



Vlaanderen
is wetenschap

15_091.1
WL rapporten

Sigma Cluster Bovendijle

Optimalisatie overloopdijkhoogte

DEPARTEMENT
**MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN**

waterbouwkundiglaboratorium.be

Sigma Cluster Bovendijle

Optimalisatie overloopdijkhoogte

Coen, L.; Peeters, P.; Verwaest, T.; Mostaert, F.

Juridische

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 2016
D/2016/3241/283

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Coen, L.; Peeters, P.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Sigma Cluster Bovendijle: Optimalisatie overlooppdijkhoogte. Versie 4.0. WL Rapporten, 15_091_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

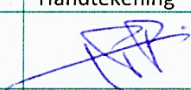
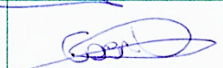
Overname uit of verwijzen naar deze publicatie kan enkel mits uitdrukkelijke en schriftelijke toestemming van de opdrachtgever of van het Waterbouwkundig Laboratorium.

Documentidentificatie

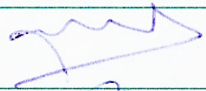
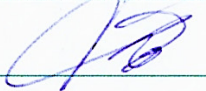
Opdrachtgever:	Waterwegen en Zeekanaal - Afd. Zeeschelde	Ref.:	WL2016R15_091_1
Keywords (3-5):	Actualisatie Sigmaplan, Bovendijle, GOG overlooppdijk		
Tekst (p.):	27	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	☒ Nee ☐ Online beschikbaar		

Auteur(s):	Coen, L.
------------	----------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Peeters, P.	
Projectleider:	Coen, L.	

Goedkeuring

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

Abstract

Uit de resultaten van scenarioberekeningen met de Sinterklaasstorm is gebleken dat de inrichting van Sigma cluster Bovendijle voor verbetering vatbaar is. Op vraag van W&Z, Afdeling Zeeschelde worden drie scenarioberekeningen uitgevoerd om de overloophoogte van de GOG's Rijmenam en Hoogdonk te optimaliseren.

De grootste daling van de maximale waterpeilen wordt gerealiseerd door geen overloophoogten te voorzien. Indien GOG Hoogdonk niet onder T5 en GOG Rijmenam niet onder T10 GOG-werking mogen ondervinden, wordt voorgesteld de overloophoogten te verlagen met respectievelijk 50 cm voor GOG Rijmenam en 60 cm voor GOG Hoogdonk ten opzichte van het MWeA.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Inleiding	1
1.1 Kader.....	1
1.2 Doelstelling.....	1
1.3 Opbouw van het rapport.....	1
2 Numeriek 1D-model	2
2.1 Algemeen.....	2
2.2 Gebruikte software.....	4
2.3 Geografische referentie en tijdszone	4
3 Scenarioberekeningen cluster Bovendijle	5
3.1 Scenario's.....	5
3.1.1 Referentie: Meest wenselijk alternatief 2015 (MWeA2015)	5
3.1.2 Scenario 1: overloop op maaiveldhoogte.....	7
3.1.3 Scenario 2 en 3: verlaging oplopende overloopdijken	7
3.2 Resultaten.....	7
3.2.1 Referentie: MWeA2015.....	7
3.2.2 Scenario 1: overloop op maaiveldhoogte.....	7
3.2.3 Scenario 2: verlaagde overloopdijkhoogten.....	8
3.2.4 Scenario 3: verlaagde overloopdijkhoogten.....	8
3.2.5 Lengteprofielen maximale waterpeilen	9
3.2.6 Tabel maximale waterpeilen	12
3.2.7 Tijdreeksen waterpeilen Dijle en GOG's.....	14
4 Conclusies	26
5 Referenties	27

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Overzicht van de verschillende takken in het quasi-2D hydrodynamisch model van de Westerschelde	3
Tabel 2 – Overzicht gemodelleerde waterlopen in vallei van de Dijle	3
Tabel 3 – Inrichting GOG's cluster Bovendijle - referentiescenario	6
Tabel 4 – Overzicht overloophoogtes GOG Rijmenam en GOG Hoogdonk in referentie en scenario's.....	7
Tabel 5 – Overzicht maximale waterpeilen in mTAW voor het MWeA2015 en scenario 1, 2 en 3	12

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Waterstandsverloop op de Dijle tijdens composietstorm, met aanduiding periode ‘storm’ en ‘was’	5
Figuur 2 – Overzicht referentiescenario met hellende overlooppdijken	6
Figuur 3 – Lengteprofielen maximale waterpeilen voor de referentie, scenario 1, 2 en 3 bij een terugkeerperiode van 1 jaar	9
Figuur 4 – Lengteprofielen maximale waterpeilen voor de referentie, scenario 1, 2 en 3 bij een terugkeerperiode van 2 jaar	9
Figuur 5 – Lengteprofielen maximale waterpeilen voor de referentie, scenario 1,2 en 3 bij een terugkeerperiode van 5 jaar	10
Figuur 6 – Lengteprofielen maximale waterpeilen voor de referentie, scenario 1, 2 en 3 bij een terugkeerperiode van 10 jaar	10
Figuur 7 – Lengteprofielen maximale waterpeilen voor de referentie, scenario 1, 2 en 3 bij een terugkeerperiode van 50 jaar	11
Figuur 8 – Lengteprofielen maximale waterpeilen voor de referentie, scenario 1, 2 en 3 bij een terugkeerperiode van 100 jaar	11
Figuur 9 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Referentie – T1	14
Figuur 10 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle-scenario 1 – T1	14
Figuur 11 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 2 – T1	15
Figuur 12 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 3 – T1	15
Figuur 13 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Referentie – T2	16
Figuur 14 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 1 – T2	16
Figuur 15 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 2 – T2	17
Figuur 16 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 3 – T2	17
Figuur 17 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Referentie – T5	18
Figuur 18 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 1 – T5	18
Figuur 19 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 2 – T5	19
Figuur 20 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 3 – T5	19
Figuur 21 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Referentie – T10	20
Figuur 22 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 1 – T10	20
Figuur 23 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 2 – T10	21
Figuur 24 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 3 – T10	21
Figuur 25 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Referentie – T50	22
Figuur 26 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 1 – T50	22
Figuur 27 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 2 – T50	23
Figuur 28 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 3 – T50	23

Figuur 29 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Referentie – T100	24
Figuur 30 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 1 – T100.....	24
Figuur 31 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 2 – T100.....	25
Figuur 32 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 3 – T100.....	25

1 Inleiding

1.1 Kader

Op vraag van W&Z, Afdeling Zeeschelde wordt een optimalisatiestudie uitgevoerd voor Cluster Bovendijle. Uit de resultaten van de scenarioberekeningen van de Sinterklaasstorm [Coen *et al.*, 2015] is gebleken dat de hoogte van de overloophoogten van de GOG's in deze cluster voor verbetering vatbaar is. Uit deze scenarioberekeningen volgde dat de storm van december 2013, i.e. de Sinterklaasstorm, in combinatie met de bovenafvoer van november 2010 en een zeespiegelstijging, GOG Hoogdonk in geen van de doorgerkende scenario's zou aangesproken worden als GOG.

Reeds bij de modelactualisatie uitgevoerd in het kader van de opmaak van overstromingskaarten in het kader van de ROR werd aangegeven dat het opportuun zou zijn om de resultaten van de studies in verband met Sigma Bovendijle te herbekijken [Coen *et al.*, 2013]. Na de nieuwe actualisatie van het 1D-model van de Zeeschelde [Coen *et al.*, 2016] wordt het mogelijk geacht meer nauwkeurige berekeningen uit te voeren van Sigma cluster Bovendijle.

1.2 Doelstelling

De oorspronkelijke inrichtingsstudie voor Cluster Bovendijle wordt beschreven in [Coen *et al.*, 2010]. Volgens deze inrichtingsstudie zou GOG Hoogdonk aangesproken worden bij een composietstorm met een terugkeerperiode vanaf 5 jaar, en GOG Rijenam vanaf T10 jaar. Het doel is nieuwe dijkhoogtes te bepalen waarbij deze kansen van GOG-werking behouden blijven.

1.3 Opbouw van het rapport

In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van het numeriek 1D-model van de Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren.

Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving en de resultaten van de scenarioberekeningen.

Hoofdstuk 4 besluit met de conclusies.

2 Numeriek 1D-model

2.1 Algemeen

Het numeriek 1D-model van de Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren werd in de loop van 2015 en 2016 geactualiseerd. Een uitgebreide beschrijving van de modelopbouw van het numeriek 1D-model van de Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren wordt gegeven in [Coen *et al.*, 2016].

Het model omvat de volledige Westerschelde en Zeeschelde, de oude arm van de Schelde in Gent afwaarts Gentbrugge, het oostervak van de Ringvaart rond Gent en de tijarm tot in Zwijnaarde.

Het hele traject van de Westerschelde en Zeeschelde vanaf de monding in de Noordzee (Vlissingen) tot in Liefkenshoek is voorgesteld volgens een quasi-2D-model, waarbij de vloedscharen en ebgeulen als afzonderlijke takken gemodelleerd zijn. Deze zijn onderling verbonden met zogenaamde 'link channels', die de dwarse geultjes voorstellen die (via de zandplaten) de verschillende geulen onderling verbinden. Door deze quasi-2D-aanpak kan expliciet rekening gehouden worden met de verschillende fenomenen die spelen bij eb en vloed, waarbij de scharen en geulen niet in dezelfde mate worden aangesproken.

De ebgeul tussen Vlissingen en de Nederlands-Belgische grens is als één volledige tak, met de naam Westerschelde, in het model ingebouwd. De ebgeul in België heeft de naam Zeeschelde.

De vloedscharen zijn elk als een aparte tak gedefinieerd. Deze vloedscharen zijn van afwaarts naar opwaarts: de Schare van de Spijkerplaat, Everingen, Schaar van de Waarde, Schaar van de Noord, Appelzak en Schaar van Ouden Doel.

Ook een groot aantal kleinere geulen (Springergeul, Thomasgeul, ...) en geultjes aanwezig in platen (Baarlandplaat, Brouwerplaat, ...) zijn expliciet als aparte tak in het model ingebracht.

Het Verdrongen Land van Saeftinge bestaat uit drie hoofdgeulen die als aparte tak gemodelleerd zijn: Speelmansgat, Kleinendijk en Saeftinger Ee. Ook de belangrijkste nevengeulen zijn expliciet in het model opgenomen: Kleinendijk-Oost, Kleinendijk-West en Kleinendijk-Zuid.

De havens langs de Westerschelde, de havens van Vlissingen, Braakman en Terneuzen, zijn mee opgenomen in het model. Vooral de haven van Vlissingen Oost kan een belangrijke hoeveelheid water bergen. De haven staat in open verbinding met de Westerschelde en heeft een diepgang van -16 m.

Tabel 1 geeft een overzicht van de verschillende takken die opgenomen zijn in het quasi-2D-model van de Westerschelde.

Tabel 1 – Overzicht van de verschillende takken in het quasi-2D hydrodynamisch model van de Westerschelde

Modeltak	Lengte (km)	Modeltak	Lengte (km)
Westerschelde	63.2	Spijkerplaat	2.8
Schaar-Spijkerplaat	6.9	Springergeul	1.1
Vaarwater-Hoofdplaat-Zuid	4.4	Thomaesgeul	0.8
Everingen	12.6	Geul-Spijkerplaat	0.8
Oost-Everingen	2.5	Zuid-Everingen	2.7
Schaar-Waarde	7.8	Zuidoost-Everingen	0.9
Gat-Borssele	5.1	Straatje-vanWillem	0.8
Appelzak	4.8	Brouwerplaat	2.7
Schaar-Ouden-Doel	2.7	Rug-Baarlandplaat	1.4
Ballastplaat	3.0	Schaar-Ossenissee	3.0
Zandvlietsluis	0.9	Kleinendijk	5.1
Speelmansgat	6.1	Saftinger-Ee	5.2
Saftinger-Zuid	3.3	Schaapskooi	1.3
Vaarwater-Hoofdplaat	7.6	Schaar-Noord	1.8
Vaarwater-Paulina-Polder	5.4	Kleinendijk-West	1.8
Baarlandplaat	3.8	Kleinendijk-Zuid	2.0
Pass-Vanbaarland	3.6	Kleinendijk-Oost	3.3
Middelgat	10.5	Havenvlissingen-Oost2	2.6
Geul-Zimmerman	3.8	Havenvlissingen-Oost	4.0
Braakman	1.4	Buitenhaven-Vlissingen	1.3
Terneuzen	1.4	Zuid-Beveland	1.7

De Durme is in het model ingebouwd vanaf de dam te Lokeren tot de monding in de Zeeschelde.

In de bekkens van de Dijle, Nete en Demer zijn alle waterlopen in het model opgenomen, die geklasseerd zijn als 'bevaarbaar'. Hiernaast zijn enkele (delen van) waterlopen van 1^{ste} categorie opgenomen.

De Dijle is in het model opgenomen tot aan de limnigraaf te Wilsele. Het deel opwaarts van de monding van de Demer is een waterloop van de 1^{ste} categorie. Dit deel is opgenomen in het model om de afvoer het gemeten of berekende hydrogram te Wilsele correct in het model op te nemen. In het valleigebied van de Dijle zijn enkele zijrivieren of beken expliciet opgenomen om de afvoer van het water uit het valleigebied van Dijle correcter te simuleren. Volgende riviertakken zijn toegevoegd: Vrouwvliet, Grote Laakbeek, Barebeek, Weesbeek, Leibeek-Lipsebeek en Binnenbeek (zie Tabel 2). De Binnendijle te Mechelen is eveneens opgenomen in het model, in de riviertak 'Dijle'.

Tabel 2 – Overzicht gemodelleerde waterlopen in vallei van de Dijle

Modeltak	Opwaartse rand	Lengte (km)
Vrouwvliet	Kruising Weynesbaan, Rijmenam	14.6
Grote Laakbeek	Kruising Preterstraat, Werchter	8.0
Barebeek	Limnigraaf Elewijt 110	8.1
Weesbeek	Afwaarts kruising kanaal Leuven-Dijle	4.2
Leibeek-Lipsebeek	Afwaarts kruising Lipsebeek – kanaal Leuven-Dijle	13.1
Binnenbeek	Kruising Haachtsesteenweg, Werchter	10.3

De Demer is toegevoegd tot aan de limnigraaf te Aarschot. Deze waterloop is toegevoegd om de afvoer van het gemeten of berekende hydrogram te Aarschot naar de Dijle te implementeren.

In de vallei van de Kleine Nete werd de Bollaak of Molenbeek opgenomen door middel van 'slots' in parallelle takken van de Kleine Nete. De opwaartse rand van de Bollaak ligt ter hoogte van de limnigraaf te Pulle 062.

Het bovenbekken van de Grote Nete te Geel-Zammel is bij de hydrologische modellering opgesplitst in de deelbekkens van de Grote Laak en de Grote Nete. Hiertoe werd het hydrodynamisch naar opwaarts uitgebreid met de Grote Laak tot de limnigraaf in Vorst en de Grote Nete tot de kruising met het Albertkanaal. Beide waterloopgedeeltes zijn van 1^{ste} categorie.

Het Netekanaal is niet in het hydrodynamisch model opgenomen. Het Netekanaal mondt uit in de Benedennete in Duffel. Op de lekverliezen van de sluis te Duffel na, is er geen toevoer vanuit het Netekanaal naar de Benedennete. Al het water dat vanuit het Albertkanaal aangevoerd wordt, wordt opgeslagen in de spaarbekkens van AWW en later gebruikt voor drinkwatervoorziening. Bij de modelschematisatie van de overstromingsgebieden langs de Kleine Nete is uiteraard wel rekening gehouden met de aanwezigheid van het kanaal.

In de vallei van de Zenne zijn ook de Zenneafleiding, Oudezenne en Tangebeek opgenomen in het model. Deze laatste waterloop mondt uit in de Oudezenne.

2.2 Gebruikte software

De software gebruikt voor de 1D-hydrodynamische berekeningen is Mike11, versie 2012 SP3 (DHI, 2012).

Voor de verwerking van de gegevens in GIS wordt gebruik gemaakt van ArcMAP 10.1 SP1 (ESRI, 2012).

2.3 Geografische referentie en tijdszone

Het verticaal referentievlak is TAW, en als coördinatenstelsel wordt voor het 1D-model Lambert 1972 gebruikt.

De gebruikte tijdsreferentie is GMT+1 (winteruur).

2.4 Versiebeheer

De modelbestanden gebruikt voor de scenarioberekeningen zijn opgeslagen in het versiebeheersysteem onder:

https://wl-subversion.vlaanderen.be/svn/repoSpNumMod/MIKE11/Sigma/Sigma20161118_15_091

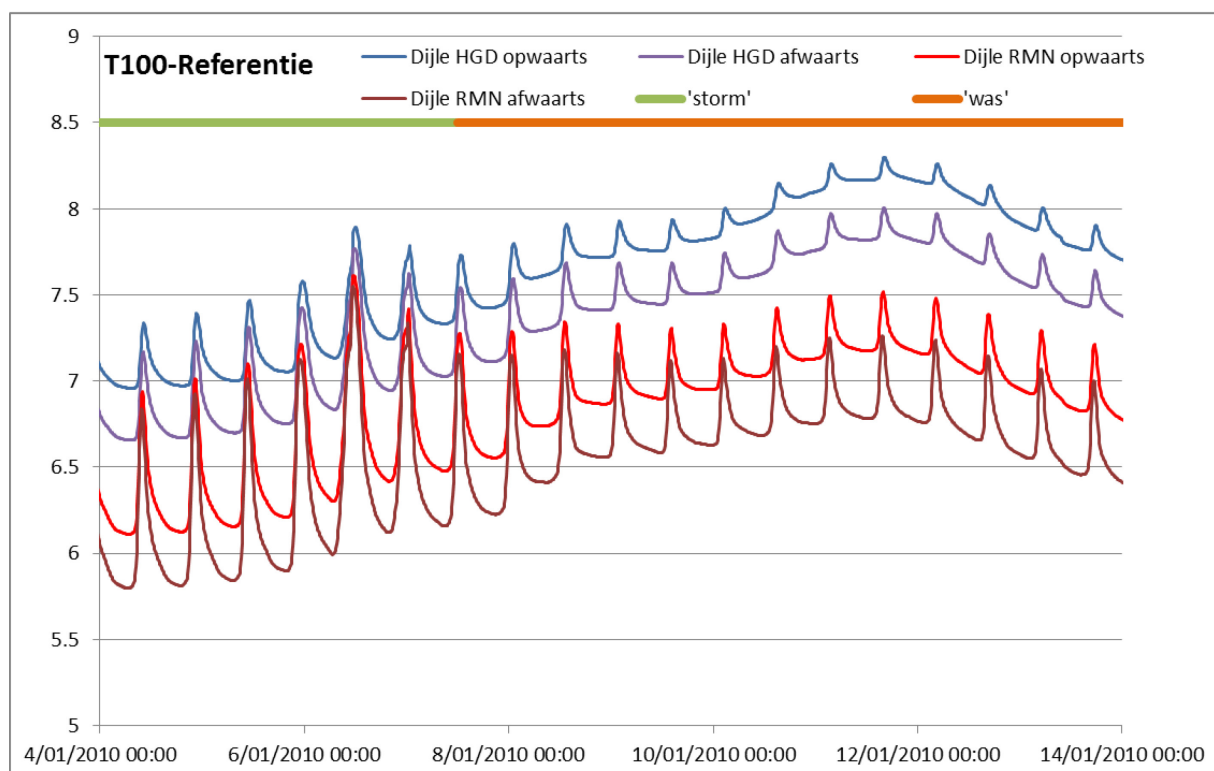
3 Scenarioberekeningen cluster Bovendijle

Naast het Meest Wenselijk Alternatief (MWeA) met het huidige inrichtingsvoorstel worden 3 scenario's doorerekend met verschillende overloophoogten voor cluster Bovendijle.

De scenarioberekeningen worden uitgevoerd voor composietstormen met terugkeerperioden van 1, 2, 5, 10, 50 en 100 jaar. Deze composietstormen bestaan steeds uit 2 delen (zie Figuur 1). In het eerste deel, tijdens de stormperiode, wordt het waterpeil op de waterlopen verhoogd door windopzet vanaf de afwaartse rand van het model te Vlissingen. In het tweede deel van de composietstorm, tijdens de wasperiode, wordt het waterpeil verhoogd door verhoogde bovenafvoer vanaf de opwaartse randen van het model.

Uit Figuur 1 volgen de verschillende condities waaraan GOG Rijmenam en GOG Hoogdonk potentieel worden onderworpen.

Figuur 1 – Waterstandsverloop op de Dijle tijdens composietstorm, met aanduiding periode 'storm' en 'was'



3.1 Scenario's

3.1.1 Referentie: Meest wenselijk alternatief 2015 (MWeA2015)

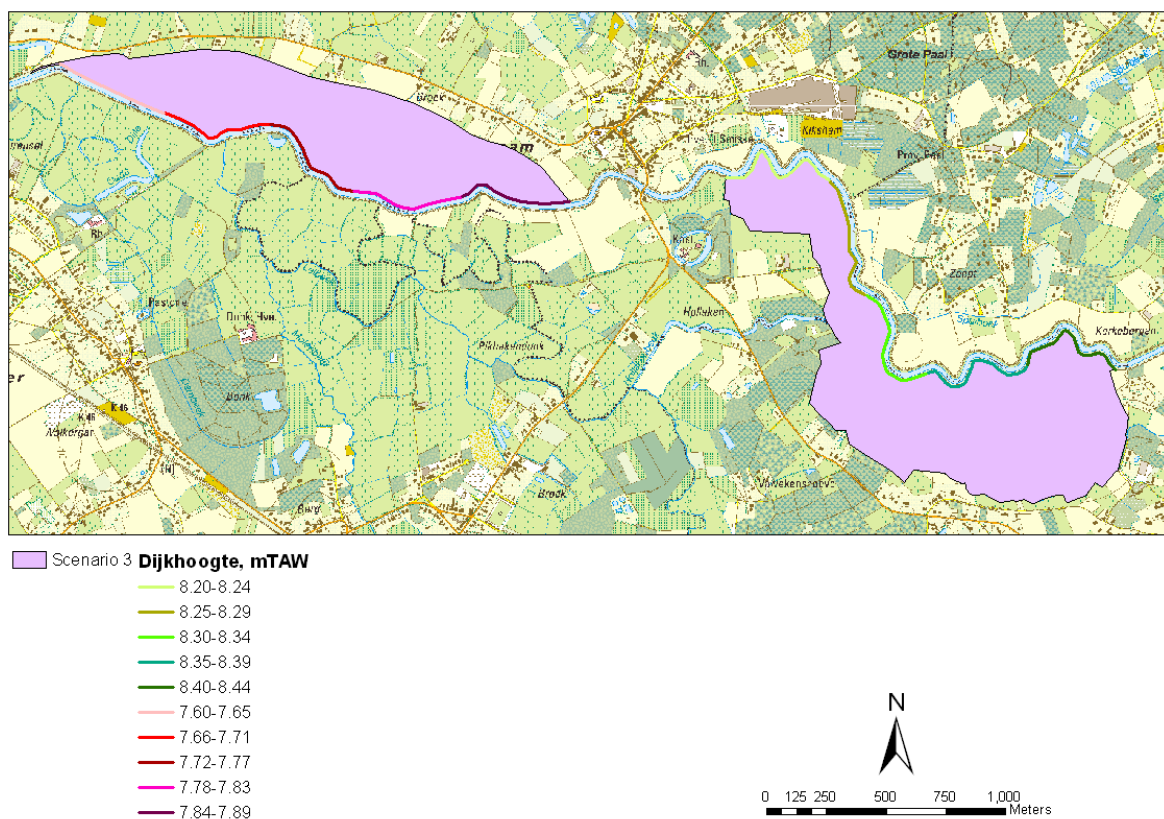
Het Meest Wenselijk Alternatief met Sigmaprojecten tot en met 2015 wordt ingebouwd in het model op dezelfde wijze als bij de scenarioberekeningen voor de Sinterklaasstorm [Coen *et al.*, 2015]. Enkel voor het gebied rondom de Grote Nete blijft de schematisatie behouden zoals in de referentie. De ingrepen in deze zone hebben geen invloed op het waterpeil in het studiegebied.

Voor cluster Bovendijle wordt het inrichtingsvoorstel met naar opwaarts oplopende overloopdijkhoogte met gemiddelde hoogte voor GOG Rijmenam op TAW +7,8 m en voor GOG Hoogdonk op TAW +8,3 m als referentie beschouwd (zie Figuur 2). De uitwateringsconfiguratie wordt behouden volgens de reeds uitgevoerde optimalisatie [Coen *et al.*, 2010] (zie Tabel 3).

Tabel 3 – Inrichting GOG's cluster Bovendijle - referentiescenario

	GOG Rijmenam	GOG Hoogdonk
Overloopdijkhoogte	TAW +7.60 – 7.90 m	TAW +8.20 – 8.45 m
Overloopdijklengte	~2300 m	~2500 m
GOG-uitwatering	2+2 kokers (3mx2.2m) op TAW +5.50 m	3+3 kokers (3mx2.2m) op TAW +6.00 m

Figuur 2 – Overzicht referentiescenario met hellende overloopdijken



3.1.2 Scenario 1: overloop op maaiveldhoogte

Voor GOG Rijmenam wordt één drempelpeil voor de ganse overlooppdijk op een hoogte van TAW +6,7 m verondersteld, over een lengte van 2300 m. Voor GOG Hoogdonk wordt een getrapt (of oplopend) verloop van de oever verondersteld, van afwaarts naar opwaarts, op TAW +7,4 m tot TAW +7,8 m, over een totale lengte van 2500 m.

Bij dit scenario worden enkel de meest afwaartse uitwateringssluizen in het model behouden.

3.1.3 Scenario 2 en 3: verlaging oplopende overlooppdijken

In het tweede scenario worden de overlooppdijken verlaagd, met respectievelijk 50 cm voor GOG Rijmenam en 70 cm voor GOG Hoogdonk. In het derde scenario wordt de overlooppdijk van GOG Hoogdonk met 60 cm verlaagd ten opzichte van het referentiescenario. De dijkhoogtes zijn bepaald op basis van de resultaten van de berekeningen met MWeA2015. Bij deze scenario's worden de uitwateringssluizen zoals in het referentiescenario behouden.

Volgende tabel geeft een overzicht van de overlooppdijkhoogtes in de verschillende scenario's:

Tabel 4 – Overzicht overlooppdijkhoogtes GOG Rijmenam en GOG Hoogdonk in referentie en scenario's

Overlooppdijk-hoogte	Referentie	Bovendijle-sc1	Bovendijle-sc2	Bovendijle-sc3
GOG Rijmenam	TAW +7.60 – 7.90 m	TAW +6.70 m	TAW +7.10 – 7.40 m	TAW +7.10 – 7.40 m
GOG Hoogdonk	TAW +8.20 – 8.45 m	TAW +7.40 – 7.80 m	TAW +7.50 – 7.80 m	TAW +7.60 – 7.90 m

3.2 Resultaten

De figuren in §3.2.5 geven de lengteprofielen met maximale waterpeilen voor de verschillende scenario's bij composietstormen met terugkeerperioden van 1, 2, 5, 10, 50 en 100 jaar.

De maximale waterpeilen in de Dijle ter hoogte van de gebieden en in de gebieden worden gegeven in Tabel 5 (§3.2.6).

De figuren in §3.2.7 geven het gemodelleerde waterstandsverloop in de Dijle ter hoogte van de GOG's en in de GOG's zelf weer.

3.2.1 Referentie: MWeA2015

Bij de doorgerekende stormen met terugkeerperiodes van 1, 2, 5, 10, 50 en 100 jaar worden de overlooppdijken van de GOG's niet overtopt.

3.2.2 Scenario 1: overloop op maaiveldhoogte

Bij T1, T2 en T5 wordt ontvangt GOG Rijmenam reeds water uit de Dijle voorafgaand aan het maximale hoogwater tijdens de storm, en tevens tijdens de wasperiode van de opgelegde composietrandvoorwaarden. Door de werking van GOG Rijmenam wordt het waterpeil naar opwaarts toe zodanig verlaagd dat GOG Hoogdonk niet langer water ontvangt. Het maximum waterpeil in de Dijle daalt met respectievelijk maximaal circa 15, 20 en 25 cm ten opzichte van de referentie.

Vanaf T10 werkt GOG Hoogdonk eveneens. Het waterpeil in het GOG blijft nog onder of net boven de hoogte van maaiveld, in de grachten in het GOG. Het maximum waterpeil in de Dijle daalt met maximaal 25 cm ter hoogte van GOG Rijmenam.

Bij T50 en T100 stijgt het waterpeil in beide GOG's tot gelijke hoogte met het waterpeil in de Dijle. Beide gebieden zijn 'meestromend'. Het maximum waterpeil in de Dijle daalt met 20 tot 25 cm ten opzichte van de referentie, ter hoogte van de GOG's. Deze verlaging deint uit naar af- en opwaarts over een afstand van resp. 18 en 12 km, tot aan de monding in de Rupel en de stuw te Rotselaar.

3.2.3 Scenario 2: verlaagde overlooppdijkhoogten

Bij T1 worden geen overlooppdijken overtopt.

Bij T2 en T5 wordt de overlooppdijk van GOG Rijmenam niet overtopt. Ter hoogte van GOG Hoogdonk wordt enkel het meest opwaartse gedeelte van de overlooppdijk overtopt. Bij T2 is de GOG-vulling eerder beperkt en stijgt het waterpeil in het GOG niet boven de overlooppdijkhoogte. Hierbij wordt het maximum waterpeil in de Dijle quasi niet beïnvloed.

Bij T5 stijgt het maximum waterpeil in het GOG bijna tot gelijke hoogte met het maximum waterpeil in de Dijle. Het maximum waterpeil in de Dijle daalt met maximaal 10 cm ten opzichte van de referentie.

Vanaf T10 wordt de overlooppdijk van GOG Rijmenam overtopt, tijdens de stormperiode van de composiet. De GOG-werking is echter nog beperkt. In GOG Hoogdonk stijgt het waterpeil bij T10 tot quasi gelijke hoogte met het waterpeil in de Dijle zowel in het opwaartse als in het afwaartse gedeelte, waardoor het gebied lijkt 'mee te stromen' met de Dijle. Het maximum waterpeil in de Dijle daalt maximaal met circa 12 cm ter hoogte van GOG Hoogdonk ten opzichte van de referentie.

Bij T50 en T100 wordt de overlooppdijk van GOG Rijmenam volledig overtopt tijdens de stormperiode van de composiet. Tijdens de wasperiode van de composiet wordt enkel het opwaartse gedeelte van de overlooppdijk van GOG Rijmenam overtopt. Het waterpeil in het GOG blijft hierbij beneden de overlooppdijkhoogte. In GOG Hoogdonk stijgt het waterpeil enkel tijdens de wasperiode tot gelijke hoogte met het waterpeil in de Dijle. Het maximum waterpeil in de Dijle daalt met circa 15 tot 20 cm ten opzichte van de referentie, ter hoogte van de GOG's.

3.2.4 Scenario 3: verlaagde overlooppdijkhoogten

De aanpassingen aan de overlooppdijkhoogte van GOG Hoogdonk hebben geen effect op het waterpeil in de Dijle ter hoogte van GOG Rijmenam en het waterpeil in GOG Rijmenam ten opzichte van scenario 2.

Bij T1 en T2 worden geen overlooppdijken overtopt.

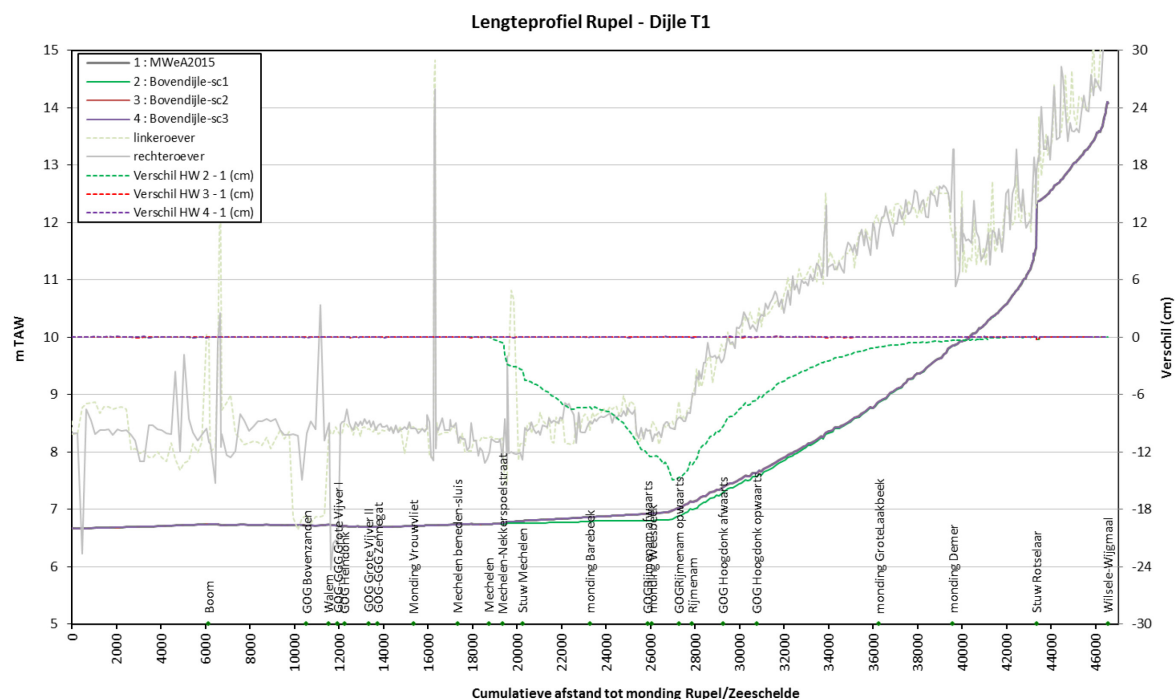
Bij T5 wordt de overlooppdijk van GOG Hoogdonk overtopt. Het waterpeil in het GOG stijgt niet tot gelijke hoogte met het waterpeil in de Dijle. Het maximum waterpeil in de Dijle daalt met slechts enkele cm ten opzichte van de referentie, ter hoogte van GOG Hoogdonk.

Bij T10 stijgt het waterpeil in het opwaartse gedeelte van GOG Hoogdonk minder snel ten opzichte van scenario 2. Het waterpeil in het GOG stijgt nog niet tot gelijke hoogte met het waterpeil in de Dijle. Het maximum waterpeil in de Dijle daalt met maximaal 6 cm ter hoogte van GOG Hoogdonk.

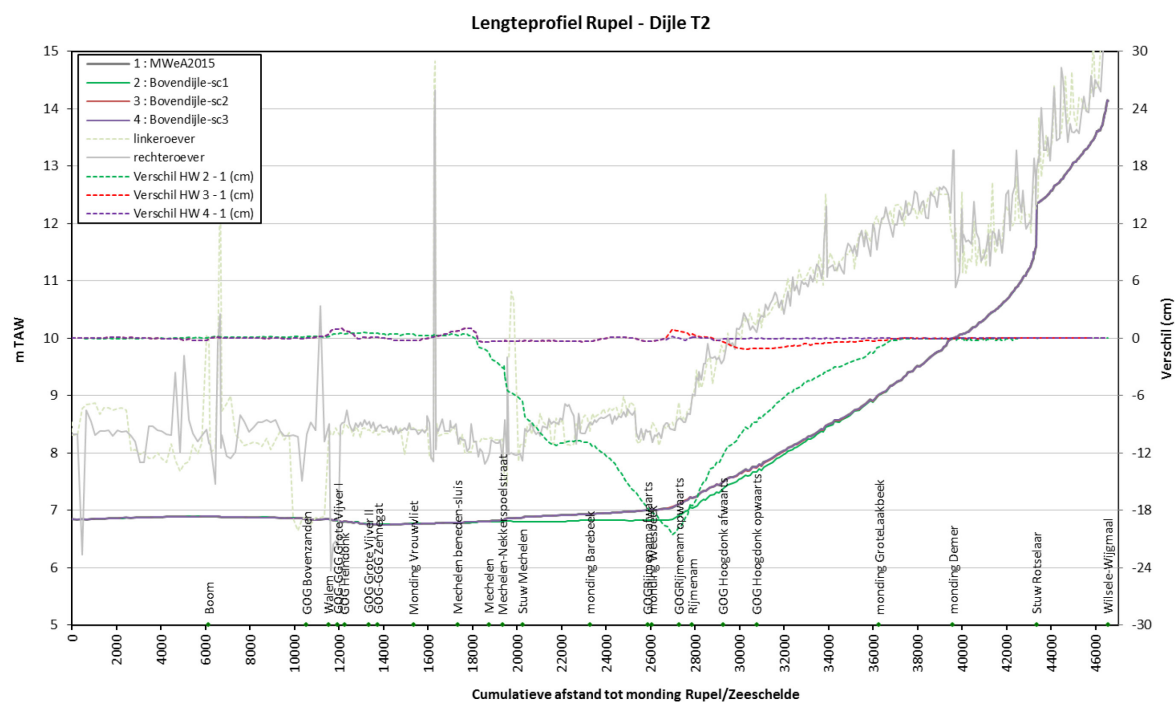
Bij T50 en T100 is er quasi geen verschil meer in het effect op het maximum waterpeil in de Dijle tussen scenario's 2 en 3. In de composietstorm met een terugkeerperiode van 50 jaar zal de overlooppdijk van GOG Hoogdonk echter wel één hoogwater later overtopt worden in scenario 3 ten opzichte van scenario 2. In de composietstorm met een terugkeerperiode van 100 jaar zal de overlooppdijk van GOG Hoogdonk pas overtopt worden tijdens de was op de Dijle, en niet meer tijdens de storm.

3.2.5 Lengteprofielen maximale waterpeilen

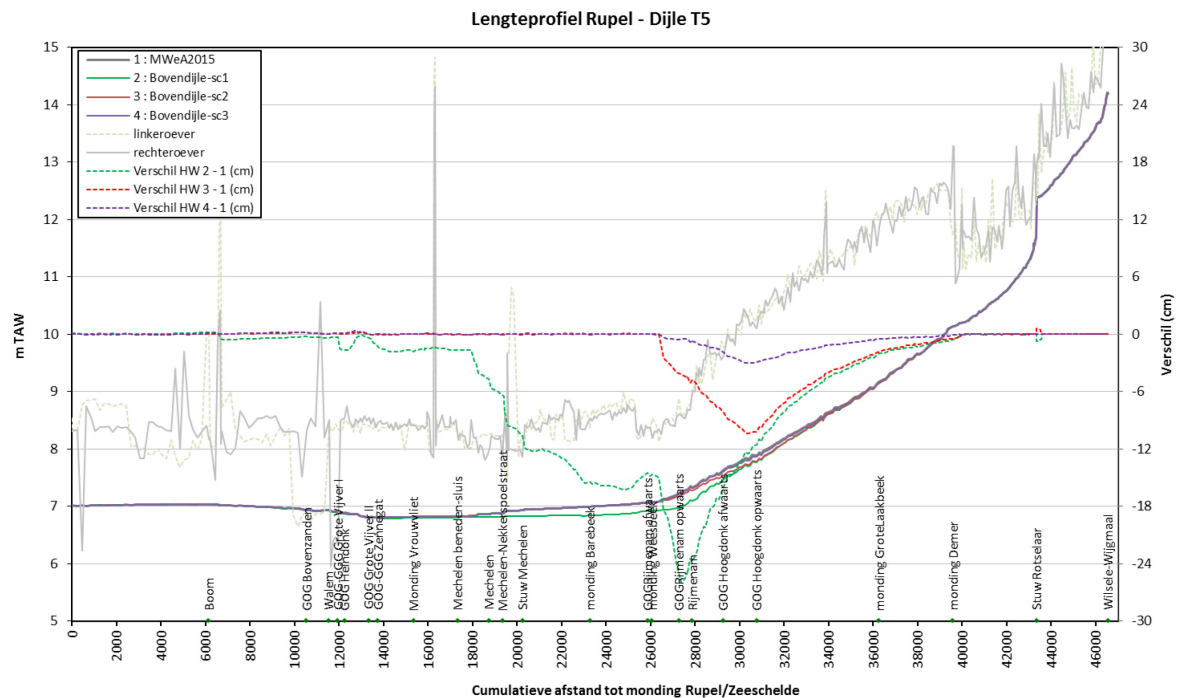
Figuur 3 – Lengteprofielen maximale waterpeilen voor de referentie, scenario 1, 2 en 3 bij een terugkeerperiode van 1 jaar



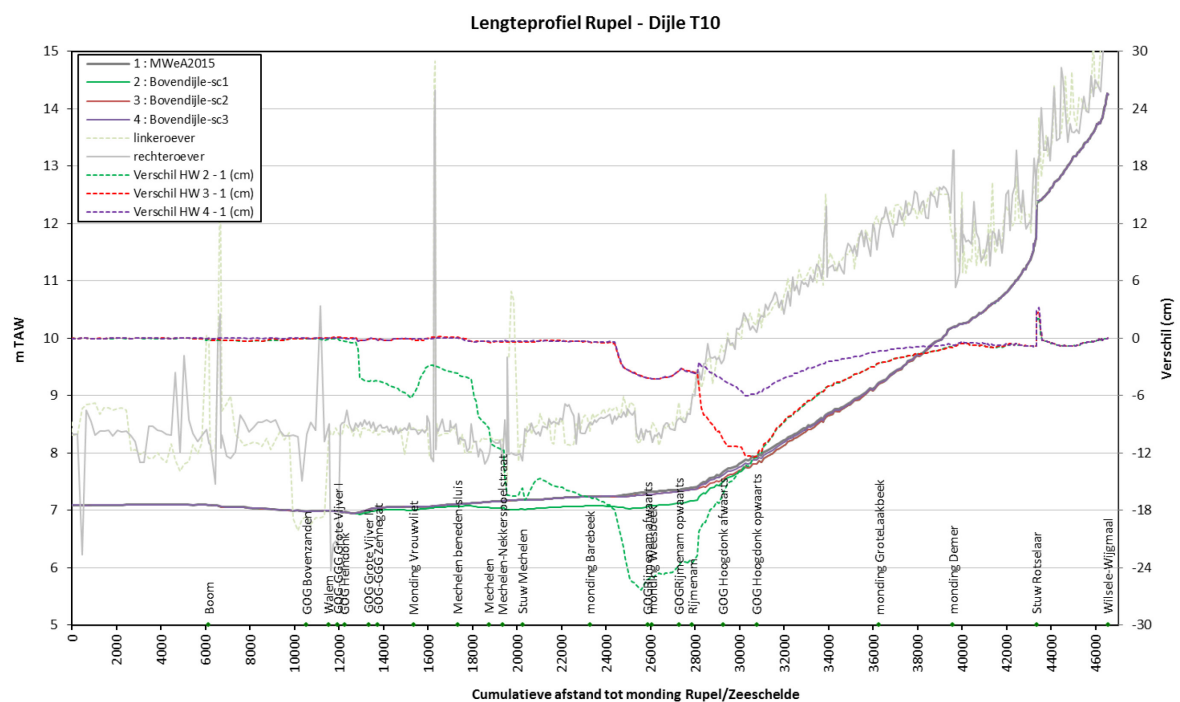
Figuur 4 – Lengteprofielen maximale waterpeilen voor de referentie, scenario 1, 2 en 3 bij een terugkeerperiode van 2 jaar



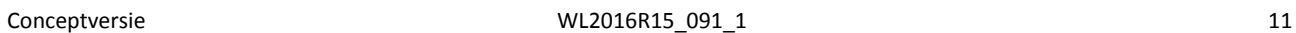
Figuur 5 – Lengteprofielen maximale waterpeilen voor de referentie, scenario 1,2 en 3 bij een terugkeerperiode van 5 jaar



Figuur 6 – Lengteprofielen maximale waterpeilen voor de referentie, scenario 1, 2 en 3 bij een terugkeerperiode van 10 jaar







3.2.6 Tabel maximale waterpeilen

Tabel 5 – Overzicht maximale waterpeilen in mTAW voor het MWeA2015 en scenario 1, 2 en 3

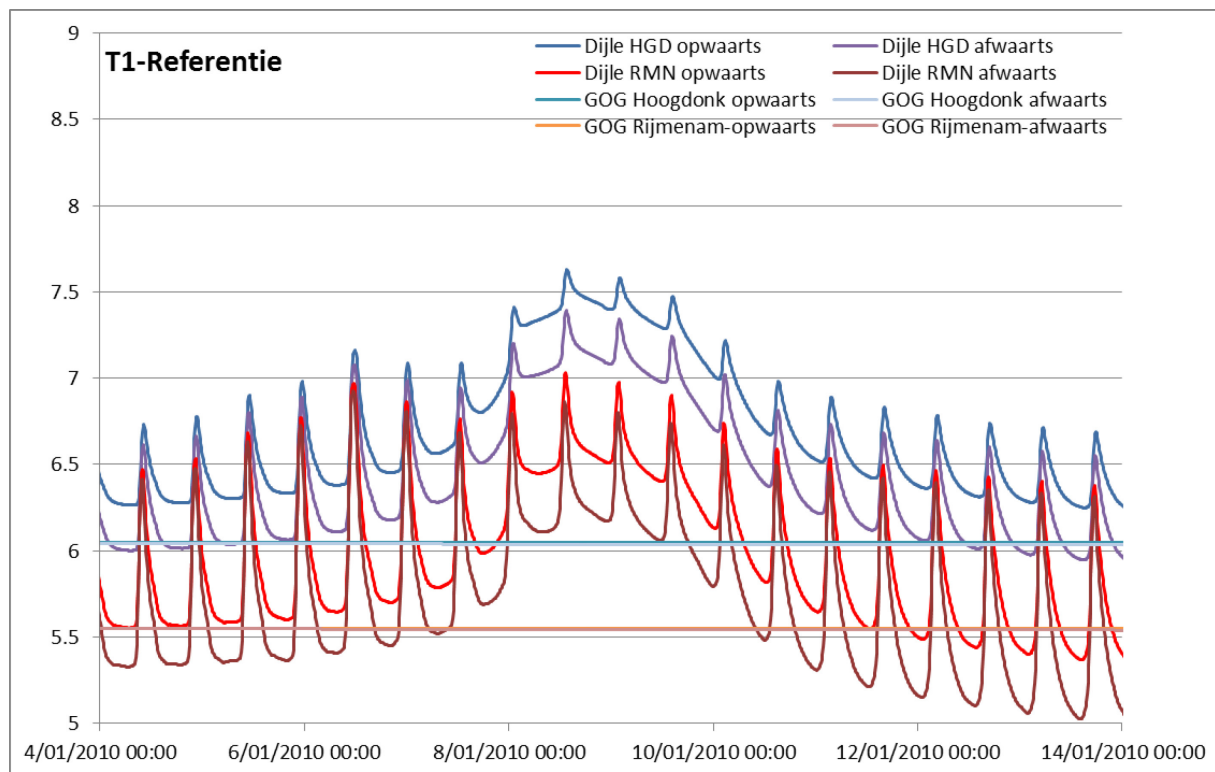
Hmax [mTAW]	Locatie	Referentie: MWeA2015	Bovendijle- scenario1	Bovendijle- scenario2	Bovendijle- scenario3
T1	Dijle RMN afwaarts	6.9	6.8	6.9	6.9
	GOG Rijmenam-afwaarts	≤ mv	6.6	≤ mv	≤ mv
	Dijle RMN opwaarts	7.0	6.9	7.0	7.0
	GOG Rijmenam-opwaarts	≤ mv	6.7	≤ mv	≤ mv
	Dijle HGD afwaarts	7.4	7.3	7.4	7.4
	GOG Hoogdonk afwaarts	≤ mv	≤ mv	≤ mv	≤ mv
	Dijle HGD opwaarts	7.6	7.6	7.6	7.6
	GOG Hoogdonk opwaarts	≤ mv	≤ mv	≤ mv	≤ mv
T2	Dijle RMN afwaarts	7.0	6.8	7.0	7.0
	GOG Rijmenam-afwaarts	≤ mv	6.8	≤ mv	≤ mv
	Dijle RMN opwaarts	7.1	6.9	7.1	7.1
	GOG Rijmenam-opwaarts	≤ mv	6.8	≤ mv	≤ mv
	Dijle HGD afwaarts	7.5	7.4	7.5	7.5
	GOG Hoogdonk afwaarts	≤ mv	≤ mv	6.8	≤ mv
	Dijle HGD opwaarts	7.8	7.7	7.7	7.8
	GOG Hoogdonk opwaarts	≤ mv	≤ mv	6.9	≤ mv
T5	Dijle RMN afwaarts	7.1	6.9	7.1	7.1
	GOG Rijmenam-afwaarts	≤ mv	6.9	≤ mv	≤ mv
	Dijle RMN opwaarts	7.2	7.0	7.2	7.2
	GOG Rijmenam-opwaarts	≤ mv	7.0	≤ mv	≤ mv
	Dijle HGD afwaarts	7.6	7.5	7.5	7.6
	GOG Hoogdonk afwaarts	≤ mv	≤ mv	7.4	7.1
	Dijle HGD opwaarts	7.9	7.8	7.8	7.9
	GOG Hoogdonk opwaarts	≤ mv	≤ mv	7.6	7.2

Hmax [mTAW]	Locatie	Referentie: MWeA2015	Bovendijle- scenario1	Bovendijle- scenario2	Bovendijle- scenario3
T10	Dijle RMN afwaarts	7.3	7.1	7.3	7.3
	GOG Rijmenam-afwaarts	$\leq mv$	7.1	6.3	6.3
	Dijle RMN opwaarts	7.4	7.1	7.3	7.3
	GOG Rijmenam-opwaarts	$\leq mv$	7.1	6.1	6.1
	Dijle HGD afwaarts	7.7	7.5	7.6	7.6
	GOG Hoogdonk afwaarts	$\leq mv$	7.2	7.5	7.4
	Dijle HGD opwaarts	7.9	7.8	7.8	7.9
	GOG Hoogdonk opwaarts	$\leq mv$	7.2	7.8	7.5
T50	Dijle RMN afwaarts	7.5	7.3	7.3	7.3
	GOG Rijmenam-afwaarts	$\leq mv$	7.3	6.7	6.7
	Dijle RMN opwaarts	7.6	7.4	7.4	7.4
	GOG Rijmenam-opwaarts	$\leq mv$	7.3	6.7	6.7
	Dijle HGD afwaarts	7.9	7.7	7.8	7.8
	GOG Hoogdonk afwaarts	$\leq mv$	7.7	7.8	7.8
	Dijle HGD opwaarts	8.2	8.0	8.0	8.0
	GOG Hoogdonk opwaarts	$\leq mv$	7.9	8.0	8.0
T100	Dijle RMN afwaarts	7.5	7.4	7.4	7.4
	GOG Rijmenam-afwaarts	$\leq mv$	7.4	6.8	6.9
	Dijle RMN opwaarts	7.6	7.4	7.4	7.4
	GOG Rijmenam-opwaarts	$\leq mv$	7.4	6.9	6.9
	Dijle HGD afwaarts	8.0	7.8	7.9	7.9
	GOG Hoogdonk afwaarts	$\leq mv$	7.8	7.9	7.9
	Dijle HGD opwaarts	8.3	8.0	8.1	8.1
	GOG Hoogdonk opwaarts	$\leq mv$	8.0	8.1	8.1

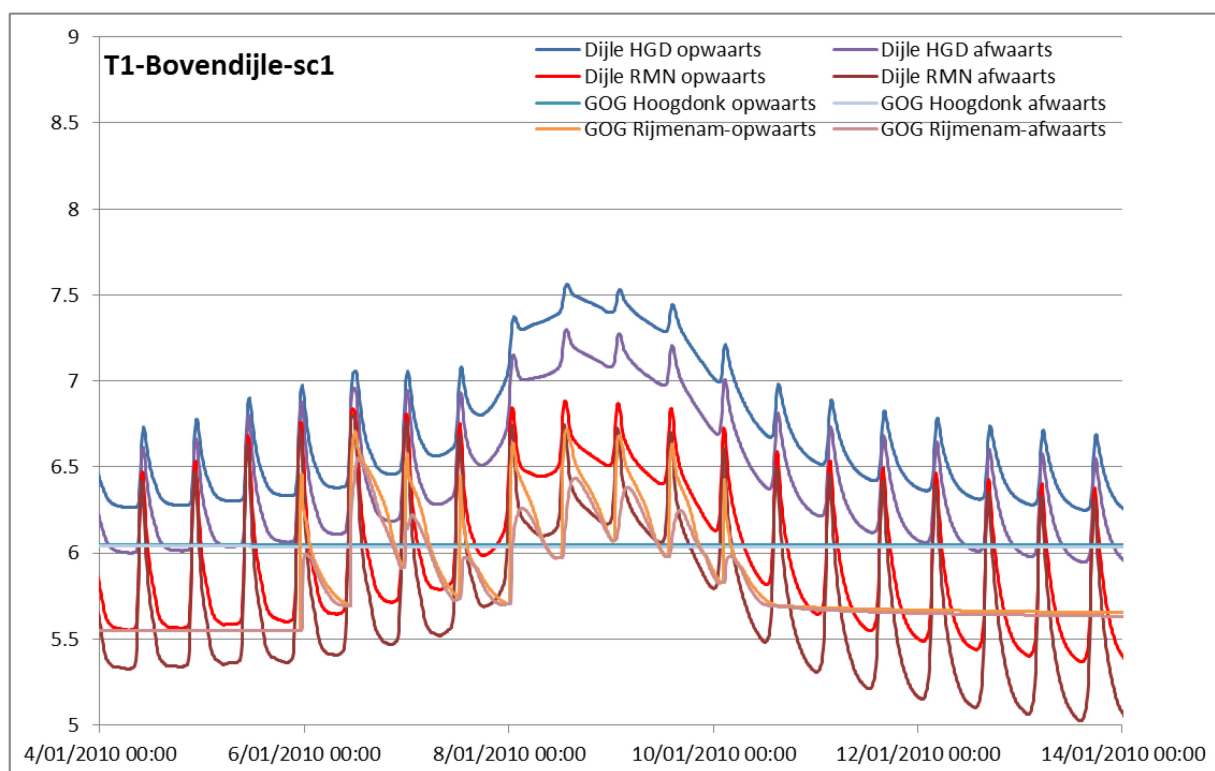
$\leq mv$: gesimuleerd waterpeil is gelijk aan of lager dan maaiveld

3.2.7 Tijdreeksen waterpeilen Dijke en GOG's

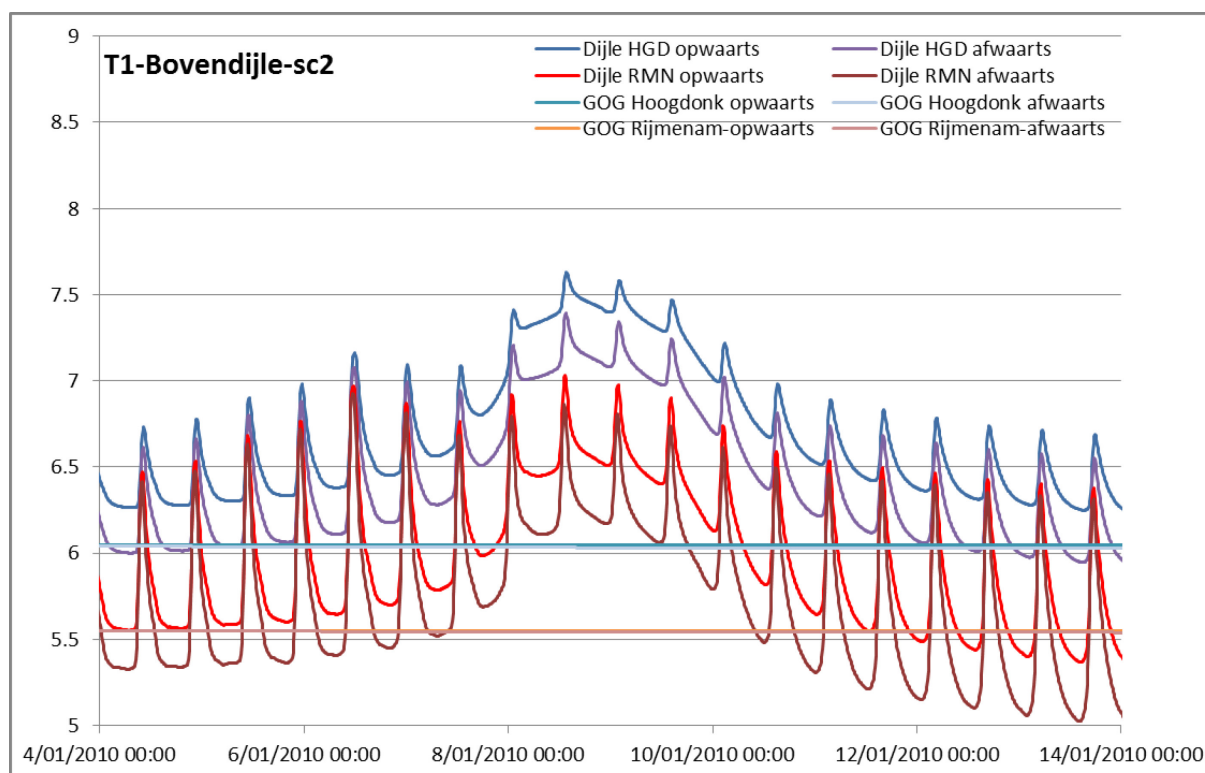
Figuur 9 – Waterstandsverloop in de Dijke en GOG's – Referentie – T1



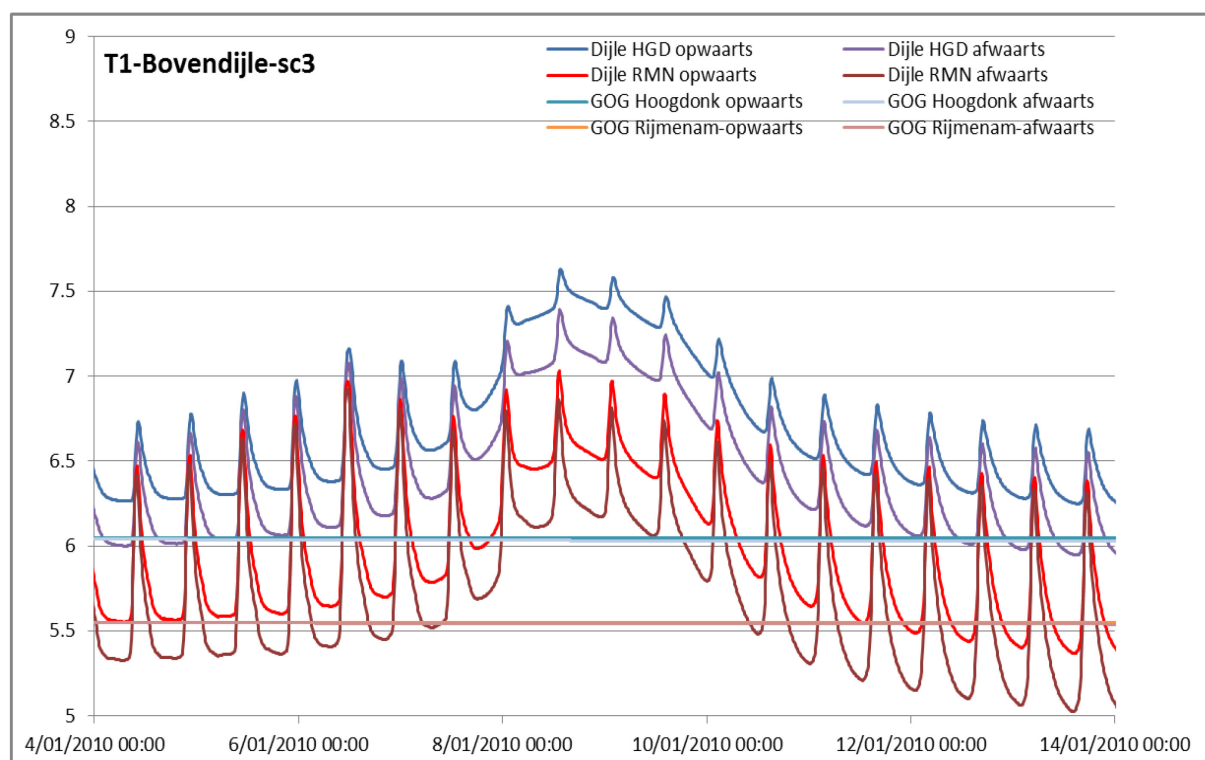
Figuur 10 – Waterstandsverloop in de Dijke en GOG's – Bovendijle-scenario 1 – T1



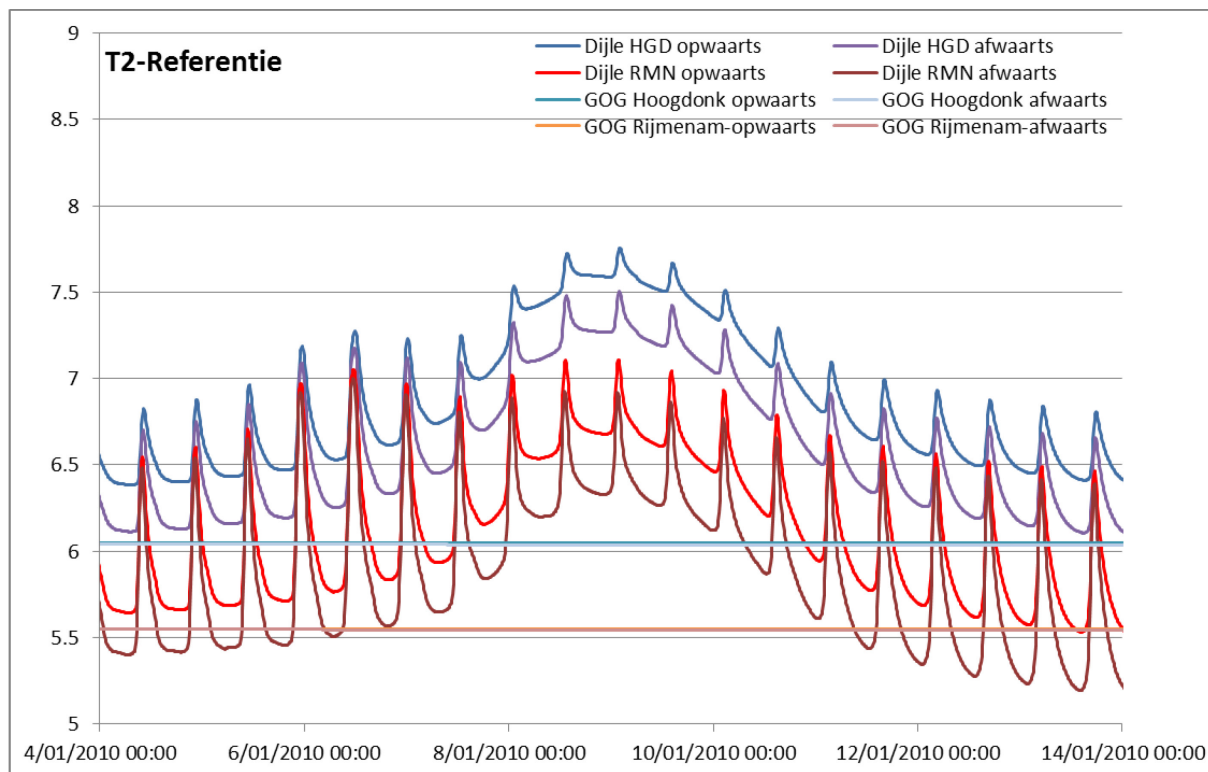
Figuur 11 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 2 – T1



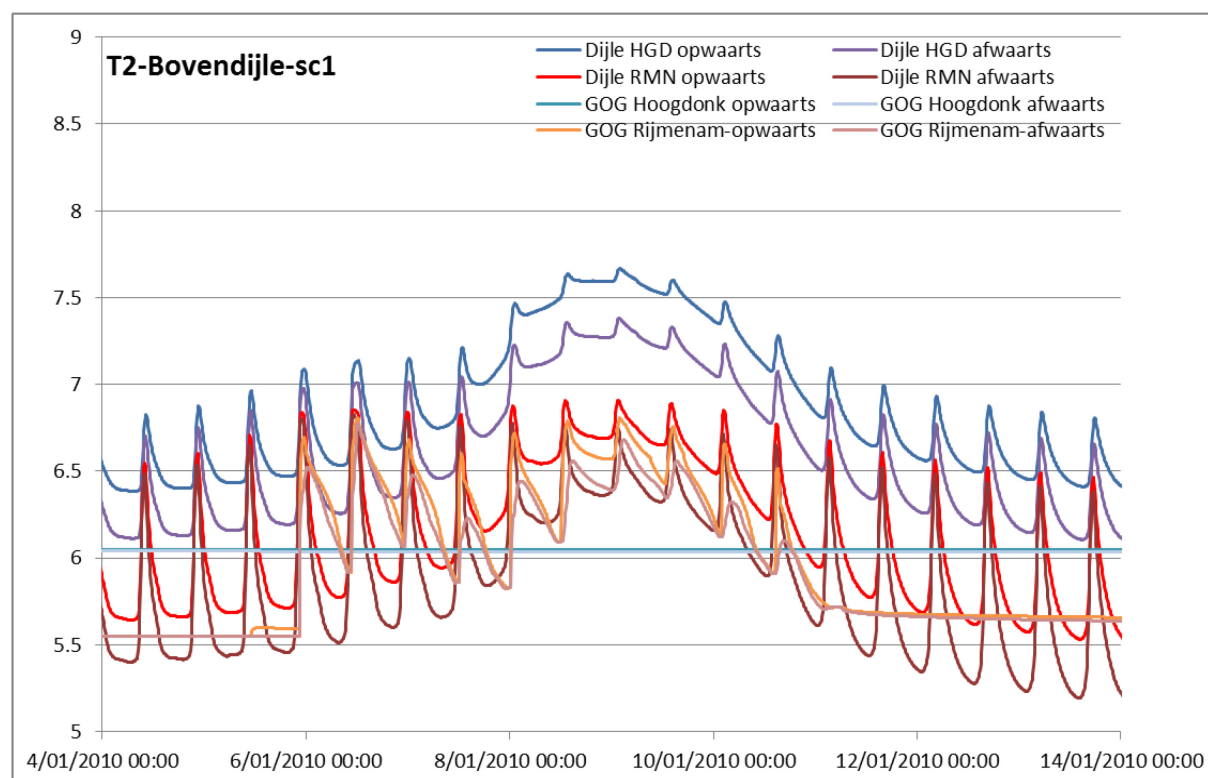
Figuur 12 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 3 – T1



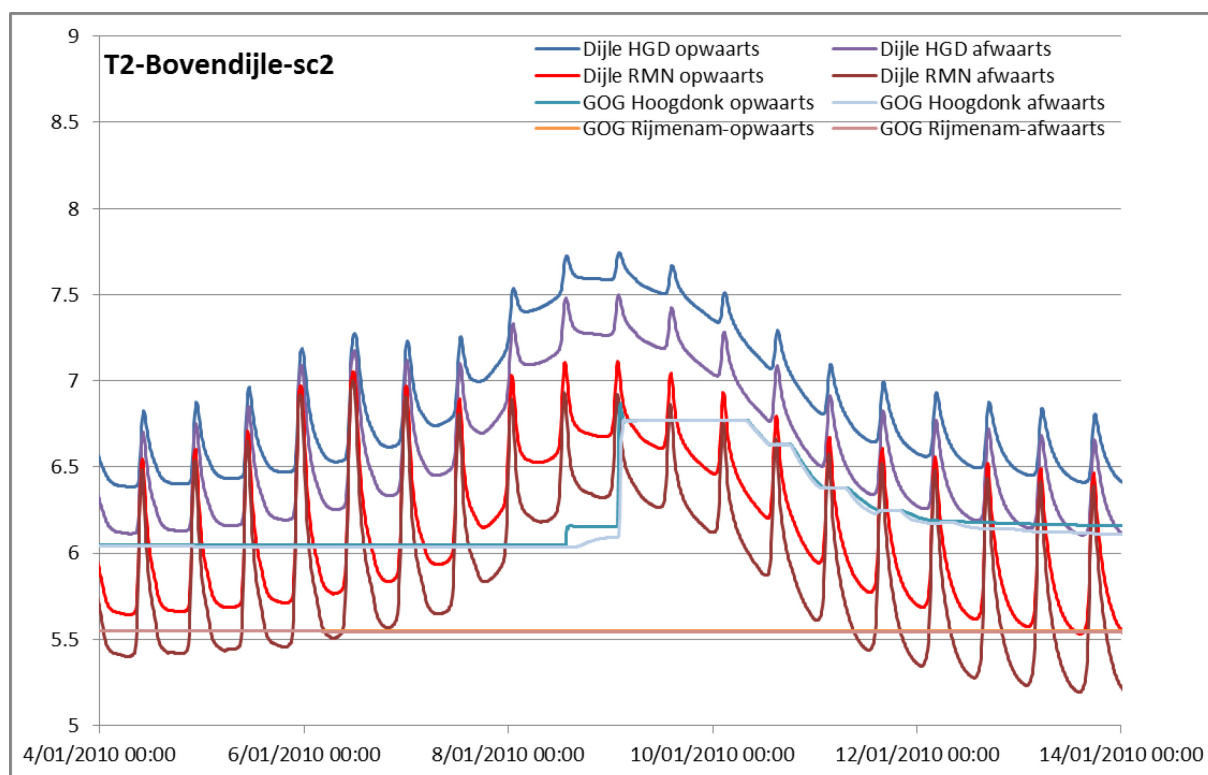
Figuur 13 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Referentie – T2



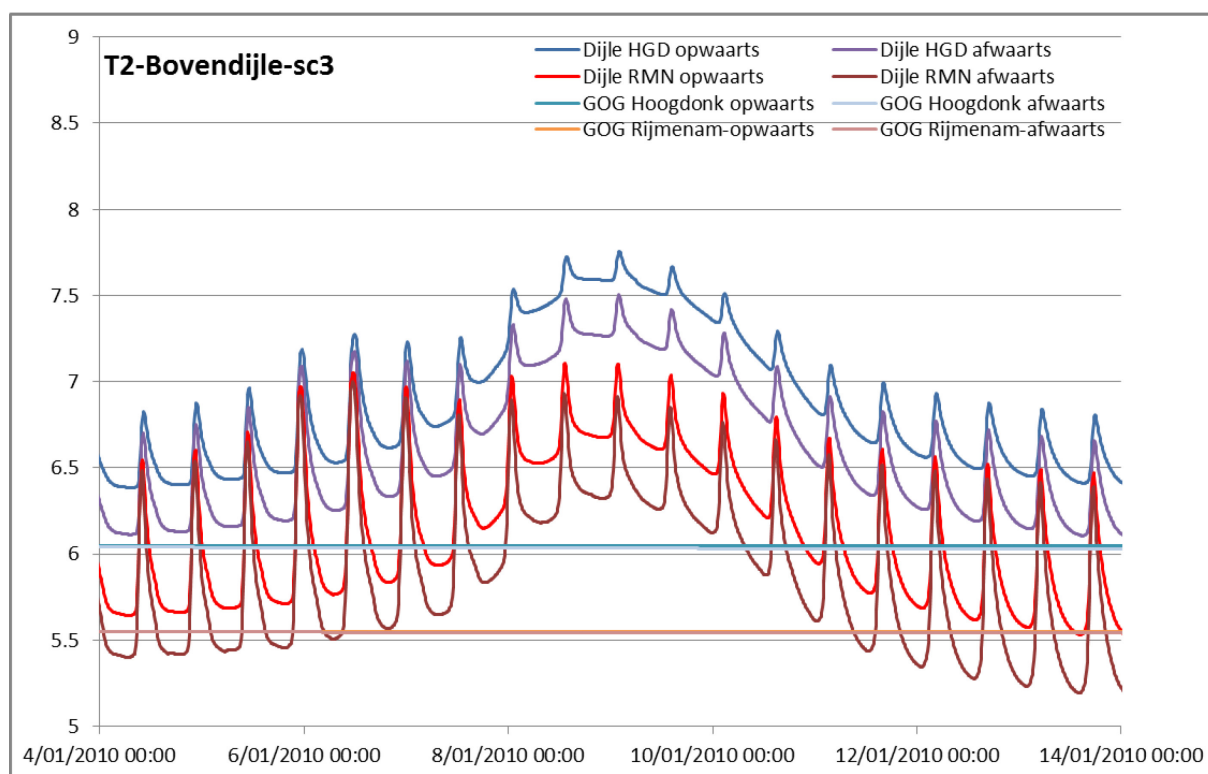
Figuur 14 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 1 – T2



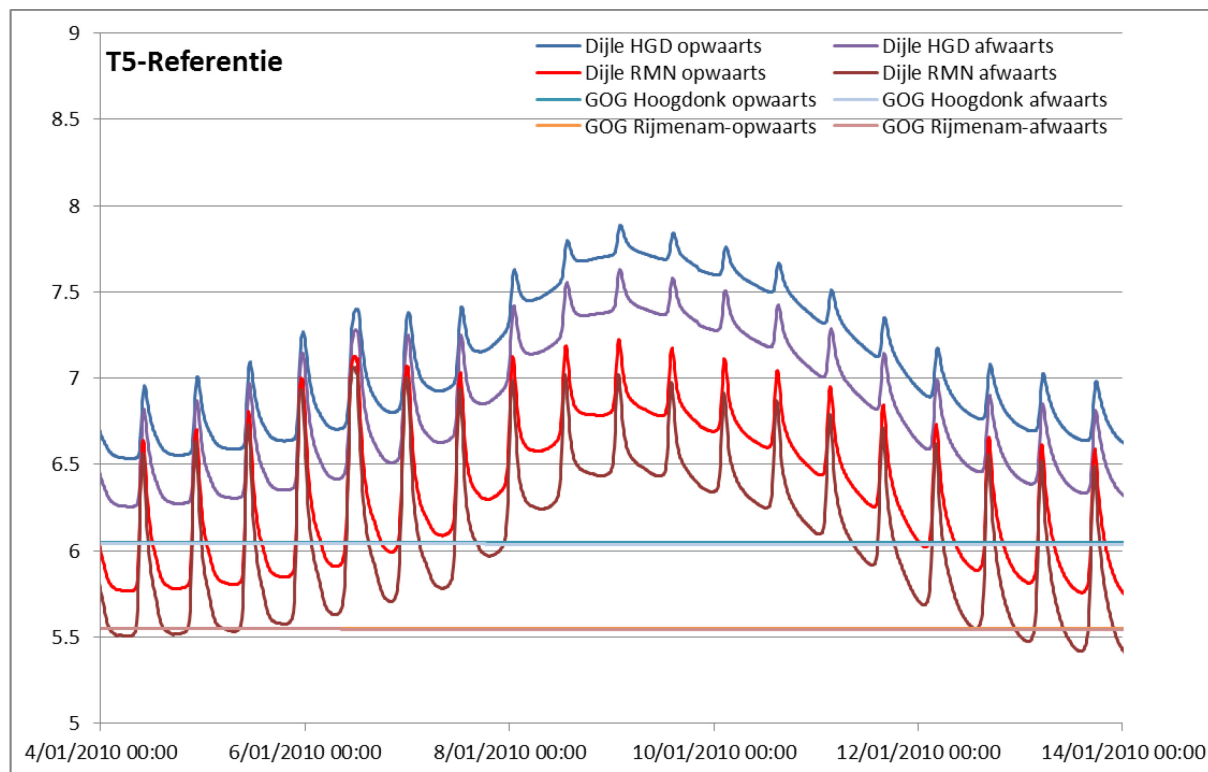
Figuur 15 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 2 – T2



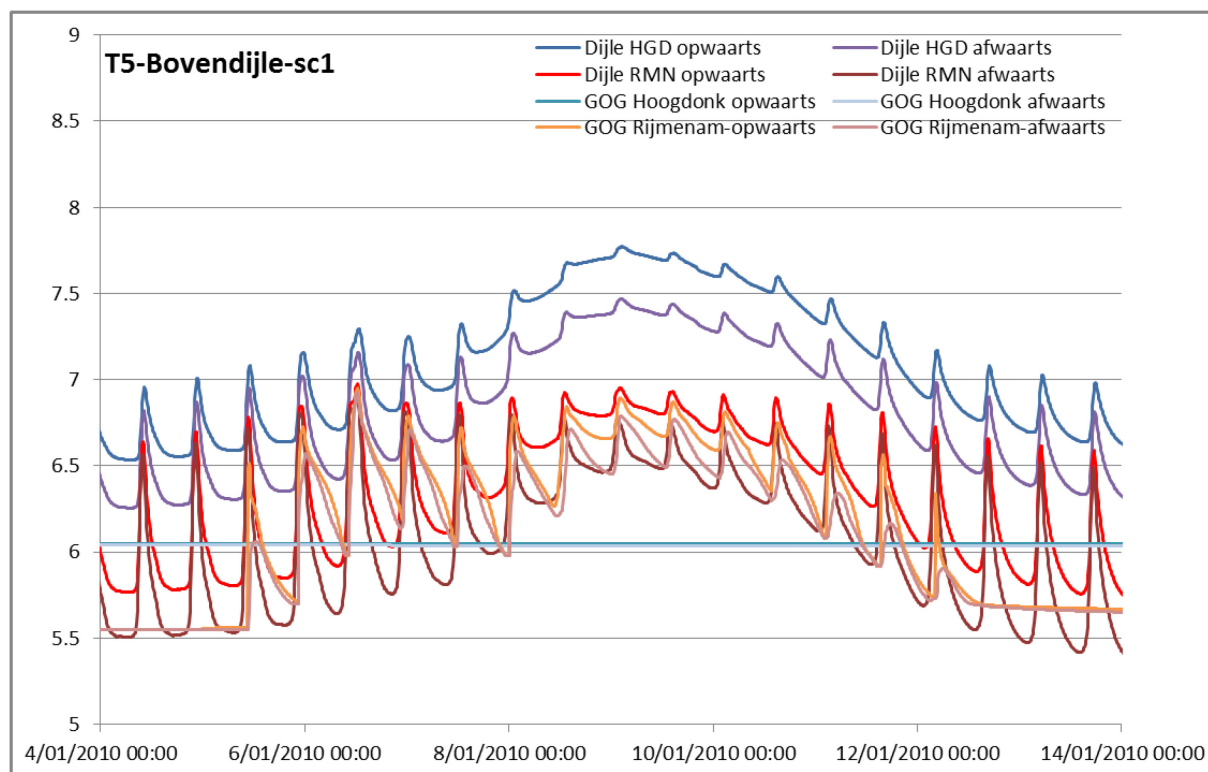
Figuur 16 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 3 – T2



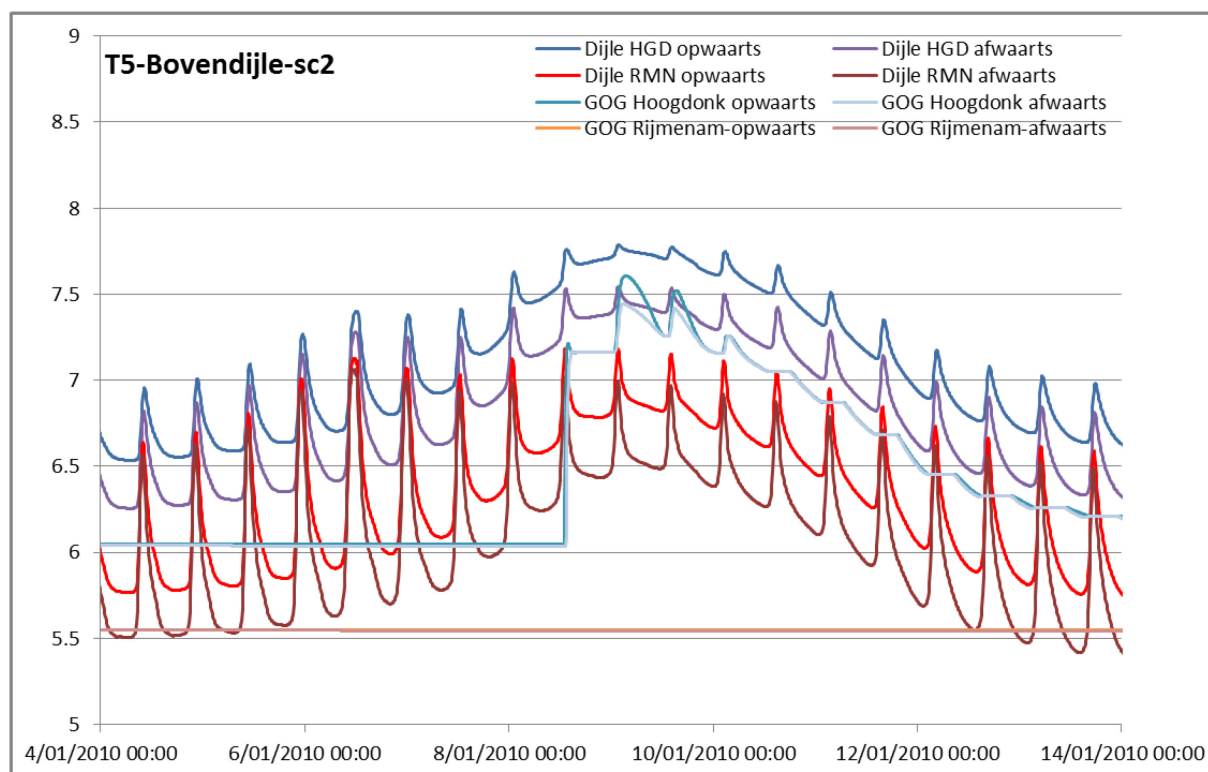
Figuur 17 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Referentie – T5



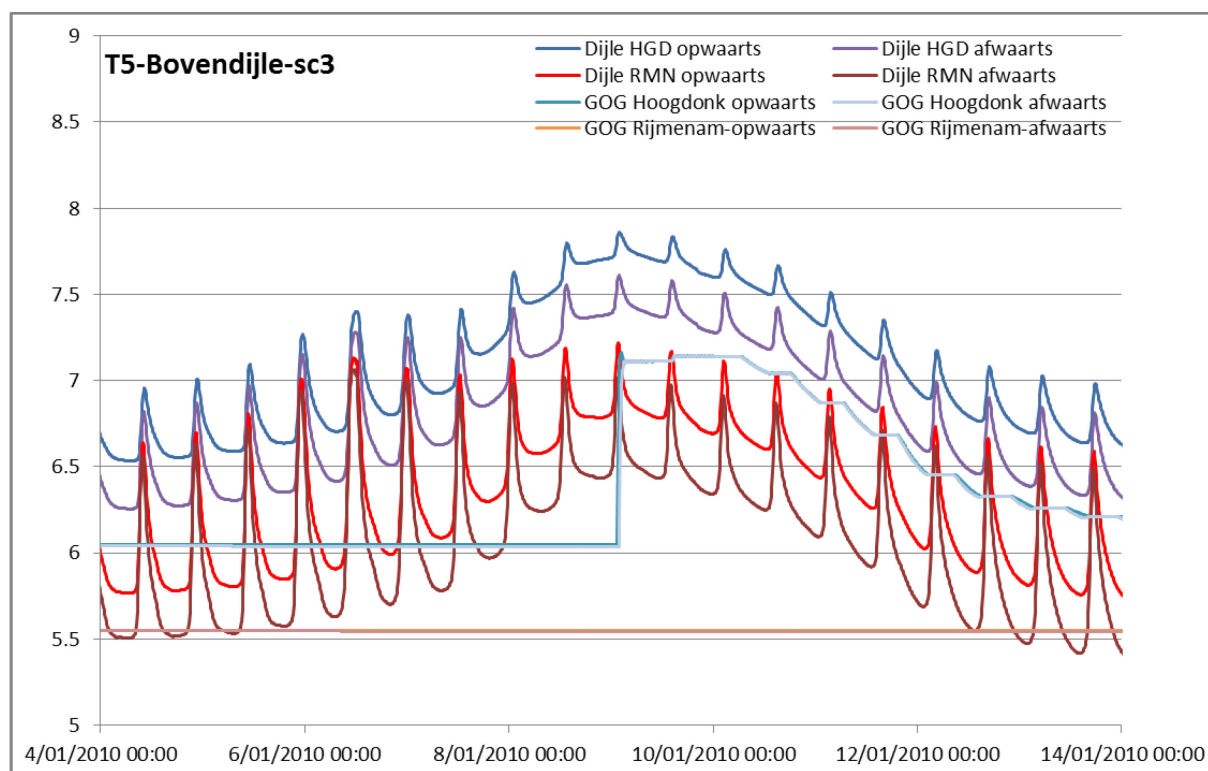
Figuur 18 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 1 – T5



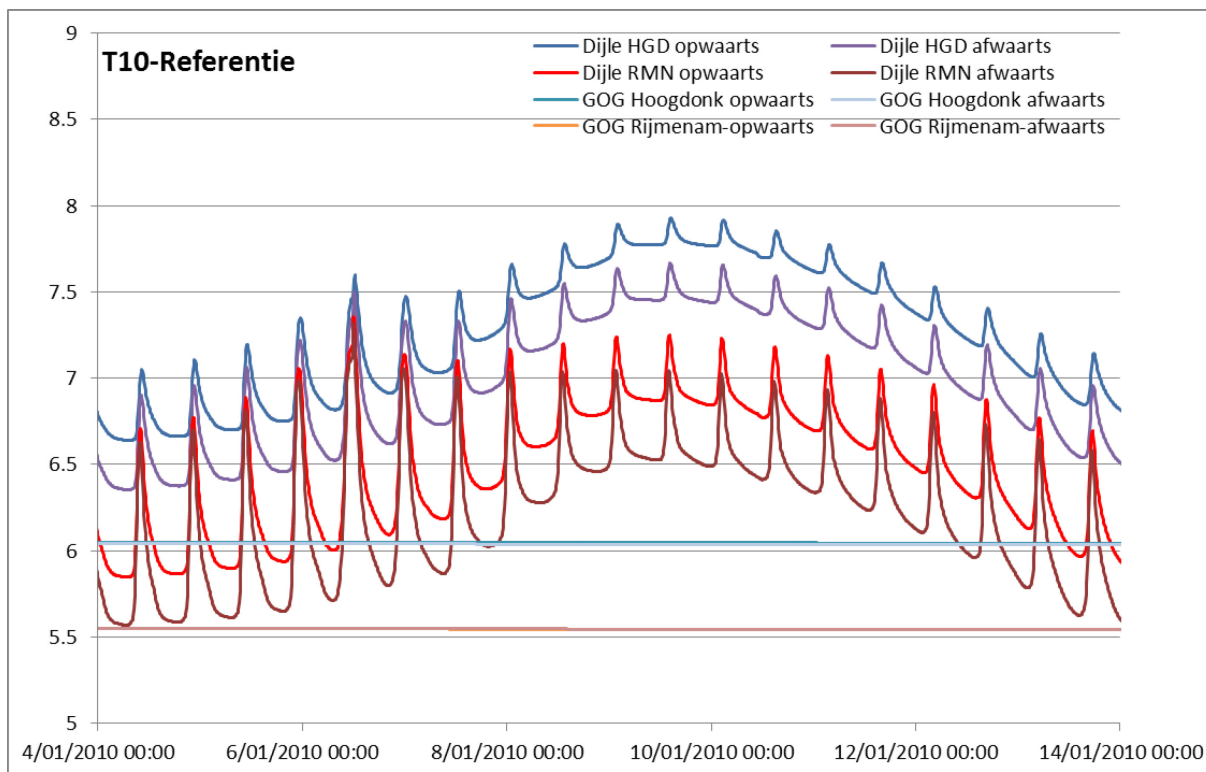
Figuur 19 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 2 – T5



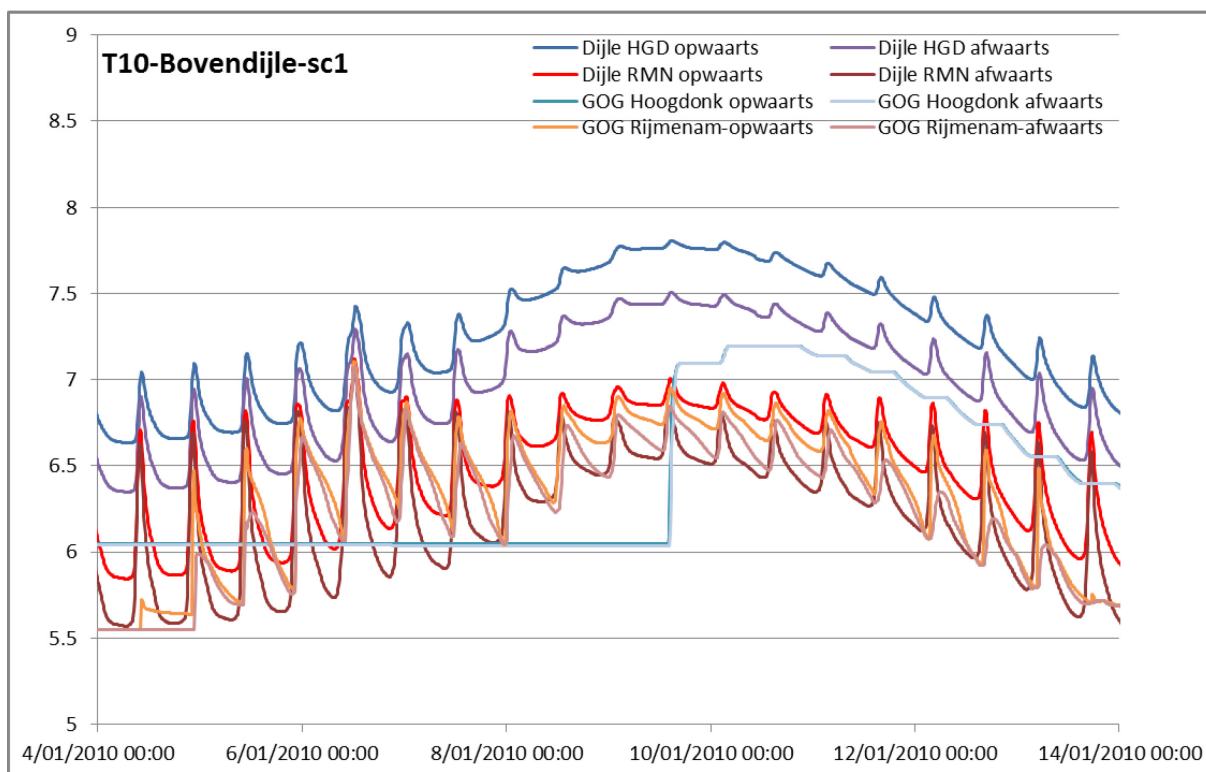
Figuur 20 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 3 – T5



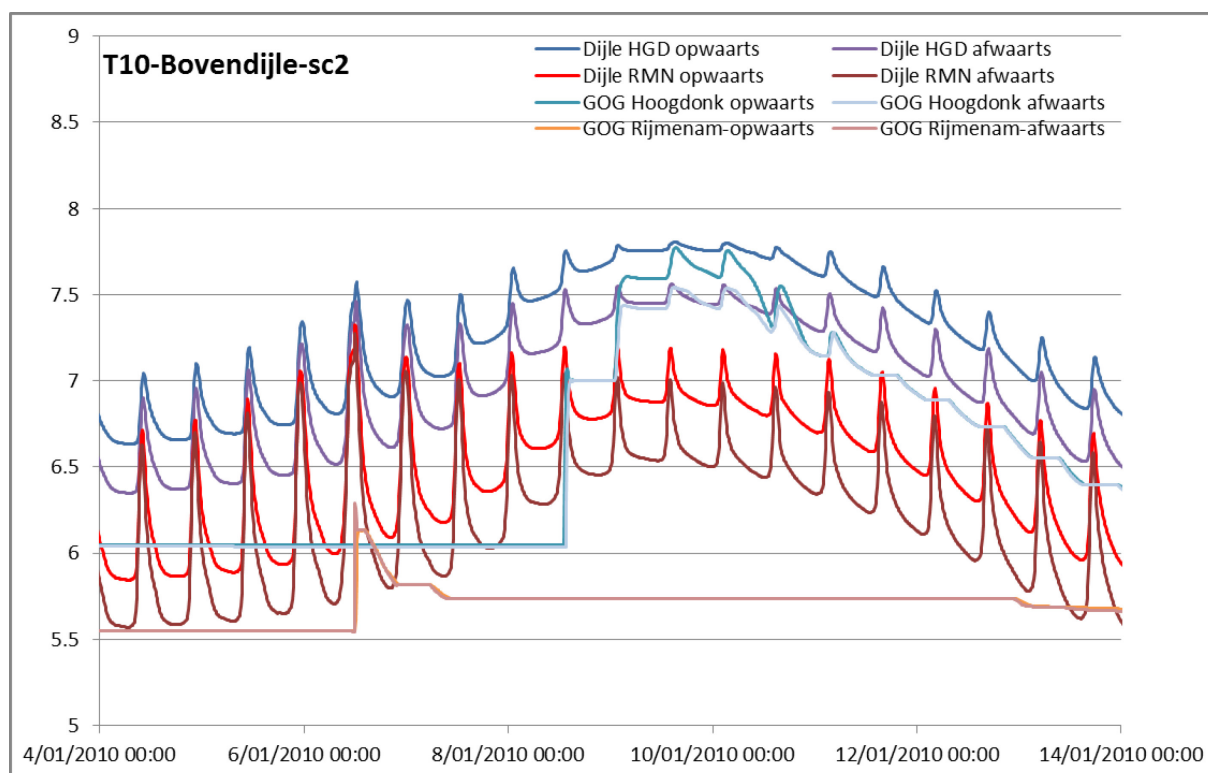
Figuur 21 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Referentie – T10



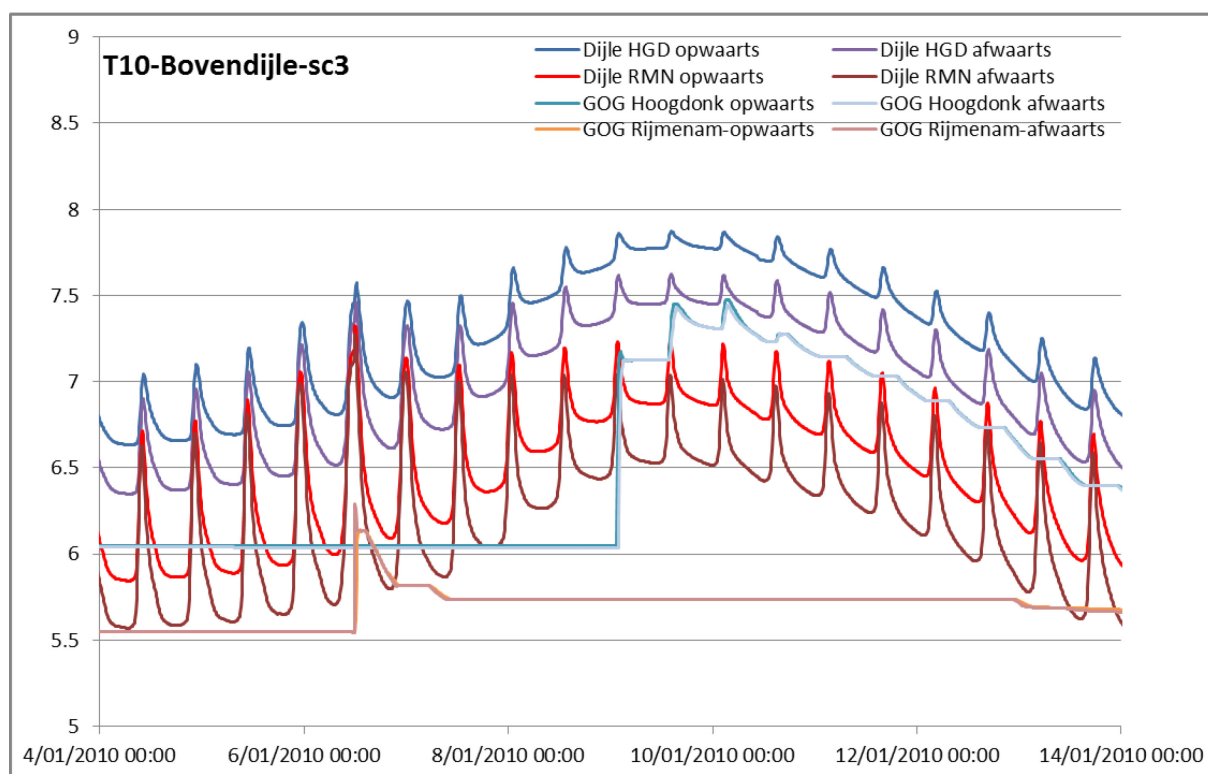
Figuur 22 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 1 – T10



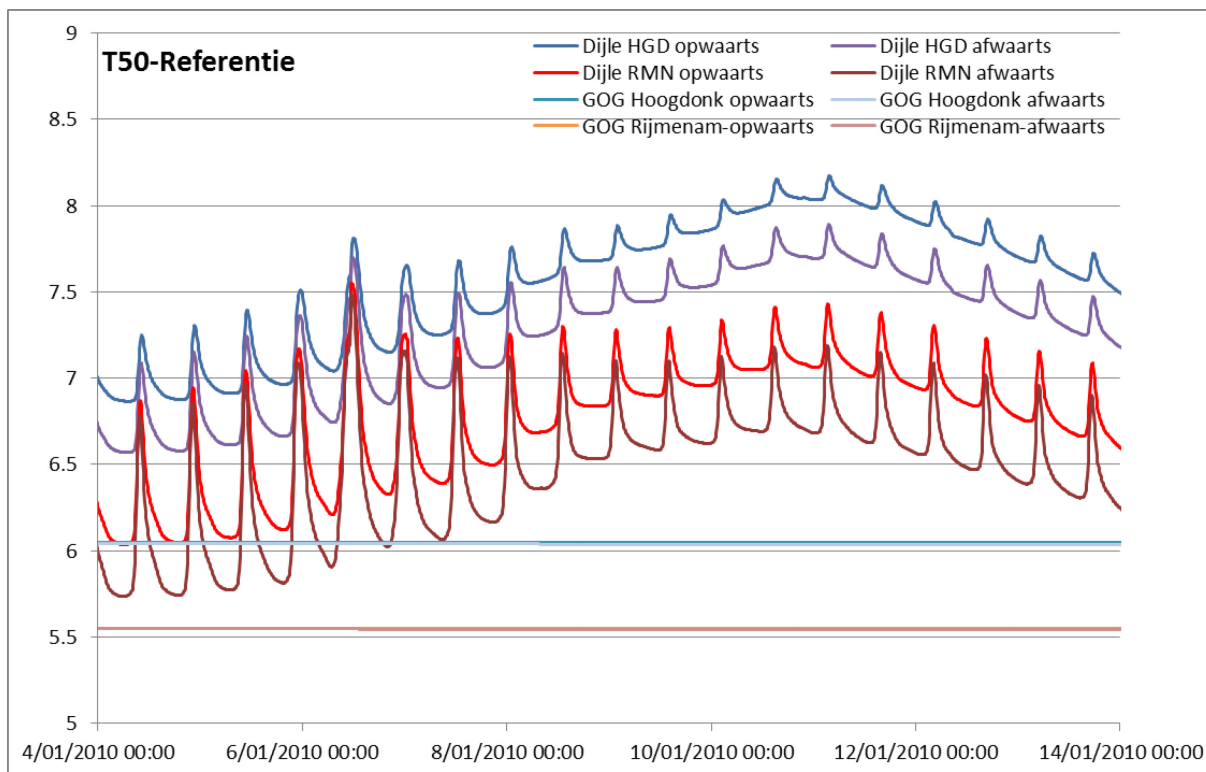
Figuur 23 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 2 – T10



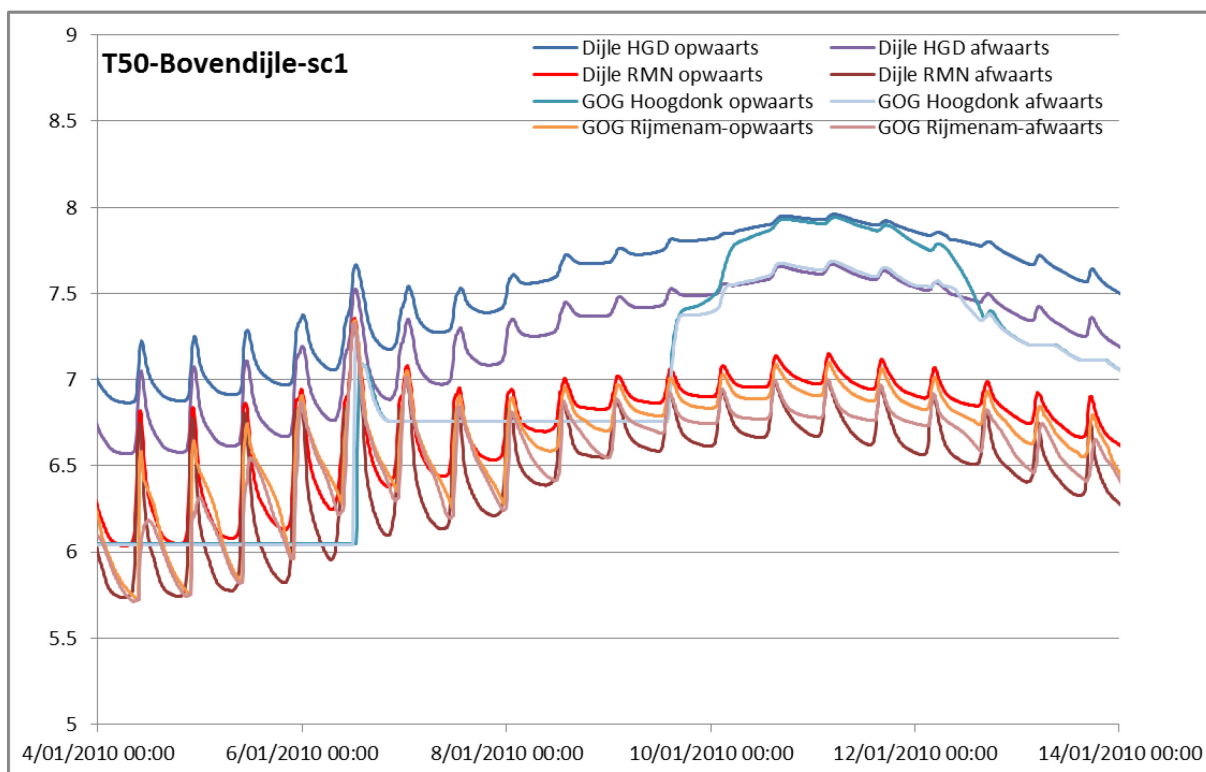
Figuur 24 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 3 – T10



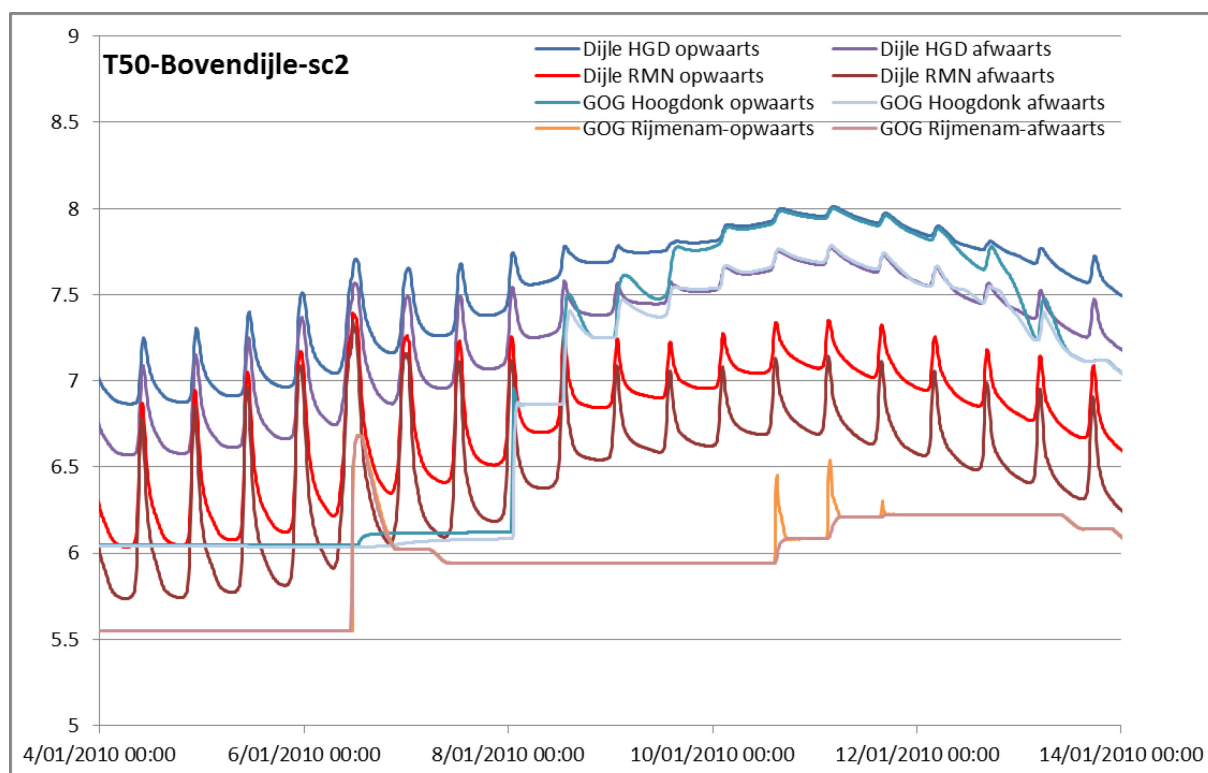
Figuur 25 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Referentie – T50



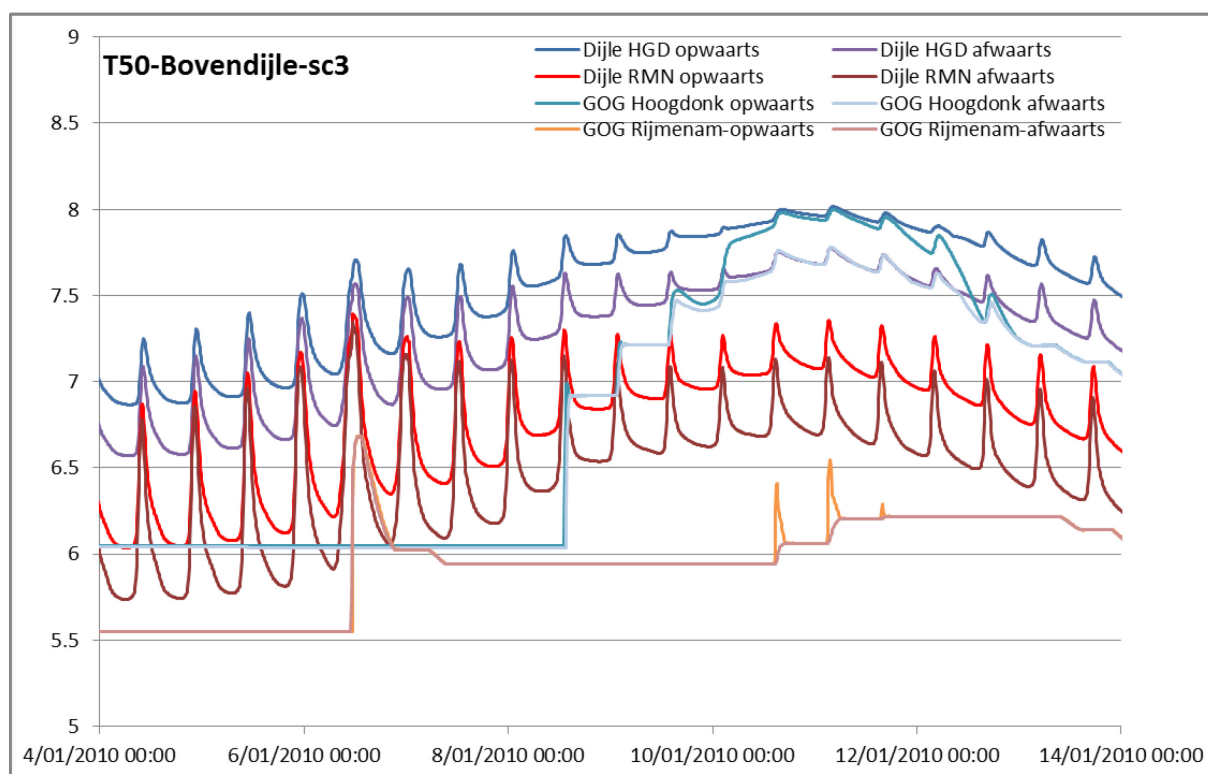
Figuur 26 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 1 – T50



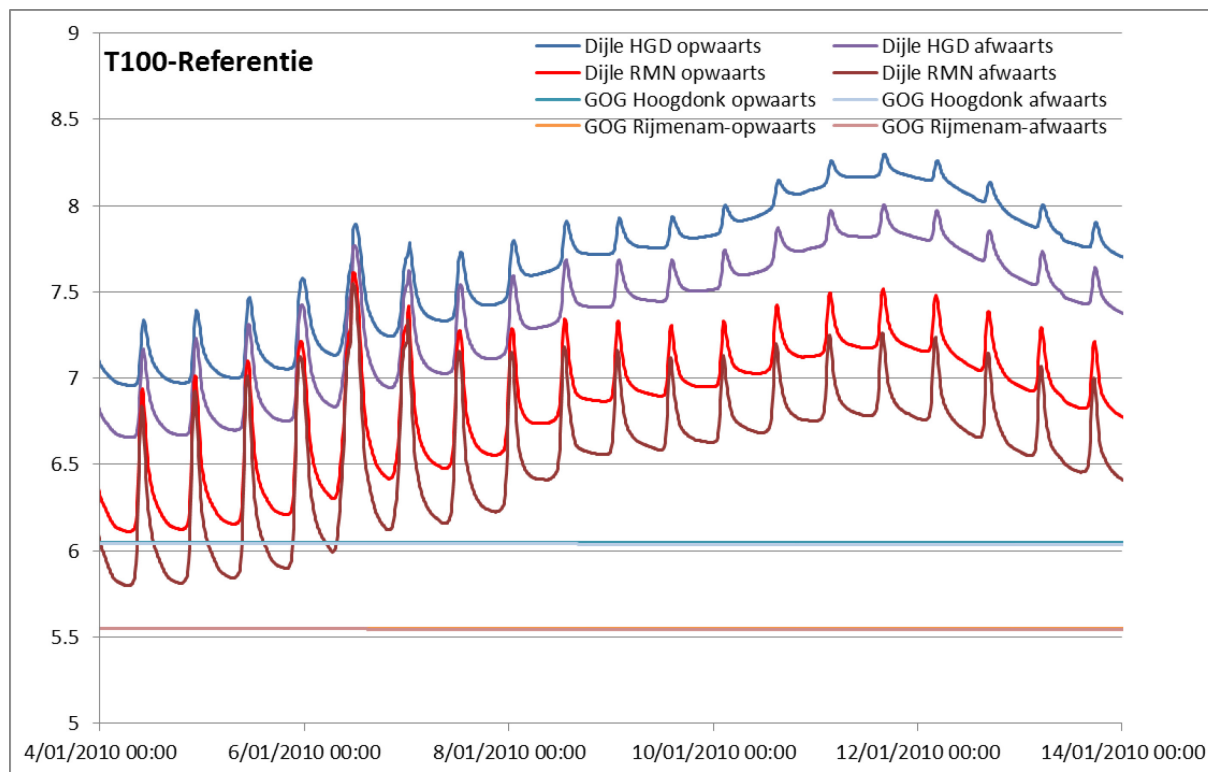
Figuur 27 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 2 – T50



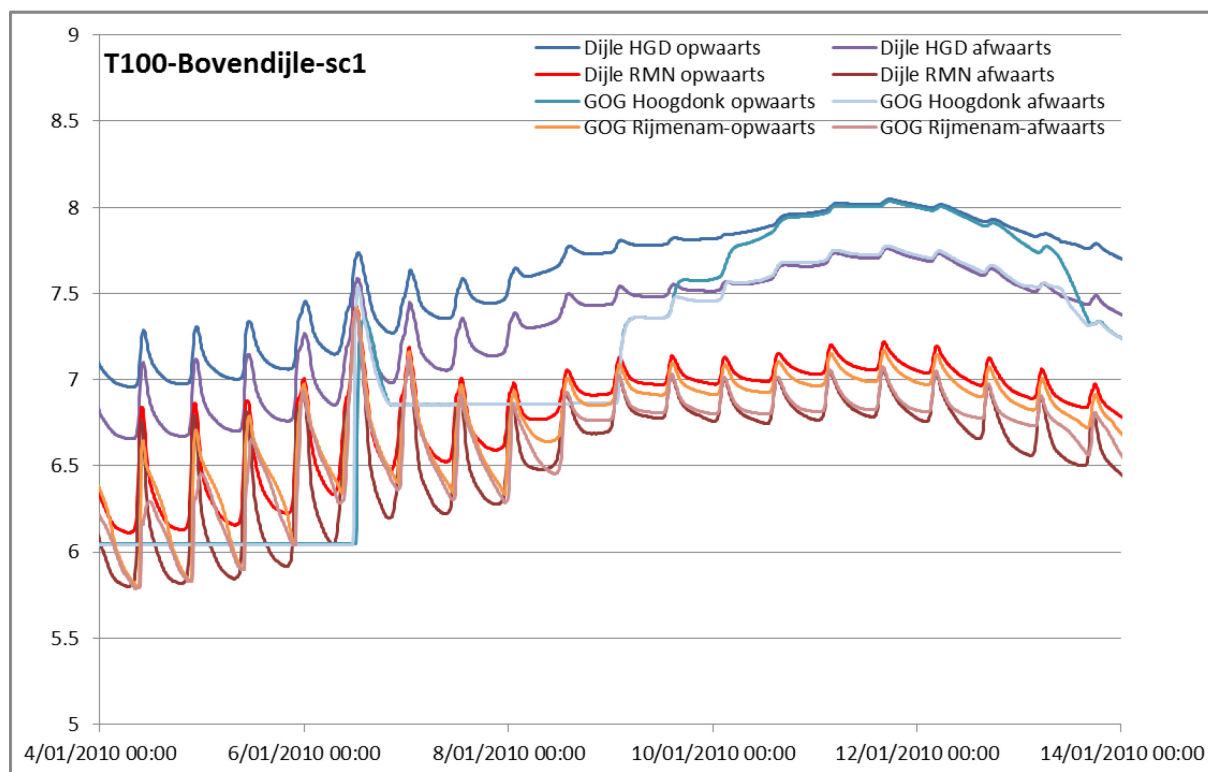
Figuur 28 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 3 – T50



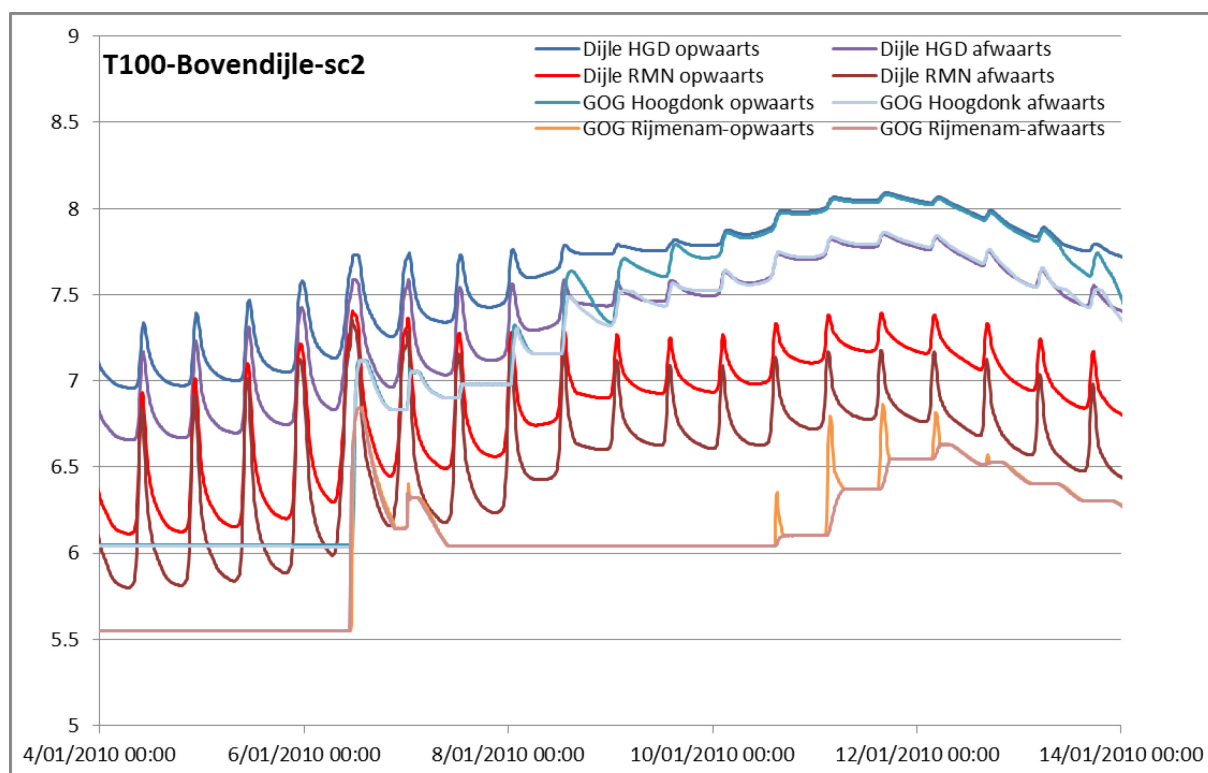
Figuur 29 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Referentie – T100



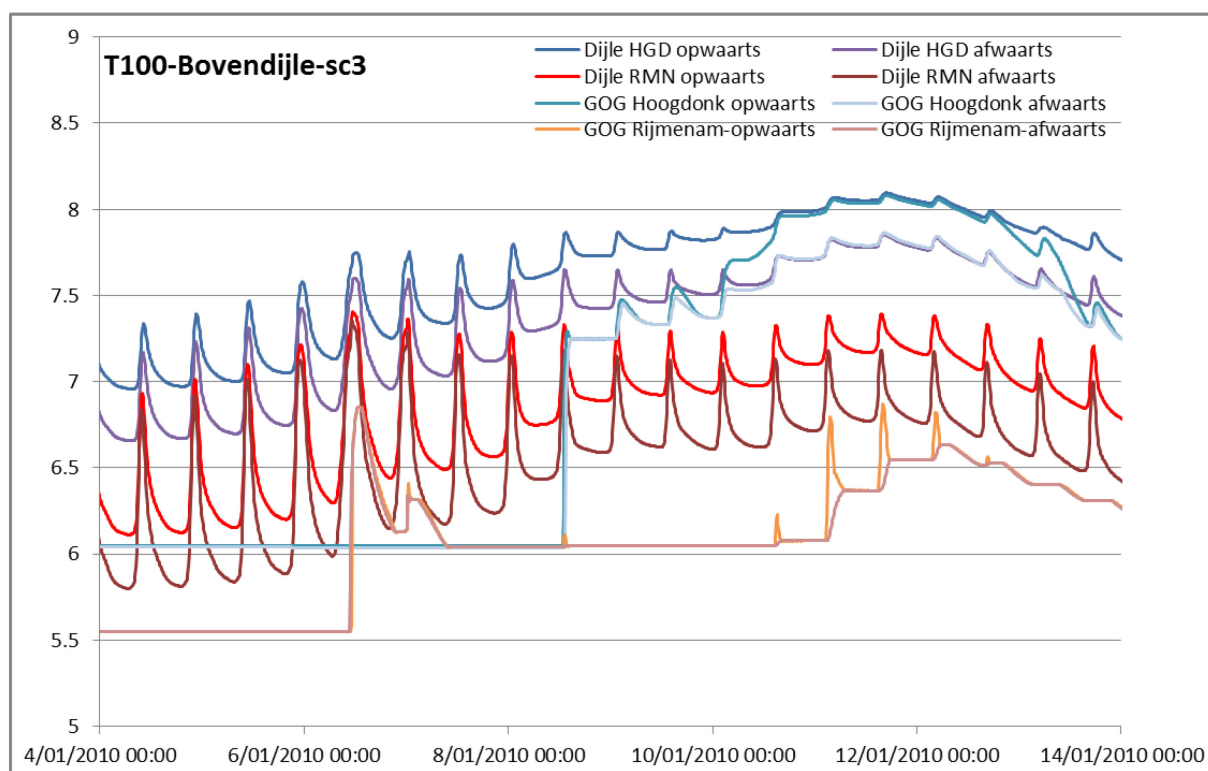
Figuur 30 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 1 – T100



Figuur 31 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 2 – T100



Figuur 32 – Waterstandsverloop in de Dijle en GOG's – Bovendijle- scenario 3 – T100



4 Conclusies

Langs de Bovendijle bevinden zich twee GOG's, nl. GOG Rijmenam en GOG Hoogdonk. Reeds in 2010 werd voor deze GOG's een eerste inrichtingsvoorstel opgemaakt vertrekkende van overloophoogten gelijk aan respectievelijk TAW +7,80 m en TAW +8,30 m. Ter optimalisatie van de GOG-werking werd voorgesteld de overloophoogten oplopend naar opwaarts aan te leggen. Hierbij zou GOG Rijmenam GOG-werking kennen vanaf T10, en GOG Hoogdonk vanaf T5.

Na de actualisatie van het Zeescheldemodel in het kader van de opmaak van overstromingskaarten in het kader van ROR, en bij het doorrekenen van scenarioberekeningen met de Sinterklaasstorm werd duidelijk dat de voorgestelde overloophoogtes toch niet zouden leiden tot de gewenste GOG-werking in deze gebieden.

Met het geactualiseerde model van de Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren, waarin ook de andere Sigma2010- en Sigma2015-gebieden opgenomen zijn, werd de vooropgestelde inrichting opnieuw doorgerekend. Hieruit blijkt dat de gebieden geen GOG-werking zouden kennen tot T100.

Er werden drie scenario's doorgerekend met verschillende overloophoogten voor Sigmacluster Bovendijle. Wanneer de gebieden niet gevrijwaard moeten worden van GOG-werking beneden T5 en T10, kan de grootste daling van het maximum waterpeil worden gerealiseerd bij alle T's door geen overloophoogten te voorzien. Wanneer de GOG's wel gevrijwaard moeten worden beneden een bepaalde terugkeerperiode brengt een naar opwaarts oplopend (getrapt) verloop van de overloophoogten soelaas. Wanneer de overloophoogte van GOG Hoogdonk wordt aangelegd op een hoogte van TAW +7,50 m tot TAW +7,80 m, kent dit gebied GOG-werking vanaf T2. Wanneer de overloophoogte van GOG Hoogdonk wordt aangelegd op een hoogte van TAW +7,60 tot TAW +7,90 m, kent dit gebied GOG-werking vanaf T5. Wanneer de overloophoogte van GOG Rijmenam wordt aangelegd op een hoogte van TAW +7,10 m tot TAW +7,40 m, in combinatie met de aangegeven overloophoogten van GOG Hoogdonk, kent dit gebied GOG-werking van T10.

5 Referenties

Coen, L.; D'Haeseleer, E.; Peeters, P.; Mostaert, F. (2010). Studie ten behoeve van aanleg van overstromingsgebieden en natuurgebieden in het kader van het Sigmaplan : Ondersteunende studies : Cluster Bovendijle. Versie 2_0. WL Rapporten, 713_15. Waterbouwkundig Laboratorium : Antwerpen, België.

Coen, L.; Bogman, P.; Buitraga, S.; Smets, S.; Pereira, F.; Peeters, P.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2013). Modelactualisatie en opmaak overstromingskaarten ihkv. ROR : Deelrapport 1 – Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren. Versie 2_0. WL Rapporten, 00_154. Waterbouwkundig Laboratorium&IMDC : Antwerpen, België.

Coen, L.; Peeters, P. ; Vanderkimpen, P.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2015). Scenario's Sinterklaasstorm : 05 en 06 december 2013. Versie 4.0. WL Rapporten, 14_013. Waterbouwkundig Laboratorium : Antwerpen, België.

Coen, L.; Vanderkimpen, P.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren : niet-projectgebonden modelbeschrijving. Versie 1.0 in opmaak. WL Rapporten, 14_106. 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