



Vlaanderen
is wetenschap

21_087_1
WL rapporten

Optimalisatie overloopdijk GOG Bastenakkers

Scenarioberekeningen

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Optimalisatie overloopdijk GOG Bastenakkers

Scenarioberekeningen

Coen, L.; Nossent, J.

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 2022
D/2022/3241/005

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Coen, L.; Nossent, J. (2022). Optimalisatie overlooppdijk GOG Bastenakkers: Scenarioberekeningen. Versie 3.0. WL Rapporten, 21_087_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	dVW-Regio Centraal	Ref.:	WL2022R21_087_1
Trefwoorden (3-5):	GOG, overlooppdijk, Sigmaplan, Bastenakkers		
Kennisdomeinen:	Waterbeheer > Hydraulica > Hydrodynamische modellen > Numerieke modelleringen		
Tekst (p.):	27	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

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

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Nossent, J.	Getekend door: Jiri Nossent (Signature) Getekend op: 2022-01-20 21:30:21 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Jiri Nossent</i>
Projectleider:	Coen, L.	Getekend door: Leen Coen (Signature) Getekend op: 2022-01-27 16:27:32 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Leen Coen</i>

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Bellafkih, K.	Getekend door: Abdelkarim Bellafkih (Sign) Getekend op: 2022-01-20 15:09:12 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Abdelkarim Bellafkih</i>
-----------------	---------------	--



Abstract

Op vraag van De Vlaamse Waterweg Regio Centraal wordt het effect nagegaan van het inkorten van de overlooppdijk van GOG Bastenakkers, ten opzichte van het MWeA. Het inkorten van de overlooppdijk kan enerzijds zorgen voor een sterke besparing in de kosten bij de bouw van het GOG, en anderzijds mogelijk zorgen voor een efficiëntere werking van het GOG. Hiervoor zal het effect op het maximum waterpeil in de Zeeschelde bekeken te worden.

Het effect van het inkorten van de overlooppdijk is afhankelijk van de lengte waarmee de overlooppdijk ingekort wordt en de terugkeerperiode van de composietstorm. Algemeen zorgt een kortere overlooppdijk voor een vertraagde vulling van het GOG. Voornamelijk bij hogere terugkeerperiode, bij composietstormen representatief voor het jaar 2000, zorgt dit voor een daling van het maximum waterpeil in de Zeeschelde afwaarts van het GOG, en een stijging opwaarts van het GOG. Bij de composietstormen representatief voor het jaar 2100, met een lage terugkeerperiode (T50 en T100) treedt een daling op van het maximum waterpeil in de Zeeschelde opwaarts van het GOG, en een stijging afwaarts van het GOG. Bij hogere terugkeerperiodes is het effect nauwelijks zichtbaar.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Inleiding	1
1.1 Kader.....	1
1.2 Opdracht.....	2
1.3 Opbouw van het rapport.....	2
2 Numeriek model.....	3
2.1 Basismodel.....	3
2.2 Software	3
2.3 Geografische referentie en tijdszone	3
2.4 Versiebeheer	3
2.5 Randvoorwaarden	3
2.5.1 Composietrandvoorwaarden.....	3
3 Scenarioberekeningen.....	5
3.1 Scenario's.....	5
3.1.1 Referentie – MWeA2025	5
3.1.2 Scenario 1: overlooppdijklengte 1800 m.....	5
3.1.3 Scenario 2: overlooppdijklengte 1250 m.....	5
3.1.4 Scenario 3: overlooppdijklengte 750 m.....	5
3.2 Resultaten.....	8
3.2.1 Scenarioberekeningen composietstormen jaar 2000	9
3.2.2 Scenarioberekeningen composietstormen jaar 2100	10
3.2.3 Lengteprofielen	11
3.2.4 Tabel Hmax	17
3.2.5 Tijdreeksen waterpeilen	20
4 Conclusies	26
5 Referenties	27

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Maximum waterpeilen Zeeschelde, GOG Ham en GOG Bastenakkers voor scenario's en stormen – composietrandvoorwaarden 2000	17
Tabel 2 – Maximum waterpeilen Zeeschelde, GOG Ham en GOG Bastenakkers voor scenario's en stormen – composietrandvoorwaarden 2100	19

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Situering Sigma Cluster Gentbrugge-Melle	1
Figuur 2 – Inrichting GOG Bastenakkers – referentiescenario	6
Figuur 3 – Inrichting GOG Bastenakkers – scenario 1	6
Figuur 4 – Inrichting GOG Bastenakkers – scenario 2	7
Figuur 5 – Inrichting GOG Bastenakkers – scenario 3	7
Figuur 6 – Waterpeil te Melle (Referentie-MWeA, T50 - 2000) met aanduiding van storm- en wasperiode ..	8
Figuur 7 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T50 – 2000	11
Figuur 8 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T100 – 2000	11
Figuur 9 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T500 – 2000	12
Figuur 10 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T1000 – 2000 ...	12
Figuur 11 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T4000 – 2000 ...	13
Figuur 12 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T50 – 2100	14
Figuur 13 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T100 – 2100	14
Figuur 14 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T500 – 2100	15
Figuur 15 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T1000 – 2100 ...	15
Figuur 16 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T4000 – 2100 ...	16
Figuur 17 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T50 – 2000	20
Figuur 18 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T100 – 2000	21
Figuur 19 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T500 – 2000	21
Figuur 20 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T1000 – 2000	22
Figuur 21 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T4000 – 2000	22
Figuur 22 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T50 – 2100	23
Figuur 23 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T100 – 2100	23
Figuur 24 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T500 – 2100	24
Figuur 25 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T1000 – 2100	24
Figuur 26 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T4000 – 2100	25

1.2 Opdracht

Door De Vlaamse Waterweg, Regio Centraal wordt aan het WL gevraagd om het effect naar veiligheid te bestuderen bij het inkorten van de lengte van de overlooppdijk van de GOG Bastenakkers.

1.3 Opbouw van het rapport

In hoofdstuk 2 wordt het gebruikte modelinstrumentarium besproken.

In hoofdstuk 3 worden de scenario's beschreven, evenals de resultaten van de scenarioberekeningen.

Hoofdstuk 4 besluit met de conclusies.

2 Numeriek model

2.1 Basismodel

Als basismodel wordt gebruik gemaakt van het model waarmee de hindcastberekening van de stormen van februari en maart 2020 werd uitgevoerd (Coen *et al.*, 2020a). Dit model is gebaseerd op het meest recent geactualiseerde model van de Zeeschelde naar toestand 2019. Deze actualisatie werd uitgevoerd door IMDC in opdracht van de beheerder De Vlaamse Waterweg Regio Centraal, en het Waterbouwkundig Laboratorium. Voor een uitgebreide beschrijving van de actualisatie wordt verwezen naar het rapport van IMDC (International Marine and Dredging Consultants & Waterbouwkundig Laboratorium, 2020).

2.2 Software

De software gebruikt voor de 1D-hydrodynamische berekeningen is Mike11, versie 2017 SP2 (DHI, 2017).

Voor de verwerking van de gegevens in GIS wordt gebruik gemaakt van ArcMAP 10.4 (ESRI, 2015).

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 modellen die gebruikt zijn in het kader van deze studie zijn gearchiveerd in het versiebeheer:

https://wl-subversion.vlaanderen.be/svn/repoSpNumMod/MIKE11/Sigma/SIGMA20211028_21_087
revisie 5061

2.5 Randvoorwaarden

Het hydrodynamische model heeft drie types randvoorwaarden nodig:

- Afwaartse getijrandvoorwaarde (limnigram), opgelegd te Vlissingen;
- Windrandvoorwaarde (anemogram), op de Westerschelde;
- Opwaartse debietrandvoorwaarden (hydrogrammen), opgelegd te Gent, Dendermonde en langs de zijrivieren.

2.5.1 Composietrandvoorwaarden

Voor de berekening van de scenario's worden composietrandvoorwaarden opgelegd. Deze composieten zijn opgesteld in het kader van de actualisatie van het Sigmaplan (Blanckaert *et al.*, 2005). De afwaartse rand bestaat uit ontwerplimnigrammen en –anemogrammen voor Vlissingen en de opwaartse randen bestaan uit ontwerphydrogrammen.

De composietrandvoorwaarden houden rekening met alle statistische variabelen en ook vereenvoudigend met de correlaties tussen de randvoorwaarden. Een zeer belangrijke eigenschap van de composietrandvoorwaarden is dat ze bij doorrekening met een hydrodynamisch model ervoor zorgen dat de terugkeerperiode op alle locaties in het modelgebied gelijk is.

De scenarioberekeningen zullen zowel uitgevoerd worden met de composietrandvoorwaarden voor het jaar 2000, representatief voor het huidige klimaat, als deze voor het jaar 2100, representatief voor het toekomstige klimaat. De composietrandvoorwaarden voor 2100 houden rekening met een relatieve zeespiegelstijging van 60 cm, en een stijging van de getijamplitude, waarbij de hoogwaters 90 cm en de laagwaters 55 cm stijgen. De composiethydrogrammen van de bovenranden werden niet gewijzigd.

Voor deze studie worden composietrandvoorwaarden met volgende terugkeerperioden doorgerekend: 50, 100, 500, 1000 en 4000 jaar.

3 Scenarioberekeningen

3.1 Scenario's

3.1.1 Referentie – MWeA2025

Als referentie wordt het Meest Wenselijk Alternatief (MWeA) met (geplande) Sigmaprojecten tot en met 2025 beschouwd. Dit wordt ingebouwd in het basismodel op dezelfde wijze als bij de scenarioberekeningen voor de Sinterklaasstorm (Coen *et al.*, 2015), met uitzondering van het gebied rondom de Grote Nete. De ingrepen in de zone rondom de Grote Nete hebben tot doel de omliggende gebieden te vernatten. Uit scenarioberekeningen met de Sinterklaasstorm is gebleken dat deze voornamelijk invloed hebben op het waterpeil opwaarts van Itegem. Verder werd wel rekening gehouden met de meest recente inrichtingsvoorstellen voor Potpolder IV (IMDC *et al.*, 2013), Bovendijle (Coen *et al.*, 2016), Bovenzanden (Coen *et al.*, 2019), Wal-Zwijn (Coen *et al.*, 2020b), en de inrichting van Groot Schoor als ontpoldering (mond. comm. Sander Belmans, augustus 2021).

Zoals in praktijk ook gedaan wordt, worden de inwateringssluizen van de GGG-gebieden in het model gesloten tijdens de volledige simulatie.

De dijken langs de Boven-Zeeschelde werden in overeenstemming met het MWeA verhoogd tot een minimumhoogte van 8 mTAW.

De sluis te Heusden is in het model opgenomen als een overlaat met drempelpeil op TAW +8,0 m, gecombineerd met kokers met een beperkte geometrie (2*0,5 m*2,2 m) voor uitwisseling tussen de rivierpanden op- en afwaarts van de sluis (Coen *et al.*, 2012).

Volgens het MWeA wordt het gebied Bastenakkers ingericht als een GOG met overlooppdijk op een hoogte van TAW +7,0 m, en met een lengte van 2120 m. Er is één uitwateringsconstructie voorzien met 6 kokers met een drempelpeil op 2,55 mTAW (Figuur 2).

3.1.2 Scenario 1: overlooppdijklengte 1800 m

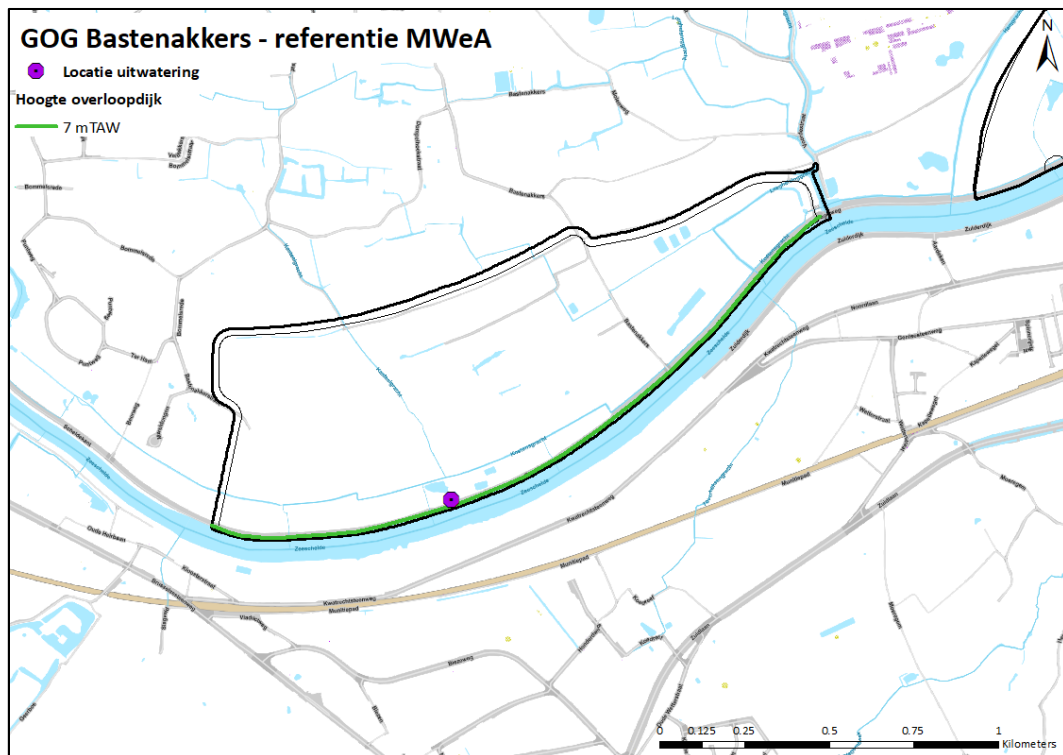
In scenario 1 wordt een overlooppdijklengte van 1800 m voorzien (Figuur 3). Het gedeelte van de dijk ter hoogte van de uitwateringsconstructie (100 m) en het meest afwaartse gedeelte (180 m) worden niet ingericht als overlooppdijk. Het afwaartse gedeelte van het GOG is smaller en het terrein ligt er iets lager. Door de lagere ligging van het terrein zou voor de opbouw van de overlooppdijk meer opensteen asfalt (OSA) noodzakelijk zijn, evenals een grotere dissipatiegracht.

3.1.3 Scenario 2: overlooppdijklengte 1250 m

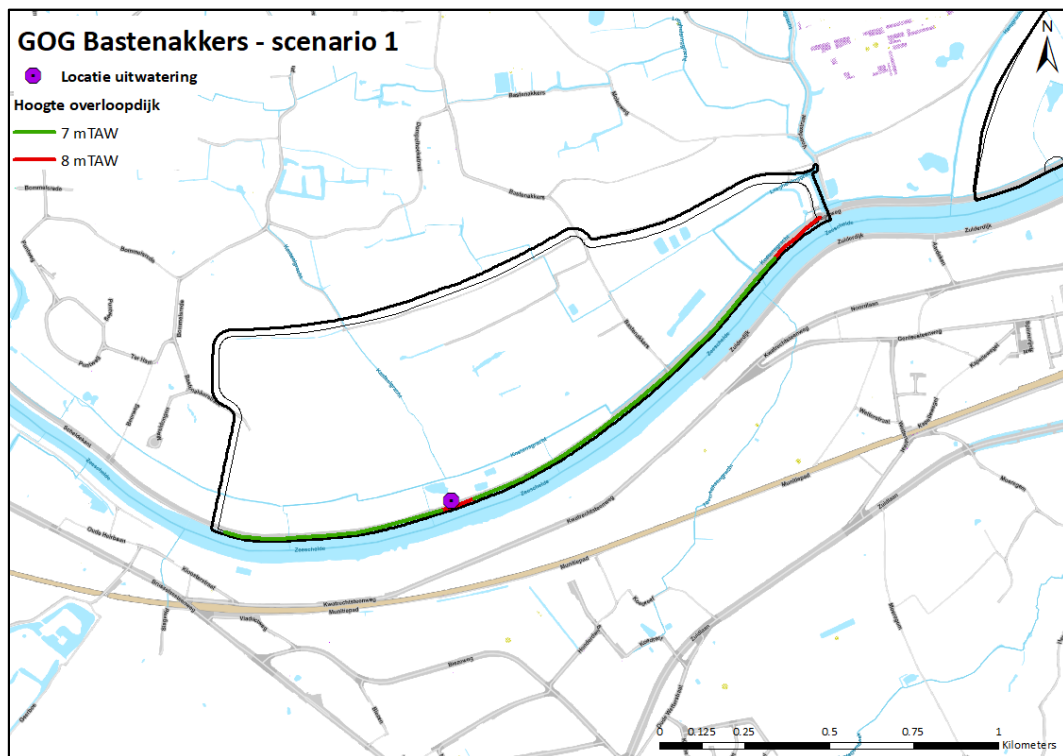
In scenario 2 wordt een overlooppdijklengte van 1250 m voorzien (Figuur 4). Hiertoe wordt afwaarts een deel van 680 m en ter hoogte van de uitwateringsconstructie een deel van 150 m niet ingericht als overlooppdijk.

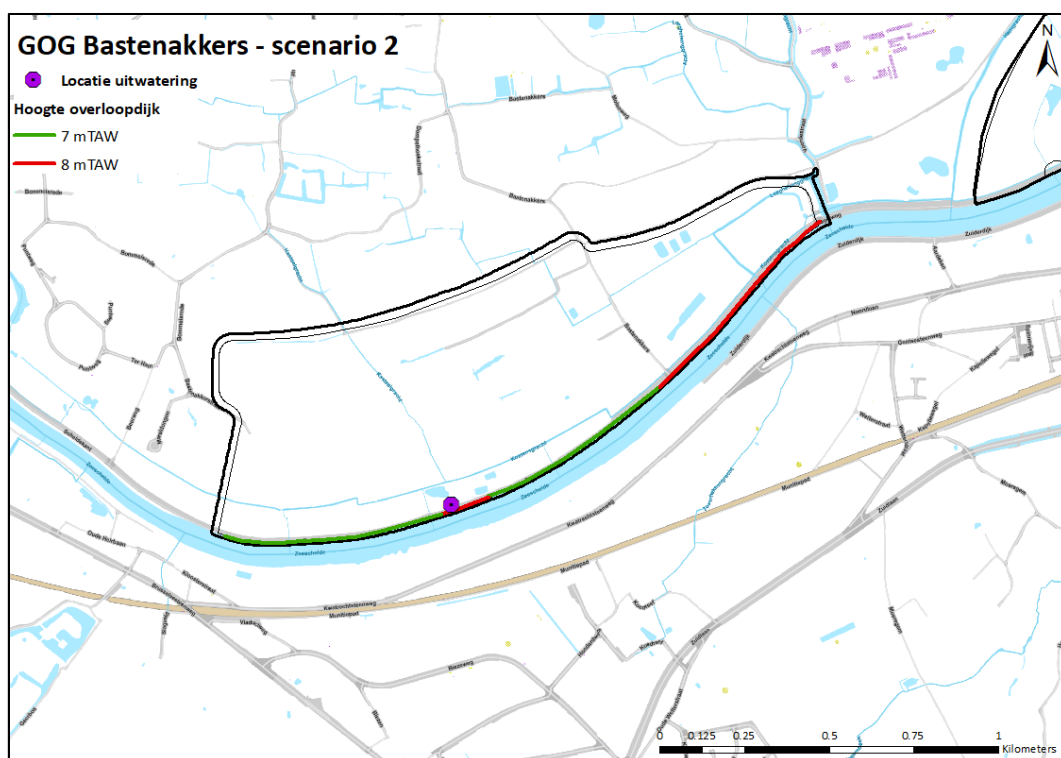
3.1.4 Scenario 3: overlooppdijklengte 750 m

In scenario 3 wordt een overlooppdijklengte van 750 m voorzien (Figuur 5). Net op- en afwaarts van de uitwateringsconstructie wordt een overlooppdijk voorzien van respectievelijk 350 m en 400 m.

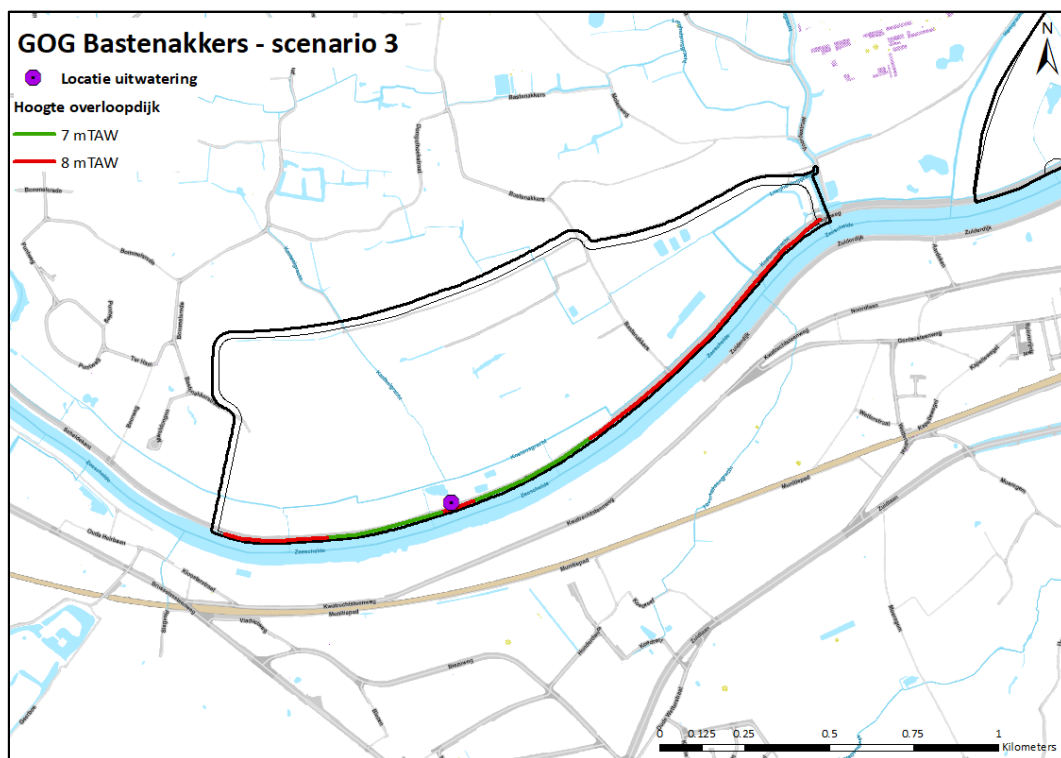


Figuur 2 – Inrichting GOG Bastenakkers – referentiescenario





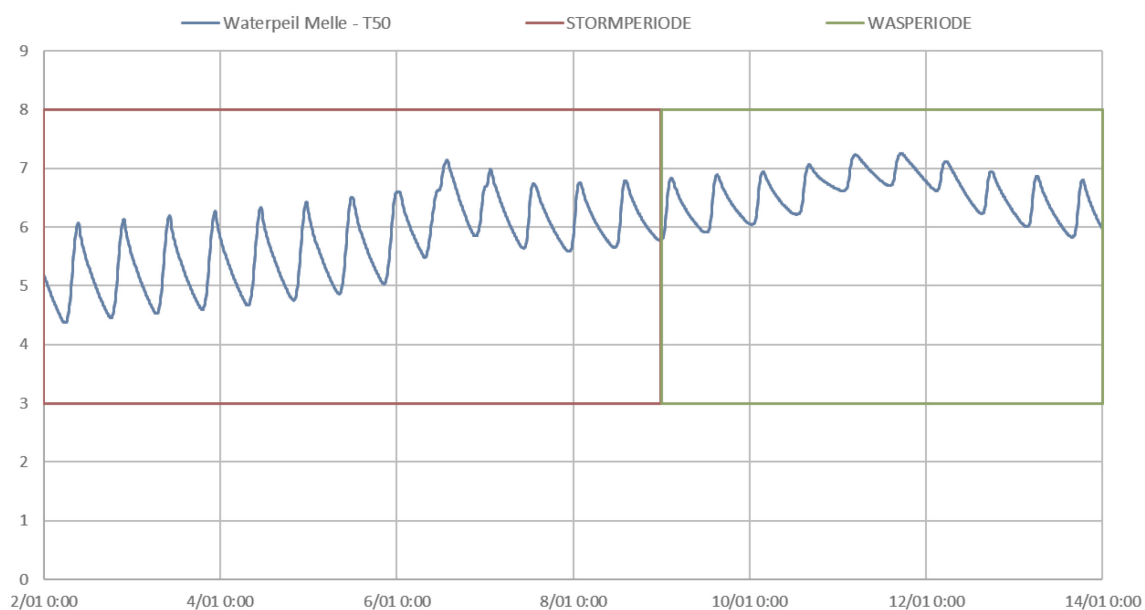
Figuur 4 – Inrichting GOG Bastenakkers – scenario 2



3.2 Resultaten

Per terugkeerperiode wordt een lengteprofiel met de maximum waterpeilen langs de Zeeschelde voor de verschillende scenario's getoond in §3.2.3. Tabel 1 en Tabel 2 geven een overzicht van de maximum waterpeilen in de GOG's Bastenakkers en Ham, en in de Zeeschelde ter hoogte van deze gebieden en de meetposten te Wetteren en Melle, voor de verschillende scenario's en stormen. De grafieken in §3.2.5 tonen het verloop van de waterpeilen in het gebied Bastenakkers en in de Zeeschelde ter hoogte van het gebied voor de verschillende scenario's en stormen.

In een composietberekening kan onderscheid gemaakt worden tussen twee perioden, nl. de stormperiode en de wasperiode. Bij de stormperiode worden de hoogwaters opgestuwd door hogere waterstanden en wind in Vlissingen. Voor het jaar 2100 wordt dit gecombineerd met de voorziene zeespiegelstijging van 60 cm. Tijdens de wasperiode treedt een verhoogd debiet op aan de opwaartse randen van het model, wat leidt tot hogere waterstanden. Ter hoogte van GOG Bastenakkers kan het maximum waterpeil, afhankelijk van de terugkeerperiode of het scenario, optreden tijdens de storm- of wasperiode. Bij de vergelijking van de maximum waterpeilen van de composietstormen voor het jaar 2000 wordt een onderscheid gemaakt tussen de stormperiode en de wasperiode. Op de lengteprofielen wordt het maximum waterpeil bij was weergegeven wanneer dit hoger is dan het maximum waterpeil bij storm.



Figuur 6 – Waterpeil te Melle (Referentie-MWeA, T50 - 2000) met aanduiding van storm- en wasperiode

3.2.1 Scenarioberekeningen composietstormen jaar 2000

De overlooppdijk van GOG Bastenakkers wordt, bij de composietstormen, overtopt vanaf een storm met een terugkeerperiode van **50 jaar**. De overtopping van de overlooppdijk en de vulling van het GOG zijn echter zeer beperkt. Het verkorten van de overlooppdijk zorgt ervoor dat het GOG nog minder gevuld wordt. Dit heeft echter een zeer beperkt effect op het maximum waterpeil in de Zeeschelde.

Bij **T100** treedt GOG-werking op zowel tijdens de stormperiode (5-9/01) als tijdens de wasperiode (9-12/01) van de composietstorm. Het maximum waterpeil in de Zeeschelde ter hoogte van GOG Bastenakkers treedt op tijdens de stormperiode (Figuur 8 en Figuur 18). Het GOG wordt nog niet volledig gevuld. Het verkorten van de overlooppdijk zorgt er weerom voor dat het GOG minder gevuld wordt. In scenario 3 is het maximum waterpeil in het GOG 45 cm lager ten opzichte van het referentiescenario. Er treedt een beperkte stijging van het maximum waterpeil in de Zeeschelde ter hoogte van of net afwaarts van het GOG op, met 1 cm in scenario 1; 2 cm in scenario 2; en 3 tot 4 cm in scenario 3. In het nabij gelegen GOG Ham en GOG Wijmeers kent het maximum waterpeil eenzelfde stijging.

Ook bij **T500** treedt GOG-werking op zowel tijdens de stormperiode als tijdens de wasperiode van de composietstorm. Het maximum waterpeil in de Zeeschelde ter hoogte van het GOG treedt op tijdens de wasperiode.

Tijdens de stormperiode stijgt het maximum waterpeil in het GOG nog niet tot gelijke hoogte met het maximum waterpeil in de Zeeschelde (Figuur 9 en Figuur 19). Tijdens de wasperiode stijgt het maximum waterpeil wel tot gelijke hoogte met het maximum waterpeil in de Zeeschelde aan de opwaartse zijde van het GOG. Tijdens deze periode wordt het GOG gevuld langs de opwaartse zijde van de overlooppdijk en stroomt het water weer naar de Zeeschelde langs de afwaartse zijde van de overlooppdijk. Het GOG vormt hier als het ware een meestromende bedding.

Tijdens de stormperiode bij T500 kennen de maximum waterpeilen in de Zeeschelde horende bij de scenarios, een stijging ten opzichte van de referentie. Deze stijging bedraagt maximum 8 cm in scenario 3; 4 cm in scenario 2; en 2 cm in scenario 1; en zet zich voort van de sluis in Heusden tot Dendermonde. Tijdens de wasperiode stijgt het maximum waterpeil in de Zeeschelde, net opwaarts van het GOG met 1 tot 5 cm, en daalt het maximum waterpeil net afwaarts van het GOG met 1 tot 3 cm.

Bij **T1000** stijgt het waterpeil in het GOG reeds in de stormperiode tot gelijke hoogte met het maximum waterpeil in de Zeeschelde. Door het verkorten van de overlooppdijk gebeurt de inwatering echter trager waardoor het maximum waterpeil in het GOG later bereikt wordt, en het maximum waterpeil in de Zeeschelde iets meer afgetopt wordt. Dit resulteert in een daling van het maximum waterpeil in de Zeeschelde ter hoogte van de afwaartse zijde van het GOG, ten opzichte van de referentie, met maximaal 9 cm in scenario 1; 10 cm in scenario 2; en 9 cm in scenario 3 (Figuur 10). Deze daling zet zich voort tot net voorbij Wetteren. Afwaarts Wetteren stijgt het maximum waterpeil in de Zeeschelde opnieuw. In het meest nabij GOG Wijmeers stijgt het maximum waterpeil echter wel met 4 cm in scenario 1; 9 cm in scenario 2; en 19 cm in scenario 3. In dit GOG stijgt het maximum waterpeil pas na het stormhoogwater tot gelijke hoogte met het waterpeil in de Zeeschelde. Het maximum waterpeil in de Zeeschelde ter hoogte van GOG Wijmeers stijgt met 2 cm in scenario 1; 3 cm in scenario 2; en 5 cm in scenario 3.

Tijdens de wasperiode bij T1000 stijgt het maximum waterpeil in de Zeeschelde, net opwaarts van GOG Bastenakkers, ten opzichte van de referentie, met 2 cm in scenario 1; 4 cm in scenario 2; en 6 cm in scenario 3. Afwaarts van het GOG daalt het maximum waterpeil in de Zeeschelde met 1 cm in scenario 1 en 2; en met 2 cm in scenario 3. Opwaarts van de Melle stijgt het maximum waterpeil in de Zeeschelde boven 8 mTAW, en worden de rivierdijken, evenals de overlaat van de sluis te Heusden overtopt. Het waterpeil in de gebieden langs de Zeeschelde kent echter slechts een beperkte stijging. Bij de berekeningen werd rekening gehouden met de automatische regeling van de stuw te Merelbeke.

Ook bij **T4000** stijgt het waterpeil in het GOG reeds in de stormperiode tot gelijke hoogte met het maximum waterpeil in de Zeeschelde. Het verkorten van de overlooppdijk heeft echter slechts een beperkt effect op het maximum waterpeil in de Zeeschelde ter hoogte van het GOG en op het maximum waterpeil in het GOG zelf. Het maximum waterpeil in het GOG stijgt tijdens het stormhoogwater tot boven de hoogte van de ringdijk

(8 mTAW). Afwaarts van het GOG treedt een daling van het maximum waterpeil in de Zeeschelde op met maximaal 2 cm in scenario 1; 5 cm in scenario 2; en 9 cm in scenario 3 (Figuur 11). Deze daling zet zich afwaarts voort tot ter hoogte van GOG Scheldebreek. Ook in de nabijgelegen GOG's Wijmeers, Bergenmeersen en Paardeweide daalt het maximum waterpeil ten opzichte van de referentie. Deze daling bedraagt 2 tot 7 cm in de verschillende scenario's. Afwaarts GOG Scheldebreek en opwaarts van GOG Bastenakkers treedt een stijging van het maximum waterpeil in de Zeeschelde op, met maximum 1 cm in scenario 1; 2 cm in scenario 2; en 4 cm in scenario 3. Het grotere effect op het maximum waterpeil in de Zeeschelde in scenario 3 lijkt te wijten aan de grotere vertraging van de stroming langs de meestromende bedding in GOG Bastenakkers.

3.2.2 Scenarioberekeningen composietstormen jaar 2100

De 2100-randvoorwaarden geven bij T50 een verhoging van het maximum waterpeil in de Zeeschelde ter hoogte van het studiegebied met circa 25 à 35 cm ten opzichte van de huidige situatie (randvoorwaarden 2000) ; bij T100 met circa 30 à 35 cm; bij T500 met circa 85 cm; bij T1000 met circa 70 cm; en bij T4000 met circa 15 cm.

Het GOG wordt steeds volledig gevuld tijdens de composietstorm. Hierbij wordt een meestromende bedding gecreëerd waarbij het water langs het meest opwaartse deel van de overlooppdijk in het GOG stroomt, zowel tijdens eb als vloed. Langs het meest afwaartse deel van de overlooppdijk van het GOG treedt tijdens vloed instroom op, en tijdens eb uitstroom.

Het verkorten van de overlooppdijk van het GOG zorgt voor een tragere vulling van het GOG waardoor het stormhoogwater over een langere tijd kan afgetopt worden. Dit zorgt bij T50 en T100 nog voor een daling van het maximum waterpeil in de Zeeschelde ter hoogte van en opwaarts van het GOG Bastenakkers.

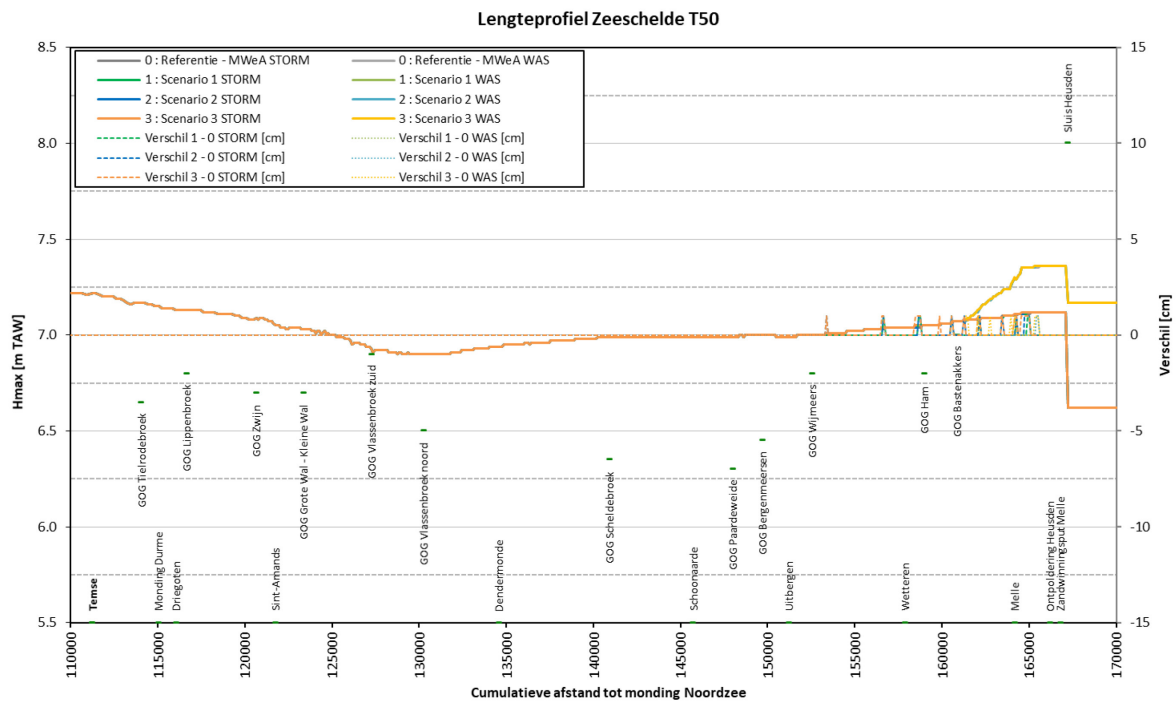
Bij T50 treedt een daling van het maximum waterpeil in de Zeeschelde op ter hoogte van het GOG, tussen GOG Ham en de sluis te Heusden, met 1 tot 3 cm in scenario 1; 1 tot 4 cm in scenario 2 en 3 tot 7 cm in scenario 3 (Figuur 12). Afwaarts van GOG Ham treedt wel een stijging op van het maximum waterpeil in de Zeeschelde met enkele centimeters, tot aan GOG Scheldebreek. In scenario 3 bedraagt deze stijging maximaal 5 cm.

Bij T100 treedt een daling van het maximum waterpeil in de Zeeschelde op tussen Uitbergen en de sluis te Heusden met 1 tot 2 cm in scenario 1; tot 4 cm in scenario 2; en 6 cm in scenario 3 (Figuur 13). Afwaarts hiervan treedt een stijging op van het maximum waterpeil in de Zeeschelde met 4 cm in scenario 3, ter hoogte van GOG Paardeweide en GOG-GGG Bergenmeersen. In scenario's 1 en 2 bedraagt deze stijging respectievelijk 1 en 2 cm. Dit leidt eveneens tot een stijging van het maximum waterpeil in deze GOG's.

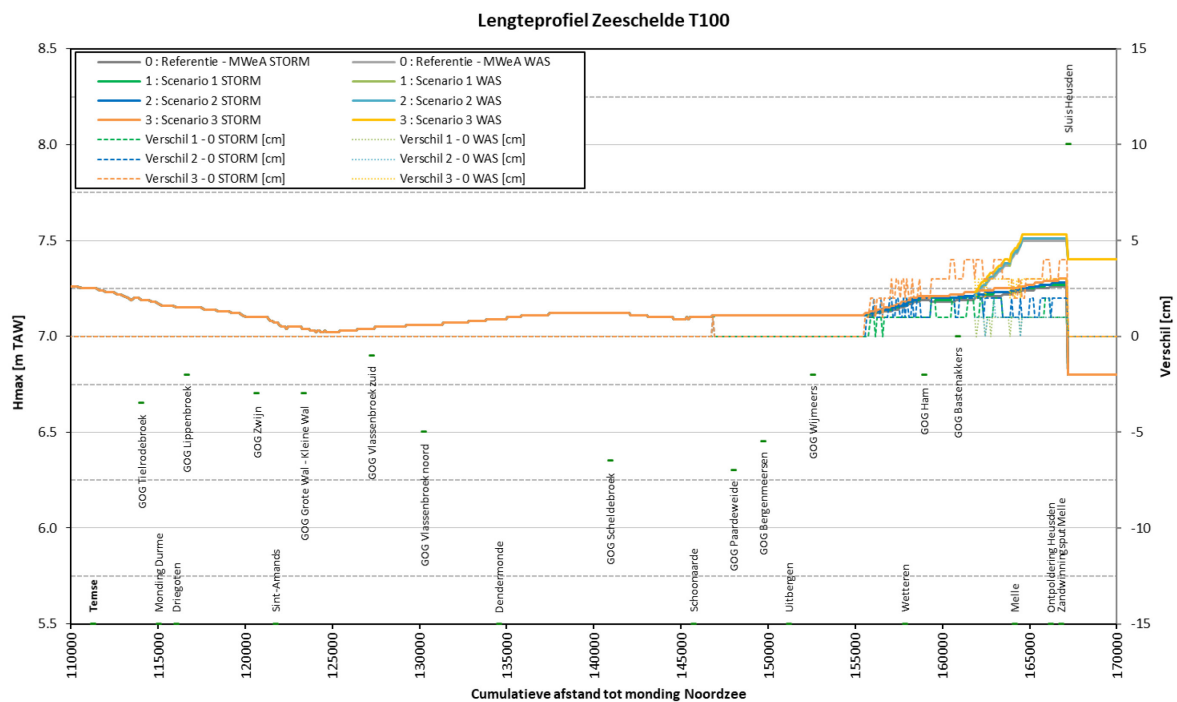
Bij T500, T1000 en T4000 wordt het GOG reeds vanaf het eerste stormhoogwater in de composietstorm in alle scenario's volledig gevuld. Er is geen resterende bergingscapaciteit meer. Het waterpeil in het GOG stijgt hoger dan de hoogte van de ringdijk (8 mTAW), waardoor deze overtopt wordt, en er ongecontroleerde overstromingen optreden. Hierdoor is er geen verschil in het maximum waterpeil in de Zeeschelde (Figuur 14 tem Figuur 16).

3.2.3 Lengteprofielen

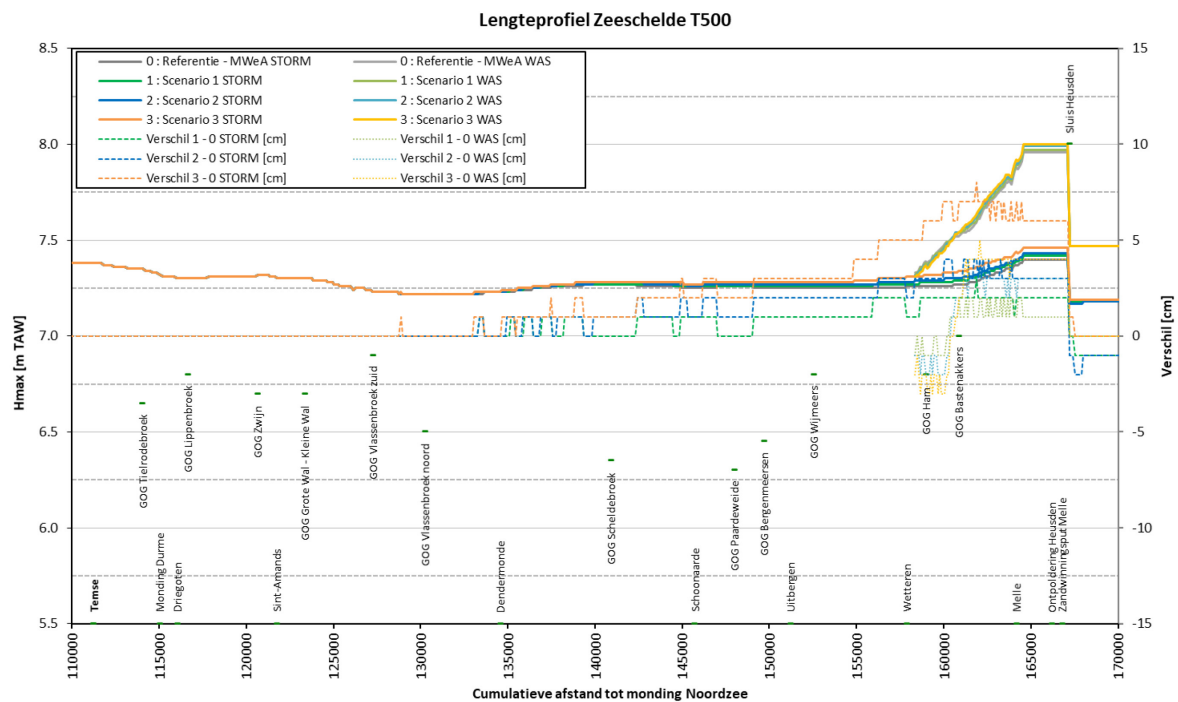
Composietrandvoorwaarden jaar 2000



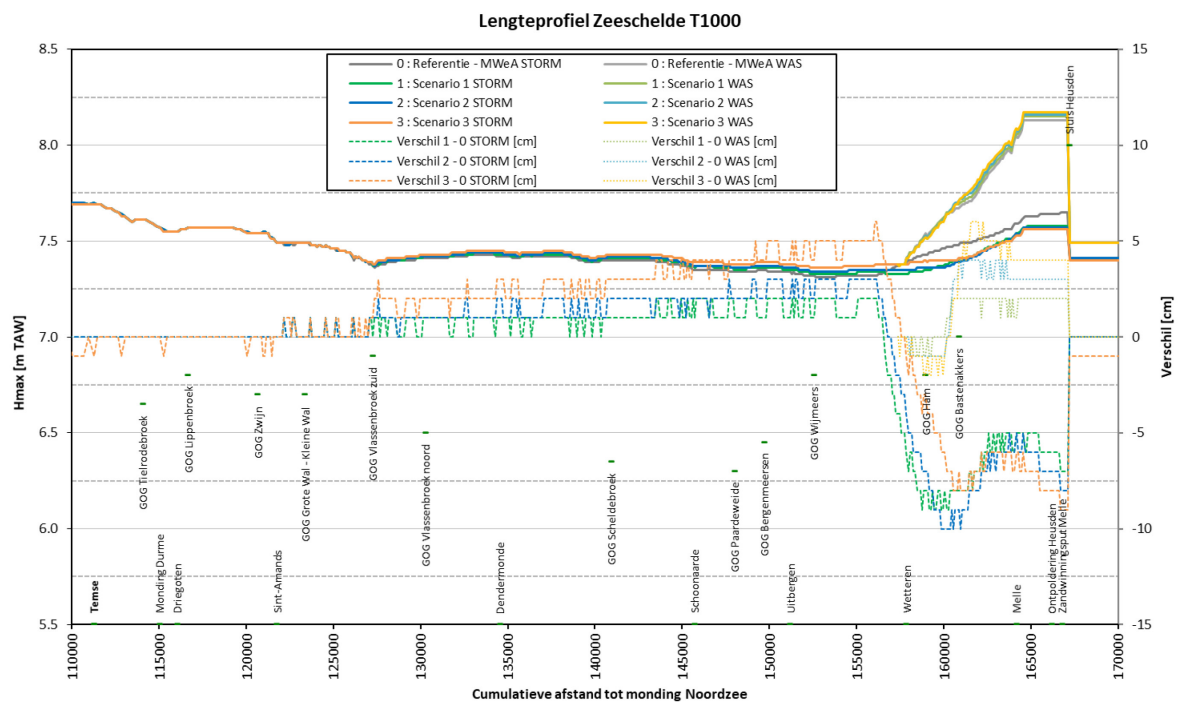
Figuur 7 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T50 – 2000



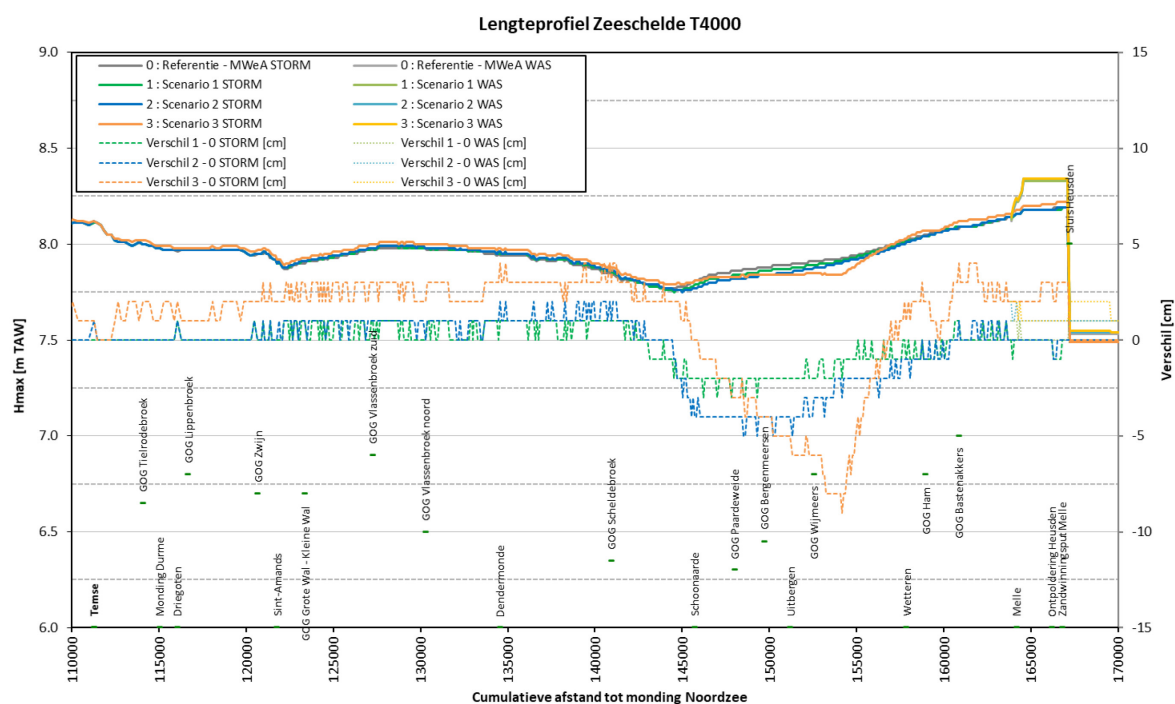
Figuur 8 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T100 – 2000



Figuur 9 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T500 – 2000

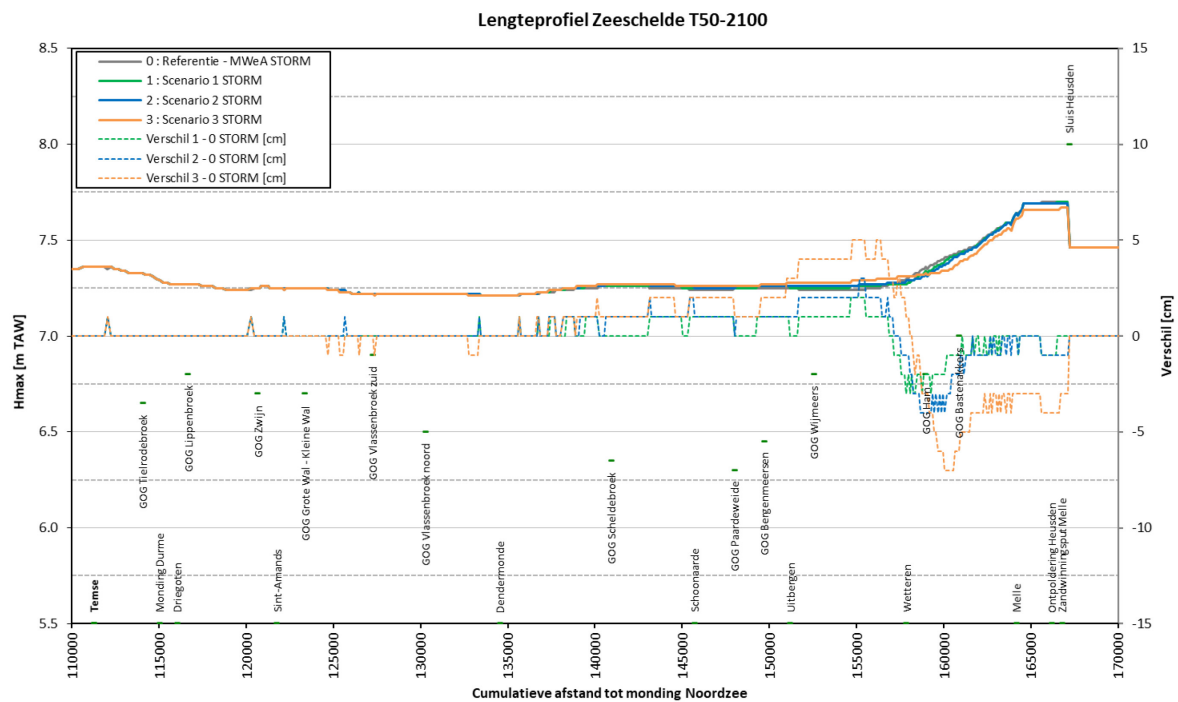


Figuur 10 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T1000 – 2000

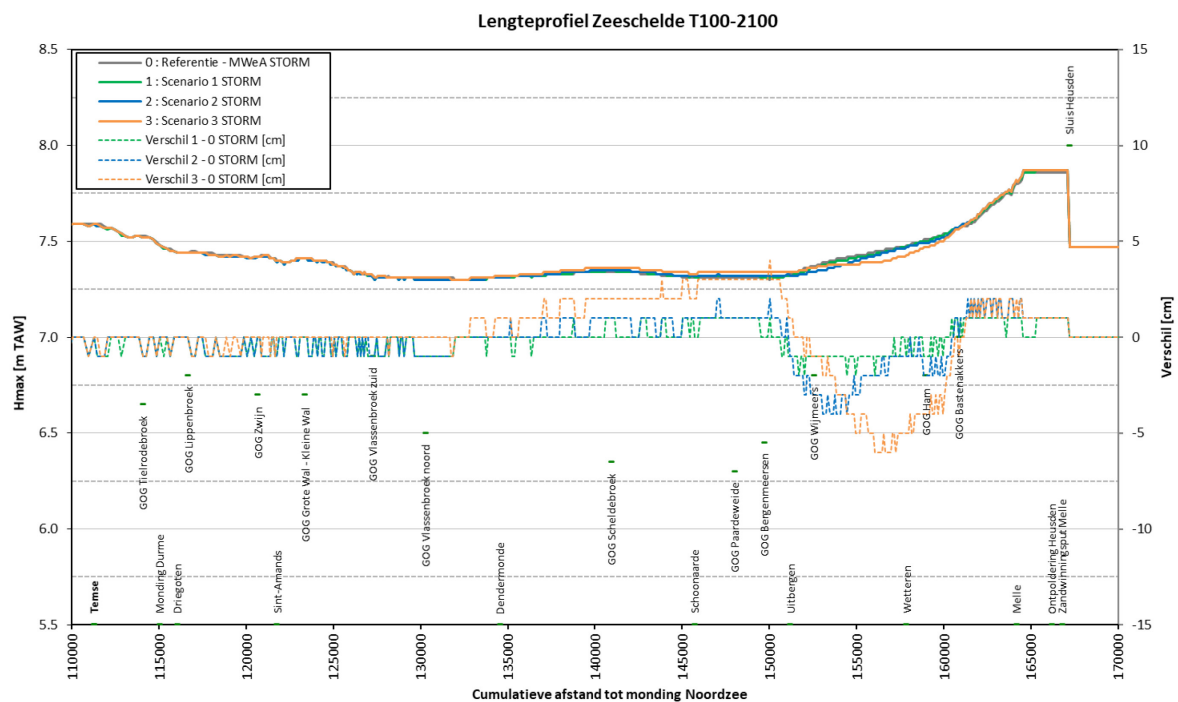


Figuur 11 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T4000 – 2000

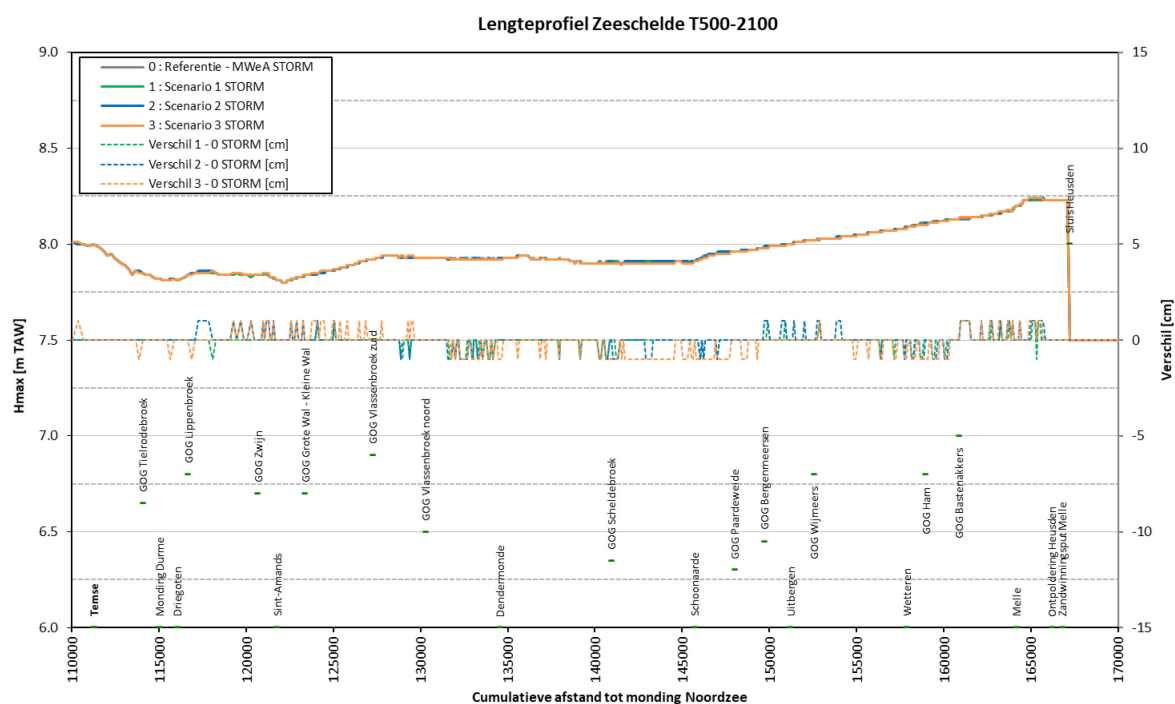
Composietrandvoorwaarden jaar 2100



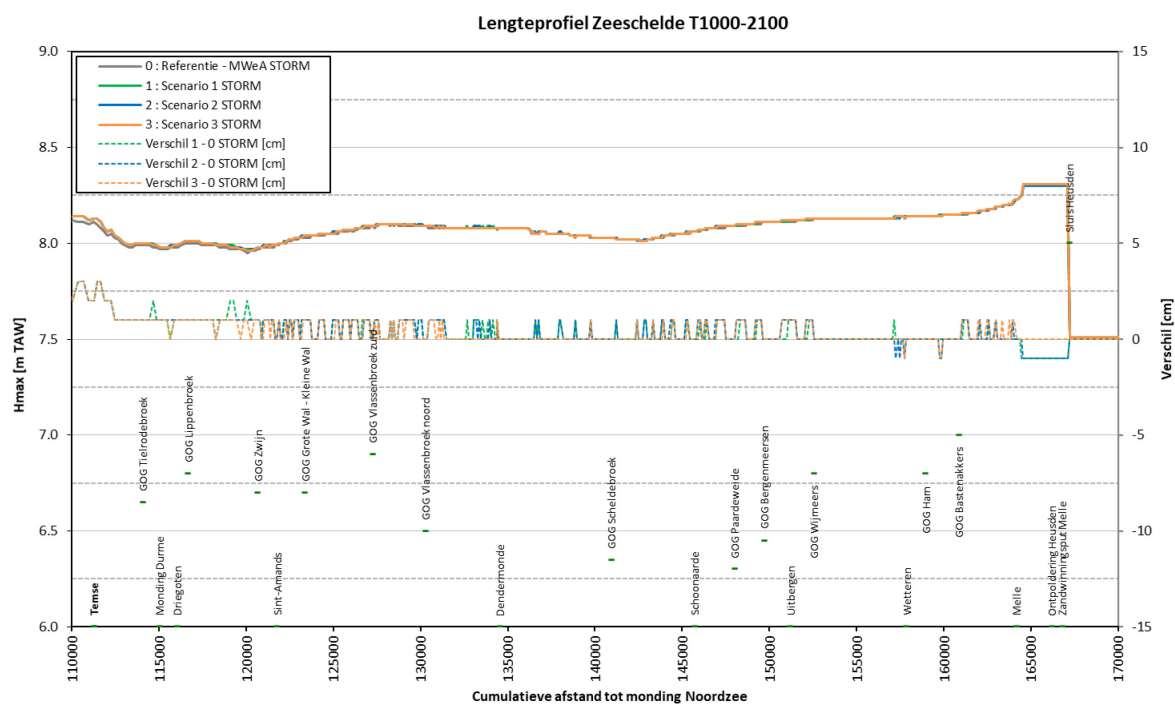
Figuur 12 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T50 – 2100



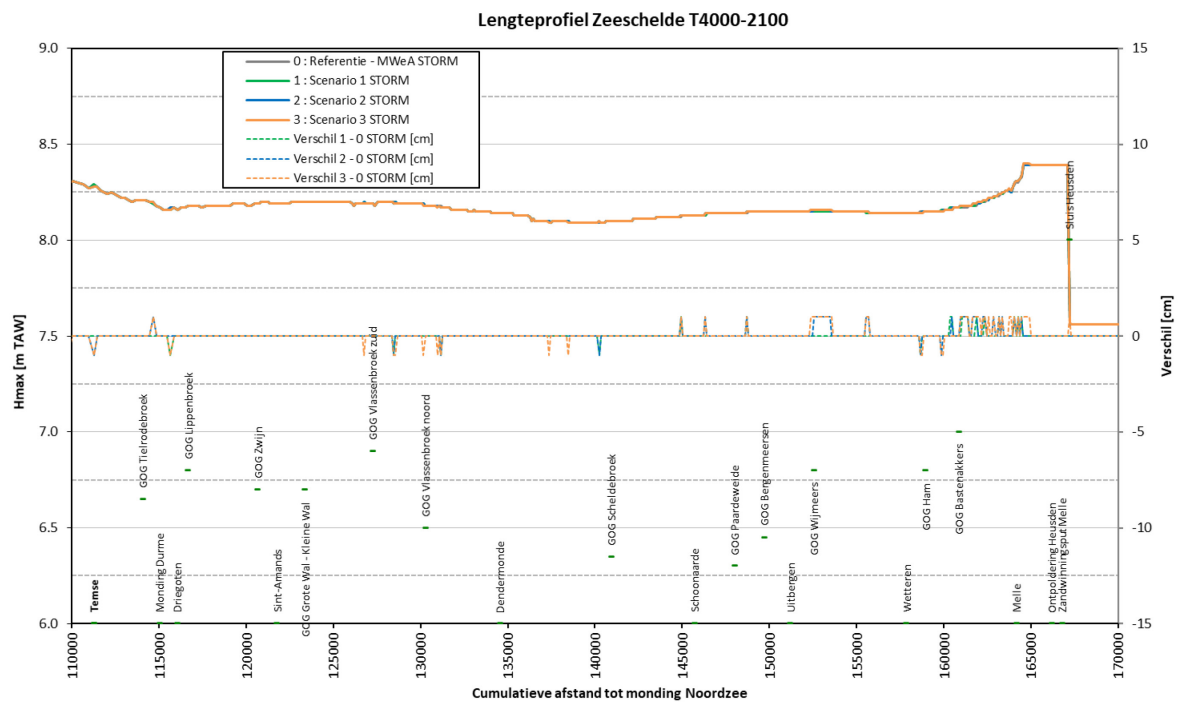
Figuur 13 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T100 – 2100



Figuur 14 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T500 – 2100



Figuur 15 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T1000 – 2100



Figuur 16 – Lengteprofiel maximum waterpeilen Zeeschelde – Referentie en scenario's – T4000 – 2100

3.2.4 Tabel Hmax

Tabel 1 – Maximum waterpeilen Zeeschelde, GOG Ham en GOG Bastenakkers voor scenario's en stormen – composietrandvoorwaarden 2000

		Hmax STORM							Hmax WAS						
		0 : Hmax Referentie – MWeA [mTAW]	1 : Hmax Scenario 1 [mTAW]	Vershil 1 - 0 [cm]	2 : Hmax Scenario 2 [mTAW]	Vershil 2 - 0 [cm]	3 : Hmax Scenario 3 [mTAW]	Vershil 3 - 0 [cm]	0 : Hmax Referentie – MWeA [mTAW]	1 : Hmax Scenario 1 [mTAW]	Vershil 1 - 0 [cm]	2 : Hmax Scenario 2 [mTAW]	Vershil 2 - 0 [cm]	3 : Hmax Scenario 3 [mTAW]	Vershil 3 - 0 [cm]
T50	Locatie														
	Wetteren	7.04	7.04	0	7.04	0	7.04	0	6.87	6.87	0	6.87	0	6.87	0
	Zeeschelde - GOG Ham	7.05	7.05	0	7.05	0	7.05	0	6.94	6.94	0	6.94	0	6.94	0
	GOG-GGG Ham	5.88	5.89	1	5.89	1	5.89	1	5.32	5.32	0	5.32	0	5.32	0
	Zeeschelde - GOG Bastenakkers	7.06	7.06	0	7.06	0	7.06	0	6.99	6.99	0	6.99	0	6.99	0
	GOG Bastenakkers	3.84	3.72	-12	3.68	-16	3.46	-38	4.21	4.08	-13	4.06	-15	3.69	-52
T100	Melle	7.1	7.1	0	7.1	0	7.11	1	7.29	7.29	0	7.29	0	7.3	1
	Wetteren	7.16	7.17	1	7.17	1	7.18	2	6.98	6.98	0	6.98	0	6.98	0
	Zeeschelde - GOG Ham	7.19	7.2	1	7.2	1	7.21	2	7.03	7.04	1	7.04	1	7.04	1
	GOG-GGG Ham	7.18	7.19	1	7.2	2	7.21	3	6.98	6.99	1	6.99	1	7.01	3
	Zeeschelde - GOG Bastenakkers	7.18	7.19	1	7.2	2	7.21	3	7.08	7.08	0	7.08	0	7.09	1
	GOG Bastenakkers	4.9	4.82	-8	4.78	-12	4.64	-26	5.51	5.37	-14	5.33	-18	5.06	-45
T500	Melle	7.23	7.24	1	7.24	1	7.25	2	7.44	7.45	1	7.45	1	7.46	2
	Wetteren	7.26	7.27	1	7.28	2	7.31	5	7.28	7.28	0	7.27	-1	7.26	-2
	Zeeschelde - GOG Ham	7.26	7.28	2	7.29	3	7.32	6	7.39	7.38	-1	7.37	-2	7.37	-2
	GOG-GGG Ham	7.26	7.28	2	7.29	3	7.32	6	7.37	7.36	-1	7.36	-1	7.35	-2
	Zeeschelde - GOG Bastenakkers	7.26	7.28	2	7.29	3	7.33	7	7.47	7.46	-1	7.45	-2	7.44	-3
	GOG Bastenakkers	7.17	7.08	-9	6.94	-23	6.38	-79	7.5	7.53	3	7.56	6	7.57	7
	Melle	7.37	7.39	2	7.4	3	7.44	7	7.88	7.89	1	7.9	2	7.92	4

		Hmax STORM							Hmax WAS						
	Locatie	0 : Hmax Referentie – MWeA [mTAW]	1 : Hmax Scenario 1 [mTAW]	Verschil 1 - 0 [cm]	2 : Hmax Scenario 2 [mTAW]	Verschil 2 - 0 [cm]	3 : Hmax Scenario 3 [mTAW]	Verschil 3 - 0 [cm]	0 : Hmax Referentie – MWeA [mTAW]	1 : Hmax Scenario 1 [mTAW]	Verschil 1 - 0 [cm]	2 : Hmax Scenario 2 [mTAW]	Verschil 2 - 0 [cm]	3 : Hmax Scenario 3 [mTAW]	Verschil 3 - 0 [cm]
T1000	Wetteren	7.39	7.33	-6	7.35	-4	7.38	-1	7.41	7.41	0	7.41	0	7.41	0
	Zeeschelde - GOG Ham	7.43	7.35	-8	7.36	-7	7.4	-3	7.54	7.53	-1	7.53	-1	7.52	-2
	GOG-GGG Ham	7.43	7.34	-9	7.36	-7	7.39	-4	7.51	7.51	0	7.51	0	7.5	-1
	Zeeschelde - GOG Bastenakkers	7.46	7.37	-9	7.36	-10	7.4	-6	7.62	7.62	0	7.61	-1	7.6	-2
	GOG Bastenakkers	7.48	7.41	-7	7.4	-8	7.36	-12	7.65	7.69	4	7.72	7	7.73	8
	Melle	7.59	7.54	-5	7.54	-5	7.53	-6	8.05	8.06	1	8.08	3	8.09	4
T4000	Wetteren	8.02	8.01	-1	8.01	-1	8.03	1	7.59	7.58	-1	7.58	-1	7.57	-2
	Zeeschelde - GOG Ham	8.05	8.04	-1	8.04	-1	8.07	2	7.72	7.71	-1	7.7	-2	7.69	-3
	GOG-GGG Ham	8.05	8.04	-1	8.04	-1	8.07	2	7.7	7.69	-1	7.68	-2	7.67	-3
	Zeeschelde - GOG Bastenakkers	8.07	8.07	0	8.07	0	8.08	1	7.8	7.79	-1	7.78	-2	7.77	-3
	GOG Bastenakkers	8.08	8.09	1	8.09	1	8.12	4	7.82	7.86	4	7.89	7	7.89	7
	Melle	8.16	8.16	0	8.16	0	8.18	2	8.22	8.23	1	8.24	2	8.24	2

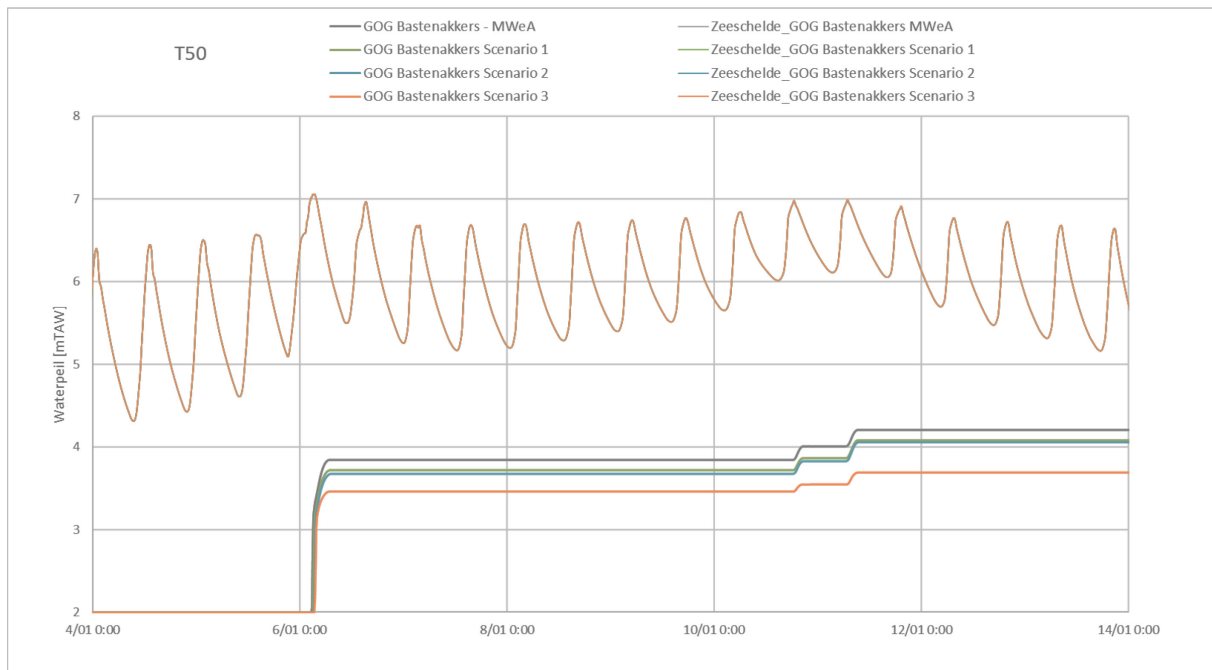
Tabel 2 – Maximum waterpeilen Zeeschelde, GOG Ham en GOG Bastenakkers
voor scenario's en stormen – composietrandvoorwaarden 2100

		Hmax STORM						
		0 : Hmax Referentie – MWeA [mTAW]	1 : Hmax Scenario 1 [mTAW]	Vershil 1 - 0 [cm]	2 : Hmax Scenario 2 [mTAW]	Vershil 2 - 0 [cm]	3 : Hmax Scenario 3 [mTAW]	Vershil 3 - 0 [cm]
	Locatie							
T50	Wetteren	7.30	7.27	-3	7.29	-1	7.31	1
	Zeeschelde - GOG Ham	7.36	7.34	-2	7.32	-4	7.33	-3
	GOG-GGG Ham	7.35	7.33	-2	7.31	-4	7.32	-3
	Zeeschelde - GOG Bastenakkers	7.40	7.38	-2	7.37	-3	7.34	-6
	GOG Bastenakkers	7.43	7.43	0	7.43	0	7.40	-3
	Melle	7.64	7.64	0	7.64	0	7.61	-3
T100	Wetteren	7.48	7.47	-1	7.47	-1	7.43	-5
	Zeeschelde - GOG Ham	7.51	7.5	-1	7.49	-2	7.47	-4
	GOG-GGG Ham	7.5	7.5	0	7.49	-1	7.46	-4
	Zeeschelde - GOG Bastenakkers	7.54	7.53	-1	7.52	-2	7.5	-4
	GOG Bastenakkers	7.55	7.57	2	7.59	4	7.58	3
	Melle	7.8	7.81	1	7.81	1	7.82	2
T500	Wetteren	8.09	8.09	0	8.09	0	8.08	-1
	Zeeschelde - GOG Ham	8.11	8.11	0	8.11	0	8.1	-1
	GOG-GGG Ham	8.11	8.11	0	8.1	-1	8.1	-1
	Zeeschelde - GOG Bastenakkers	8.12	8.12	0	8.12	0	8.12	0
	GOG Bastenakkers	8.13	8.13	0	8.14	1	8.14	1
	Melle	8.2	8.2	0	8.2	0	8.2	0
T1000	Wetteren	8.14	8.14	0	8.14	0	8.14	0
	Zeeschelde - GOG Ham	8.14	8.14	0	8.14	0	8.14	0
	GOG-GGG Ham	8.14	8.14	0	8.14	0	8.14	0
	Zeeschelde - GOG Bastenakkers	8.15	8.15	0	8.15	0	8.15	0
	GOG Bastenakkers	8.15	8.15	0	8.16	1	8.16	1
	Melle	8.23	8.23	0	8.23	0	8.23	0
T4000	Wetteren	8.14	8.14	0	8.14	0	8.14	0
	Zeeschelde - GOG Ham	8.15	8.15	0	8.15	0	8.15	0
	GOG-GGG Ham	8.15	8.15	0	8.14	-1	8.14	-1
	Zeeschelde - GOG Bastenakkers	8.16	8.16	0	8.16	0	8.15	-1
	GOG Bastenakkers	8.17	8.17	0	8.18	1	8.18	1
	Melle	8.31	8.31	0	8.31	0	8.31	0

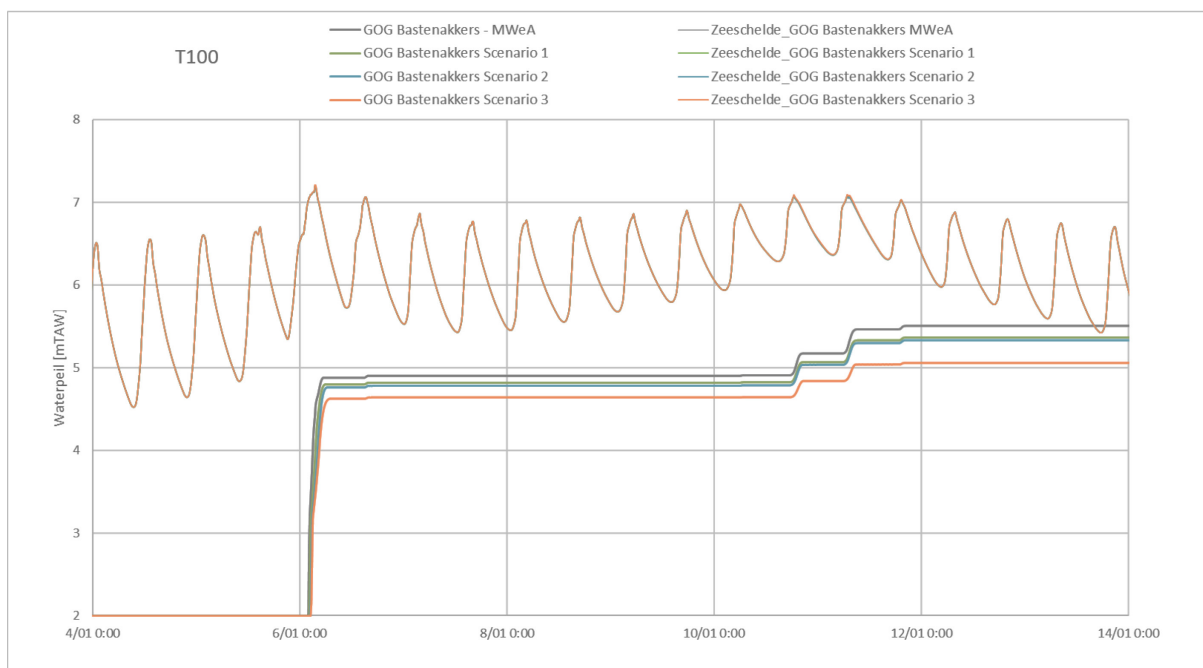
3.2.5 Tijdreeksen waterpeilen

Onderstaande grafieken tonen de gesimuleerde waterpeilen in het GOG Bastenakkers en in de Zeeschelde ter hoogte van het gebied, voor het referentiescenario – MWeA, scenario 1, scenario 2 en scenario 3.

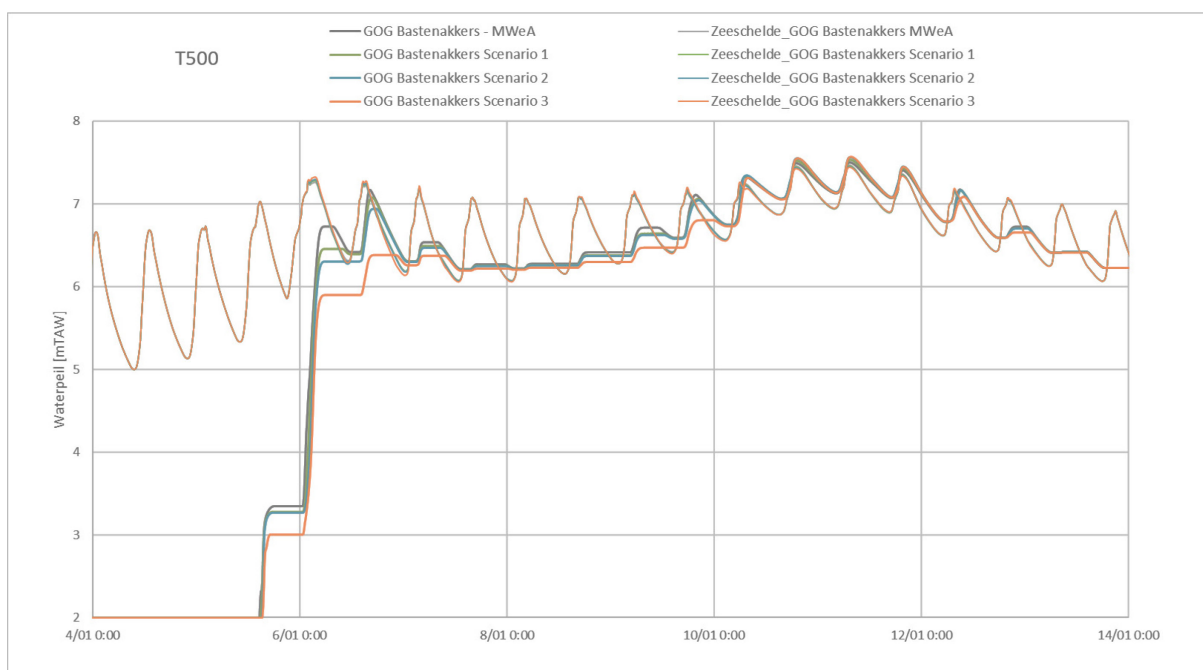
Composietrandvoorwaarden jaar 2000



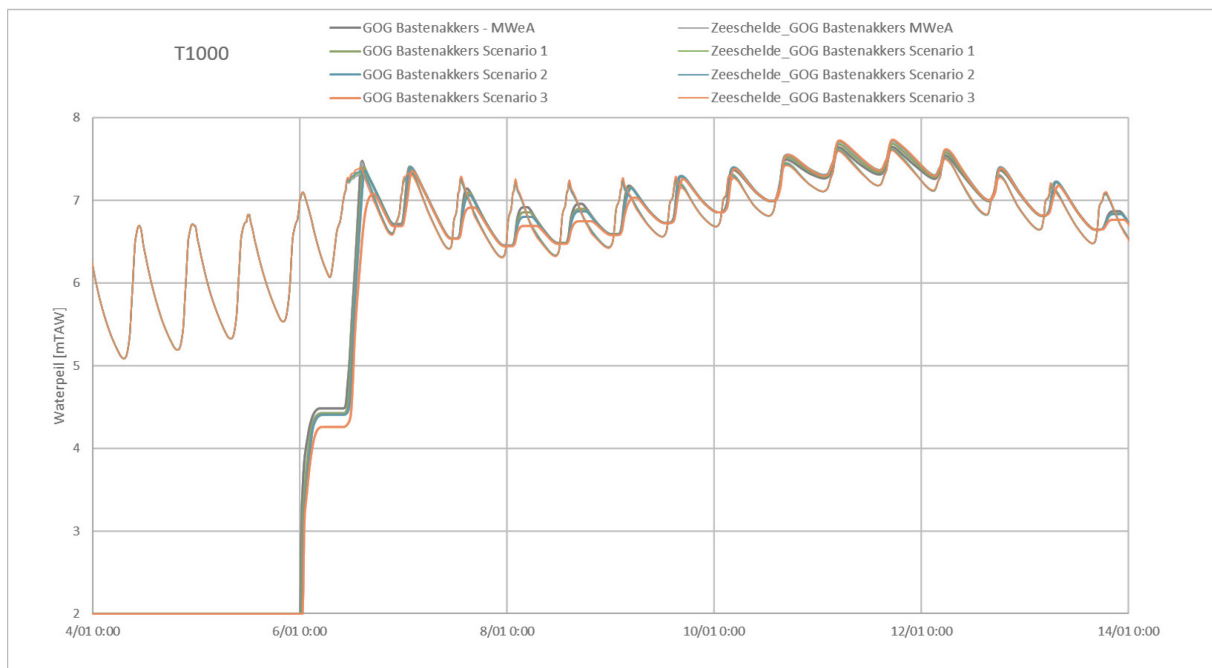
Figuur 17 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T50 – 2000



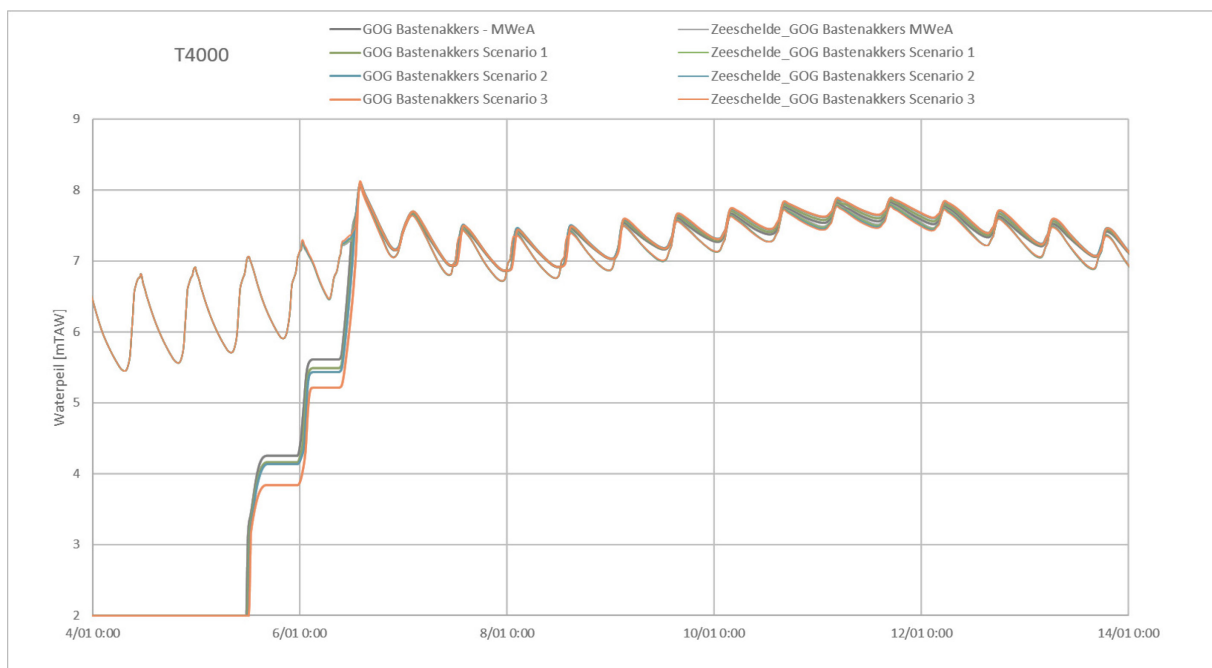
Figuur 18 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T100 – 2000



Figuur 19 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T500 – 2000

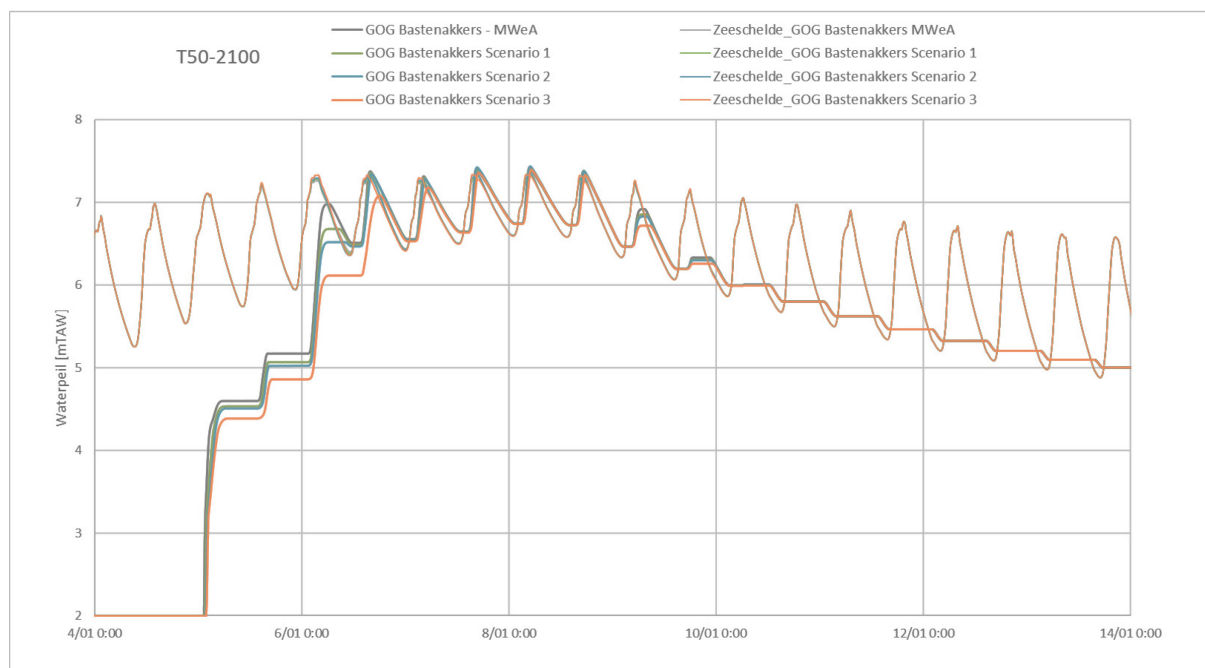


Figuur 20 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T1000 – 2000

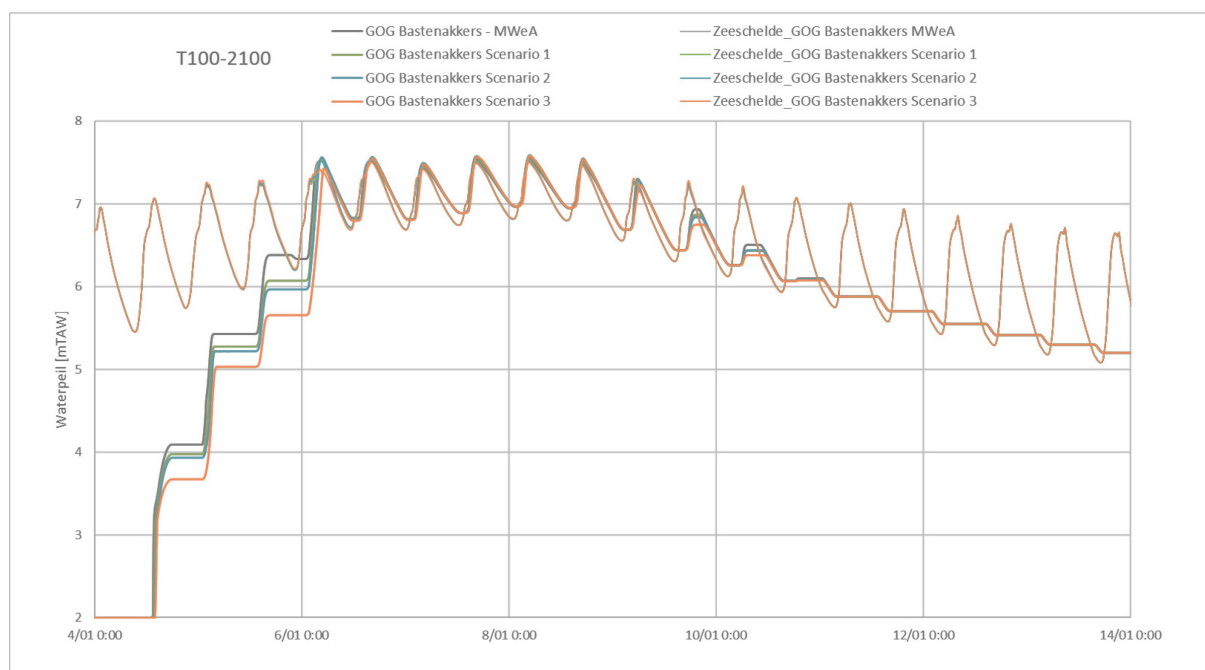


Figuur 21 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T4000 – 2000

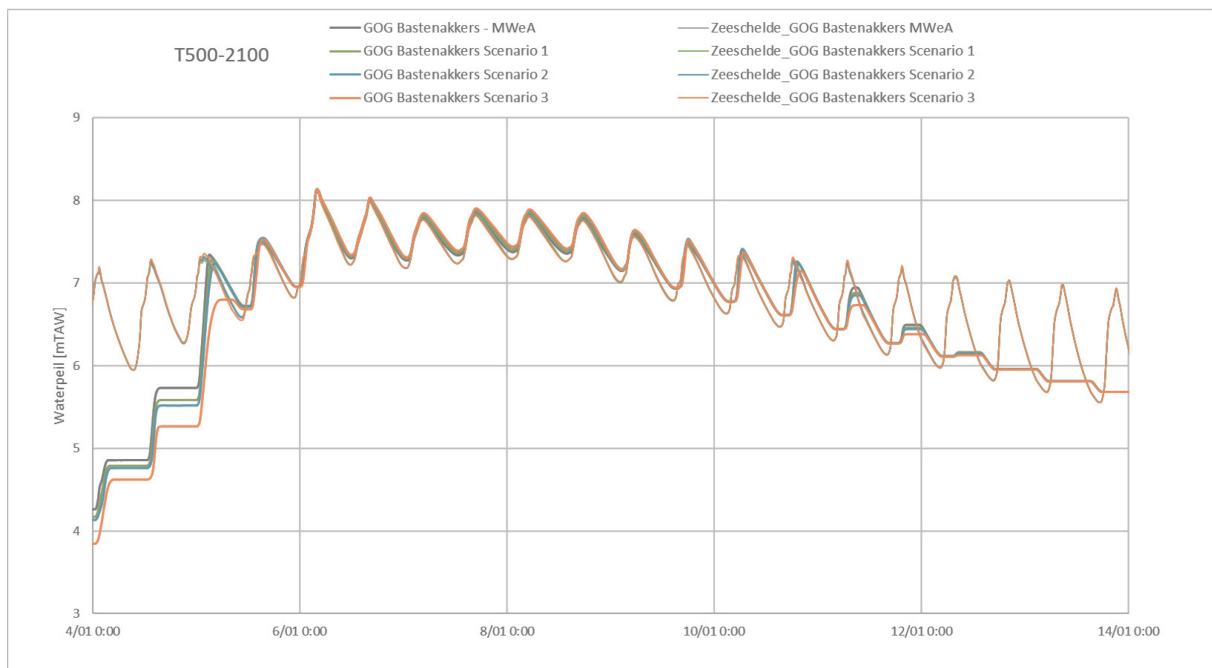
Composietrandvoorwaarden jaar 2100



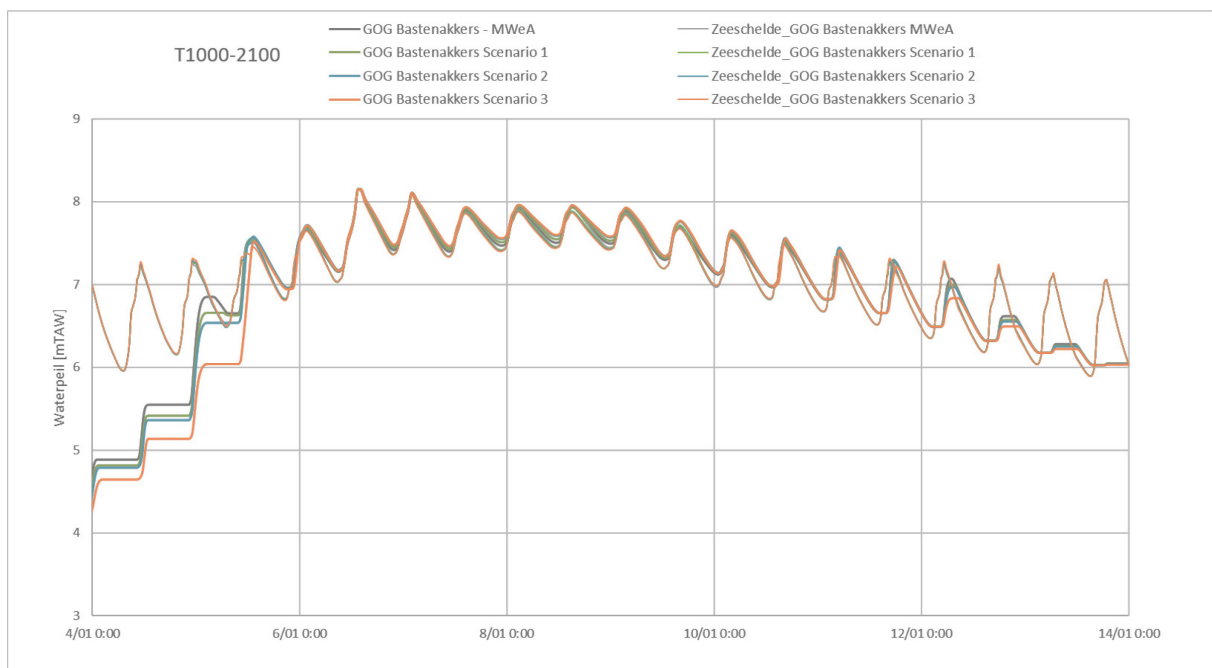
Figuur 22 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T50 – 2100



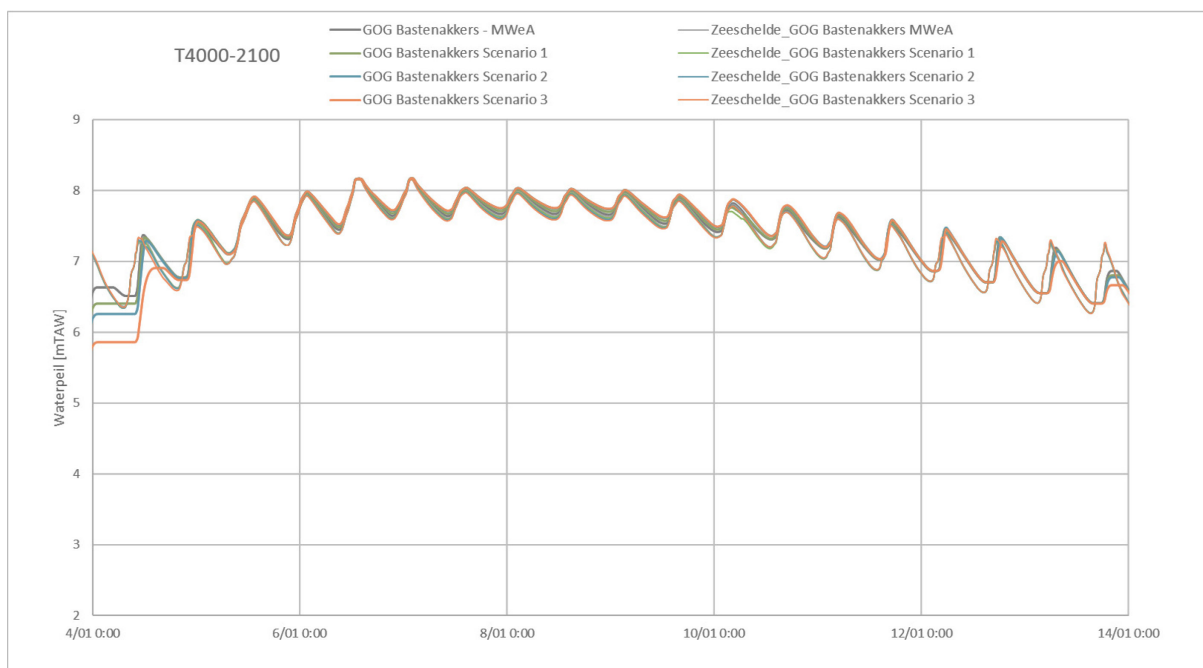
Figuur 23 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T100 – 2100



Figuur 24 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T500 – 2100



Figuur 25 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T1000 – 2100



Figuur 26 – Verloop waterpeilen in de Zeeschelde en in GOG Bastenakkers – MWeA en scenario's 1, 2 en 3 – T4000 - 2100

4 Conclusies

Volgens het oorspronkelijke inrichtingsplan voor Sigmacluster Gentbrugge-Melle wordt voor GOG Bastenakkers een overlooppdijk voorzien over de volledige lengte langs het GOG, circa 2120 m. Een kortere overlooppdijk kan enerzijds zorgen voor een sterke besparing in de kosten bij de bouw van het GOG, en anderzijds mogelijk zorgen voor een efficiëntere werking van het GOG.

Op vraag van de Vlaamse Waterweg Regio Centraal werd het effect nagegaan van het inkorten van de overlooppdijk ten opzichte van het MWeA. Er werden drie scenario's doorgerekend met kortere overlooppdijken, waarbij de overlooppdijk gesplitst is in twee delen op- en afwaarts van de geplande uitwateringsconstructie. Het inkorten van de overlooppdijken zorgt voor een vertraagde vulling van het GOG. Bij de composietstormen voor het jaar 2000, bij terugkeerperioden kleiner dan 500 jaar zorgt dit voor een beperkte stijging van het maximum waterpeil in de Zeeschelde opwaarts van Dendermonde. Vanaf T500 ontstaat een meestromende bedding in het GOG en treedt een beperkte daling van het maximum waterpeil in de Zeeschelde op tijdens de wasperiode van de composietstorm. Bij T1000 en T4000 is het effect op het maximum waterpeil het grootst tijdens de stormperiode van de composietstorm, met een daling van het maximum waterpeil in de Zeeschelde tot enkele kilometers afwaarts van het studiegebied, respectievelijk tot Wetteren en Schoonaarde.

Bij composietstormen voor het jaar 2100, waarbij de waterpeilen aan de afwaartse rand verhoogd zijn ten opzichte van de stormen voor het jaar 2000, zorgt het verkorten van de overlooppdijk bij terugkeerperioden van 50 en 100 jaar, voor een daling van het maximum waterpeil in de Zeeschelde ter hoogte van het gebied, en een stijging afwaarts van het GOG Bastenakkers, met minder dan 10 cm.

De grootte van het effect op het maximum waterpeil in de Zeeschelde is afhankelijk van de lengte van de inkorting van de overlooppdijk. Bij scenario 3, met de kortst doorgerekende overlooppdijk, zijn de effecten zowel qua stijging als daling van het maximum waterpeil in de Zeeschelde het grootst. Er lijkt een sterkere vertraging op te treden van de stroming doorheen het GOG. Bij scenario's 1 en 2 is deze vertraging kleiner, met beperktere effecten tot gevolg, zowel in de Zeeschelde als in de nabijgelegen GOG's.

5 Referenties

Blanckaert, J.; Van Looveren, R.; Janssen, S. (2005). Sigmaplan. Maatschappelijke KostenBatenAnalyse: deelopdracht 1. Faserapport 1: composietrandvoorwaarden. Versie 2.0. Waterwegen en Zeekanaal NV. Afdeling Zeeschelde: Antwerpen. 37 pp.+ appendices pp.

Coen, L.; D'Haeseleer, E.; Peeters, P.; Mostaert, F. (2012). Studie ten behoeve van aanleg van overstromingsgebieden en natuurgebieden in het kader van het Sigmaplan: ondersteunende studies: sluis Heusden. *WL Rapporten*, 713_15m. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Coen, L.; Peeters, P.; Mostaert, F. (2010). Studie ten behoeve van aanleg van overstromingsgebieden en natuurgebieden in het kader van het Sigmaplan - Ondersteunende studies: Zeeschelde tussen Melle en Gentbrugge. *WL Rapporten*, 713_15. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Coen, L.; Peeters, P.; Vanderkimpfen, P.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2015). Scenario's Sinterklaasstorm: 05 en 06/12/2013. *WL Rapporten*, 14_013. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

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. VIII, 27 pp.

Coen, L.; Vanderkimpfen, P.; Mostaert, F. (2020a). Numeriek model Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren: hindcast storm en was februari-maart 2020. Versie 3.0. *WL Rapporten*, PA015_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <http://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=334117>

Coen, L.; Vanderkimpfen, P.; Mostaert, F. (2020b). Optimalisatie overlooppdijk Wal-Zwijn: scenarioberekeningen. Versie 4.0. *WL Rapporten*, 20_039_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <http://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=331706>

Coen, L.; Vercruysse, J.B.; Mostaert, F. (2019). GOG-GGG Bovenzanden: dimensionering in- en uitwateringssluizen. versie 4.0. *WL Rapporten*, 18_011_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <http://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=309980>

DHI. (2017). MIKE11. A modelling system for rivers and channels. Reference manuel. MIKE by DHI

IMDC; Technum; UA. (2013). Bevaarbaarheid Boven-Zeeschelde: studie en technische ontwerpen-Scheldemeander Gentbrugge-Melle. Hydraulische studie. Overstromingsgebied Bastenakkers en Ham. I/RA/11372/12.055/MOE. Studie uitgevoerd in opdracht van W&Z Afdeling Zeeschelde

International Marine and Dredging Consultants; Waterbouwkundig Laboratorium. (2020). Actualisatie en verbetering van de hydrodynamische modellen van het beheersgebied van De Vlaamse Waterweg, afdeling Zeeschelde-Zeekanaal Rapport 2: hydrodynamisch model Zeeschelde, Actualisatie 2019. Versie 2.0. De Vlaamse Waterweg, Afdeling Zeeschelde-Zeekanaal: [S.I.]

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