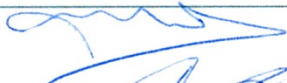
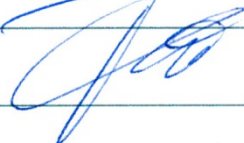
Opdrachtgever:	Waterwegen en Zeekanaal, Afdeling Zeeschelde	Ref.:	WL2017R12_053_3
Keywords (3-5):	Actualisatie Sigmaplan, Schelde, Schouselbroek, GOG, GGG, uitwatering		
Tekst (p.):	20	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s):	Coen, L.; Boey, I.
------------	--------------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Plancke, Y.	
Projectleider:	Coen, L.	

Goedkeuring

Coördinator onderzoeksgroep:	Verwaest, T.	
Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	



Abstract

Met betrekking tot het geactualiseerde SIGMAPLAN 'Veiligheid + Natuurlijkheid' dienen tegen 2015 diverse projecten in realisatie te zijn. Ter voorbereiding van de realisatie van deze projecten startte nv W&Z, Afdeling Zeeschelde studies op ten behoeve van de aanleg van overstromingsgebieden en natuurgebieden. Het Waterbouwkundig Laboratorium onderzoekt de mogelijkheden van verschillende inrichtingsvarianten voor de aan te leggen zones. Bij de inrichting ligt de nadruk op het halen van het vooropgestelde veiligheidsniveau (risicobenadering) en natuurdoelstellingen (IHD's, OS 2010, LTV Schelde-estuarium).

Dit rapport bestudeert de GOG-uitwatering en GGG-inwatering van GOG-GGG Schouselbroek.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Inleiding	1
1.1 De opdracht	1
1.2 Situering studiegebied.....	2
1.3 Opbouw van het rapport.....	3
2 Optimalisatie uitwatering GOG Schouselbroek.....	4
2.1 Methodologie	4
2.2 GOG-uitwatering	4
2.2.1 Verhoogde laagwaters.....	5
2.2.2 Niet-verhoogde (of lage) laagwaters.....	6
3 GGG-inwatering Schouselbroek	8
3.1 Methodologie	8
3.2 Afbakening van de polder.....	8
3.3 Opbouw van het numerieke model.....	9
3.4 Referentiegetijden.....	10
3.5 GGG-inwatering.....	11
3.5.1 Locatie in- en uitwateringsconstructie	11
3.5.2 Inwatering via hoge inwateringssluizen	11
3.6 Verwachte getijwerking in Schouselbroek via 9 hoge inwateringssluizen.....	13
3.6.1 Gereduceerd getij.....	13
3.6.2 Stagnante fase	17
3.6.3 Instromend debiet	17
4 Conclusies	19
5 Referenties	20

Lijst van de tabellen

Tabel 1 - Zone 3 – overzicht van de in te richten gebieden MWeA (cfr. Regeringsbeslissing 22/07/2005 en 28/04/2006).....	2
Tabel 2 - Laagwaterpeil in GOG Schouselbroek na 2 ^{de} hoog laagwater (= TAW +1,9 m) na T4000-vulling bij verschillende uitwateringsconfiguraties	6
Tabel 3 - Laagwaterpeil in GOG Schouselbroek na 2 ^{de} laag laagwater (= TAW +0,3 m) na T4000-vulling bij verschillende uitwateringsconfiguraties	7
Tabel 4 - Gewenste overstromingspercentages en bijhorende inwateringsvolumes voor GGG-werking te Schouselbroek	10
Tabel 5 - Percentage overstroomde oppervlakte in GGG Schouselbroek bij de referentiegetijden voor verschillend aantal kokers	12
Tabel 6 - Verwacht gereduceerd getij in Schouselbroek bij de referentiegetijden en bijhorende overstromingspercentages, instromend piekdebieten en instromend volume op basis van modelresultaten.	17

Lijst van de figuren

Figuur 1 - Situering Schouselbroek (Topografische kaart, NGI, 2005)	2
Figuur 2 - Situering GOG Schouselbroek en voorstel van contour zonder RWZI, buffer,.....	3
Figuur 3 - Overzicht gebiedsmodel Schelde Zone 3	5
Figuur 4 - Waterpeil Zeeschelde en GOG Schouselbroek, bij uitwatering bij hoog laagwater na T4000- stormhoogwater bij verschillende uitwateringsconfiguraties	6
Figuur 5 - Waterpeil Zeeschelde en GOG Schouselbroek, bij uitwatering bij laag laagwater na T4000- stormhoogwater bij verschillende uitwateringsconfiguraties (paarse lijn = hoogte maaiveld).....	7
Figuur 6 - Hooggelegen zones in Schouselbroek boven TAW +2,5 m (witte zones). Dit komt overeen met 10% van het terrein binnen de dijkvoet	9
Figuur 7 - 1D-Model GGG Schouselbroek.....	10
Figuur 8 - Waterpeilen Zeeschelde en GGG Schouselbroek bij gemiddeld getij bij 9 in- en uitwateringskokers	12
Figuur 9 - HW Zeeschelde versus HW Schouselbroek	13
Figuur 10 - Verwacht gereduceerd getij tov. Hoogteverdeling in GGG Schouselbroek	14
Figuur 11 - Verwacht gereduceerd getij in een dwarsdoorsneden van GGG Schouselbroek	14
Figuur 12 - Verwachte DT/ST-variatie in GGG Schouselbroek	15
Figuur 13 - Verwachte overstroming van GGG Schouselbroek bij DT, MT, ST en HST	16
Figuur 14 - Instromend debiet in GGG Schouselbroek bij de referentiegetijden.....	18

1 Inleiding

1.1 De opdracht

Met betrekking tot het geactualiseerde SIGMAPLAN dienen vanaf 2015 diverse projecten in realisatie te zijn. Ter voorbereiding van de realisatie van de projecten langs de Schelde t.h.v. Bornem en Temse start nv W&Z, Afdeling Zeeschelde een studie op ten behoeve van de aanleg van overstromingsgebieden, i.h.b. Oudbroek- en Schellandpolder (linkeroever) en Schouselbroek (rechteroever).

WL staat in voor:

- de verdere uitbouw (actualisatie en bijsturing) van het (SIGMA-)modelinstrumentarium
- numerieke ondersteuning bij de uitwerking van de inrichtingsvoorstellen van de verschillende deelgebieden
- het aanleveren van hydraulische ontwerpparameters, zoals lengte en cota van overloopdijken en toegangsbrassen, hoogteligging in- en uitwateringconstructies voor de opmaak van ontwerpplannen van GGG's / GOG / dijkverplaatsing
- het bewaken van de kwaliteit en uniformiteit van de in het kader van dit project aangemaakte rapporten
- deelname aan overlegmomenten met de opdrachtgever en dienstverlener

Bij de inrichting van een overstromingsgebied ligt de nadruk op het halen van het vooropgestelde veiligheidsniveau (risicobenadering) en natuurdoelstellingen (IHD's).

- **GOG:** Variaties in hoogte van de overloopdijken zijn mogelijk om zo bepaalde (deel)gebieden vanuit veiligheidsdoelstellingen, preferentieel als gecontroleerd overstromingsgebied (GOG) te laten functioneren. WL bepaalt lengtes en cota van overloopdijken en compartimenteringsdijken, natte secties en drempelpeilen van uitwateringsconstructies. Mogelijke compartimentering van overstromingsgebieden kan voortkomen uit diverse aspecten: veiligheid, natuur, recreatie, schade, lokale knelpunten, ...;
- **Wetland:** Vaak kent een GOG ook een wetland-natuurinvulling wat specifieke vereisten stelt aan overloopdijkhoogtes en de uitwatering vanuit natuurdoelstellingen. Het MWeA bevat ook wetlandgebieden zonder GOG-werking. WL is hier betrokken bij de keuze van de uitwateringsdrempel om de gewenste vernatting te realiseren;
- **GGG:** Vereisten voor de realisatie van gebieden met gecontroleerd gereduceerd getij (GGG) werden opgesomd. WL gaat de haalbaarheid na van het gewenste vul- en ledigingsgedrag en bepaalt waaraan in- en uitwateringsconstructies moeten voldoen (natte sectie, drempelpeilen). Berekende waterstanden en debieten moeten toelaten prognoses te maken over uitwisseling van nutriënten (Si, N, O₂, ...) om zo de GGG-werking te optimaliseren.
- **Ruimte voor de rivier (dijkverplaatsing):** een dijkverplaatsing houdt in dat de rivier vanaf een bepaalde waterstand door een bredere bedding zal stromen. Het effect van de verbreding op de maximale waterstanden langs de rivier wordt ingeschat.

1.2 Situering studiegebied

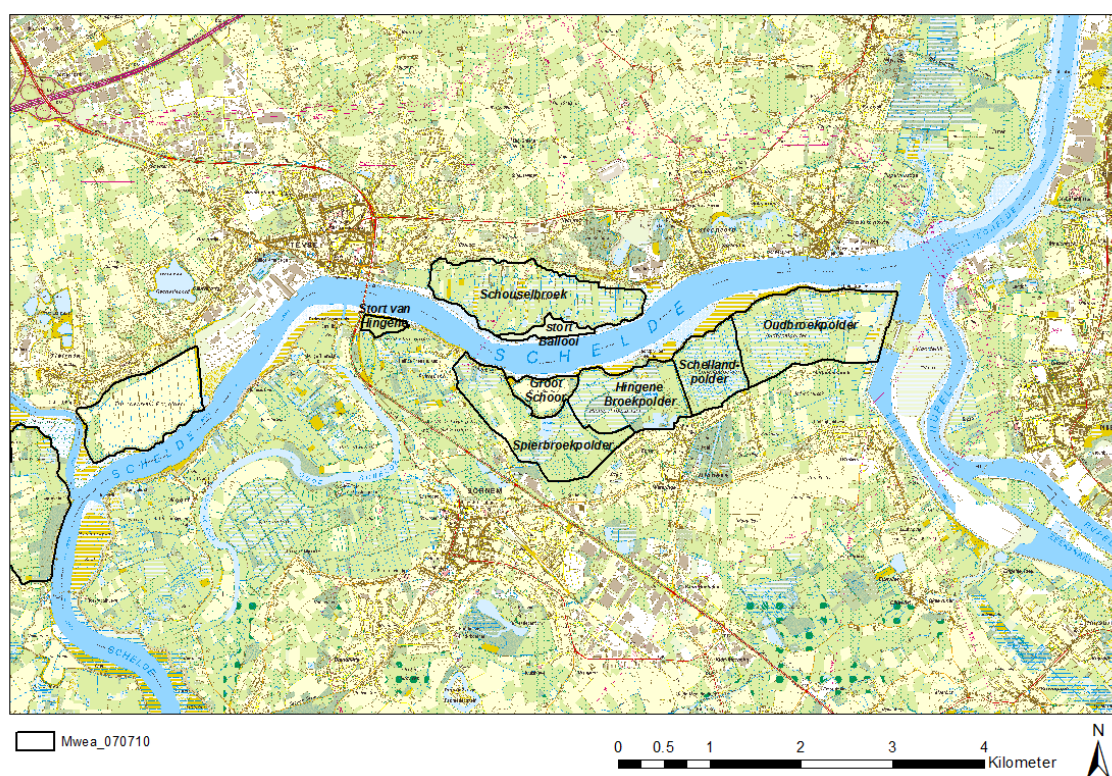
Dit rapport bundelt de studieresultaten van de GOG-werking en het GGG langs de linkeroever in de cluster Bornem-Temse (Figuur 1). Tabel 1 toont de voorgestelde ingrepen in de gebieden die behoren tot Cluster Bornem-Temse.

In Coen *et al.* (2013) wordt het inrichtingsvoorstel betreffende GOG Oudbroekpolder, langs de rechteroever van de Schelde, besproken.

Tabel 1 - Zone 3 – overzicht van de in te richten gebieden MWeA (cfr. Regeringsbeslissing 22/07/2005 en 28/04/2006)

PROJECT	OPP. (ha)	SITUERING	INGREEP
Schousselbroek	127	Temse	GOG – GGG
Oudbroekpolder	133	Bornem	GOG(/wetland)
Schellandpolder	55	Bornem, Hingene	GOG(/wetland)
Groot Schoor	23	Bornem	Ontpoldering
Stort van Hingene	8	Bornem	Ontpoldering
Stort Ballooi	12	Temse	Afgraven
Hingene Broekpolder	80	Bornem, Hingene	GOG (reservegebied)
Spierbroekpolder	104	Bornem	GOG (reservegebied)

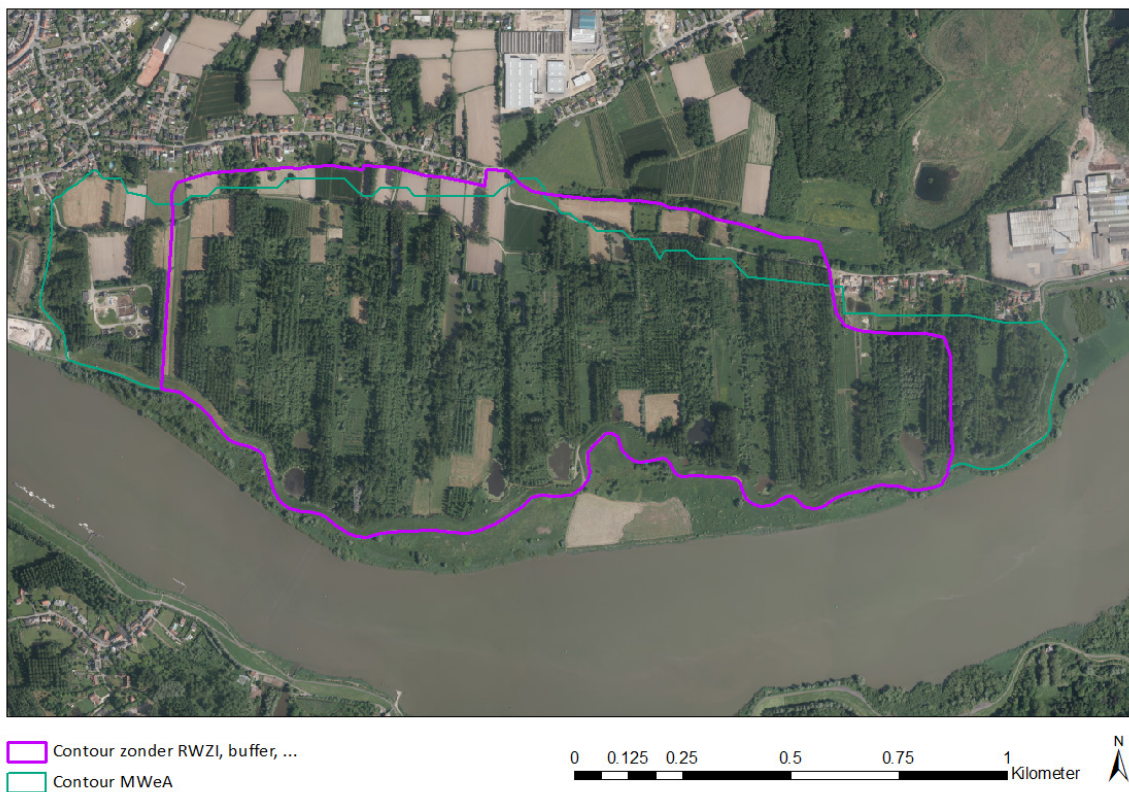
Figuur 1 - Situering Schousselbroek (Topografische kaart, NGI, 2005)



GOG Schouselbroek is gelegen op de linkeroever van de Schelde ter hoogte van de gemeente Temse. Het gebied heeft een oppervlakte van circa 127 ha, in het MWeA. De contour van het gebied dient echter aangepast te worden, omwille van de aanwezigheid van een RWZI in het westen, de aanwezigheid van de cuesta in het noorden en voor voorziening van voldoende buffercapaciteit voor afwatering van de bovenlopen.

Voor deze studie wordt gebruik gemaakt van de contour voorgesteld door studiebureau Antea (d.d. 05/12/2013) (Figuur 2). De oppervlakte van het gebied binnen deze contour bedraagt circa 115 ha.

Figuur 2 - Situering GOG Schouselbroek en voorstel van contour zonder RWZI, buffer,...



1.3 Opbouw van het rapport

Hoofdstuk 2 bespreekt de optimalisatie van de uitwatering van de GOG Schouselbroek.

Hoofdstuk 3 behandelt de GGG-werking van Schouselbroek.

Hoofdstuk 4 besluit met de conclusies.

2 Optimalisatie uitwatering GOG Schousselbroek

2.1 Methodologie

De in het referentiemodel opgenomen uitwateringsconfiguratie voor de nieuw aan te leggen GOG's wordt dermate gekozen dat een maximale uitwatering van het GOG (minimale vertraging tussen GOG-peil en Scheldepeil) wordt bekomen. Hierbij wordt geen rekening gehouden met de combinatie GOG-GGG, GOG-wetland of GOG-landbouw, wat mogelijks bijkomende vereisten stelt aan de uitwatering.

Het doel van de optimalisatie van de GOG-uitwatering is het realiseren van een maximale lediging (na GOG-vulling) met een minimaal aantal uitwateringskokers met standaardafmetingen van 3m x 2,2m. Als maatstaf voor het leeglopen van het GOG wordt gekeken naar:

- *Het verschil tussen het waterpeil in de Zeeschelde bij LW en het laagste waterpeil in het gebied (net opwaarts de uitwateringskokers), direct na dit LW in de Zeeschelde.*
- *De tijd (vertraging) tussen het LW in de Zeeschelde en het laagste waterpeil in het gebied direct na dit LW in de Zeeschelde.*

De effectiviteit van verschillende uitwateringsconfiguraties zal worden vergeleken met deze in het referentiemodel waarbij telkens 2 uitwateringssituaties worden geëvalueerd, nl. een T4000-vulling gevolgd door 1) lage (niet-verhoogde) laagwaters en 2) twee opeenvolgende hoge laagwaters. Bij een hoog laagwater mag het verschil tussen het rivierpeil en GOG-peil niet groter zijn dan 50 cm. Ingeval van lage laagwaters moet minstens bij het tweede opeenvolgende laagwater het waterpeil in het GOG, het waterpeil in de Zeeschelde volgen of gedaald zij tot maaiveldhoogte. Er wordt hierbij vanuit gegaan dat een laag laagwater niet gevolgd kan worden door een gevaarlijk stormtij.

De keuze van een T4000-vulling van een GOG volgt uit de MKBA studie van het Sigmaplan waarin zeker vanaf T4000 niet langer verondersteld wordt dat alle Sigmadijken hun waterkerende functie behouden tengevolge van overschrijding kruinhoogte en/of grondmechanisch falen.

Bij de optimalisatie wordt gezocht naar het minimaal benodigd aantal kokers (3m x 2,2m) voor de uitwatering. Hierbij wordt beroep gedaan op gebiedsmodellen.

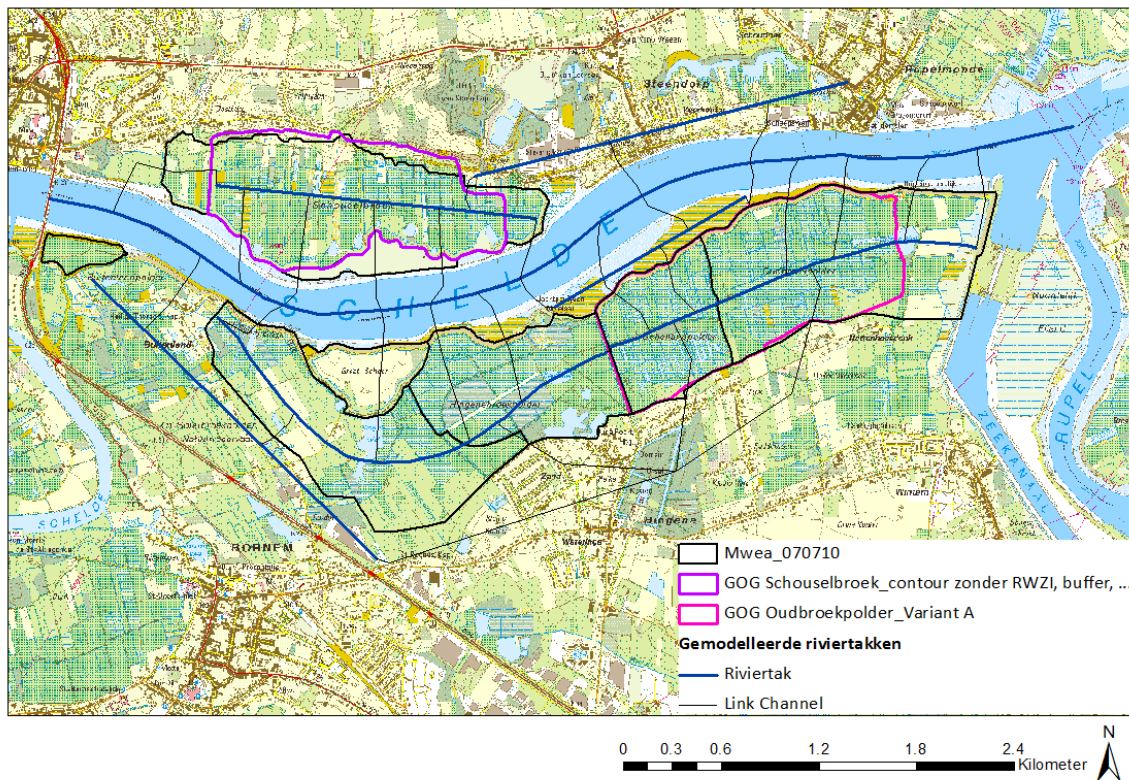
2.2 GOG-uitwatering

Er wordt gekeken naar het verschil in uitwatering wanneer GOG-vulling (bij T4000) gevolgd wordt zowel door een hoog laagwater (meest realistisch), als door een laag laagwater (minst waarschijnlijk). Hieruit kan afgeleid worden of het waterpeil in het GOG, het waterpeil in de Zeeschelde voldoende snel volgt, volgens bovenstaande criteria gegeven.

Voor deze studie wordt gebruik gemaakt van een gebiedsmodel van cluster Bornem. Dit wordt 'geknipt' uit het model met het finale inrichtingsvoorstel voor cluster Bornem (MWeA-ZDB-04-Scheldezone3¹) (zie Figuur 3). Aan de afwaartse zijde wordt een gesimuleerd waterpeil opgelegd, en aan de opwaartse zijde een gesimuleerd debiet uit het volledige model.

¹ Versiebeheer: https://wl-subversion.vlaanderen.be/svn/repoSpNumMod/MIKE11/Sigma/SIGMA20140124_12_053/Model/Scheldezone3
revisie 1314

Figuur 3 - Overzicht gebiedsmodel Schelde Zone 3



In het referentiemodel (MWeA) heeft GOG Schouselbroek 9 kokers met een drempelpeil op TAW +0,20 m. Bij deze configuratie is het verschil tussen het waterpeil in het gebied en het Scheldepeil kleiner dan 50 cm bij (hoog) laagwater (Figuur 4). Na het 2^{de} laag laagwater daalt het waterpeil tot circa 15 cm boven maaiveld (Figuur 5).

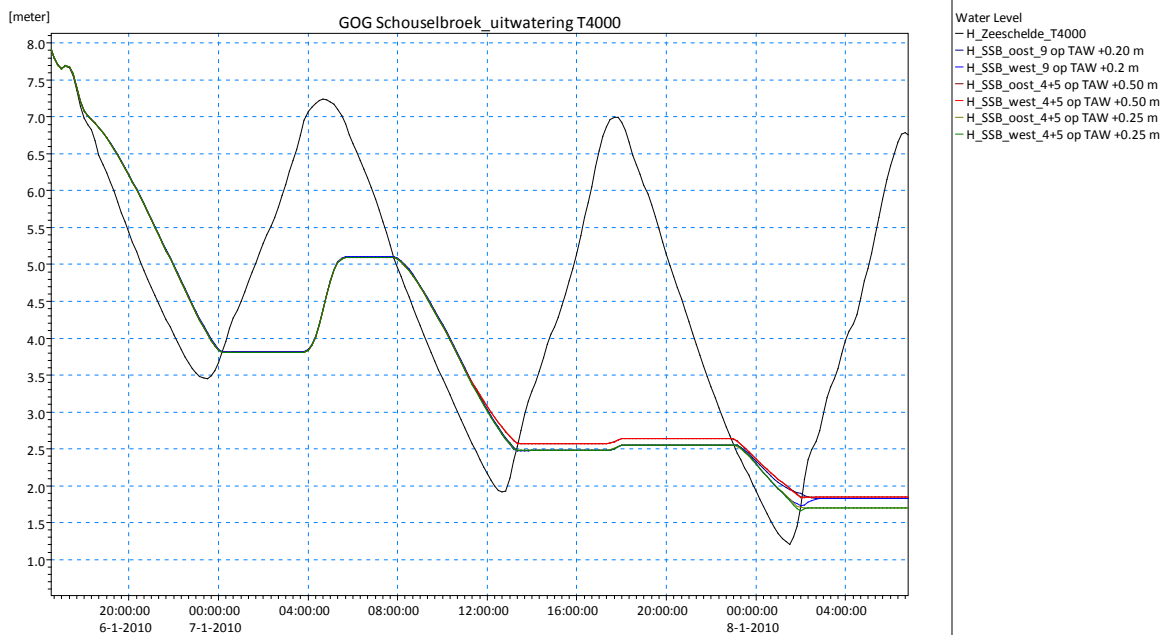
Rekening houdend met een gemiddeld laagwater te Temse van TAW +0,10 m, en om aanslibbing van de uitwateringskokers te voorkomen, dienen deze kokers voldoende hoog geplaatst te worden, doch beduidend lager dan het maaiveld in het gebied (~TAW +1,3 m). Er kunnen twee constructies voorzien worden, langs beide zijden van het schor dat voor het gebied ligt.

Er wordt gekeken naar uitwateringskokers met een drempelpeil op TAW +0,25 m en +0,50 m. Bij de modellering worden de kokers in twee uitwateringsconstructies geplaatst, langs weerszijden van het schor, vermits W&Z, afdeling Zeeschelde in een voorafgaand gesprek aangegeven heeft dat het opsplitsen van de uitwateringsconstructie bouwtechnisch voordelig kan zijn.

2.2.1 Verhoogde laagwaters

Wanneer het drempelpeil van de 9 uitwateringskokers op TAW +0,25 m geplaatst wordt, verdeeld over twee locaties (4+5 kokers), bedraagt het verschil tussen het laagwaterpeil in het gebied en het Scheldepeil bij het 2^{de} hoog laagwater circa 50 cm. Wanneer het drempelpeil op TAW +0,50 m geplaatst wordt, is dit verschil circa 15 cm groter (Figuur 4). Er is echter weinig of geen verschil wanneer de kokers op één, dan wel op twee locaties geplaatst worden.

Figuur 4 - Waterpeil Zeeschelde en GOG Schouselbroek, bij uitwatering bij hoog laagwater na T4000- stormhoogwater bij verschillende uitwateringsconfiguraties



Tabel 2 - Laagwaterpeil in GOG Schouselbroek na 2^{de} hoog laagwater (= TAW +1,9 m) na T4000-vulling bij verschillende uitwateringsconfiguraties

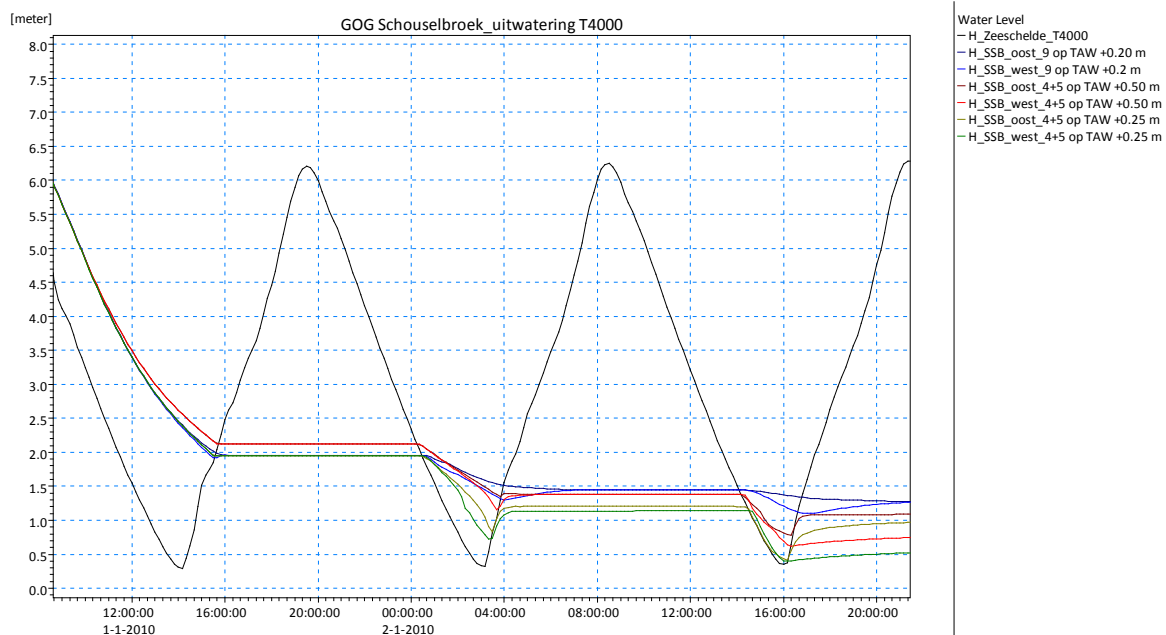
	Drempelpeil = TAW +0,20 m	Drempelpeil = TAW +0,25 m	Drempelpeil = TAW +0,50m
9 kokers	TAW +2,5 m	/	/
4+5 kokers	/	TAW +2,5 m	TAW +2,6 m

2.2.2 Niet-verhoogde (of lage) laagwaters

Bij laag laagwater in de Zeeschelde lijkt het wel voordeliger de kokers te verdelen over twee constructies (Figuur 5 en Tabel 3). Wanneer één constructie met 9 kokers met een drempelpeil op TAW +0,20 m geplaatst wordt, daalt het waterpeil in het gebied na het 2^{de} laag laagwater tot TAW +1,50 m. Wanneer twee constructies met 4 en 5 kokers met een drempelpeil op TAW +0,25 m geplaatst worden, daalt het waterpeil in het gebied na het 2^{de} laag laagwater tot beneden het maaiveld. Door de uitstroom via twee constructies kan het waterpeil in het gebied sneller het waterpeil in de Zeeschelde volgen.

De weergegeven waterstanden in het GOG in de figuren zijn de waterstanden genomen net vóór de uitwateringsconstructies. Het afwateringsstelsel in de polder is slechts rudimentair en arbitrair opgenomen in het model. Afhankelijk van het aangelegde grachtenstelsel zal het water sneller of trager tot bij de uitwateringsconstructie komen.

Figuur 5 - Waterpeil Zeeschelde en GOG Schouselbroek, bij uitwatering bij laag laagwater na T4000- stormhoogwater bij verschillende uitwateringsconfiguraties (paarse lijn = hoogte maaiveld)



Tabel 3 - Laagwaterpeil in GOG Schouselbroek na 2^{de} laag laagwater (= TAW +0,3 m) na T4000-vulling bij verschillende uitwateringsconfiguraties

	Drempelpeil = TAW +0,20 m	Drempelpeil = TAW +0,25 m	Drempelpeil = TAW +0,50m
9 kokers	TAW +1,5 m	/	/
4+5 kokers	/	TAW +1,2 m	TAW +1,4 m

3 GGG-inwatering Schouselbroek

3.1 Methodologie

De toegepaste methodologie voor de inrichting van een gereduceerd getijdegebied wordt beschreven in Coen *et al.* (2009).

In een recente studie omtrent gecombineerde in- en uitwateringsconstructies in gereduceerde getijdegebieden in het kader van het Sigmaplan (zie Coen *et al.*, 2014), is een vergelijking gemaakt van de QH-relaties bekomen in de schaalmodelproeven en deze gebruikt in Mike11. Op basis van de resultaten van deze studie is voorgesteld de schematisatie van GGG-inwateringskokers in Mike11 te wijzigen.

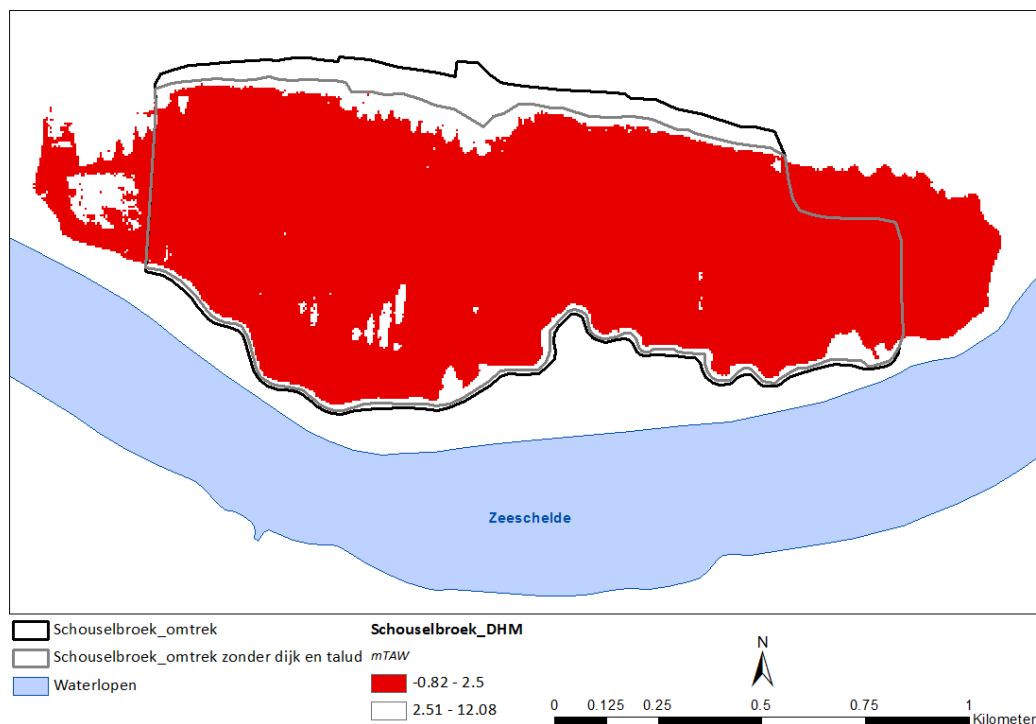
Voor schematisatie van de GGG-inwateringskokers wordt nu gebruik gemaakt van het modelement 'weir formula 2 (honma)' in Mike11. De parameter C_1 die hierbij toegepast wordt, is afgeleid uit schaalmodelproeven uit bovenstaande studie.

Bij de schaalmodelproeven werd echter geen rekening gehouden met mogelijke debietsverliezen omwille van de aanwezigheid van vuilroosters of bevestigingselementen voor kleppen en dergelijke meer. Indien gekozen wordt om dergelijke elementen in de constructie op te nemen dient een herberekening te gebeuren van het aantal kokers.

3.2 Afbakening van de polder

Schouselbroek heeft een totale oppervlakte van circa 115 ha. Na aftrek van een zone voor de ringdijk en het talud in het noorden van het gebied, blijft een circa 105 ha beschikbaar voor creatie van estuariene natuur. Hiervan moet >90% 3 keer per jaar overstromen bij hoog springtij om een goede GGG-werking te krijgen. Dit zijn alle gebieden onder TAW +2,5 m (zie Figuur 6). Het maaiveld ligt gemiddeld op TAW +1,30 m. De noordelijke grens van de contour zonder dijk en talud is bepaald op basis van de topografie, op een hoogte van circa TAW +4,00 m.

Figuur 6 - Hooggelegen zones in Schouselbroek boven TAW +2,5 m (witte zones).
Dit komt overeen met 10% van het terrein binnen de dijkvoet

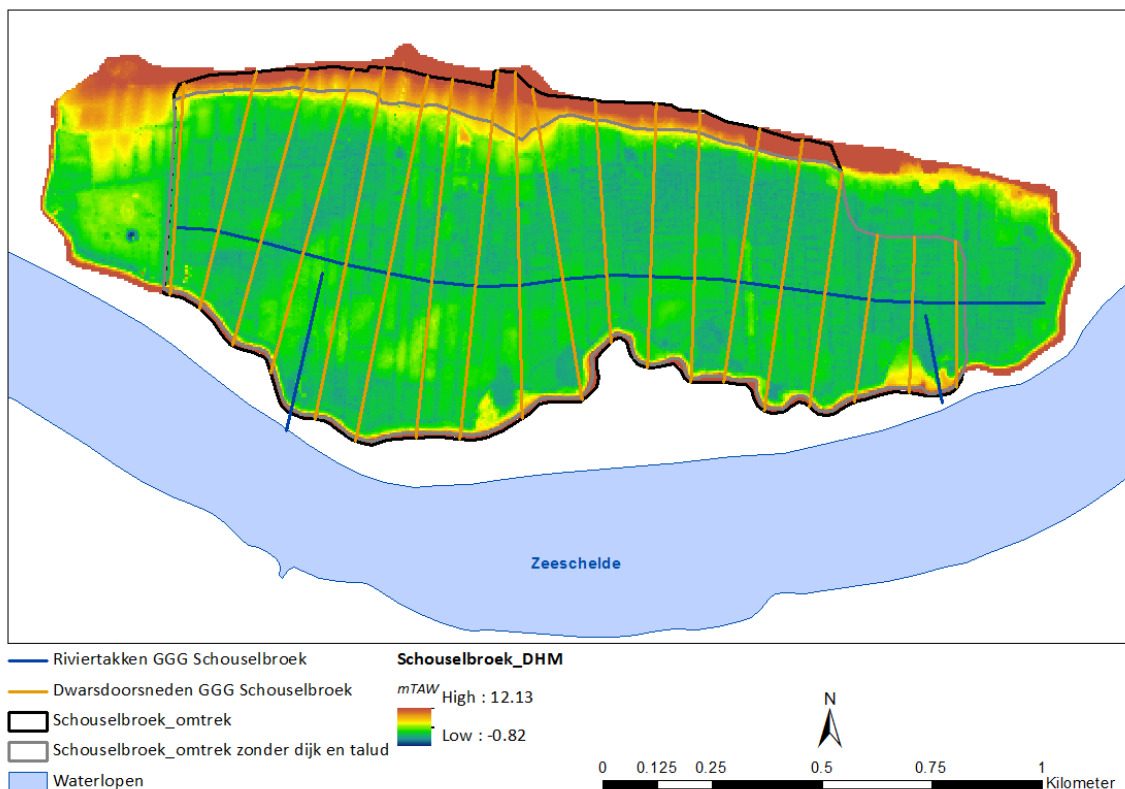


3.3 Opbouw van het numerieke model

Om de stroming in het gebied beter te kunnen simuleren, en om het mogelijk te maken de in- en uitwateringsconstructie te splitsen en langs weerszijden van het schor te plaatsen, werd een GGG-model² voor Schouselbroek opgesteld. Dit model bestaat uit één lange riviertak met dwarsdoorsneden afgeleid uit het DTM, en twee kleine riviertakken met fictieve dwarsdoorsneden die fungeren als grachten nabij de in- en uitwateringsconstructies.

² Versiebeheer https://wl-subversion.vlaanderen.be/svn/repoSpNumMod/MIKE11/Sigma/SIGMA20140124_12_053/Model/GGGSchouselbroek
revisie 1314

Figuur 7 - 1D-Model GGG Schouselbroek



3.4 Referentiegetijden

Als randvoorwaarde van het Scheldepeil wordt voor de GGG-werking het jaar 2012 als referentiejaar gebruikt. Voor het rapporteren van de instromende volumes worden ‘referentiegetijden’ gebruikt. Tabel 4 geeft een overzicht van referentiegetijden (op basis van tijwaarnemingen 2001-2010 voor meetpost Temse) met bijhorende volumes en streefpeilen berekend op basis van het DTM.

Tabel 4 - Gewenste overstromingspercentages en bijhorende inwateringsvolumes voor GGG-werking te Schouselbroek

	Criterium	Scheldepeil (m TAW)	Periode	Polderpeil* (mTAW)	Volume (m³)
HW Gem. Doodtij	<20%	4.98	Van 16/02/2012 19:30 tot 17/02/2012 07:50	<1.3	<50000
HW Gem.	50%	5.55	Van 18/05/2012 11:10 tot 18/05/2012 23:20	~1.6	180000
HW Gem. Springtij	80%	5.96	Van 03/06/2012 11:20 tot 03/06/2012 23:30	~2.1	540000
HW HST (3x/jaar)	>90%	6.46	Van 21/01/2012 21:50 tot 22/01/2012 10:50	>2.5	>943000

*Polderpeilen op basis van oppervlakte-hoogte-relatie uit DHM

3.5 GGG-inwatering

Bij het ontwerp van de inwateringsconstructie moet bijsturing van de drempelhoogtes mogelijk blijven. Dit laat toe zich aan te passen aan op het terrein veranderende omstandigheden (adaptief beheer). Zo kunnen éénmalig, meermaals en/of continue op het terrein de gewenste overstromingspercentages (bij een gegeven getij) worden verwezenlijkt.

3.5.1 Locatie in- en uitwateringsconstructie

De inlaatconstructie wordt best zo geplaatst dat het hele gebied kan bevoeid worden. Indien mogelijk sluit de inlaatconstructie aan op de laagste zones en/of kreekrelicten en grachtenstelsels.

Er moet tevens nagekeken worden of de hevige turbulenties die gepaard gaan met in- en uitwatering geen ongewilde erosie kunnen veroorzaken aan onbeschermd taluds. Dit zowel in de polder als langs de waterloop.

Vermits W&Z, afdeling Zeeschelde in een voorafgaand gesprek aangegeven heeft dat het opsplitsen van de uitwateringsconstructie bouwtechnisch voordelig kan zijn, en dat het WL bevestigt dat vanuit hydraulisch standpunt dit eveneens voordelig is i.v.m. de benodigde uitwateringstijd, wordt voor GGG Schousselbroek voorgesteld om langs beide zijden van het schor een in- en uitwateringsconstructie te voorzien.

3.5.2 Inwatering via hoge inwateringssluizen

Tabel 5 toont verschillende kokerconfiguraties welke de vooropgestelde overstromingspercentages realiseren en/of benaderen. Hierbij wordt het aantal uitwateringskokers steeds gelijk genomen aan het aantal inwateringskokers. Het vloerpeil van de inwateringskokers ligt op TAW +4,00 m. De uitwateringskokers hebben een drempelpeil op TAW +0,25 m. De kokers werden verdeeld over twee in- en uitwateringsconstructies langs weerszijden van het schor.

Door de simulatie met een riviertak is vertraging te zien door stroming van water van het midden van het gebied naar de uitwatering, en omgekeerd vanuit de inwatering. Het gebied kan echter wel voldoende uitwateren tussen twee hoogwaters, met de toegepaste uitwatering. Het waterpeil in het gebied daalt steeds tot net beneden maaiveldhoogte (Figuur 8). Wanneer het waterpeil in de Zeeschelde na het laagwater opnieuw boven het drempelpeil van de uitwatering stijgt, stijgt het waterpeil in het gebied nabij de uitwateringsconstructies. Dit kan verklaard worden door afstroom vanuit het midden van het gebied richting de uitwateringsconstructies. Het grachtenstelsel in het gebied kan eventueel nog aangepast worden om een snellere uitwatering te verkrijgen.

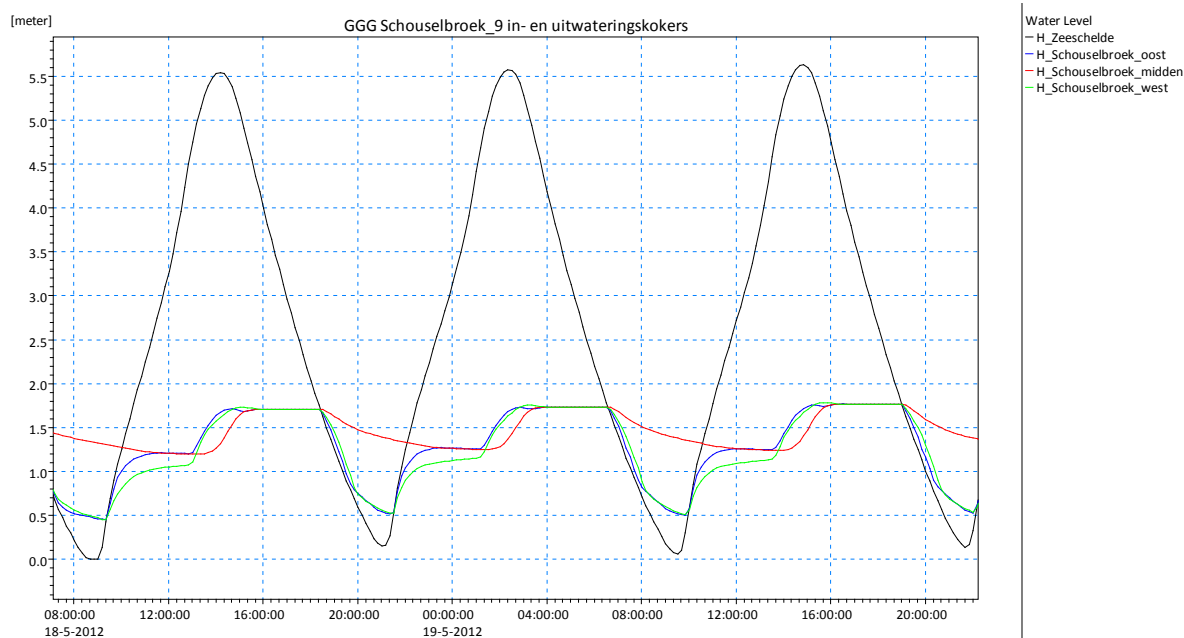
Gezien het bekomen aantal kokers bij optimalisatie van de uitwatering van het gebied, wordt ook voor de inwatering getracht om met 9 kokers een optimale schotbalkconfiguratie te vinden. Gezien de topografie van het terrein, en het klein volume (50 000 m³) dat overeen komt met 20% overstroomde oppervlakte is het moeilijk om de streefwaarde van 20% voor DT te bekomen. In de meeste bestudeerde combinaties (ook met 10 kokers) wordt er een hoger percentage bekomen. Eveneens moet men er rekening mee houden dat de topografie die gebruikt geweest is in het model, gewijzigd zal worden bij de inrichting van het GGG. De percentages die nu bekomen worden zullen dan opnieuw bijgesteld worden.

Voorgesteld wordt 9 kokers te voorzien. De overstromingspercentages komen in voldoende mate overeen met de vooropgestelde overstromingspercentages. Een verdere optimalisatie kan nog gezocht worden door het wijzigen van de schotbalkhoogtes. Ook kan er nog een bijstelling gebeuren aangepast aan de realiteit eens het GGG in werking is genomen.

Tabel 5 - Percentage overstroomde oppervlakte in GGG Schouselbroek bij de referentiegetijden voor verschillend aantal kokers

Aantal kokers	Kokerconfiguratie	Overstromingspercentage				Verskil %ST-%DT
		DT	MT	ST	HST	
9	2 kokers op TAW +4.45 m + 7 kokers op TAW +4.60 m	25	59	77	91	52
9	4 kokers op TAW +4.30 m + 5 kokers op TAW +4.75 m	27	60	78	91	51
9	9 kokers op TAW +4.45 m	31	67	80	92	49
10	6 kokers op TAW +4.60 m + 4 kokers op TAW +4.80 m	19	56	77	91	58
10	10 kokers op TAW +4.60 m	24	60	79	92	55
10	4 kokers op TAW +4.30 m + 6 kokers op TAW +4.90 m	26	59	77	91	51
10	2 kokers op TAW +4.15 m + 8 kokers op TAW +4.90 m	23	55	75	91	52

Figuur 8 - Waterpeilen Zeeschelde en GGG Schouselbroek bij gemiddeld getij bij 9 in- en uitwateringskokers



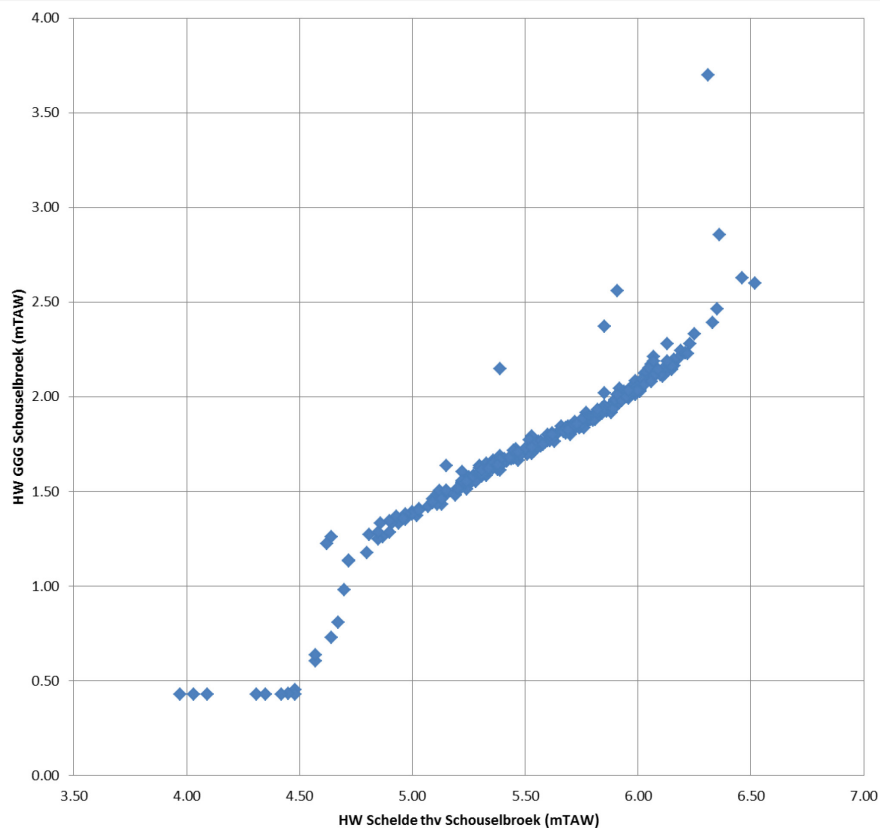
3.6 Verwachte getijwerking in Schouselbroek via 9 hoge inwateringssluizen

Het streven naar een maximalisatie van de doottij/springtij-variantie en de daaruit volgende bijhorende minimale inwatering bij doottij gecombineerd met de topografie van het GGG, maakt dat het zogenaamde basisdebiet/volume (om maximaal 20% te doen overstromen) zeer klein is. De simulaties aangaande de verwachte getijwerking in Schouselbroek werden uitgevoerd uitgaande van de sluis- en schotbalkconfiguratie bestaande uit 9 inwateringskokers cfr. Tabel 5, en met de contour van het gebied zoals weergegeven in Figuur 7.

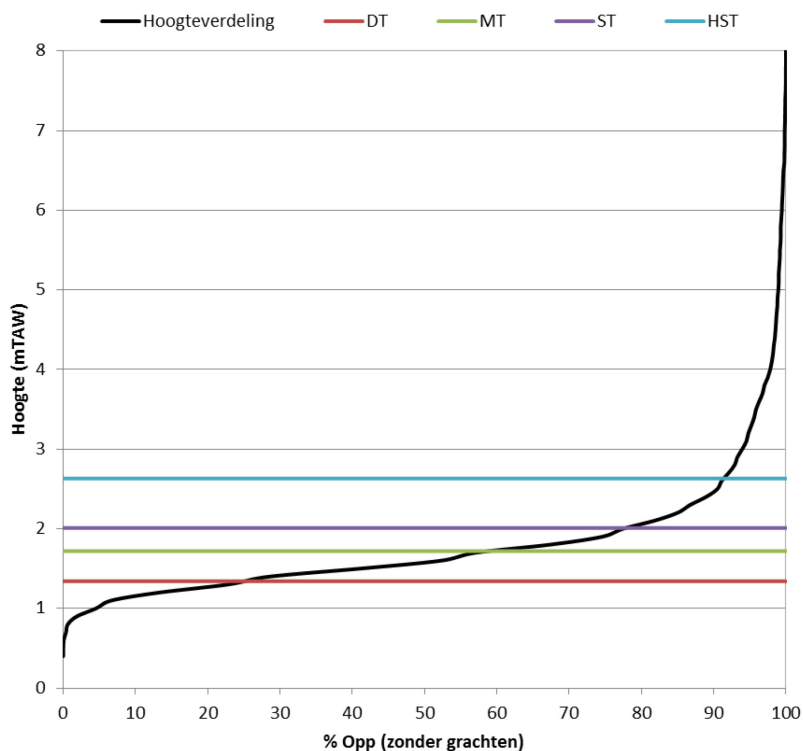
3.6.1 Gereduceerd getij

De waarden van het gereduceerde getij in Schouselbroek worden berekend met het 1D-model, meer bepaald met de specifieke referentiegetijden geselecteerd voor DT, MT, ST en HST als input.

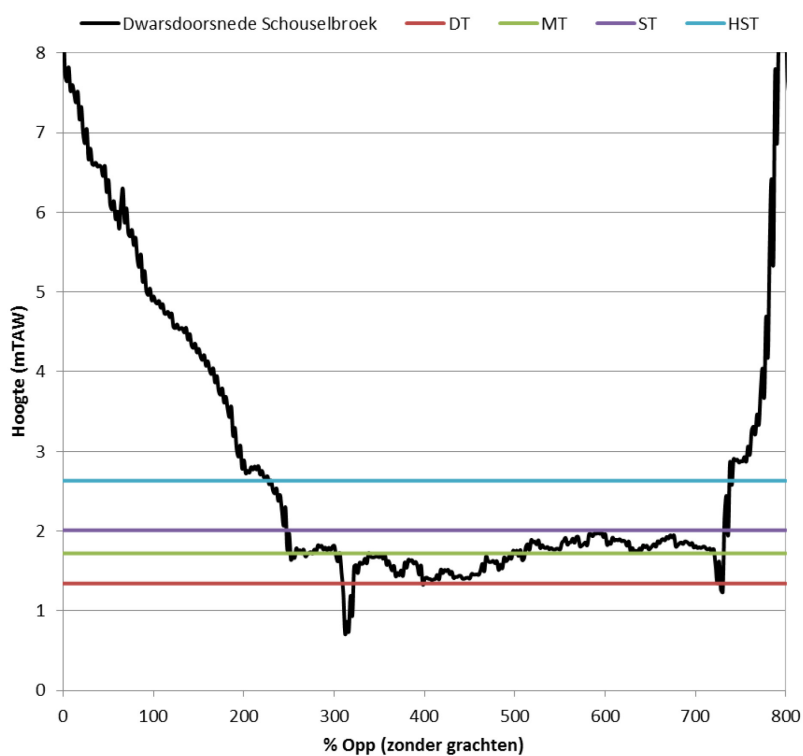
Figuur 9 - HW Zeeschelde versus HW Schouselbroek



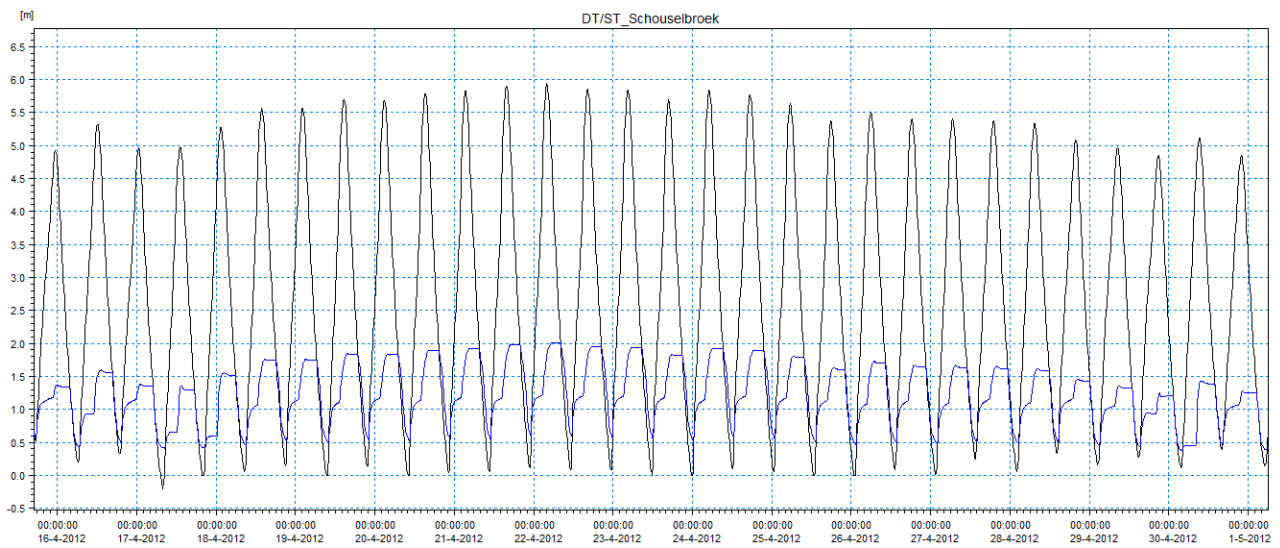
Figuur 10 - Verwacht gereduceerd getij tov. Hoogteverdeling in GGG Schousselbroek



Figuur 11 - Verwacht gereduceerd getij in een dwarsdoorsneden van GGG Schousselbroek



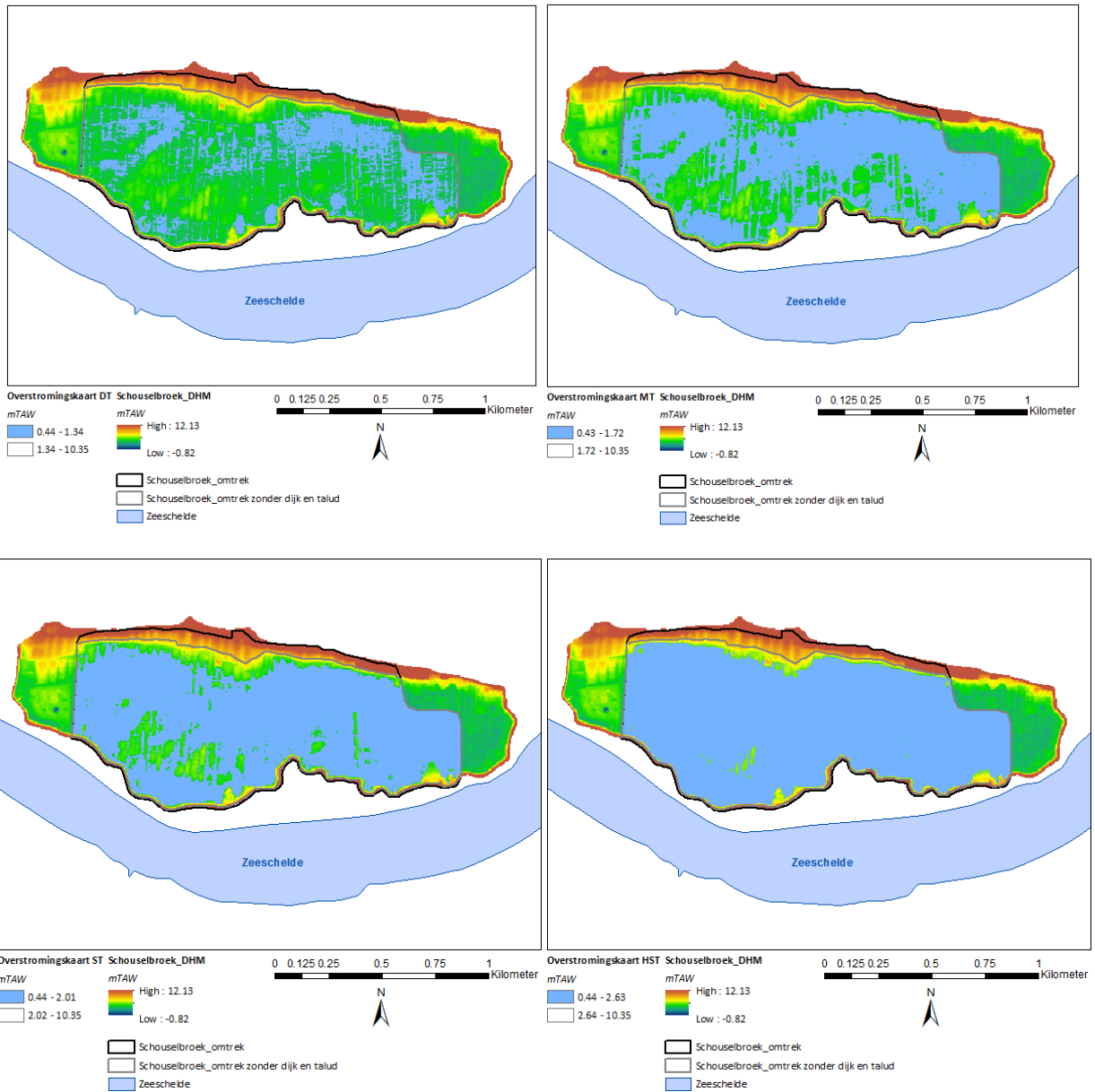
Figuur 12 - Verwachte DT/ST-variatie in GGG Schouselbroek



Zwart: waterpeil Zeeschelde; blauw: waterpeil GGG Schouselbroek

Volgende figuren geven aan welke delen van het gebied met GGG overstromen bij de verschillende referentiegetijden.

Figuur 13 - Verwachte overstroming van GGG Schousselbroek bij DT, MT, ST en HST



3.6.2 Stagnante fase

De stagnante fase (stilstaand water tussen in- en uitwatering) is onvermijdelijk. Bij gemiddeld tij kent de stagnante fase in GGG Schouselbroek een duur van circa 3 uur.

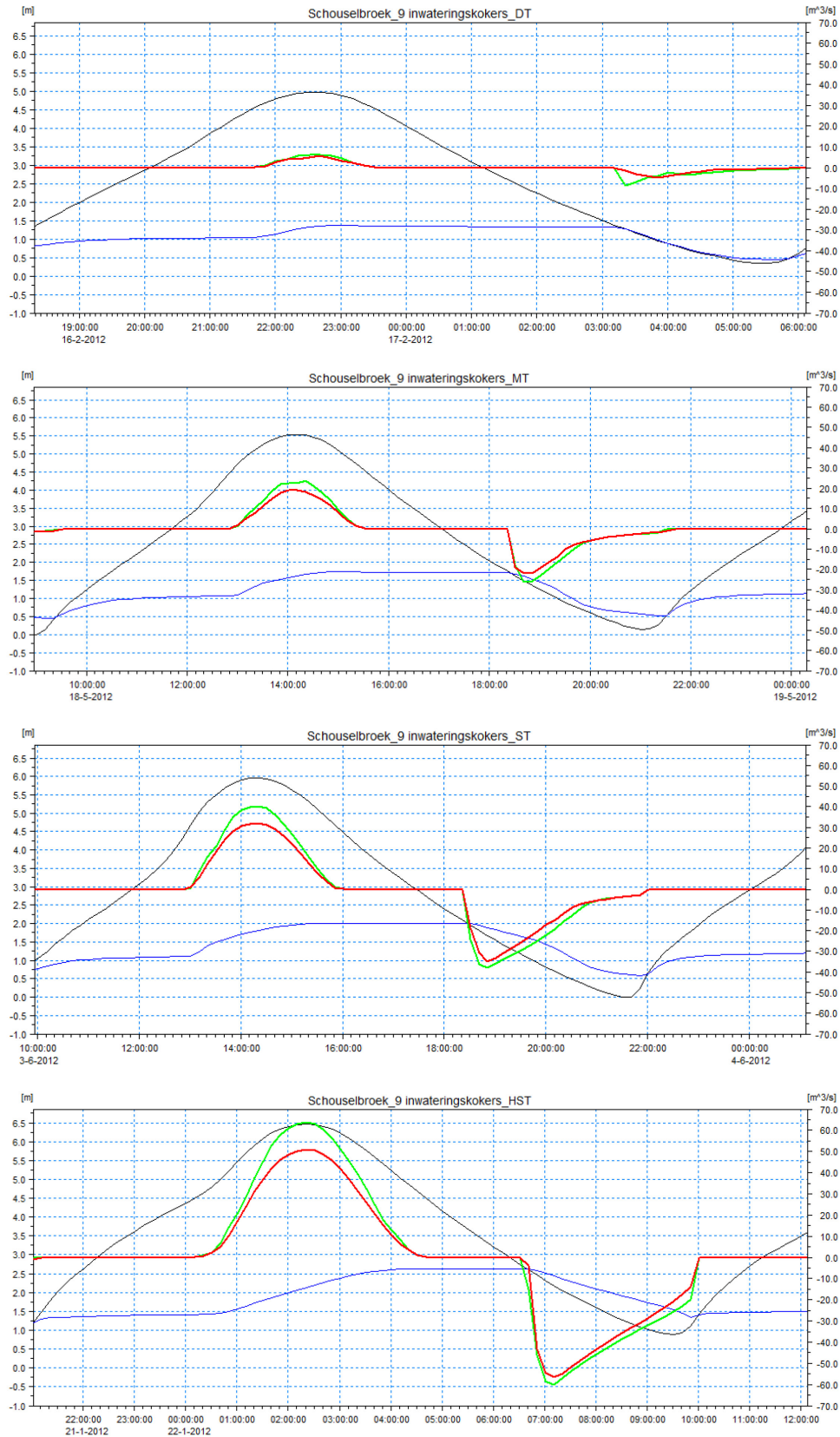
3.6.3 Instromend debiet

In onderstaande tabel en figuren worden de instromende debieten bij de verschillende referentiegetijden weergegeven, samen met de waterpeilen in de Zeeschelde en in het GGG. Het maximum instromend debiet bij doortij bedraagt circa 7 m³/s, terwijl dit bij hoog springtij bijna 65 m³/s bereikt.

Tabel 6 - Verwacht gereduceerd getij in Schouselbroek bij de referentiegetijden en bijhorende overstromingspercentages, instromend piekdebieten en instromend volume op basis van modelresultaten.

	Waterstand (m TAW)	Overstromingspercentages (%)	Instromend piekdebiet (m ³ /s)	Instromend volume (m ³)	% tov. beschikbare berging
DT	1.3 – 1.4	23 - 29	7	57000 – 93000	0.5 à 1
MT	1.7 – 1.8	57 – 67	24	256700 – 328500	2.5 à 3
ST	2.0 – 2.1	77 – 82	40	574700 – 663300	6.5 à 7
HST	2.6 – 2.7	91 – 92	65	1038500 – 1135000	10 à 11

Figuur 14 - Instromend debiet in GGG Schouselbroek bij de referentiegetijden



Waterpeil in mTAW: zwart: Zeeschelde; blauw: Schouselbroek; Debiet door kokers in m³/s: groen: westelijke inwatering (5 kokers); rood: oostelijke inwatering (4 kokers)

4 Conclusies

Uit de optimalisatie-oefening van de uitwatering van Schouselbroek blijkt dat GOG Schouselbroek voldoende snel uitwatert via 9 uitwateringskokers met een drempel op TAW +0,25 m, waarbij deze kokers verdeeld zijn over twee uitwateringsconstructies.

Bij de bepaling van het benodigde aantal inwateringskokers werd pragmatisch te werk gegaan, rekening houdend met de onzekerheid aangaande topografische evoluties en model foutenmarges, waarbij de voorgestelde kokerconfiguraties adaptief beheer ifv. zowel hydraulische (interactie GGG's, zeespiegelrijzing, ...) en ecologische (kreekvorming, sedimentatie, ...) voortschrijdende inzichten moet toelaten. De aanpassingen van de drempelhoogte door aanpassing van de schotbalken dient zowel naar boven als beneden te kunnen gebeuren. Deze aanpak leidde voor GGG Schouselbroek tot 9 hoge inwateringskokers. Dit kokeraantal is nodig voor de maximalisatie van de doortij/springtij-variatie en bijhorende minimale inwatering bij doortij.

Voorgesteld wordt om ingeval van gevaarlijk stormtij de GGG-inwateringssluizen af te sluiten met het oog op het maximaal vrijwaren van de beschikbare restberging. De vulling van GGG Schouselbroek bedraagt bij een HST (net geen GOG-werking) zo'n 11% van de totale beschikbare bergingscapaciteit. Wanneer het nu tot vulling via de overlooptdijk komt, dragen openstaande inwateringssluizen beperkt bij tot de afromende werking van het GOG. Hierdoor is het verlies aan berging tgv. openstaande inwateringssluizen beperkt tot de instromende volumes voor- en na de periode van overtopping van de overlooptdijken.

5 Referenties

Coen, L.; D'Haeseleer, E.; Verelst, K.; Pereira, F.; Peeters, P.; Mostaert, F. (2009). Studie ten behoeve van de aanleg van overstromingsgebieden in het kader van het Sigmaplan: Ondersteunende studies: Cluster Vlassenbroek. WL Rapporten, 713_15. Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen, België.

Coen, L.; Plancke, Y.; Wang, L.; Peeters, P.; Mostaert, F. (2013). Studie ten behoeve van de aanleg van overstromingsgebieden in het kader van het Sigmaplan: Ondersteunende studies: Schelde Zone 3 – cluster Bornem. Versie 3.0. WL Rapporten, 12_053. Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen, België.

Coen, L.; Verelst, K.; Vercruyssen, J.; Peeters, P.; Mostaert, F. (2014). Sigmaplan – Gereduceerde getijdegebieden – Schaalmodelproeven gecombineerde in- en uitwateringsconstructies. Deelrapport 6: Aanpassingen debiet/hoogte-relaties GGG-inwateringen in Mike11 obv. resultaten schaalmodelproeven. Versie 3.0. WL Rapporten, 00_075_6. Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen, België.

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