



Vlaanderen
is wetenschap



14_176_2
WL rapporten

Integraal plan Boven-Zeeschelde Veiligheidstoets B- en C-alternatieven

Deelrapport 2 – Veiligheidstoets B-alternatieven

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Integraal Plan Boven-Zeeschelde – Veiligheidstoets B- en C-alternatieven

Deelrapport 2 – Veiligheidstoets B-alternatieven

Coen, L.; Vanlede, J.; 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/2017/3241/142

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Coen, L.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2017). Integraal Plan Boven-Zeeschelde – Veiligheidstoets B- en C-alternatieven: Deelrapport 2 – Veiligheidstoets B-alternatieven. Versie 4.0. WL Rapporten, 14_176_2. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

Documentidentificatie

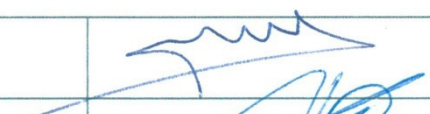
Opdrachtgever:	Waterwegen&Zeekanaal, Afdeling Zeeschelde	Ref.:	WL2017R14_176_2
Keywords (3-5):	Boven-Zeeschelde, veiligheid, Sigmaplan		
Tekst (p.):	69	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

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

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Vanlede, J.	
Projectleider:	Coen, L.	

Goedkeuring

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



Abstract

In het kader van het project “Zeeschelde en Zuidelijk vak ringvaart. Studie en Technische Ontwerpen. Integraal plan Boven-Zeeschelde” wordt door het WL studiewerk uitgevoerd in opdracht van W&Z Afdeling Zeeschelde. Dit studiewerk wordt uitgevoerd in project 13_131. In aanvulling van project 13_131 wordt door de klant gevraagd de B- en C-alternatieven die in deze studie worden bestudeerd, af te toetsen naar veiligheid.

Voor deze studie wordt gewerkt met het geactualiseerde model van de Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren. Dit model wordt aangepast zodat het de situatie in 2050 voorstelt, met inrichting van de Sigmagebieden zoals opgenomen in het ‘Meest Wenselijk Alternatief’, en aangepaste bathymetrie en topografie.

Voor de veiligheidstoets worden de alternatieven geanalyseerd op basis het effect van de ingreep op het maximum waterpeil in de Boven-Zeeschelde. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen het maximum waterpeil bij storm en het maximum waterpeil bij was.

In de multicriteria-analyse worden de alternatieven getoetst op: 1) stijging van het maximum waterpeil en het ruimtelijk effect, 2) het effect op de afwatering van de nevengebieden, 3) het effect op de afwatering van de Ringvaart.

In dit rapport worden de resultaten van de veiligheidstoets besproken voor de B-alternatieven. Algemeen is het effect op het maximum waterpeil beperkt. De relatieve verschillen voor de verschillende alternatieven ten opzichte van de referentie zijn voor de beschouwde criteria eveneens beperkt.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VIII
Lijst van afkortingen	XI
1 Inleiding	1
1.1 Kader.....	1
1.2 Opbouw van het rapport.....	1
2 Veiligheidstoets – methodiek	2
2.1 Doorrekenen alternatieven	2
2.2 Analyse alternatieven	2
2.3 Multicriteria-analyse	3
3 Modelinstrumentarium	4
3.1 Basismodel Zeeschelde.....	4
3.2 Randvoorwaarden	6
3.3 Gebruikte software.....	7
3.4 Geografische referentie en tijdszone	7
3.5 Versiebeheer	7
4 REF-2050.....	8
4.1 Bathymetrie	8
4.2 Sedimentatie in GOG-GGG en ontpolderingen	10
4.3 Meest Wenselijk Alternatief-2025.....	14
5 Veiligheidstoets - Analyse REF-2050 en B-alternatieven.....	42
5.1 REF-2050.....	43
5.2 SCHAAF-2050.....	47
5.3 VaG ⁺ -RV-2050	53
5.4 VaH-2050	59
6 Veiligheidstoets – multicriteria-analyse	64
6.1 Stijging Hmax en ruimtelijk effect	64
6.2 Effect op afwatering nevengebieden	65
6.3 Effect op afwatering Ringvaart.....	67
7 Conclusies	68
8 Referenties	69

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Overzicht van het gemiddelde bodempeil (Z_0) van de ontpoldering en het gemodelleerd bodempeil in 2050 (Z_{2050})	12
Tabel 2 – Overzicht van het gemiddelde bodempeil (Z_0) van het GOG met GGG en het gemodelleerd bodempeil in 2050 (Z_{2050})	13
Tabel 3 – In- en uitwateringskokers GGG Doelpolder (Coen <i>et al.</i> , 2014)	15
Tabel 4 – In- en uitwateringskokers Burchtse Weel	15
Tabel 5 – Inrichting GOG-GGG KBR obv ontwerpplannen.....	17
Tabel 6 – Inrichting GOG Oudbroekpolder obv inrichtingsvoorstel	18
Tabel 7 – Inrichting GOG-GGG Schouselbroek obv inrichtingsvoorstel	19
Tabel 8 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Groot Schoor	19
Tabel 9 – Inrichting GOG-GGG Tielrodebroek	20
Tabel 10 – Inrichting GOG-GGG De Bunt obv inrichtingsvoorstel	21
Tabel 11 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Klein Broek en Groot Broek	22
Tabel 12 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Potpolder I.....	22
Tabel 13 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Polder van Waasmunster	23
Tabel 14 – Inrichting GOG Potpolder IV	24
Tabel 15 – Inrichting GOG-GGG Lippenbroek.....	24
Tabel 16 – Inrichting GOG-GGG Zwijn obv inrichtingsvoorstel	25
Tabel 17 – Inrichting GOG-GGG Grote Wal – Kleine Wal obv inrichtingsvoorstel	26
Tabel 18 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Grote Wal	26
Tabel 19 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Uiterdijk.....	27
Tabel 20 – Inrichting GOG-GGG Vlassenbroek noord obv inrichtingsvoorstel.....	27
Tabel 21 – Inrichting GOG Vlassenbroek zuid obv inrichtingsvoorstel	28
Tabel 22 – Inrichting GOG Scheldebroek.....	29
Tabel 23 – Inrichting GOG Paardeweide	29
Tabel 24 – Inrichting GOG-GGG Bergenmeersen	30
Tabel 25 – Inrichting GOG Wijmeers – deel 1	31
Tabel 26 – Inrichting ontpoldering Wijmeers – deel 2	31
Tabel 27 – Inrichting GOG-GGG Ham obv inrichtingsvoorstel	32
Tabel 28 – Inrichting GOG Bastenakkers obv inrichtingsvoorstel	33
Tabel 29 – Inrichting ontpoldering Heusden	33
Tabel 30 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Zandput Melle	34
Tabel 31 – Inrichtingsvoorstel sluis Heusden	35
Tabel 32 – Inrichting GOG Bovenzanden.....	35

Tabel 33 – Inrichting GOG Heindonk obv inrichtingsvoorstel	36
Tabel 34 – Inrichting GOG-GGG Grote Vijver noord obv inrichtingsvoorstel.....	37
Tabel 35 – Inrichting GOG Grote Vijver zuid obv inrichtingsvoorstel.....	37
Tabel 36 – Inrichting GOG-GGG Zennegat obv inrichtingsvoorstel.....	38
Tabel 37 – Inrichting GOG Rijmenam obv inrichtingsvoorstel	38
Tabel 38 – Inrichting GOG Hoogdonk obv inrichtingsvoorstel.....	39
Tabel 39 – Inrichtingsvoorstel GOG Polder van Lier obv inrichtingsvoorstel.....	40
Tabel 40 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Anderstadt afwaarts obv inrichtingsvoorstel.....	41
Tabel 41 – Inrichting GOG Anderstadt opwaarts	41
Tabel 42 – Overzicht stijging Hmax boven TAW +7,0/7,5/8,0 m per alternatief en per terugkeerperiode....	64
Tabel 43 – Stijging Hmax en ruimtelijk effect: aantal kilometers dat maximum waterpeil Boven-Zeeschelde boven TAW +7,0/7,5/8,0 m stijgt	65
Tabel 44 – Gemiddeld laagwater (GLW) tijposten obv berekening bij gemiddeld tij voor REF-2050.....	65
Tabel 45 – Effect afwatering nevengebieden obv GLW: tijd onder GLW en relatieve oppervlakte grafiek onder GLW tov REF-2050 – gesommeerd over 5 tijposten	66
Tabel 46 – Effect afwatering Ringvaart: stijging/daling maximum waterpeil bij was in Melle: gemiddeld over beschouwde terugkeerperioden	67

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Modelschematisatie hydrodynamisch 1D-model van het volledige getijonderhevige Zeescheldebekken	5
Figuur 2 – Combinatie van op- en afwaartse randvoorwaarden voor 2050 – QN scenario.....	7
Figuur 3 – Duurzame bathymetrie (m TAW)	9
Figuur 4 – Bathymetrie Durme - 2050.....	9
Figuur 5 – Situering bestaande en geplande GOG met GGG, ontpolderingen en meetposten	11
Figuur 6 – Situering Hedwigepolder, Prosperpolder en Doelpolder	14
Figuur 7 – Situering Burchtse Weel	16
Figuur 8 – Situering KBR	17
Figuur 9 – Situering Oudbroekpolder, Schouselbroek, Groot Schoor en stort van Hingene	18
Figuur 10 – Situering Tielrodebroek, De Bunt, Klein Broek, Groot Broek, Potpolder I en Lippenbroek	20
Figuur 11 – Situering Potpolder I, Polder van Waasmunster en Potpolder IV	23
Figuur 12 – Situering Zwijn, Grote Wal – Kleine Wal, Grote Wal, Uiterdijk, Vlassenbroek noord en Vlassenbroek zuid.....	25
Figuur 13 – Situering Scheldebroek.....	28
Figuur 14 – Situering Paardeweide, Bergenmeersen en Wijmeers.....	30
Figuur 15 – Situering Ham en Bastenakkers.....	32
Figuur 16 – Situering Heusden, Zandput Melle en sluis Heusden	34
Figuur 17 – Situering Bovenzanden, Grote Vijver noord, Grote Vijver zuid, Heindonk en Zennegat	36
Figuur 18 – Situering Rijmenam en Hoogdonk.....	39
Figuur 19 – Situering Polder van Lier, Anderstadt afwaarts en Anderstadt opwaarts.....	40
Figuur 20 – Waterpeil te Melle (REF-2050, T1) met aanduiding van storm- en wasperiode.....	42
Figuur 21 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor huidige situatie en REF-2050 bij T1, met randvoorwaarden 2050.....	44
Figuur 22 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor huidige situatie en REF-2050 bij T10, met randvoorwaarden 2050.....	44
Figuur 23 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor huidige situatie en REF-2050 bij T50, met randvoorwaarden 2050.....	45
Figuur 24 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor huidige situatie en REF-2050 bij T100, met randvoorwaarden 2050.....	45
Figuur 25 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor huidige situatie en REF-2050 bij T1000, met randvoorwaarden 2050.....	46
Figuur 26 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor huidige situatie en REF-2050 bij T4000, met randvoorwaarden 2050.....	46
Figuur 27 – Voorbeeld aangepast dwarsdoorsnede Zeeschelde schaaf-alternatief t.o.v. REF-2050.....	47
Figuur 28 – Overzicht zones met gewijzigde dwarsdoorsneden in het SCHAAF-alternatief.....	48

Figuur 29 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en SCHAAF-alternatief bij T1	49
Figuur 30 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en SCHAAF-alternatief bij T10	49
Figuur 31 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en SCHAAF-alternatief bij T50	50
Figuur 32 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en SCHAAF-alternatief bij T100	50
Figuur 33 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en SCHAAF-alternatief bij T1000	51
Figuur 34 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en SCHAAF-alternatief bij T4000	51
Figuur 35 – Overzicht waterstanden in mTAW in gecontroleerde overstromingsgebieden langs de Boven-Zeeschelde bij verschillende terugkeerperioden voor SCHAAF-alternatief t.o.v. REF-2050.....	52
Figuur 36 – Voorbeeld gewijzigde riviertakken in VaG ⁺ -RV-alternatief t.o.v. REF-2050	53
Figuur 37 – Overzicht zones met gewijzigde dwarsdoorsneden en/of riviertakken in het VaG ⁺ -RV-alternatief	54
Figuur 38 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaG ⁺ -RV-alternatief bij T1	55
Figuur 39 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaG ⁺ -RV-alternatief bij T10	55
Figuur 40 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaG ⁺ -RV-alternatief bij T50	56
Figuur 41 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaG ⁺ -RV-alternatief bij T100	56
Figuur 42 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaG ⁺ -RV-alternatief bij T1000	57
Figuur 43 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaG ⁺ -RV-alternatief bij T4000	57
Figuur 44 – Overzicht waterstanden in mTAW in gecontroleerde overstromingsgebieden langs de Boven-Zeeschelde bij verschillende terugkeerperioden voor VaG ⁺ -RV-alternatief t.o.v. REF-2050	58
Figuur 45 – Overzicht zones met gewijzigde dwarsdoorsneden en/of riviertakken in het VaH-alternatief...	59
Figuur 46 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaH-alternatief bij T1	60
Figuur 47 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaH-alternatief bij T10	60
Figuur 48 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaH-alternatief bij T50	61
Figuur 49 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaH-alternatief bij T100	61
Figuur 50 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaH-alternatief bij T1000	62

Figuur 51 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaH-alternatief bij T4000	62
Figuur 52 – Overzicht waterstanden in mTAW in gecontroleerde overstromingsgebieden langs de Boven-Zeeschelde bij verschillende terugkeerperioden voor VaH-alternatief t.o.v. REF-2050.....	63
Figuur 53 – Effect afwatering nevengebieden obv GLW: voorbeeld Melle	66

Lijst van afkortingen

GCG	Gecontroleerd gereduceerd getij
GLW	Gemiddeld laagwaterpeil
GOG	Gecontroleerd overstromingsgebied
Hmax	Maximum waterpeil
MWeA	Meest Wenselijk Alternatief
TAW	Tweede Algemene Waterpassing

1 Inleiding

1.1 Kader

In het kader van het project “Zeeschelde en Zuidelijk vak ringvaart. Studie en Technische Ontwerpen. Integraal plan Boven-Zeeschelde” wordt door het WL studiewerk uitgevoerd in opdracht van W&Z Afdeling Zeeschelde. Dit studiewerk wordt uitgevoerd in project 13_131.

In aanvulling van project 13_131 wordt door de klant gevraagd de B- en C-alternatieven die in deze studie worden bestudeerd, af te toetsen naar veiligheid.

1.2 Opbouw van het rapport

Hoofdstuk 2 beschrijft de methodiek van de veiligheidstoets.

In hoofdstuk 3 wordt het gebruikte modelinstrumentarium besproken.

Hoofdstuk 4 geeft een beschrijving van het REF-2050-alternatief.

In hoofdstuk 5 wordt de analyse van het REF-2050- en de B-alternatieven besproken.

In hoofdstuk 6 worden de resultaten van de multicriteria-analyse weergegeven.

Hoofdstuk 7 besluit met de conclusies.

2 Veiligheidstoets – methodiek

De gebruikte methodiek voor de veiligheidstoets is analoog aan deze toegepast voor de veiligheidstoets in het project 'Bevaarbaarheid Boven-Zeeschelde en Zuidelijk vak Ringvaart voor klasse Va-schepen', zoals beschreven in (Coen *et al.*, 2012).

2.1 Doorrekenen alternatieven

Als eerste wordt het alternatief 'ongewijzigd beleid 2050' geïmplementeerd en doorgerekend. Hierin is de inrichting van de Sigmagebieden volgens Meest Wenselijk Alternatief (MWeA) tot 2025 opgenomen. De zogenaamde reservegebieden worden niet meegenomen. Dit alternatief wordt als referentie beschouwd voor vergelijking van de effecten van de B- en C-alternatieven en wordt uitgebreid beschreven in hoofdstuk 4.

Volgende B-alternatieven worden doorgerekend:

- Schaaf
- VaH
- VaG⁺-RV

Voor elk alternatief worden 8 berekeningen uitgevoerd:

- Zes composietreeksen: T1, 10, 50, 100, 1000 en 4000.
- Twee synthetische waterstands- en debietreeksen voor gemiddeld getij.

De opgelegde randvoorwaarden worden verder besproken in §3.2

2.2 Analyse alternatieven

De verschillende alternatieven worden ingebouwd in het referentiemodel. Dit wordt doorgerekend voor maatgevende condities, zijnde de composietstormen. Bij de analyse van de verschillende alternatieven worden voornamelijk gekeken naar het effect van een ingreep op het maximum waterpeil in de Boven-Zeeschelde. Er worden geen risicoberekeningen uitgevoerd. Wel worden de waterstanden in de gecontroleerde overstromingsgebieden (GOG) bij de verschillende alternatieven vergeleken ten opzichte van de referentie, het 2050-alternatief, wat een maat is voor mogelijke wijzigingen in het risico in het Sigmagebied. Voor de analyse worden de maximale waterpeilen op de Zeeschelde weergegeven op lengteprofielen en de maximale waterpeilen in de gecontroleerde overstromingsgebieden in H-H-plots, voor de verschillende terugkeerperioden.

2.3 Multicriteria-analyse

Bij de vorige studie met betrekking tot de bevaarbaarheid van de Boven-Zeeschelde werd een multicriteria-analyse uitgevoerd voor de bestudeerde alternatieven. In het kader van veiligheid werden hiervoor drie criteria bekeken:

- Stijging maximum waterpeil en ruimtelijk effect
- Effect op afwatering nevengebieden (incl. Dender)
- Effect op afwatering Ringvaart

Deze criteria zullen bij de huidige veiligheidstoets opnieuw bekeken worden. De methode wordt in volgende paragrafen verder beschreven.

2.3.1 Stijging Hmax en ruimtelijk effect

Er wordt gekeken naar het aantal kilometers dat de maximale waterstand op de Boven-Zeeschelde boven TAW +7,0/7,5/8,0 m stijgt, gesommeerd over de verschillende terugkeerperioden. Hier wordt voornamelijk het effect van de alternatieven op de maximale waterstanden bij storm beoordeeld. Een toename van het aantal km betekent dus een toename van de belasting van de Sigmadijken alsook (mogelijks) sterkere vulling van de GOG's.

Bij de berekening van het totaal per alternatief worden volgende gewichten toegepast:

- 1 per kilometer Hmax > TAW +7,0 m
- 2 per kilometer Hmax > TAW +7,5 m
- 4 per kilometer Hmax > TAW +8,0 m

2.3.2 Effect op afwatering nevengebieden (incl. Dender) obv GLW

Voor de inschatting van het effect van een alternatief op de afwatering van de nevengebieden wordt gekeken naar de tijd dat het waterpeil op een locatie daalt beneden het GLW. Hiervoor wordt de tijdreeks van het gemiddeld getij genomen. Ook de oppervlakte van de grafiek onder het GLW wordt berekend. Dit GLW wordt bepaald op basis van de berekening van het REF-2050-scenario.

Dit wordt bekeken voor de tijposten van Sint-Amands, Dendermonde, Schoonaarde, Wetteren en Melle. De resultaten worden gesommeerd over de 5 tijposten.

2.3.3 Effect op afwatering Ringvaart obv maximale waterstand bij was thv Melle

Voor de verschillende scenario's wordt gekeken naar de maximale waterstand bij was te Melle. Het verschil wordt berekend ten opzichte van de referentie per terugkeerperiode. Er wordt een gemiddelde genomen over de verschillende terugkeerperioden. Een negatieve waarde wil zeggen dat het maximum waterpeil daalt, wat de uitwatering van de Ringvaart ten goede komt.

3 Modelinstrumentarium

3.1 Basismodel Zeeschelde

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.*, 2017a). Na de actualisatie werd het hydrodynamisch model van de Zeeschelde opnieuw gekalibreerd. De kalibratie- en validatieresultaten worden beschreven in (Coen *et al.*, 2017b).

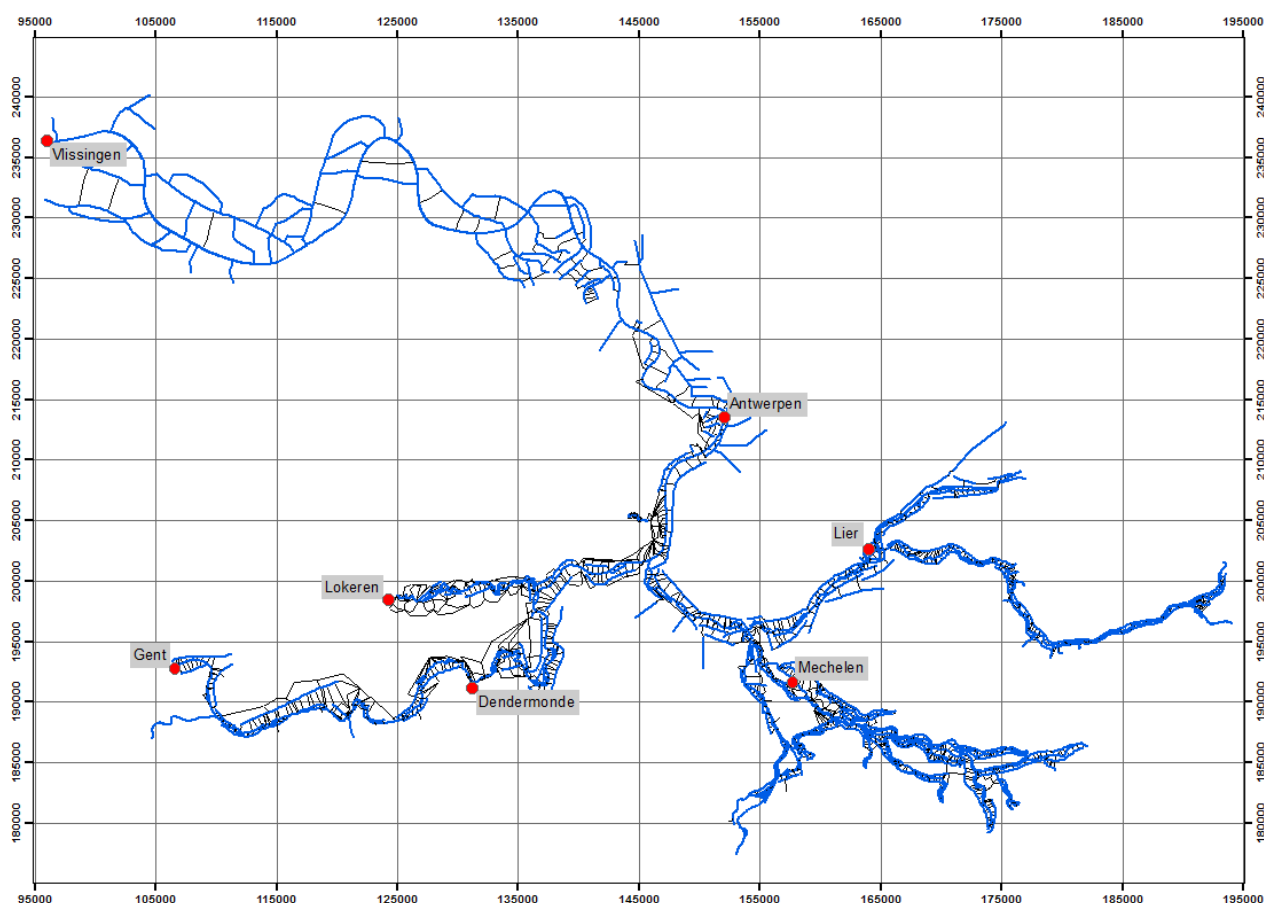
Het opgebouwd hydrodynamisch model omvat:

- De volgende rivieren en rivierpanden:
 - o Westerschelde vanaf Vlissingen tot de Belgische grens
 - o Zeeschelde vanaf Belgische grens tot Gent
 - o Zuidervak van de Ringvaart rond Gent
 - o Tijarm tot in Zwijnaarde
 - o Durme afwaarts dam te Lokeren
 - o Rupel en Benedennete
 - o Kleine Nete afwaarts limnigraaf te Grobbendonk (opwaarts duiker onder Albertkanaal)
 - o Grote Nete afwaarts duiker onder Albertkanaal
 - o Dijle afwaarts limnigraaf te Wilsele-Wijgmaal
 - o Zenne afwaarts Vilvoorde
 - o Demer afwaarts limnigraaf te Aarschot
- Alle kunstwerken binnen dit gebied die een hydraulische invloed kunnen hebben;
- Alle bestaande gecontroleerde overstromingsgebieden
- Alle MWeA-gebieden (zie §4.3)
- Alle natuurlijk overstroombare gebieden binnen het studiegebied

Hoewel de gebruikte software (Mike11, DHI) een ééndimensionale modellering vereist, is het model toch dusdanig opgebouwd dat men een quasi-tweedimensionale structuur krijgt. Er werd voor geopteerd het hele traject van de Schelde vanaf Liefkenshoek tot aan de monding in de Noordzee (Vlissingen) voor te stellen volgens een quasi-2D-model waarbij de vloedscharen en de ebgeulen als afzonderlijke takken worden gemodelleerd onderling verbonden met zogenaamde 'link channels'. De 'link channels' stellen dan de dwarse geultjes voor die (via de zandplaten) de verschillende geulen onderling verbinden. Door deze quasi-2D aanpak kan expliciet rekening gehouden worden met de verschillende typische hydrodynamische fenomenen in het Westerschelde-estuarium. Ook de andere waterlopen en valleigebieden zijn quasi-2D in het model ingebouwd, waarbij de waterlopen via 'link channels' verbonden zijn met de achterliggende valleigebieden (Figuur 1).

Na de actualisatie werd het hydrodynamisch model van de Zeeschelde opnieuw gekalibreerd. Het model werd gekalibreerd op basis van de ruwheid van de rivierbodem, voor drie kalibratieperioden, waaronder één periode met gemiddeld getij en twee perioden met stormtij. De kwaliteit van het gekalibreerde model is beschreven aan de hand van de RMSE- en bias-waarden van de gemodelleerde waterpeilen ten opzichte van de gemeten waterpeilen, zowel voor volledige tijdreeksen als voor hoog- en laagwaters. Voor deze kalibratieperioden bedraagt de RMSE-waarde voor de Westerschelde maximum 10 cm, voor de Beneden-Zeeschelde 3 tot 18 cm, voor de Boven-Zeeschelde 3 tot 23 cm en voor het Rupelbekken 1 tot 21 cm. Bijkomend werd het verschil in de amplitude van de harmonische M2 component beschouwd van de finale modelrun ten opzichte van de metingen. Dit verschil is voor de periode met gemiddeld getij kleiner dan 3 cm langs de Westerschelde en Zeeschelde, en kleiner dan 8 cm in het Rupelbekken.

Figuur 1 – Modelschematisatie hydrodynamisch 1D-model van het volledige getijonderhevige Zeescheldebekken



Voor de validatie van het model werden drie extra simulatieperioden in beschouwing genomen en werden ook de debieten langs de Zeeschelde en Rupel voor de periode met gemiddeld getij geanalyseerd. De drie validatieperioden betreffen een periode met verhoogde bovenafvoer en twee stormperioden met maximum hoogwater in Antwerpen boven TAW +6,70 m. Tijdens de periode met verhoogde bovenafvoer liggen de RMSE-waarden voor de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde binnen dezelfde orde van grootte als bij de kalibratieperioden. De RMSE-waarden voor de Boven-Zeeschelde en het Rupelbekken zijn iets groter. Tijdens de stormperioden zijn de RMSE-waarden verhoogd ten opzichte van de kalibratieperioden. Voornamelijk tijdens het stormtij zijn de afwijkingen het grootst. Dit is mogelijk te wijten aan de implementatie van de wind in het model. Deze werd tijdens de huidige kalibratie niet gewijzigd. De windsnelheid en windrichting zijn tijdens de stormen gebruikt bij de kalibratie vrij gelijkaardig. Bij de stormen gebruikt bij de validatie is de windsnelheid hoger of lager, en is de variatie van de windrichting tijdens de storm groter. Dit gaat gepaard met een sterkere afwijking van de gemodelleerde versus de gemeten waarden. Voor de validatieperiodes met de twee stormen bedraagt de RMSE-waarde voor de Westerschelde maximum 13 cm, voor de Beneden-Zeeschelde 6 tot 19 cm, voor de Boven-Zeeschelde 6 tot 28 cm, tot lokaal 40 cm, en voor het Rupelbekken 2 tot 30 cm, tot lokaal 45 cm. Lokaal grotere afwijkingen zijn mogelijk te wijten aan invloeden van plantengroei, zoals opwaarts op de Grote en Kleine Nete, of aan het opleggen van een daggemiddeld debiet te Merelbeke. Vergelijking met 2D- en 3D-modellen toont aan dat deze RMSE-waarden vergelijkbaar of kleiner zijn, dan de RMSE-waarden die bekomen zijn na kalibratie van de 2D- of 3D-modellen van het Schelde-estuarium.

3.2 Randvoorwaarden

Het hydrodynamische model heeft 3 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.

3.2.1 Composietstormen

Voor de berekening van de composietstormen worden composietrandvoorwaarden opgelegd. Deze composieten zijn opgesteld in het kader van actualisatie Sigmaplan (Blanckaert *et al.*, 2005). De afwaartse rand bestaat uit ontwerplimnigrammen en –anemogrammen voor Vlissingen en de opwaartse randen uit ontwerphydrogrammen. Het waterpeil te Vlissingen wordt verhoogd met 30 cm, om een zeespiegelstijging tegen 2050 in rekening te brengen.

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 studiegebied gelijk is.

Het waterpeil te Vlissingen wordt verhoogd met 30 cm, om een zeespiegelstijging tegen 2050 in rekening te brengen.

3.2.2 Gemiddeld getij

Voor de berekening met gemiddeld getij worden de randvoorwaarden gebruikt van de QN- en QE-scenario's, die ook met het 3D-model doorgerekend worden (Smolders *et al.*, 2017). QN staat voor 'normal discharge', waarbij zowel de af- als opwaartse een normale situatie met gemiddeld getij en gemiddelde bovenafvoer voorstellen. QE staat voor 'events discharge', waarbij de op- en afwaartse rand een meer extreme situatie voorstellen.

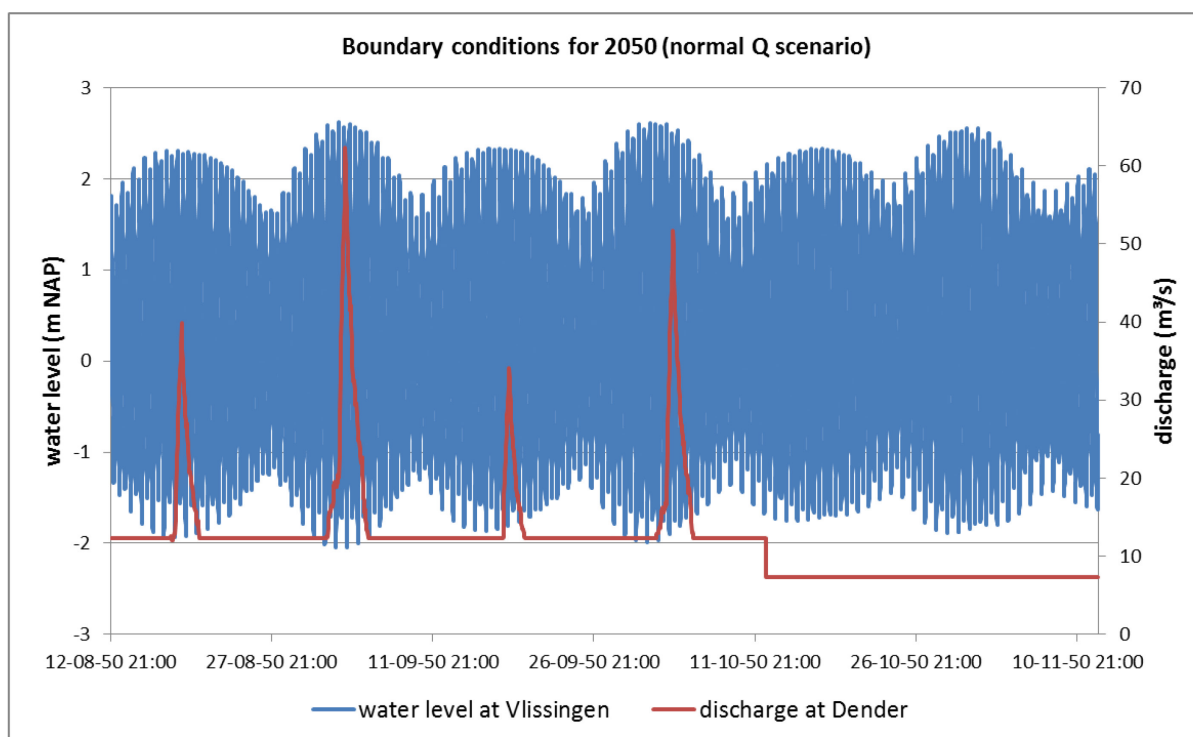
Voor het QN-scenario wordt aan de afwaartse rand een harmonische tijdreeks opgelegd zonder stormopzet. Dit waterstandsverloop voor Vlissingen is afkomstig uit het Scaldis-model voor 2013 of 2050. Aan de opwaartse randen wordt een synthetische debietreeks opgelegd waarvan de events een terugkeerperiode hebben gelijk aan of kleiner dan $\frac{1}{4}$ jaar. De opwaartse debietsreeksen worden zo opgelegd dat het maximale debiet 15 uur na het maximum hoogwater te Vlissingen voorkomt. Het maximum hoogwater is geselecteerd op basis van de analyse van één jaar harmonische tijdreeksen voor 2050. De combinatie van de opwaartse randvoorwaarde voor de Dender en de afwaartse randvoorwaarde te Vlissingen is weergegeven in Figuur 2 voor 2050. De simulatieperiode heeft een duur van 3 maanden.

Voor het QE-scenario wordt aan de afwaartse rand een harmonische tijdreeks opgelegd met stormopzet die bepaald is op basis van statistische berekeningen. Deze worden beschreven in (IMDC, 2015a). Aan de opwaartse rand wordt een debietreeks opgelegd die 2 events van bovenafvoer bevat met terugkeerperiodes van 1 jaar en $\frac{1}{2}$ jaar. De simulatieperiode heeft een duur van 2 weken.

Bij de scenarioberekeningen wordt aan de afwaartse rand geen wind opgelegd.

Een scenarioberekening wordt eenmaal uitgevoerd voor QN en eenmaal voor QE. Bij de verwerking van de resultaten wordt rekening gehouden met 4 x QN en 1 x QE om de getijparameters te bepalen, naar analogie met de uitgevoerde analyses in 'Integraal Plan Boven-Zeeschelde'. Deze combinatie heeft een terugkeerperiode van 1 jaar en is dus representatief voor een gemiddeld jaar.

Figuur 2 – Combinatie van op- en afwaartse randvoorwaarden voor 2050 – QN scenario



3.3 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).

3.4 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).

3.5 Versiebeheer

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

https://wl-subversion.vlaanderen.be/svn/repoSpNumMod/MIKE11/Sigma/SIGMA20161222_14_176
 revisie 2414

4 REF-2050

In onderstaande paragrafen worden de aanpassingen besproken die in het basismodel gedaan zijn om tot het REF-2050-alternatief te komen. Dit REF-2050-alternatief zal verder gebruikt worden als referentie om de effecten van de andere alternatieven te bepalen.

4.1 Bathymetrie

4.1.1 Duurzame bathymetrie Boven-Zeeschelde

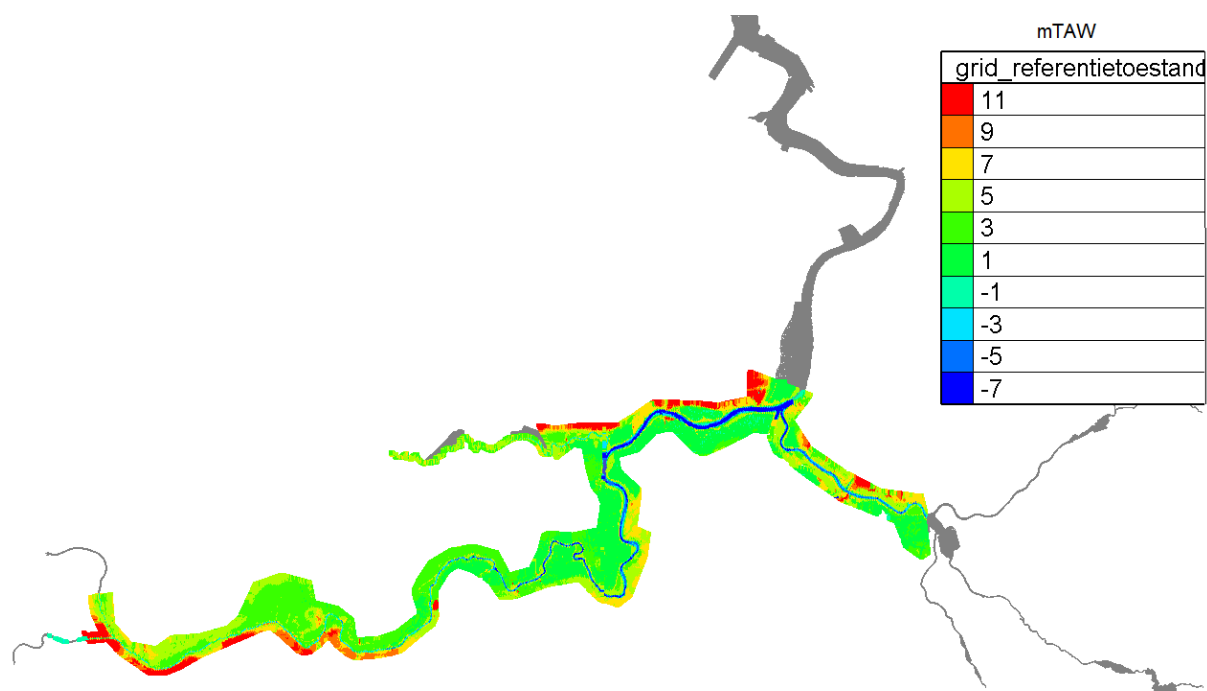
Het Duurzaam Beheerplan beoogt een duurzaam beheer van de Boven-Zeeschelde en het Zuidelijk vak van de Ringvaart in overeenstemming met zijn classificatie als CEMT klasse IV, V of VI vaarweg, evenwel met diepgangbeperkingen.

Het duurzaam beheer is gericht op het onderhouden van de vaarweg met respect voor de getijdennatuur. De basis van het duurzaam beheerplan vormt een onderhoudsprofiel dat afgestemd is op de noden van de scheepvaart, en rekening houdt met de kenmerken van de rivier, waarbij de impact op de getijdennatuur beperkt blijft tot specifieke zones, gedefinieerd door de snijding van het onderhoudsprofiel met de bathymetrie. Buiten de ontwerp bathymetrie worden kansen gegeven aan de werking van hydrodynamische en morfologische processen in de mate dat deze de veiligheid en de getijdennatuur zelf niet in het gedrang brengen (IMDC, 2015b).

De duurzame bathymetrie is opgemaakt door IMDC, en bevat enkel bathymetrische data. De topografie van de overige gebieden zoals ontpolderingen en GOG's is gebaseerd op LIDAR-data van 2013. De topografie in de overstromingsgebieden is gebaseerd op DHM Vlaanderen.

De aangepaste bathymetrie werd geïmplementeerd in het model door aanpassing van de dwarsdoorsneden van de betreffende riviertakken.

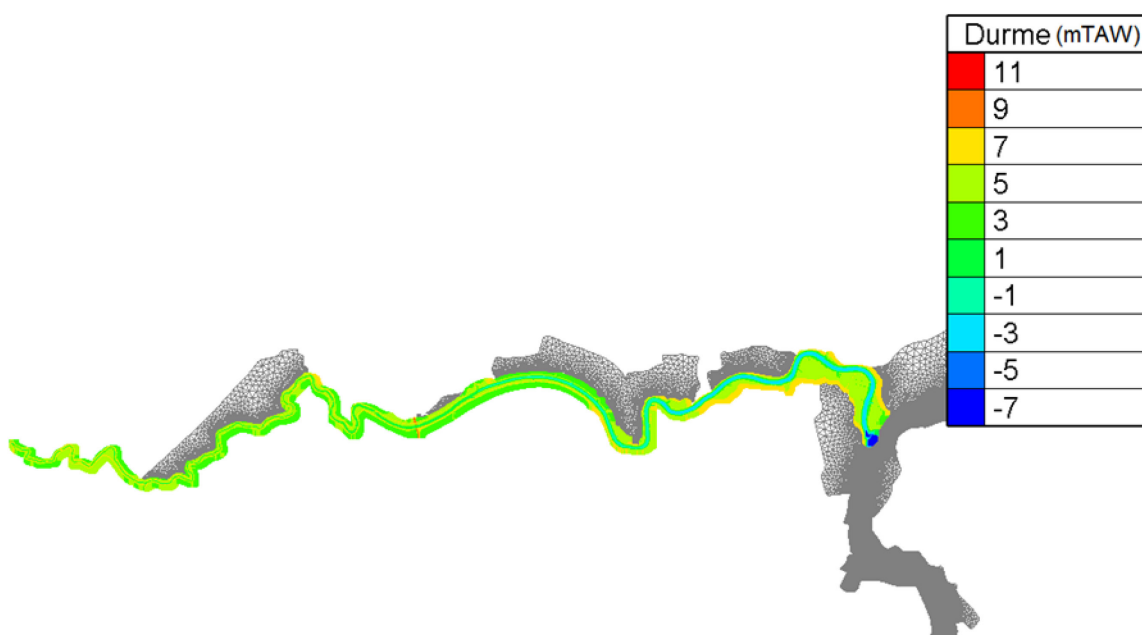
Figuur 3 – Duurzame bathymetrie (m TAW)



4.1.2 Bathymetrie Durme

Ook voor de Durme werd een aangepast bathymetrie opgemaakt door IMDC. Deze werd eveneens geïmplementeerd in het model door aanpassing van de dwarsdoorsneden van de riviertak van de Durme.

Figuur 4 – Bathymetrie Durme - 2050



4.2 Sedimentatie in GOG-GGG en ontpolderingen

Het geactualiseerd Sigmaplan omvat verschillende maatregelen op het risico op overstromingen langs de Zeeschelde en de tijgebonden zijrivieren te verminderen. Eén van deze maatregelen is de bouw van gecontroleerde overstromingsgebieden (GOG). Deze gebieden bufferen water en verlagen het waterpeil opwaarts bij het voorkomen van extreme hoogwaters. Er bestaan twee types van deze overstromingsgebieden. Gecontroleerde overstromingsgebieden (GOG) enerzijds bufferen het water wanneer extreme hoogwaters in het rivier bereikt worden. Deze gebieden hebben uitwateringsconstructies om het opgeslagen water te laten uitstromen bij laagwater in de rivier. Anderzijds zijn er gebieden met dezelfde functie als GOG's in combinatie met inwateringsconstructies. Hierdoor stroomt het water binnen in deze gebieden bij normaal getij, en wordt een gecontroleerd gereduceerd getij (GGG) gecreëerd wordt in het gebied, waardoor getijdennatuur gecreëerd wordt in het gebied (Cox *et al.*, 2006) (Maris *et al.*, 2007) . In het GOG met GGG wordt dagelijks sediment geïmporteerd met het water. Op lange termijn zal dit leiden tot de verhoging van het bodempeil in de polder.

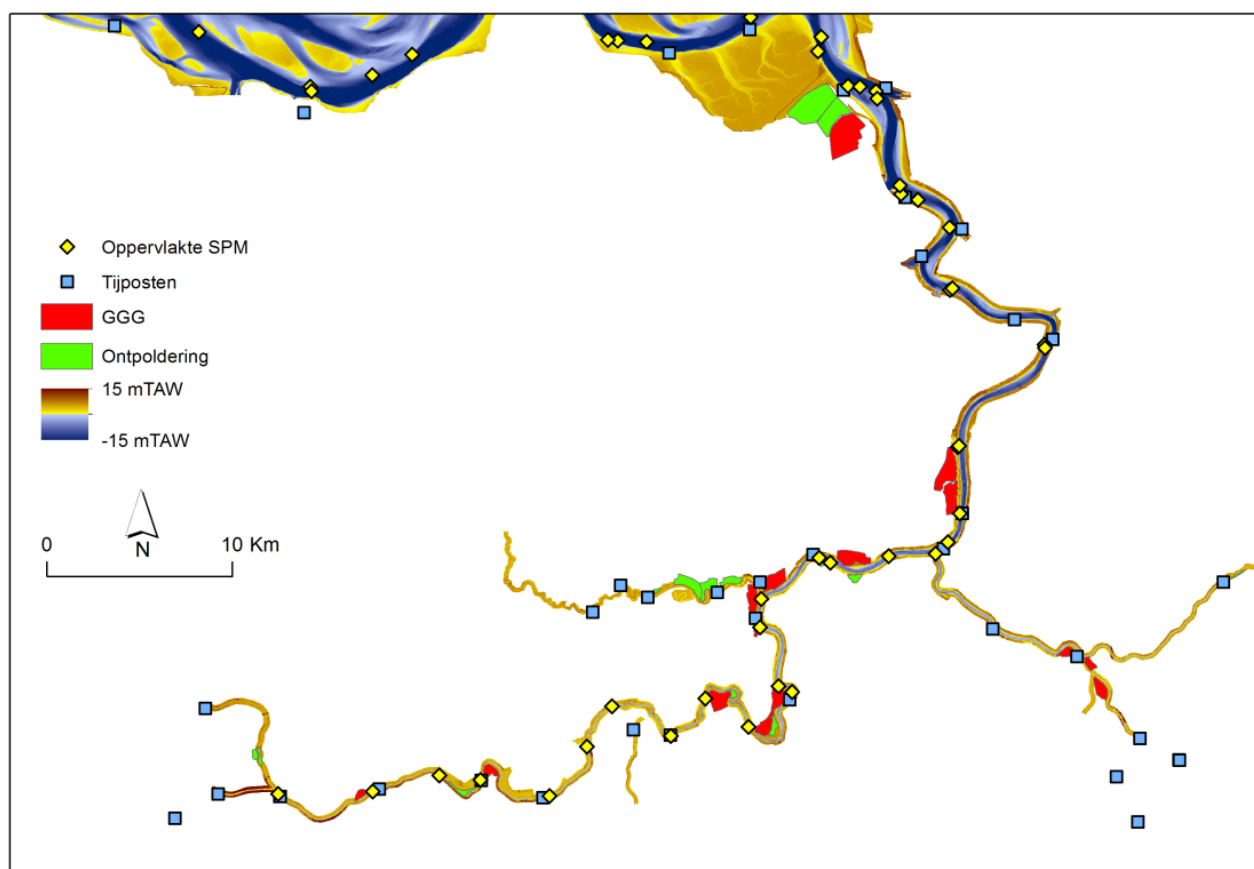
Naast de GOG's, zonder en met GGG, worden ook ontpolderingen ingericht. Deze geven meer ruimte aan de rivier. Deze ontpolderingen worden eveneens dagelijks overstroomd en vangen sediment op. Het bodempeil van deze gebieden zal op lange termijn eveneens verhogen. Binnen het project 'Integraal Plan Boven-Zeeschelde' werd een inschatting gemaakt van de toename van het bodempeil in de GOG's met GGG en de ontpolderingen tegen het jaar 2050. Een uitgebreide beschrijving van deze inschatting wordt gegeven in (Smolders *et al.*, 2017).

Figuur 5 geeft een kaart van de Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren weer, met situering van de bestaande en geplande GOG's met GGG, evenals de meetposten van waterpeilen en oppervlakte SPM.

Tabel 1 en Tabel 2 geven respectievelijk voor de ontpolderingen en GOG met GGG het huidige gemiddelde bodempeil en het gemodelleerde bodempeil voor 2050 weer.

Het verhogen van het bodempeil in deze gebieden is in het model geïmplementeerd enerzijds door middel van aanpassing van de dwarsdoorsneden voor de gebieden gemodelleerd als parallelle takken, en anderszijds door middel van aanpassing van de oppervlakte/hoogte-relatie voor de gebieden gemodelleerd als reservoir.

Figuur 5 – Situering bestaande en geplande GOG met GGG, ontpolderingen en meetposten



Rood: GOG met GGG; groen: ontpoldering; gele ruit: meetposten oppervlakte SPM; blauw vierkant: meetposten getij

Tabel 1 – Overzicht van het gemiddelde bodempeil (Z_0) van de ontpoldering en het gemodelleerd bodempeil in 2050 (Z_{2050})

Ontpoldering	Z_0 [m TAW]	Z_{2050} [mTAW]
Hedwigepolder	4.20	4.72
Prosperpolder	3.82	4.51
Groot Schoor	2.98	4.51
Stort van Hingene	5.00	5.67
Grote Wal	5.09	6.12
Uiterdijk	5.09	5.76
Wijmeers (deel 2)	4.26	4.84
Heusden	4.91	5.44
Zandput Melle	3.50	4.43
Groot Broek	4.84	5.55
Klein Broek	5.11	6.02
Polder van Waasmunster	5.50	6.29
Potpolder I	5.42	6.28
Anderstadt afwaarts	5.34	5.98

Tabel 2 – Overzicht van het gemiddelde bodempeil (Z_0) van het GOG met GGG en het gemodelleerd bodempeil in 2050 (Z_{2050})

GOG met GGG	Z_0 [mTAW]	Z_{2050} [mTAW]
Doelpolder	3.00	3.64
KBR-Kruibeekse polder	1.38	2.79
KBR-Bazelse polder	2.04	2.46
Schouselbroek	2.18	3.25
Tielrodebroek	2.76	3.00
Lippenbroek	2.65	3.11
Zwijn	2.39	2.91
Wal	2.90	3.19
Vlassenbroek noord	2.58	2.92
Bergenmeersen	4.25	4.78
Ham	4.28	5.04
De Bunt	3.06	3.48
Bovenzanden	4.44	4.97
Grote Vijver noord	2.80	3.75
Zennegat	3.64	3.91

4.3 Meest Wenselijk Alternatief-2025

In het referentiemodel voor 2050 worden de gebieden zoals gepland in het Meest Wenselijk Alternatief (MWeA) tot 2025 geïmplementeerd. Waar mogelijk wordt het meest recente inrichtingsvoorstel gebruikt. Volgende paragrafen geven een korte beschrijving van de inrichting per gebied.

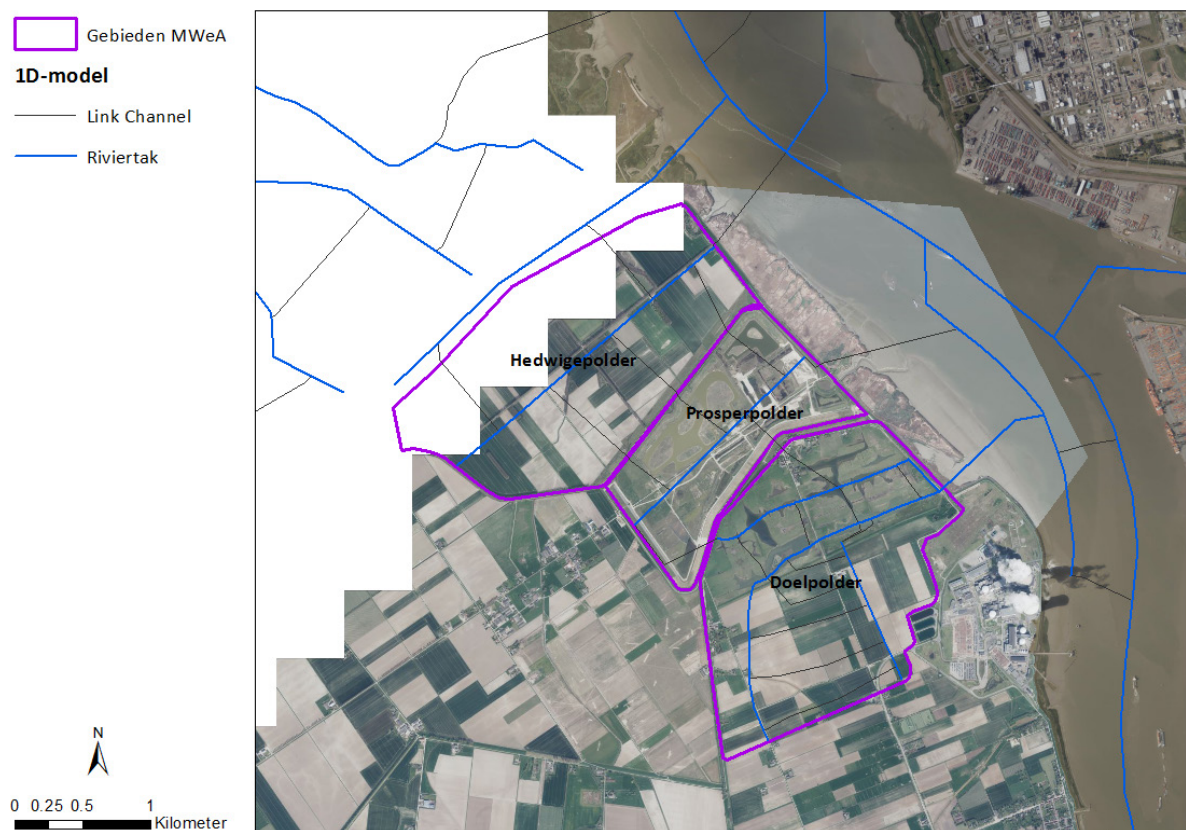
4.3.1 Hedwigepolder

Hedwigepolder zal ontpolderd worden in 2050 (Figuur 6). Dit gebied is opgenomen in het model als parallelle tak, verbonden met de Zeeschelde door middel van een 'link channel'. Het drempelpeil van het 'link channel' ligt op het bodempeil van de toekomstige bres. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +4,20 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 1: TAW +4,72 m

Figuur 6 – Situering Hedwigepolder, Prosperpolder en Doelpolder



4.3.2 Prosperpolder

Prosperpolder zal ontpolderd worden in 2050 (Figuur 6). Dit gebied is opgenomen in het model als parallelle tak, verbonden met de Zeeschelde door middel van een 'link channel'. Het drempelpeil van het 'link channel' ligt op het bodempeil van de toekomstige bres. Hedwigepolder en Prosperpolder zijn onderling met elkaar verbonden door bressen, die geïmplementeerd zijn door middel van 'link channels'. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +3,82 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 1: TAW +4,51 m

4.3.3 Doelpolder

Doelpolder zal ingericht worden met gecontroleerd gereduceerd getij (Figuur 6). Dit gebied zal geen GOG-werking kennen. De dijkhoogte tussen Doelpolder en de Zeeschelde blijft op TAW +11 m. Er kan enkel water in het gebied stromen via inwateringskokers (Tabel 3). Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +3,00 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +3,64 m

Tabel 3 – In- en uitwateringskokers GGG Doelpolder (Coen *et al.*, 2014)

Structuur	Peil (m TAW)	Aantal kokers	Breedte*hoogte (m)	Herkomst gegevens
Uitwatering	+0.0	11	3*2.2	Ontwerp
Inwatering	+3.3	11	2.6*2.2	Ontwerp

4.3.4 Fort Filips

Ter hoogte van Fort Filips wordt de dijk verplaatst zodat een klein gebied terug aan het estuarium gegeven wordt. Er worden schanskorven in de rivierbedding geplaatst voor de aanleg van nieuwe slikken en schorren.

In het model zijn de dwarsdoorsneden van de Zeeschelde ter hoogte van deze ingrepen aangepast.

4.3.5 Burchtse Weel

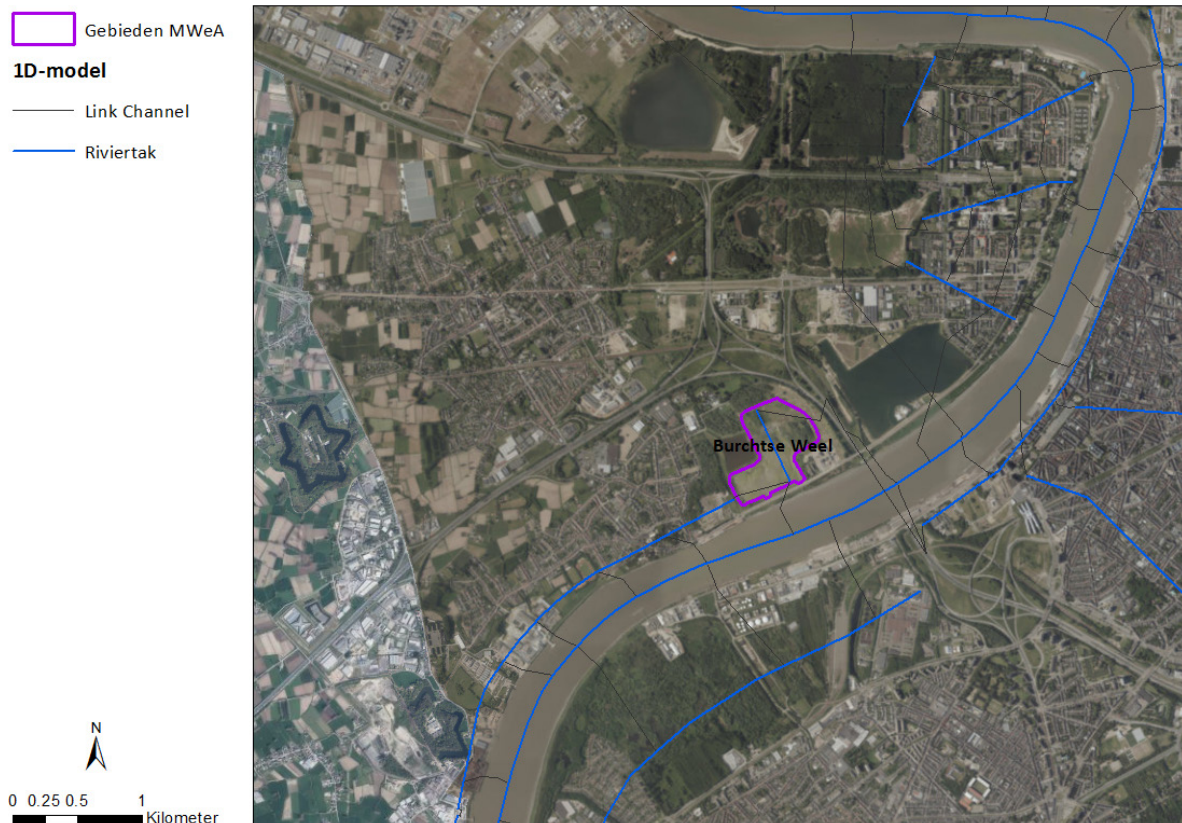
Burchtse Weel is een bestaande aantakking (Figuur 7). Water van de Schelde stroomt in en uit het gebied door vier in- en uitwateringskokers (Tabel 4).

Het bodempeil van het gebied werd niet aangepast voor 2050.

Tabel 4 – In- en uitwateringskokers Burchtse Weel

Structuur	Peil (m TAW)	Aantal kokers	Breedte*hoogte (m)	Herkomst gegevens
In-/Uitwatering	-0.3	4	1.5*3.0	Plan

Figuur 7 – Situering Burchtse Weel



4.3.6 KBR – Kruibeekse, Bazelse en Rupelmondse Polder

De Kruibeekse Polder en de Bazelse Polder zijn ingericht als GOG met GGG (Figuur 8). De Rupelmondse Polder is ingericht als GOG met overloopdijkhoogte op TAW +6,80 m. De gebieden zijn opgenomen in het model als reservoir. De overloopdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overloopdijkhoogte. Een overzicht van de in- en uitwateringsstructuren worden gegeven in Tabel 5. Voor de Kruibeekse Polder en Bazelse Polder werd het bodempeil aangepast op basis van de resultaten van het sedimentatiemodel:

Kruibeekse Polder

Huidig (2013) bodempeil: TAW +1,38 m

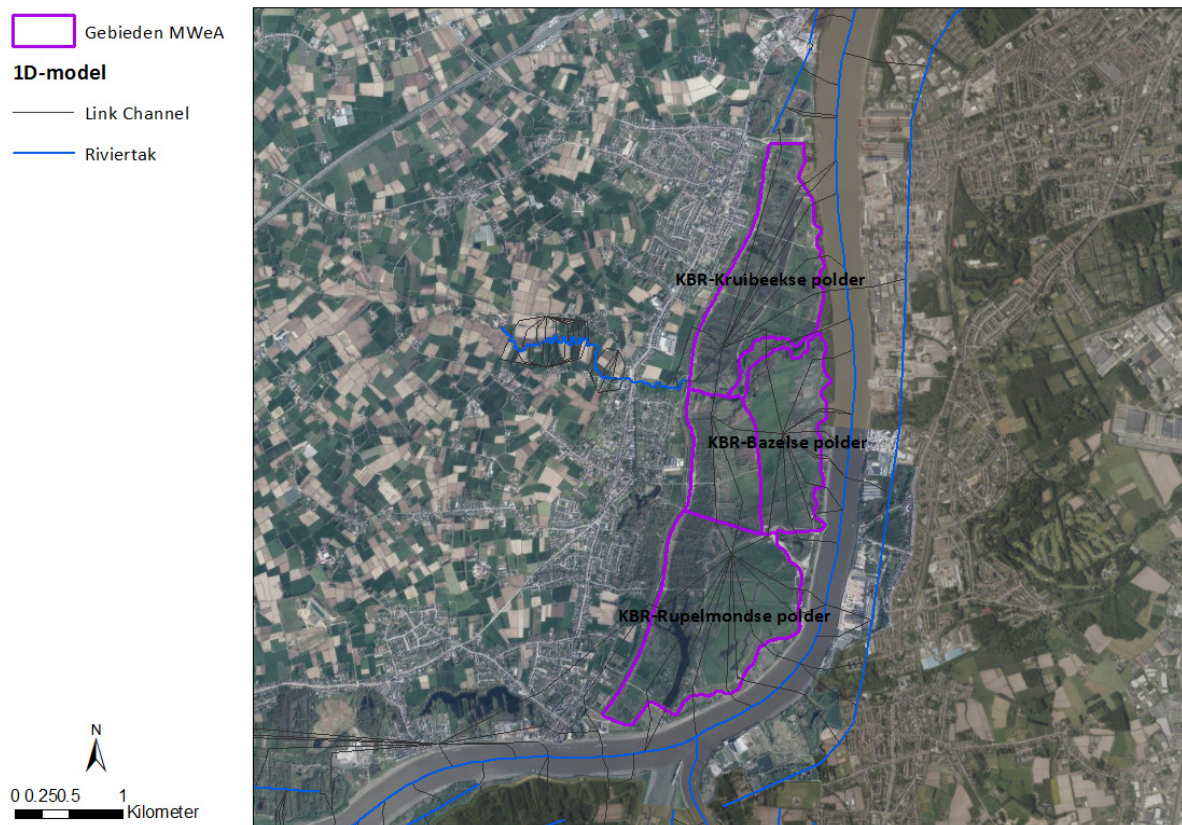
Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +2,79 m

Bazelse Polder

Huidig (2013) bodempeil: TAW +2,04 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +2,46 m

Figuur 8 – Situering KBR



Tabel 5 – Inrichting GOG-GGG KBR obv ontwerpplannen

	Kruibeekse polder	Bazelse polder	Rupelmondse polder
Overlooptdijkgte	TAW +6.80 m	TAW +6.80 m	TAW +6.80 m
Overlooptdijlgte	~1300 m	~1500 m	~1800 m
GOG-uitwatering	15 kokers op TAW +0.50 m	noord: 5 kokers op TAW +0.50 m midden: 5 kokers op TAW +0.50 m zuid: 2 kokers op TAW +0.50 m	noord: 6 kokers op TAW +0.80 m zuid: 9 kokers op TAW +0.90 m kreek: 3 kokers op TAW +1.00 m
GGG-inwatering	drempelpeil op TAW +4.00 m 15 kokers op TAW +4.20 m	drempelpeil op TAW +4.00 m noord: 1 koker op TAW +4.20 m midden: 2 kokers op TAW +4.20 m	

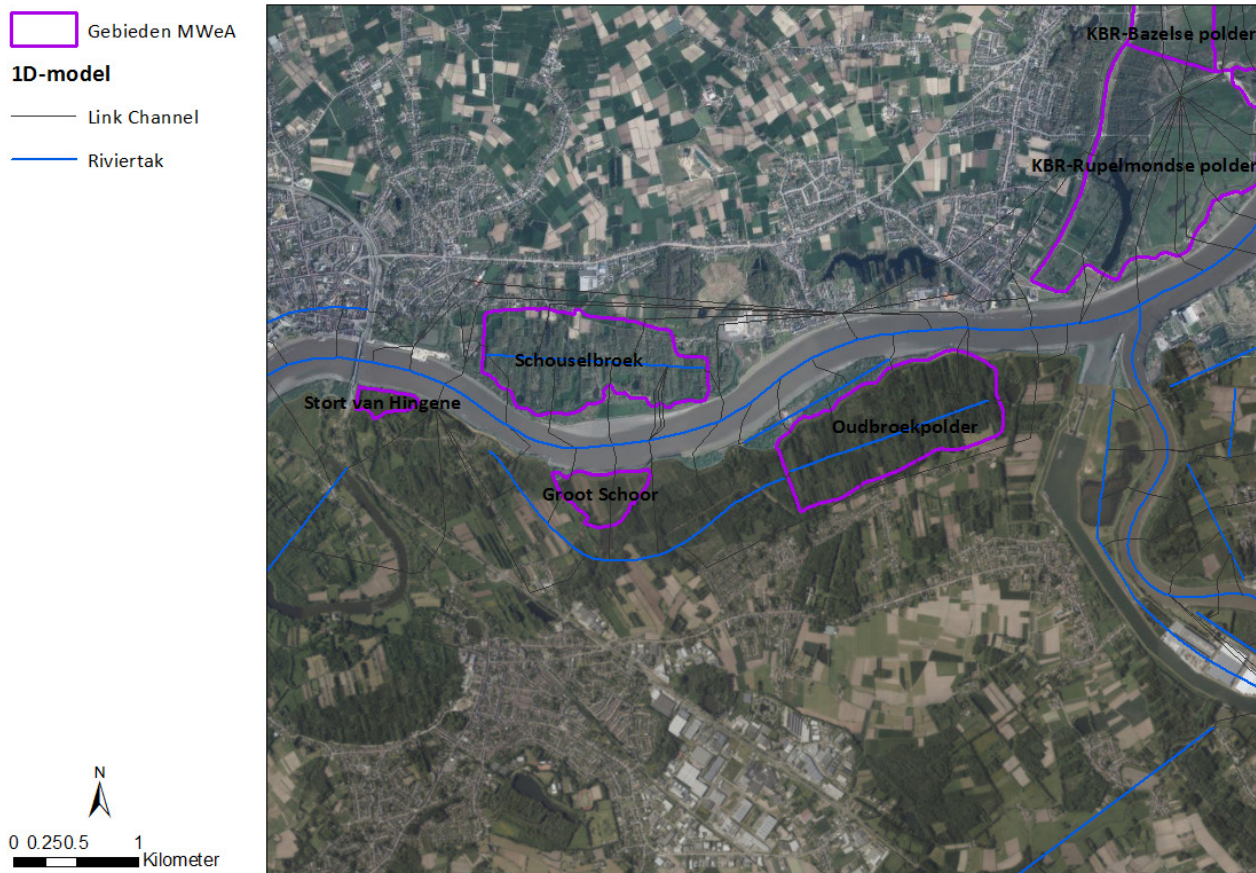
4.3.7 Oudbroekpolder

Oudbroekpolder zal ingericht worden als GOG (Tabel 6 en Figuur 9). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overloopdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overloopdijkhoogte.

Tabel 6 – Inrichting GOG Oudbroekpolder obv inrichtingsvoorstel

	Oudbroek- en Schellandpolder
Overloopdijkhoogte	TAW +6.85 m
Overloopdijk lengte	~1970 m
GOG-uitwatering	12 kokers op TAW +0.25 m

Figuur 9 – Situering Oudbroekpolder, Schouselbroek, Groot Schoor en stort van Hingene



4.3.8 Schouselbroek

Schouselbroek zal ingericht worden als GOG met GGG (Tabel 7 en Figuur 9). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte. De in- en uitwateringsconfiguratie is gebaseerd op het meest recente inrichtingsvoorstel. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +2,18 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +3,25 m

Tabel 7 – Inrichting GOG-GGG Schouselbroek obv inrichtingsvoorstel

	Schouselbroek
Overlooppdijkhoogte	TAW +6.80 m
Overlooppdijklengte	~2000 m
GOG-uitwatering	9 kokers op TAW +0.50 m
GGG-inwatering	drempelpeil op TAW + 4.00 2 kokers op TAW +4.45 m +7 kokers op TAW +4.60 m

4.3.9 Ontpoldering Groot Schoor

Het Groot Schoor nabij Bornem zal ingericht worden als ontpoldering (Tabel 8 en Figuur 9). Het gebied is in het model opgenomen als reservoir. Dit wordt verbonden met de Zeeschelde door middel van een link channel met drempelpeil op hoogte van de bodem van de geplande bres. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +2,98 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 1: TAW +4,51 m

Tabel 8 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Groot Schoor

	Groot Schoor
Inrichting	Ontpoldering via lokale dijkverlaging in huidige Scheldedijk
Bresbreedte	~44 m
Bodempeil bres	TAW +0,11 m

4.3.10 Ontpoldering Stort van Hingene

Het stort van Hingene zal ingericht worden als ontpoldering (Figuur 9). Dit gebied was niet opgenomen in het model. Omwille van de beperkte oppervlakte van het gebied, en daardoor de beperkte invloed op het waterpeil in de Zeeschelde werd de ontpoldering niet geïmplementeerd in het 1D-model.

4.3.11 Tielrodebroek

Tielrodebroek is een bestaand GOG (Figuur 10 en Tabel 9). Gepland wordt om dit in te richten met GGG. Hiervoor is echter nog geen inrichtingsvoorstel opgemaakt. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte. De configuratie in- en uitwateringskokers werd ingeschat op basis van de berekende configuratie voor GGG De Bunt (zie Tabel 9). Dit gebied is geïmplementeerd als parallelle tak. De hoogte van het bodempeil in het gebied werd aangepast.

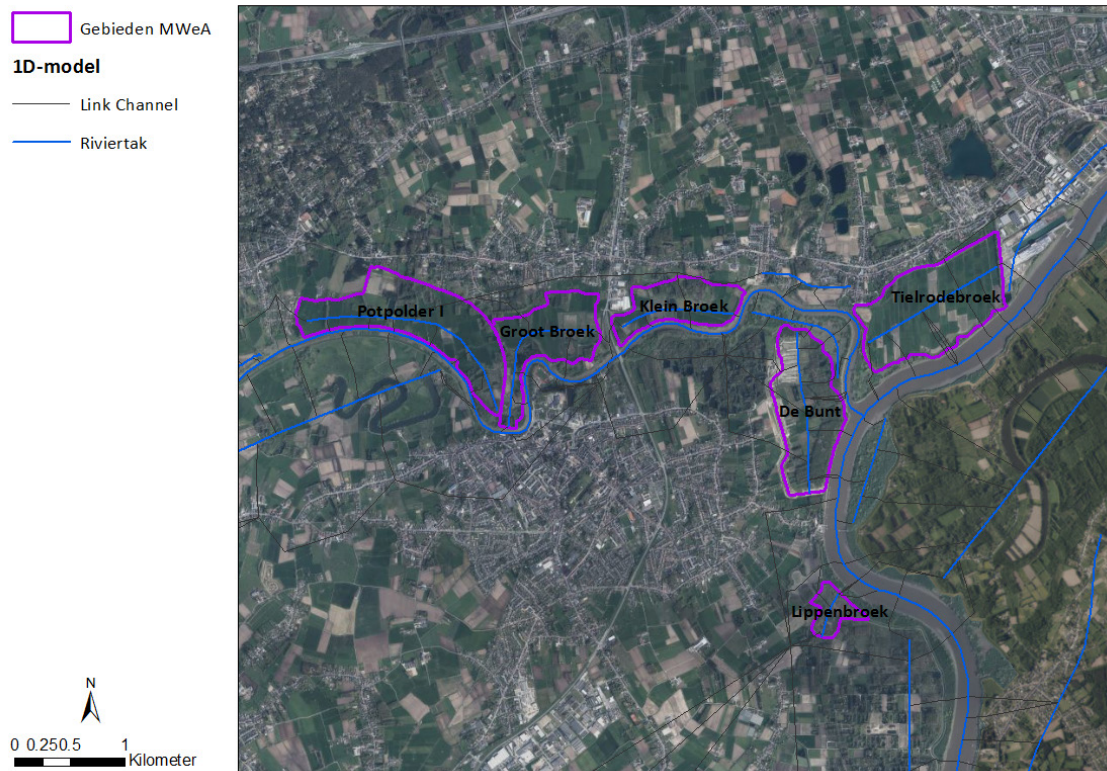
Huidig (2013) bodempeil: TAW +2,76 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +3,00 m

Tabel 9 – Inrichting GOG-GGG Tielrodebroek

	Tielrodebroek
Overlooppdijkhoogte	TAW +6.75-6.85 m
Overlooppdijklengte	~800 m
GOG-uitwatering	2 kokers op TAW +2.78 m
GGG-inwatering	drempelpeil op TAW + 4.00 m 6 kokers op TAW +4.50 m

Figuur 10 – Situering Tielrodebroek, De Bunt, Klein Broek, Groot Broek, Potpolder I en Lippenbroek



4.3.12 De Bunt

De Bunt zal ingericht worden als GOG met GGG (Figuur 10 en Tabel 10). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte. De in- en uitwateringsconfiguratie is gebaseerd op het meest recente inrichtingsvoorstel. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +3,06 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +3,48 m

Tabel 10 – Inrichting GOG-GGG De Bunt obv inrichtingsvoorstel

	De Bunt
Overlooppdijkhoogte	TAW +6.80 m
Overlooppdijklengte	~920 m
GOG-uitwatering Noord	6 kokers op TAW +0.8 m
Zuid	2 kokers op TAW +0.8 m
GGG-inwatering	drempelpeil op TAW + 4.00 3 kokers op TAW +4.4 m + 2 kokers op TAW +4.6 m

4.3.13 Ontpoldering Klein Broek en Groot Broek

Klein Broek en Groot Broek zullen ingericht worden als ontpoldering (Figuur 10 en Tabel 11). Deze gebieden zijn in het model opgenomen als parallelle takken. Deze worden verbonden met de Zeeschelde door middel van een link channel met drempelpeil op hoogte van de bodem van de geplande bressen op TAW +4,00 m. Het bodempeil in de gebieden wordt aangepast:

Groot Broek

Huidig (2013) bodempeil: TAW +4,84 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 1: TAW +5,55 m

Klein Broek

Huidig (2013) bodempeil: TAW +5,11 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 1: TAW +6,02 m

Tabel 11 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Klein Broek en Groot Broek

	Klein Broek	Groot Broek
Inrichting	Ontpoldering via lokale dijkverlaging in huidige Durmedijk + afgraven van bestaande dijk	Ontpoldering via lokale dijkverlaging in huidige Durmedijk + afgraven van bestaande dijk
Dijkhoogte na afgraven	TAW +6.50 m	TAW +6.50 m
Aantal bressen	2	2
Bresbreedte	~100 m	~100 m
Bodempeil bres	TAW +4.00 m	TAW +4.00 m

4.3.14 Potpolder I

Potpolder I is een bestaand GOG en zal ingericht worden als ontpoldering (Figuur 11 en Tabel 12). Het gebied is in het model opgenomen als parallelle tak. Deze wordt verbonden met de Zeeschelde door middel van een link channel met drempelpeil op hoogte van de bodem van de geplande bressen. Voor dit gebied werd nog geen inrichtingsvoorstel opgemaakt. De bressen worden ingeschat op basis van het inrichtingsvoorstel voor Klein Broek en Groot Broek. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

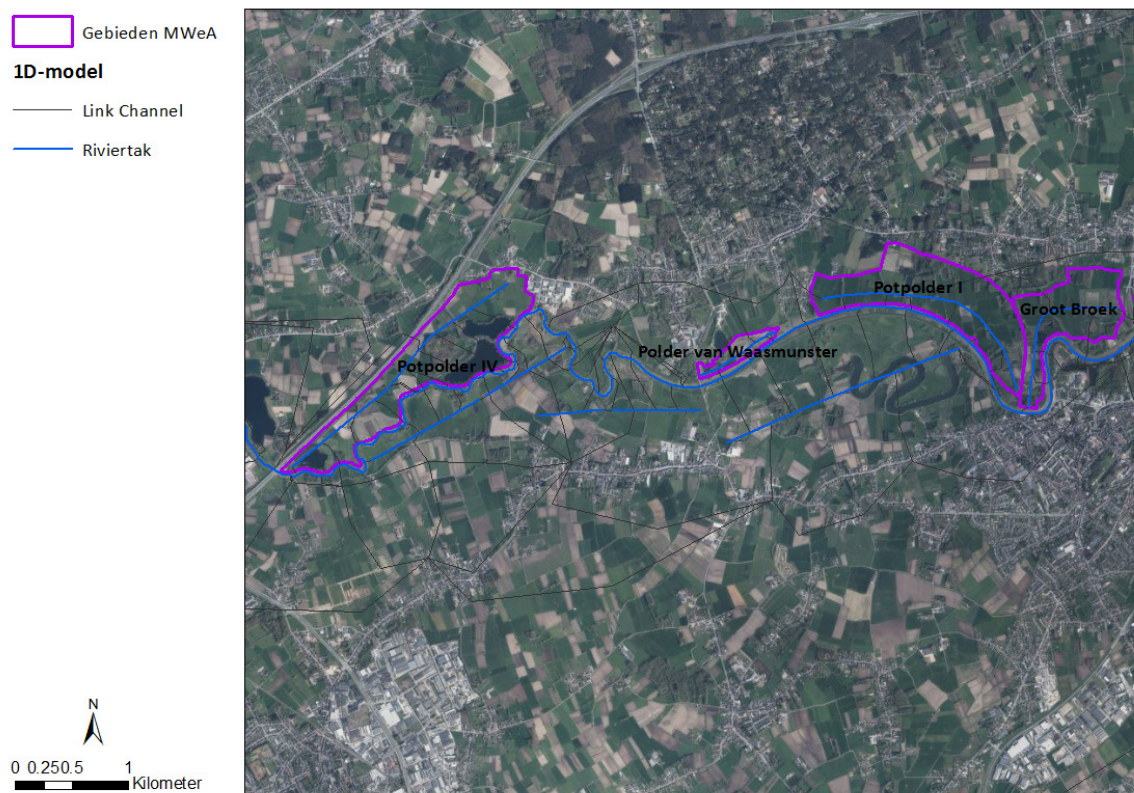
Huidig (2013) bodempeil: TAW +5,42 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 1: TAW +6,28 m

Tabel 12 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Potpolder I

	Potpolder I
Inrichting	Ontpoldering via lokale dijkverlaging in huidige Durmedijk + afgraven van bestaande dijk
Dijkhoogte na afgraven	TAW +6.50 m
Aantal bressen	3
Bresbreedte	~100 m
Bodempeil bres	TAW +4.00 m

Figuur 11 – Situering Potpolder I, Polder van Waasmunster en Potpolder IV



4.3.15 Polder van Waasmunster

Polder van Waasmunster zal ingericht worden als ontpoldering (Figuur 11 en Tabel 13). Het gebied is in het model opgenomen als parallelle tak. Deze wordt verbonden met de Zeeschelde door middel van een link channel met drempelpeil op hoogte van de bodem van de geplande bressen. Voor dit gebied werd nog geen inrichtingsvoorstel opgemaakt. De bressen worden ingeschat op basis van het inrichtingsvoorstel voor Klein Broek en Groot Broek. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +5,50 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 1: TAW +6,29 m

Tabel 13 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Polder van Waasmunster

	Polder van Waasmunster
Inrichting	Ontpoldering via lokale dijkverlaging in huidige Durmedijk + afgraven van bestaande dijk
Dijkhoogte na afgraven	TAW +6.50 m
Aantal bressen	1
Bresbreedte	~100 m
Bodempeil bres	TAW +4.00 m

4.3.16 Potpolder IV

Potpolder IV is een bestaand GOG en blijft deze functie behouden (Figuur 11 en Tabel 14). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte.

Tabel 14 – Inrichting GOG Potpolder IV

	Potpolder IV
Overlooppdijkhoogte	TAW +6.8 – 7.5 m
Overlooppdijklengte	~3000 m
GOG-uitwatering	1 koker op TAW +3.86 m

4.3.17 Lippenbroek

Lippenbroek is een bestaand GOG met GGG en blijft deze functie behouden (Figuur 10 en Tabel 15). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +2,65 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +3,11 m

Tabel 15 – Inrichting GOG-GGG Lippenbroek

	Lippenbroek
Overlooppdijkhoogte	TAW +6.80 m
Overlooppdijklengte	~50 m
GOG-uitwatering	1 koker op TAW +1.61 m
GGG-inwatering	drempelpeil op TAW + 4.50 1 koker op TAW +5.3 m + 1 koker op TAW +5.0 m + 1 koker op TAW +4.7 m

4.3.18 Zwijn

Het gebied Zwijn zal ingericht worden als GOG met GGG (Figuur 12 en Tabel 16). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

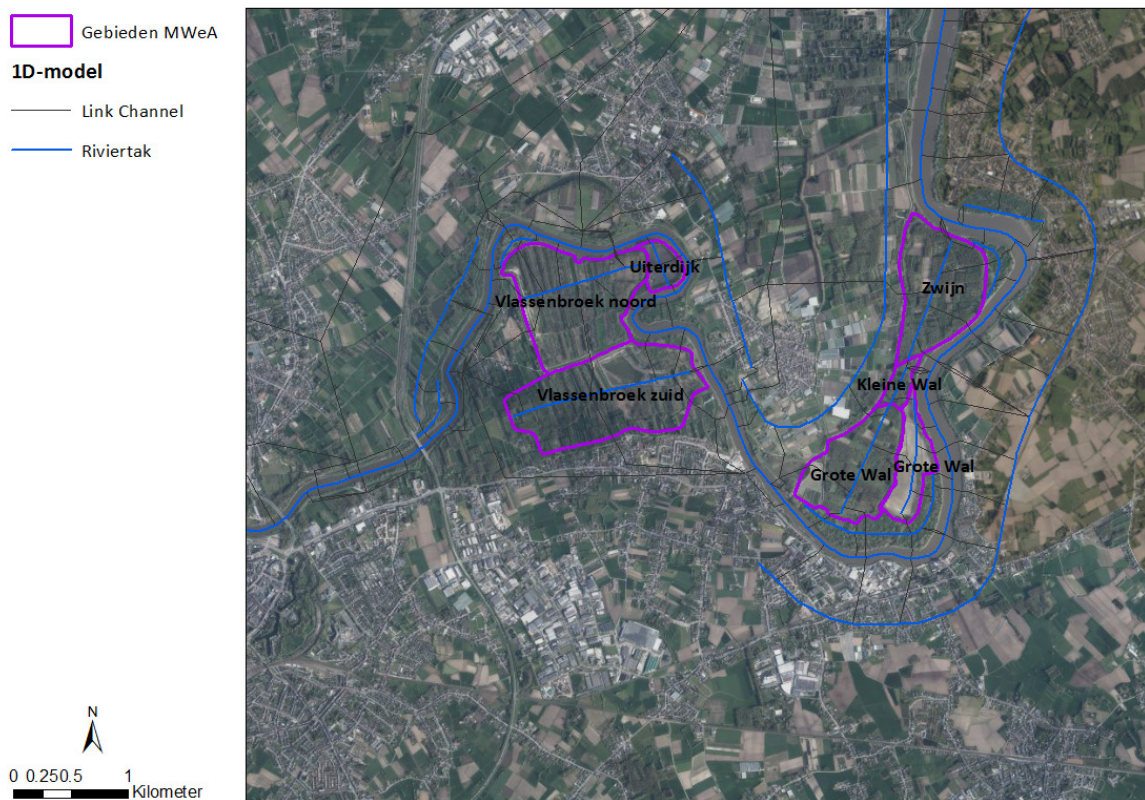
Huidig (2013) bodempeil: TAW +2,39 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +2,91 m

Tabel 16 – Inrichting GOG-GGG Zwijn obv inrichtingsvoorstel

	Zwijn
Overlooppdijkhoogte	TAW +6.70 m – 6.90 m
Overlooppdijk lengte	~1050 + 800 m
GOG-uitwatering	6 kokers op TAW +1.50 m
GGG-inwatering	drempelpeil op TAW + 4.00 1 koker op TAW +4.3 m + 2 kokers op TAW +4.6 m + 1 koker op TAW +4.8 m

Figuur 12 – Situering Zwijn, Grote Wal – Kleine Wal, Grote Wal, Uiterdijk, Vlassenbroek noord en Vlassenbroek zuid



4.3.19 Grote Wal – Kleine Wal

Grote Wal – Kleine Wal zal ingericht worden als GOG met GGG (Figuur 12 en Tabel 17). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +2,90 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +3,19 m

Tabel 17 – Inrichting GOG-GGG Grote Wal – Kleine Wal obv inrichtingsvoorstel

	Grote Wal – Kleine Wal
Overlooppdijkhoogte	TAW +6.70 m – 6.90 m
Overlooppdijklengte	~1600 + 650 m
GOG-uitwatering	6 kokers op TAW +1.50 m
GGG-inwatering	drempelpeil op TAW + 4.00 1 koker op TAW +4.3 m + 1 koker op TAW +4.5 m + 1 koker op TAW +4.6 m

4.3.20 Ontpoldering Grote Wal

Grote Wal is een bestaand GOG en zal ingericht worden als ontpoldering (Figuur 12 en Tabel 18). Het gebied is in het model opgenomen als parallelle tak. Deze wordt verbonden met de Zeeschelde door middel van een link channel met drempelpeil op hoogte van de bodem van de geplande bressen. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +5,09 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 1: TAW +6,12 m

Tabel 18 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Grote Wal

	Grote Wal
Inrichting	Ontpoldering via volledige afgraven huidige Scheldedijk tot maaiveld
Dijkhoogte na afgraven	TAW +4.65 m

4.3.21 Uiterdijk

Uiterdijk was een GOG tot december 2015 (Figuur 12 en Tabel 19). Na afgraven van de overlooppdijk tot TAW +5,65 m werd dit gebied reeds een ontpoldering. Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. Deze wordt verbonden met de Zeeschelde door middel van een link channel met drempelpeil op maaiveldhoogte. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +5,09 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 1: TAW +5,76 m

Tabel 19 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Uiterdijk

	Uiterdijk
Inrichting	Ontpoldering via volledige afgraven huidige Scheldedijk tot maaiveld
Dijkhoogte na afgraven	TAW +5.65 – 5.76 m

4.3.22 Vlassenbroek noord

Vlassenbroek noord zal ingericht worden als GOG met GGG (Figuur 12 en Tabel 20). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +2,58 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +2,92 m

Tabel 20 – Inrichting GOG-GGG Vlassenbroek noord obv inrichtingsvoorstel

	Vlassenbroek noord
Overlooppdijkhoogte	TAW +6.50 m – 7.00 m
Overlooppdijklengte	~1700 + 700 m
GOG-uitwatering	8 kokers op TAW +0.50 m
GGG-inwatering	drempelpeil op TAW + 4.00 m 1 koker op TAW +4.3 m + 4 kokers op TAW +4.6 m + 2 kokers op TAW +4.9 m
Compartimentering Vlassenbroek zuid	TAW +6,50 m

4.3.23 Vlassenbroek zuid

Vlassenbroek zuid zal ingericht worden als GOG (Figuur 12 en Tabel 21). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte.

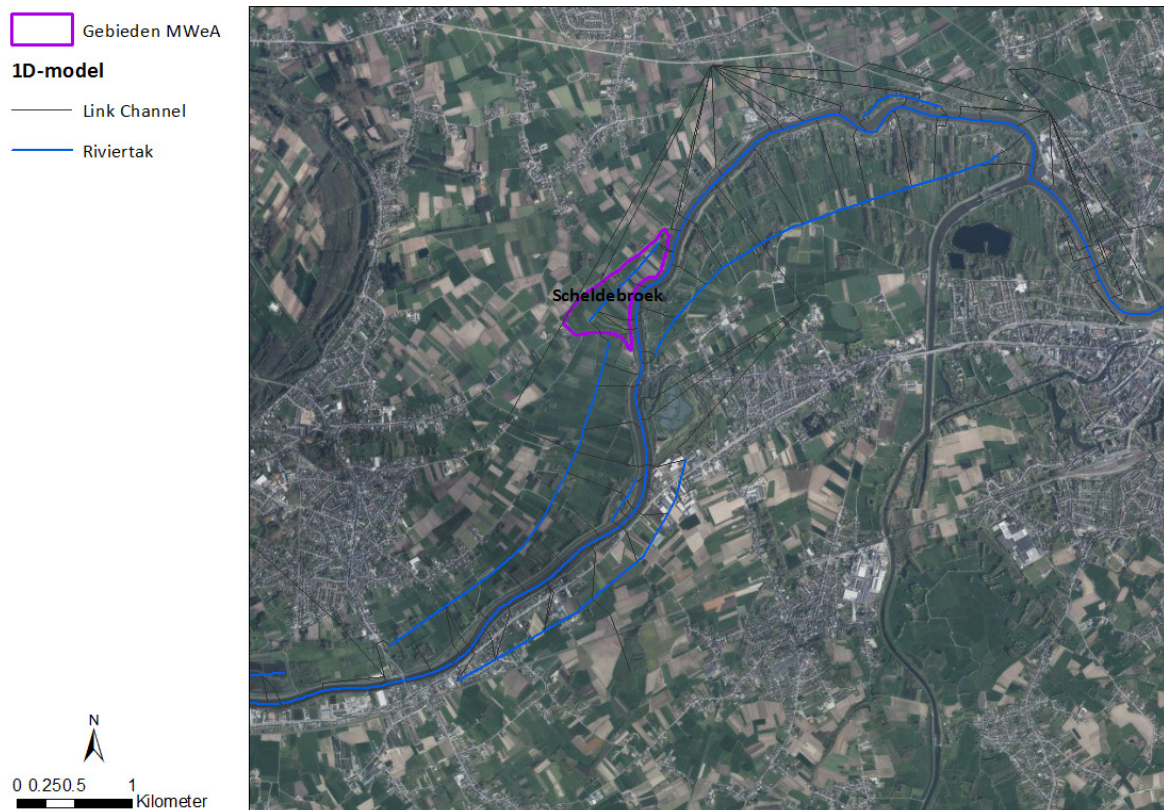
Tabel 21 – Inrichting GOG Vlassenbroek zuid obv inrichtingsvoorstel

	Vlassenbroek zuid
Overlooppdijkhoogte	TAW +6.90 m
Overlooppdijk lengte	~850 m
GOG-uitwatering	10 kokers op TAW +1,70 m

4.3.24 Scheldebroek

Scheldebroek is een bestaand GOG (Figuur 13 en Tabel 22). Dit gebied is geïmplementeerd in het model als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte. De inrichting van dit gebied blijft ongewijzigd in 2050.

Figuur 13 – Situering Scheldebroek



Tabel 22 – Inrichting GOG Scheldebroek

	Scheldebroek
Overloophoogte	TAW +6.25 – 6.30 m
Overloophoogtelengte	~1100 m
GOG-uitwatering	1 koker op TAW +2.42 m + 1 koker op TAW +2.45 m

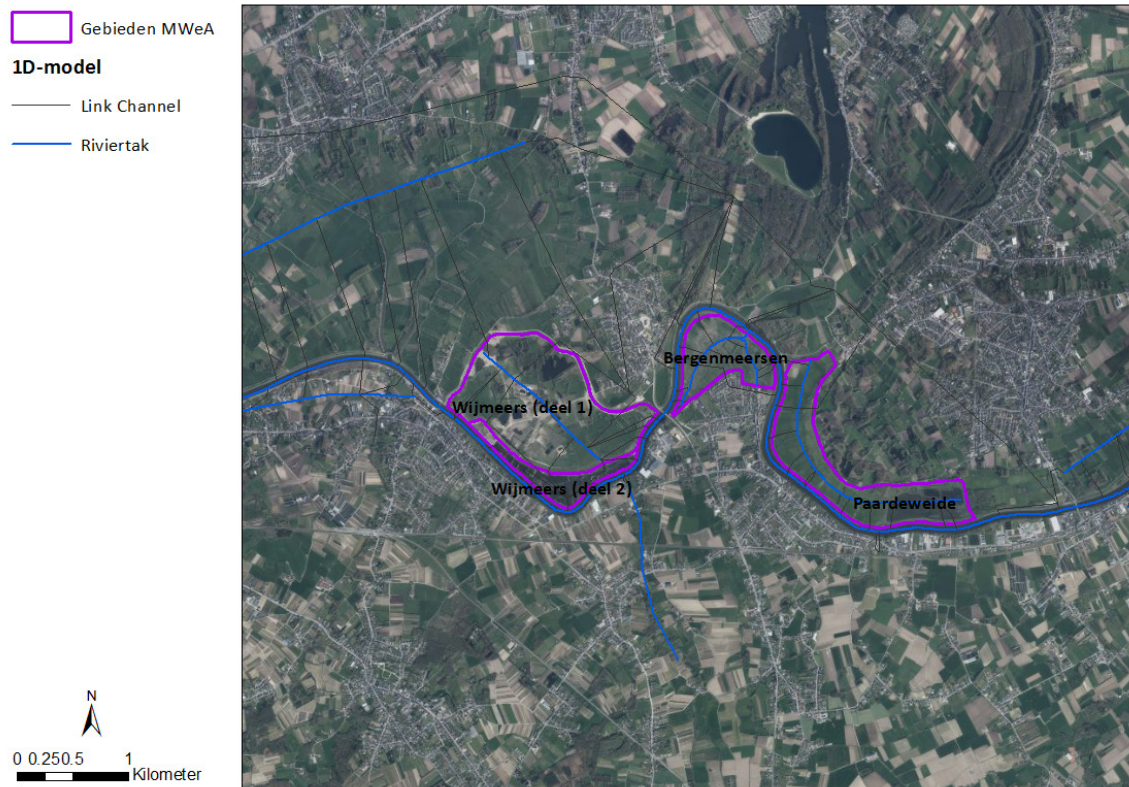
4.3.25 Paardeweide

Paardeweide is een bestaand GOG (Figuur 14 en Tabel 23). Dit gebied is geïmplementeerd in het model als parallelle tak. De overloophoogte is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overloophoogte. De inrichting van dit gebied blijft ongewijzigd in 2050.

Tabel 23 – Inrichting GOG Paardeweide

	Paardeweide
Overloophoogte	TAW +6.20 – 6.30 m
Overloophoogtelengte	~3000 m
GOG-uitwatering	5 koker op TAW +2.5 – 3.0 m + 2 koker op TAW +2.50 m

Figuur 14 – Situering Paardeweide, Bergenmeersen en Wijmeers



4.3.26 Bergenmeersen

Bergenmeersen is een bestaand GOG met GGG (Figuur 14 en Tabel 24). Dit gebied is geïmplementeerd in het model als parallelle tak. De overlooptdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooptdijkhoogte. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +4,25 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +4,78 m

Tabel 24 – Inrichting GOG-GGG Bergenmeersen

	Bergenmeersen
Overlooptdijkhoogte	TAW +6.30 – 6.40 m
Overlooptdijklengte	~2000 m
GOG-uitwatering	3 koker op TAW +2.5 – 3.0 m + 6 koker op TAW +2.70 m
GGG-inwatering	drempelpeil op TAW +4.20 m 3 kokers op TAW +4.20 m + 1 koker op TAW +4.35 m + 2 kokers op TAW +4.60 m

4.3.27 Wijmeers – deel 1

Wijmeers – deel 1 is ingericht als GOG (Figuur 14 en Tabel 25). Dit gebied bestaat uit twee delen met verschillende hoogte van overlooppdijk. Beide delen zijn gescheiden door een natuurlijke verhoging. Dit gebied is geïmplementeerd in het model als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte.

Tabel 25 – Inrichting GOG Wijmeers – deel 1

	Wijmeers – deel 1
Overlooppdijkhoogte	
Oost	TAW +6.80 m
West	TAW +7.10 m
Overlooppdijklengte	~1700 + 800 m
GOG-uitwatering	2 maal 6 kokers op TAW +2.75 m

4.3.28 Wijmeers – deel 2

Wijmeers – deel 2 is ingericht als ontpoldering (Figuur 14 en Tabel 26). Dit gebied is in het model opgenomen als reservoir, verbonden met de Zeeschelde door middel van een 'link channel' met drempelpeil op hoogte van het bodempeil van de bres. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +4,26 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 1: TAW +4,84 m

Tabel 26 – Inrichting ontpoldering Wijmeers – deel 2

	Wijmeers – deel 2
Inrichting	Ontpoldering via lokale dijkverlaging in huidige Scheldedijk
Aantal bressen	1
Bresbreedte	~20 m
Bodempeil bres	TAW +4.00 m

4.3.29 Ham

Ham zal ingericht worden als GOG met GGG (Figuur 15 en Tabel 27). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooptdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooptdijkhoogte. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

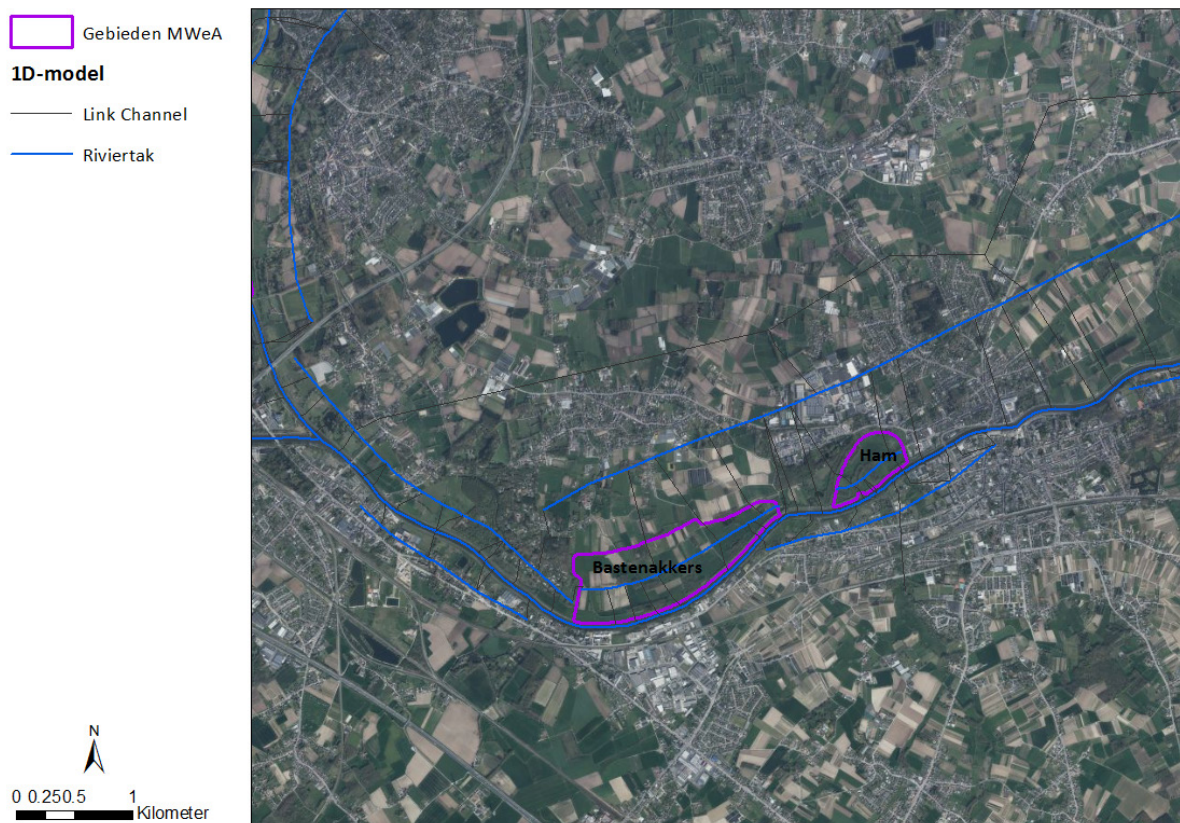
Huidig (2013) bodempeil: TAW +4,28 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +5,04 m

Tabel 27 – Inrichting GOG-GGG Ham obv inrichtingsvoorstel

	Ham
Overlooptdijkhoogte	TAW +6.80 m
Overlooptdijk lengte	~830 m
GOG-uitwatering	3 kokers op TAW +2.55 m
GGG-inwatering	drempelpeil op TAW + 4.40 3 kokers op TAW +4.4 m

Figuur 15 – Situering Ham en Bastenakkers



4.3.30 Bastenakkers

Bastenakkers zal ingericht worden als GOG (Figuur 15 en Tabel 28). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte.

Tabel 28 – Inrichting GOG Bastenakkers obv inrichtingsvoorstel

	Bastenakkers
Overlooppdijkhoogte	TAW +7.00 m
Overlooppdijklengte	~2120 m
GOG-uitwatering	3 + 3 kokers op TAW +2,55 m

4.3.31 Heusden

Het gebied Heusden is ingericht als ontpoldering (Figuur 16 en Tabel 29). Dit gebied is in het model opgenomen als reservoir, verbonden met de Zeeschelde door middel van een 'link channel' met drempelpeil op hoogte van het bodempeil van de bres. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

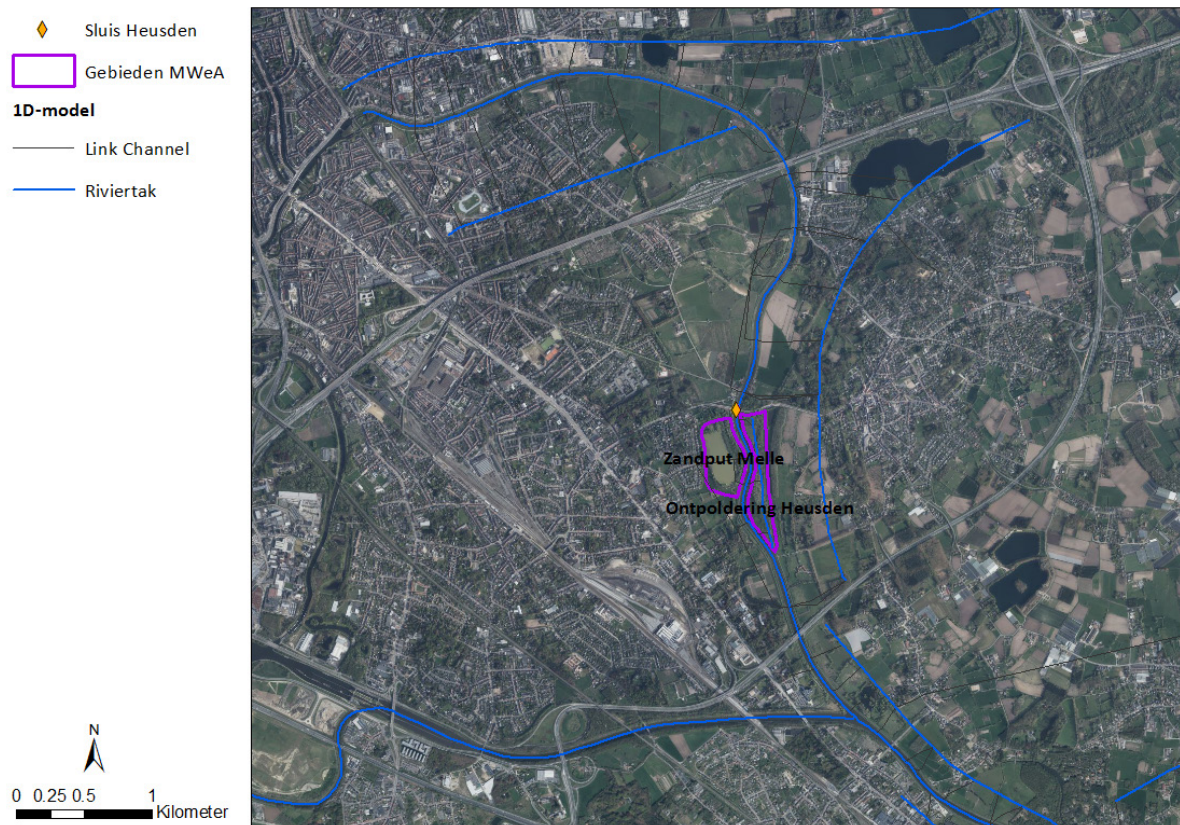
Huidig (2013) bodempeil: TAW +4,91 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 1: TAW +5,44m

Tabel 29 – Inrichting ontpoldering Heusden

	Heusden
Inrichting	Ontpoldering door afgraven Scheldedijk
Dijkhoogte na afgraven	TAW +5.2 – 5.4 m

Figuur 16 – Situering Heusden, Zandput Melle en sluis Heusden



4.3.32 Zandput Melle

Zandput Melle zal ingericht worden als ontpoldering (Figuur 16 en Tabel 30). Dit gebied is in het model opgenomen als reservoir, verbonden met de Zeeschelde door middel van een 'link channel' met drempelpeil op hoogte van het bodempeil van de bres. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +3,50 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 1: TAW +4,43 m

Tabel 30 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Zandput Melle

	Zandput Melle
Inrichting	Ontpoldering via lokale dijkverlaging in huidige Scheldedijk
Aantal bressen	1
Bresbreedte	~100 m
Bodempeil bres	TAW +4.50 m

4.3.33 Sluis Heusden

Ten noorden van ontpoldering Heusden en zandput Melle wordt een nieuwe sluis gepland (Figuur 16). Deze zal voorkomen dat het getij verder doorzet naar opwaarts op de getijdenarm. Naast de sluis zouden twee kokers een beperkte hoeveelheid water doorlaten om een werking analoog aan GGG te bekomen. Bij stormcondities met waterpeilen boven TAW +5,5 m zouden deze kokers gesloten worden. Dit is echter niet opgenomen in het model. De sluis zelf is geïmplementeerd in het model als een overlaat met drempel op TAW +8,0 m.

Tabel 31 – Inrichtingsvoorstel sluis Heusden

	Sluis Heusden
Drempelpeil overlaat sluis	TAW +8.0 m
Breedte sluis	~70 m
Doorlaatkokers sluis	1 kokers op TAW +4.35 m + 1 kokers op TAW +4.65 m

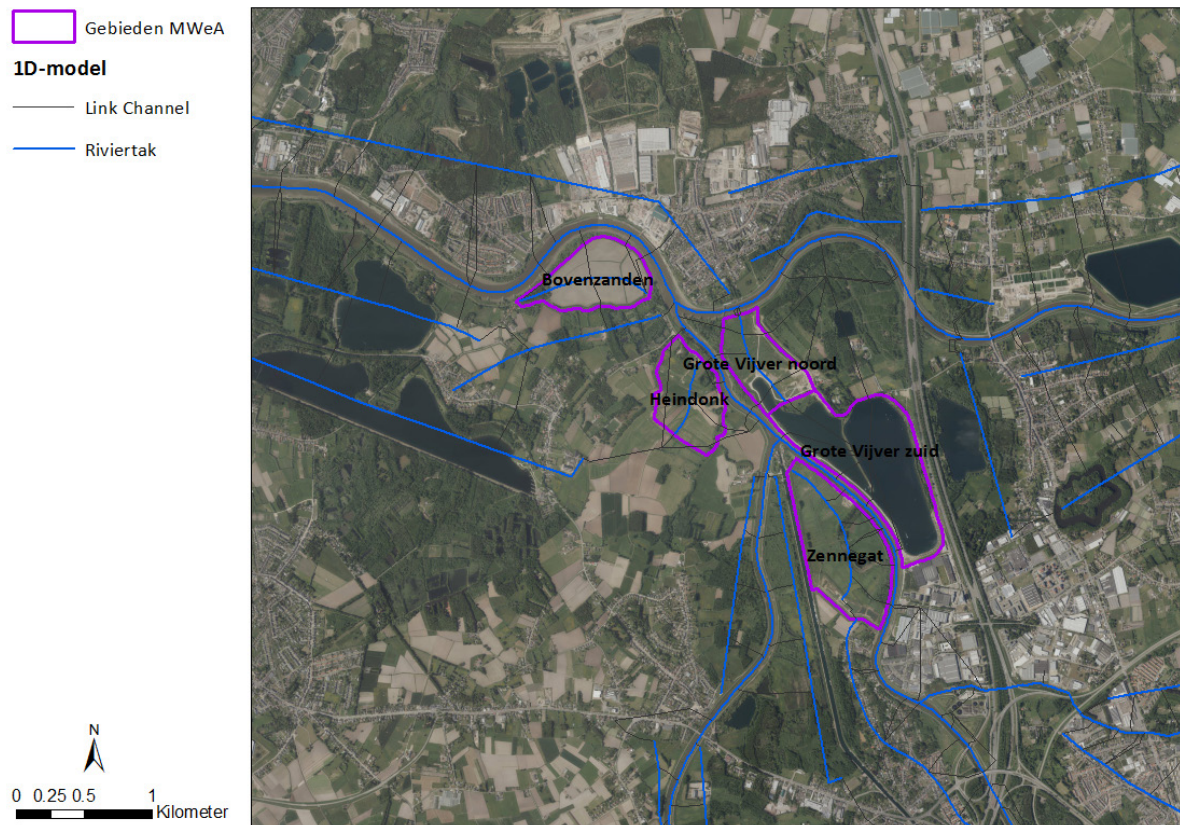
4.3.34 Bovenzanden

Bovenzanden is een bestaand GOG (Figuur 17 en Tabel 32). Gepland wordt om dit in te richten met GGG. Hiervoor is echter nog geen inrichtingsvoorstel opgemaakt. Dit gebied is geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte. De inrichting met GGG wordt niet opgenomen in het model

Tabel 32 – Inrichting GOG Bovenzanden

	Bovenzanden
Overlooppdijkhoogte	TAW +6.60-6.80 m
Overlooppdijklengte	~1600 m
GOG-uitwatering	2 kokers op TAW +2.95 m

Figuur 17 – Situering Bovenzanden, Grote Vijver noord, Grote Vijver zuid, Heindonk en Zennegat



4.3.35 Heindonk

Heindonk zal ingericht worden als GOG (Figuur 17 en Tabel 33). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overloordijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overloordijkhoogte.

Tabel 33 – Inrichting GOG Heindonk obv inrichtingsvoorstel

	Heindonk
Overloordijkhoogte	TAW +7.0 m
Overloordijk lengte	~350 m
GOG-uitwatering	2 kokers op TAW +1,00 m

4.3.36 Grote Vijver noord

Grote Vijver noord zal ingericht worden als GOG met GGG (Figuur 17 en Tabel 34). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +2,80 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +3,75 m

Tabel 34 – Inrichting GOG-GGG Grote Vijver noord obv inrichtingsvoorstel

	Grote Vijver noord
Overlooppdijkhoogte	TAW +6.50 m
Overlooppdijklengte	~650 m
GOG-uitwatering	4 kokers op TAW +1.20 m
GGG-inwatering	drempelpeil op TAW + 4.00 m 2 kokers op TAW +4.8 m + 2 kokers op TAW +4.9 m + 2 kokers op TAW +5.0 m

4.3.37 Grote Vijver zuid

Grote Vijver zuid zal ingericht worden als GOG (Figuur 17 en Tabel 35). Het gebied is in het model geïmplementeerd als reservoir. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte.

Tabel 35 – Inrichting GOG Grote Vijver zuid obv inrichtingsvoorstel

	Grote Vijver zuid
Overlooppdijkhoogte	TAW +7.0 m
Overlooppdijklengte	~1400 m
GOG-uitwatering	6 kokers op TAW +1.50 m

4.3.38 Zennegat

Zennegat zal ingericht worden als GOG met GGG (Figuur 17 en Tabel 36). Het gebied is in het model geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +3,64 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 2: TAW +3,91 m

Tabel 36 – Inrichting GOG-GGG Zennegat obv inrichtingsvoorstel

	Zennegat
Overlooppdijkhoogte	TAW +6.50 m
Overlooppdijklengte	~1400 m
GOG-uitwatering	5 kokers op TAW +2.00 m
GGG-inwatering	drempelpeil op TAW + 4.00 m 3 kokers op TAW +4.3 m

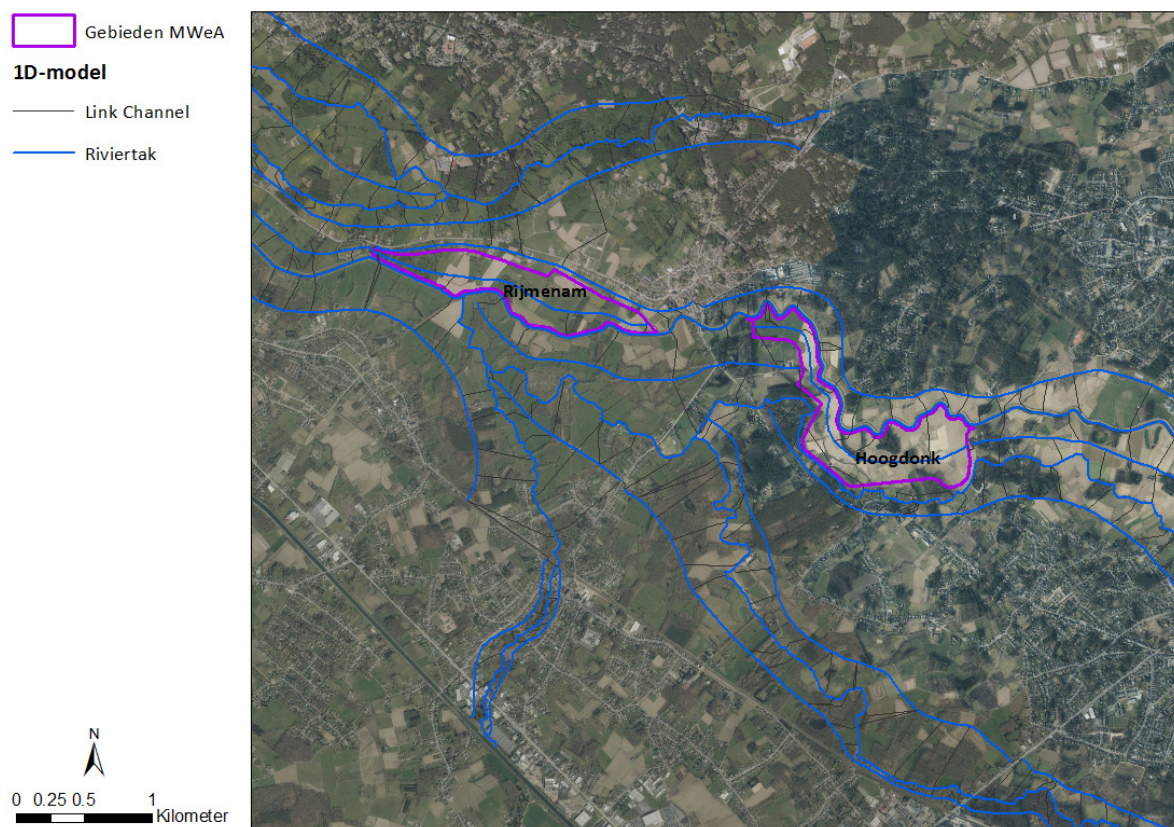
4.3.39 Rijmenam

Het gebied Rijmenam zal ingericht worden als GOG (Figuur 18 en Tabel 37). Het gebied is in het model geïmplementeerd als reservoir. De overlooppdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooppdijkhoogte.

Tabel 37 – Inrichting GOG Rijmenam obv inrichtingsvoorstel

	Rijmenam
Overlooppdijkhoogte	TAW +7.6 – 7.9 m
Overlooppdijklengte	~2400 m
GOG-uitwatering	2+2 kokers op TAW +5.50 m

Figuur 18 – Situering Rijmenam en Hoogdonk



4.3.40 Hoogdonk

Het gebied Hoogdonk zal ingericht worden als GOG (Figuur 18 en Tabel 38). Het gebied is in het model geïmplementeerd als reservoir. De overlooptdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooptdijkhoogte.

Tabel 38 – Inrichting GOG Hoogdonk obv inrichtingsvoorstel

	Hoogdonk
Overlooptdijkhoogte	TAW +8.2 – 8.45 m
Overlooptdijklengte	~2700 m
GOG-uitwatering	3+3 kokers op TAW +6.00 m

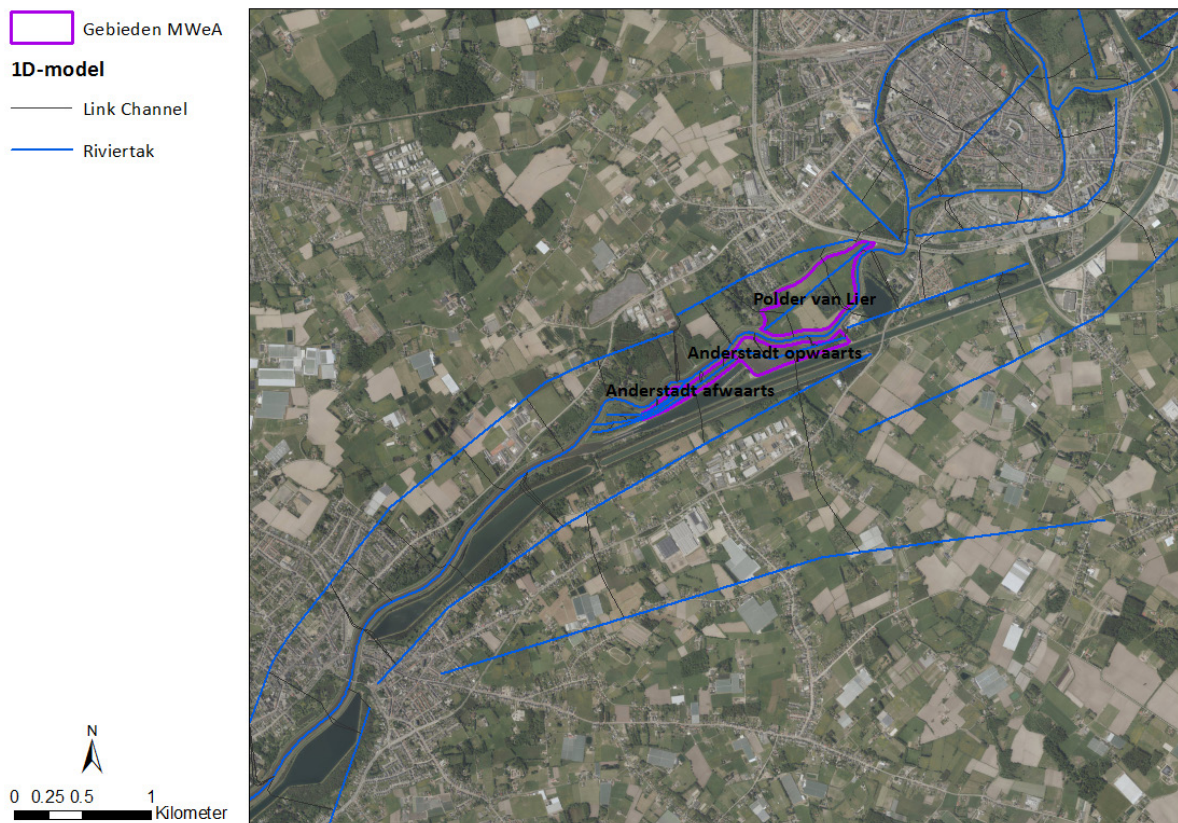
4.3.41 Polder van Lier

Polder van Lier is een bestaand GOG (Figuur 19 en Tabel 39). Gepland wordt het waterpeil in het GOG op te stuwen in het kader van de natuurdoelstellingen. Hiervoor worden schotbalken in de uitwateringssluizen geplaatst. Dit gebied is geïmplementeerd als parallelle tak. De overlooptdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooptdijkhoogte.

Tabel 39 – Inrichtingsvoorstel GOG Polder van Lier obv inrichtingsvoorstel

	Polder van Lier
Overlooptdijkhoogte	TAW +6.70-6.80 m
Overlooptdijklengte	~1550 m
GOG-uitwatering	Drempelpeil op TAW +3.15 m 2 kokers op TAW +4.15 m

Figuur 19 – Situering Polder van Lier, Anderstadt afwaarts en Anderstadt opwaarts



4.3.42 Anderstadt afwaarts

Anderstadt afwaarts is een bestaand GOG (Figuur 19 en Tabel 40). Gepland wordt dit gebied te ontpolderen door middel van een geul door het gebied. De geul is verbonden met de Nete door twee bressen in de Netedijk. Het overige gedeelte van de dijk blijft behouden op overlooptdijkhoogte. Dit gebied is geïmplementeerd in het model met drie parallelle takken die de geul, en de linker- en rechteroever van de geul voorstellen. Het bodempeil in het gebied wordt aangepast:

Huidig (2013) bodempeil: TAW +5,34 m

Bodempeil in 2050 volgens Tabel 1: TAW +5,98 m

Tabel 40 – Inrichtingsvoorstel ontpoldering Anderstadt afwaarts obv inrichtingsvoorstel

	Anderstadt afwaarts
Overlooptdijkhoogte	TAW +6.0-6.1 m
Overlooptdijklengte	~700 m
Aantakking geul – drempelpeil	TAW + 0.5 m

4.3.43 Anderstadt opwaarts

Anderstadt opwaarts is een bestaand GOG (Figuur 19 en Tabel 41). Dit gebied is geïmplementeerd in het model als parallelle tak. De overlooptdijk is in het model geïmplementeerd door middel van link channels waarvan het drempelpeil gelijk is aan de overlooptdijkhoogte. De inrichting van dit gebied blijft ongewijzigd in 2050.

Tabel 41 – Inrichting GOG Anderstadt opwaarts

	Anderstadt opwaarts
Overlooptdijkhoogte	TAW +6.75 – 6.90 m
Overlooptdijklengte	~900 m
GOG-uitwatering	1 koker op TAW +3.1 m

5 Veiligheidstoets - Analyse REF-2050 en B-alternatieven

In een eerste stap van de veiligheidstoets worden de verschillende alternatieven geanalyseerd bij stormcondities.

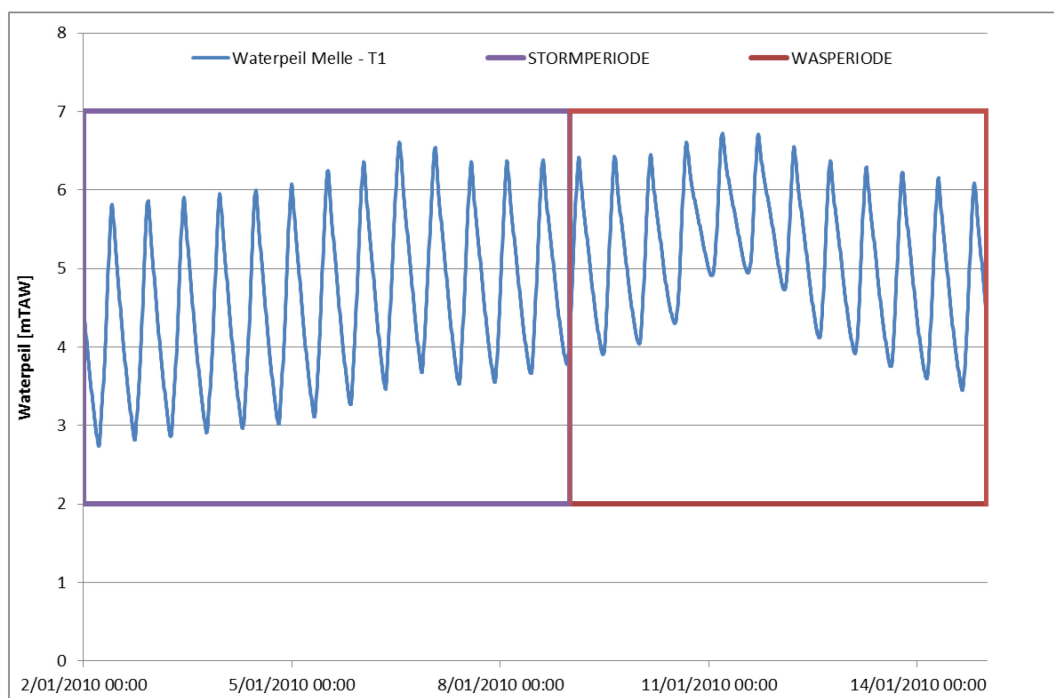
Het REF-2050-alternatief wordt vergeleken ten opzichte van het huidige scenario. De B-alternatieven worden vergeleken ten opzichte van het REF-2050-alternatief op basis van de maximale hoogwaterpeilen op de Zeeschelde, tijdens de composietstormen. Voor alle alternatieven worden de composietstormen met terugkeerperioden van 1, 10, 50, 100, 1000 en 4000 jaar bekeken.

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. Tijdens de wasperiode treedt een verhoogd debiet op aan de opwaartse rand van het model, wat leidt tot hogere waterstanden. Omdat bepaalde ingrepen meer effect hebben op getij-indringing (bij storm) dan wel op bovenafvoer, wordt bij de vergelijking van de maximale waterstanden onderscheid gemaakt tussen stormperiode en wasperiode (zie Figuur 20). Op de lengteprofielen wordt het maximum waterpeil bij was enkel weergegeven wanneer dit, in één van beide alternatieven, hoger is dan het maximum waterpeil bij storm.

Op de lengteprofielen staan verschillende locaties langs de Zeeschelde aangegeven. Het label van de GOG's staat op de hoogte van de overlooptdijk van deze gebieden.

Bij de verschillende alternatieven wordt eveneens een overzicht gegeven van de waterpeilen in de gecontroleerde overstromingsgebieden langs de Boven-Zeeschelde, voor het alternatief ten opzichte van REF-2050.

Figuur 20 – Waterpeil te Melle (REF-2050, T1) met aanduiding van storm- en wasperiode



5.1 REF-2050

Voor de vergelijking van het REF-2050-alternatief ten opzichte van de huidige scenario werd het geactualiseerde model van de Zeeschelde doorgerekend met dezelfde randvoorwaarden als REF-2050. Dit wil zeggen dat het waterpeil in Vlissingen verhoogd is met 30 cm.

Figuur 21 tot en met Figuur 26 geven de lengteprofielen met maximale waterpeilen op de Zeeschelde voor het REF-2050 ten opzichte van het huidige scenario.

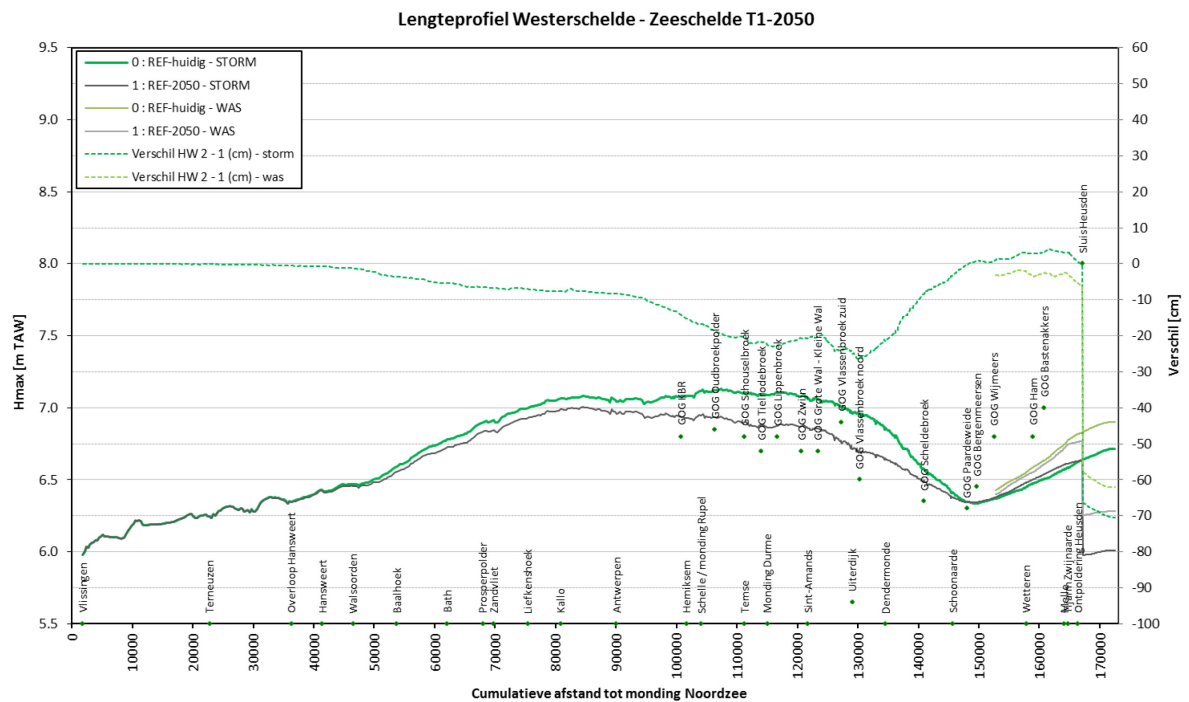
De wijzigingen in REF-2050 ten opzichte van het huidige scenario zorgen voor een sterke daling van het maximum waterpeil in de Zeeschelde, voornamelijk tijdens de stormperiode. De maximale daling van het maximum waterpeil varieert van circa 25 cm bij T1 tot circa 90 cm bij T1000. Het bereik van de daling sterkt zich bij T1 uit vanaf Terneuzen tot Schoonaarde. Bij T10, T50, T100 en T1000 bereikt de daling van het maximum waterpeil de opwaartse rand in Merelbeke. Bij alle terugkeerperioden kent het maximum waterpeil op de Westerschelde een daling vanaf Terneuzen.

De stijging van het maximum waterpeil bij storm bij T1, opwaarts Schoonaarde kan verklaard worden door de inplanting van de sluis in Heusden. Deze stijging is echter kleiner dan 5 cm.

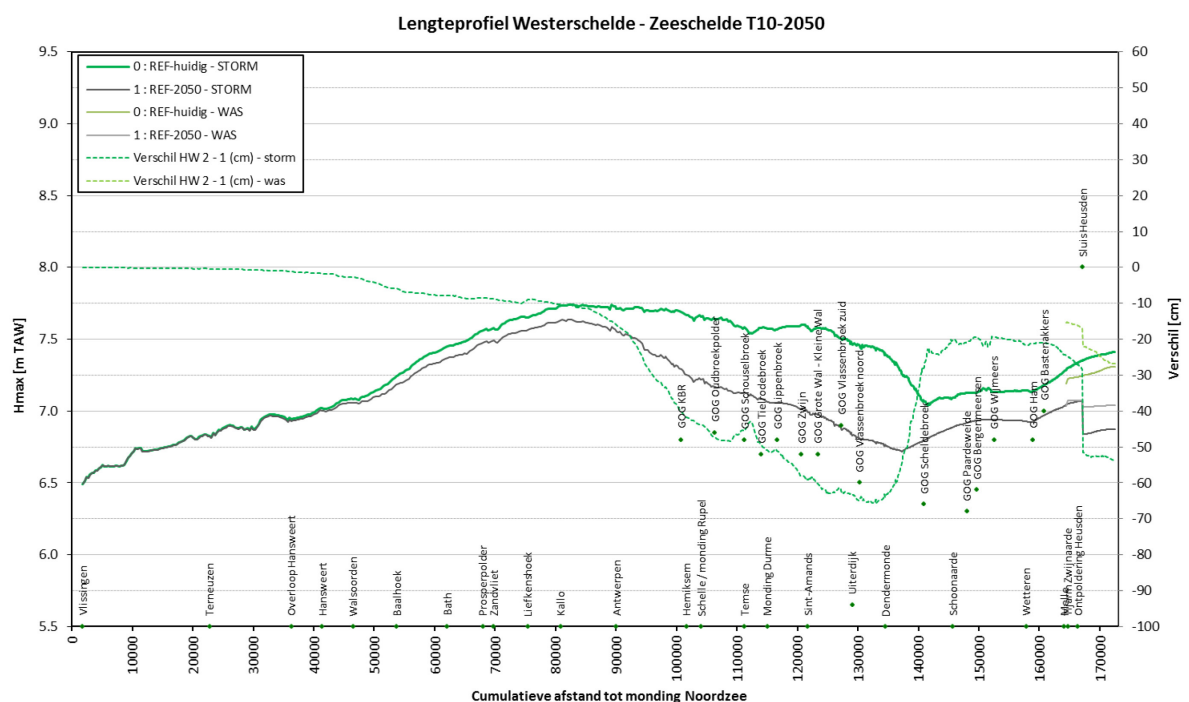
Bij T1000 treedt bij was een stijging op van het maximum waterpeil opwaarts GOG Bastenakkers en afwaarts de sluis van Heusden, met maximaal circa 15 cm.

Bij T4000 treedt ook bij storm een stijging op van het maximum waterpeil tussen GOG Zwijn en GOG Scheldebreek. Ter hoogte van GOG Zwijn wordt de overlooptijd echter reeds overtopt in het huidige scenario. Het water stroomt hierdoor in een gebied met een grote bergingscapaciteit waardoor het maximum waterpeil sterk afgetopt wordt. In het REF-2050-alternatief is de bergingscapaciteit in de GOG's beperkt. Het verschil is echter kleiner dan 10 cm.

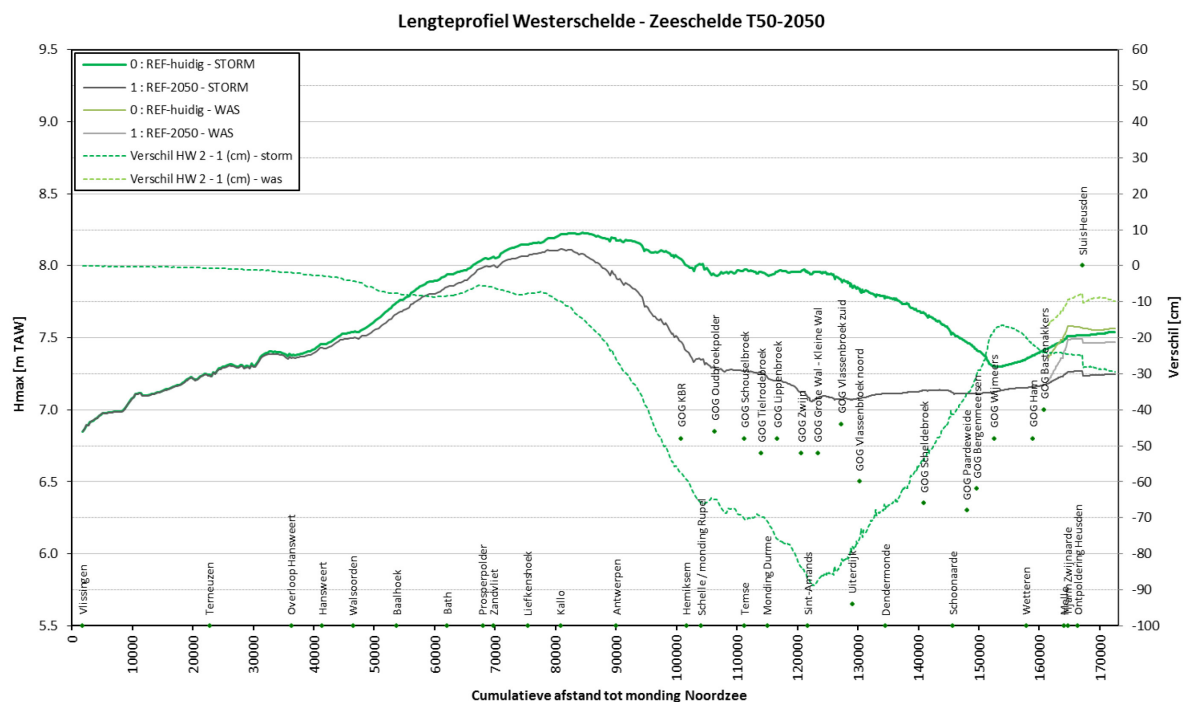
Figuur 21 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor huidige situatie en REF-2050 bij T1, met randvoorwaarden 2050



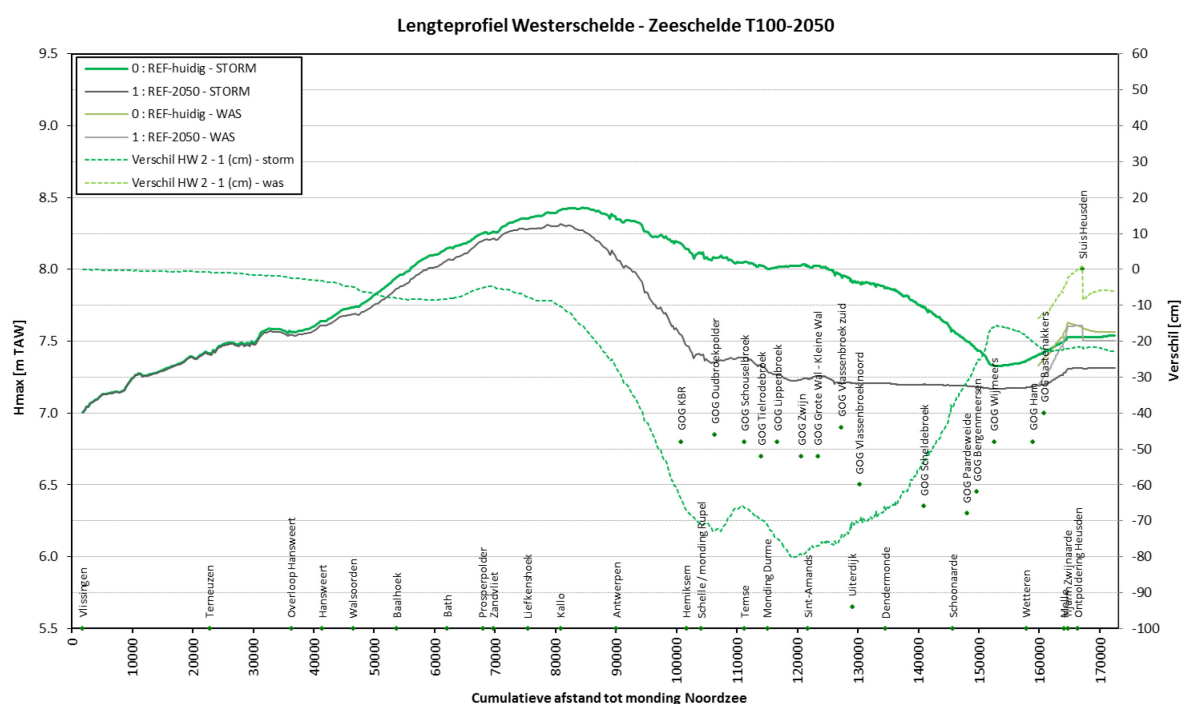
Figuur 22 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor huidige situatie en REF-2050 bij T10, met randvoorwaarden 2050



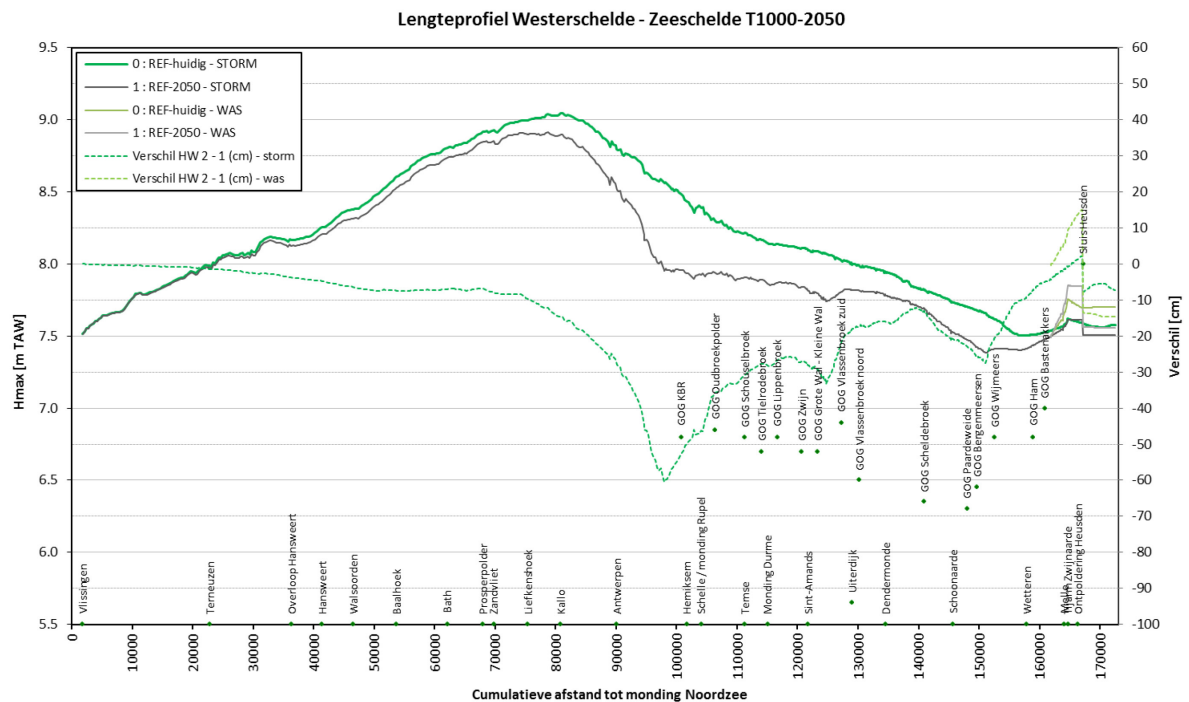
Figuur 23 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor huidige situatie en REF-2050 bij T50, met randvoorwaarden 2050



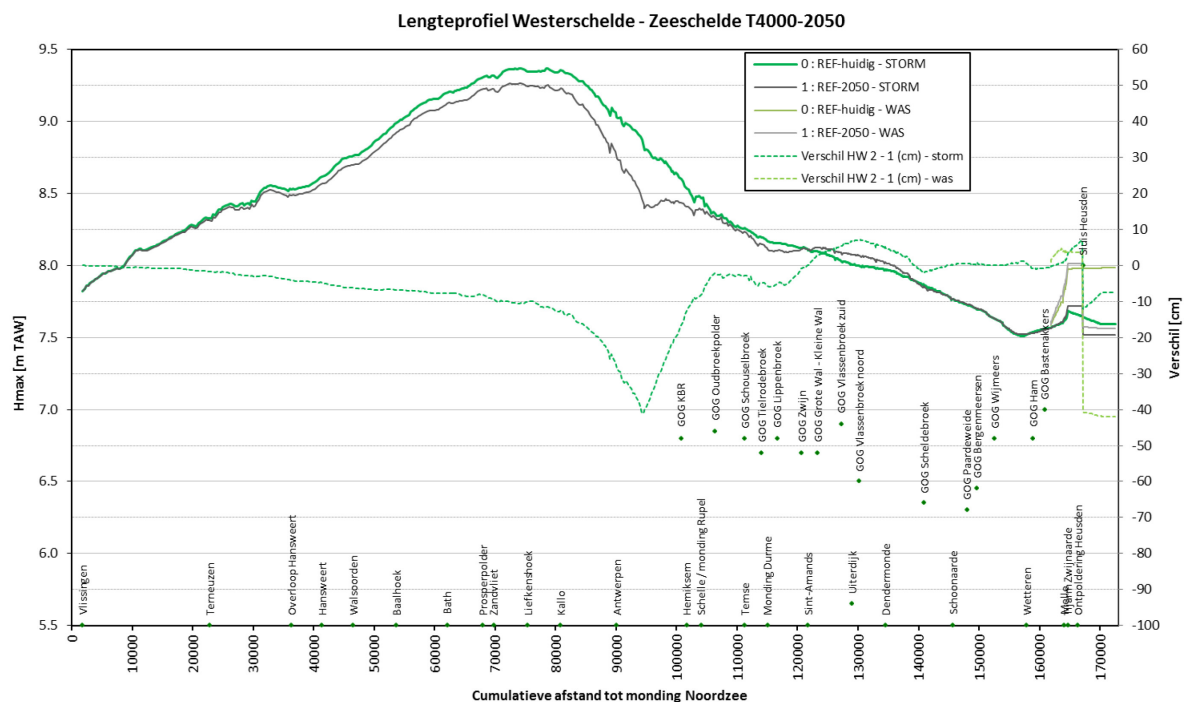
Figuur 24 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor huidige situatie en REF-2050 bij T100, met randvoorwaarden 2050



Figuur 25 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor huidige situatie en REF-2050 bij T1000, met randvoorwaarden 2050



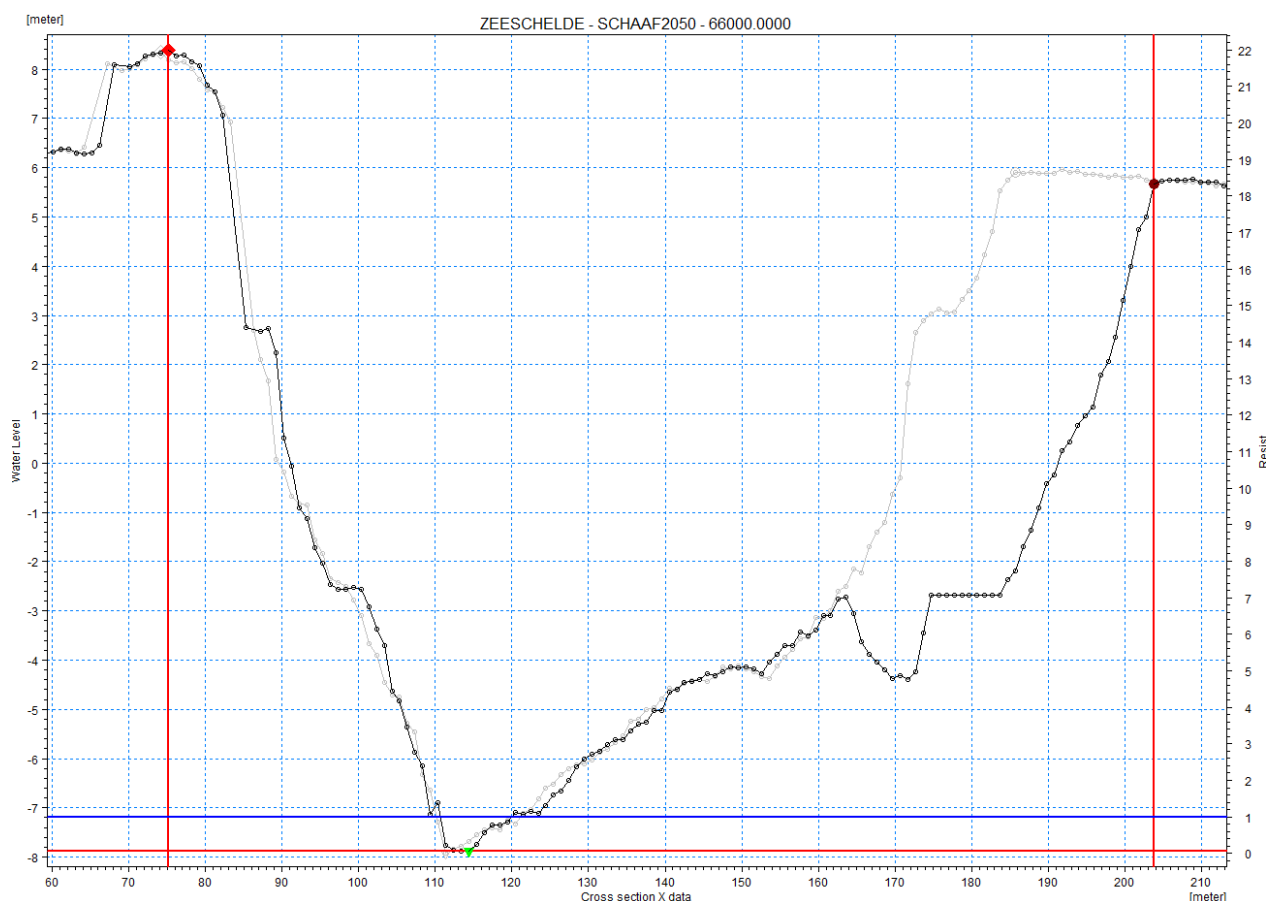
Figuur 26 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor huidige situatie en REF-2050 bij T4000, met randvoorwaarden 2050



5.2 SCHAAF-2050

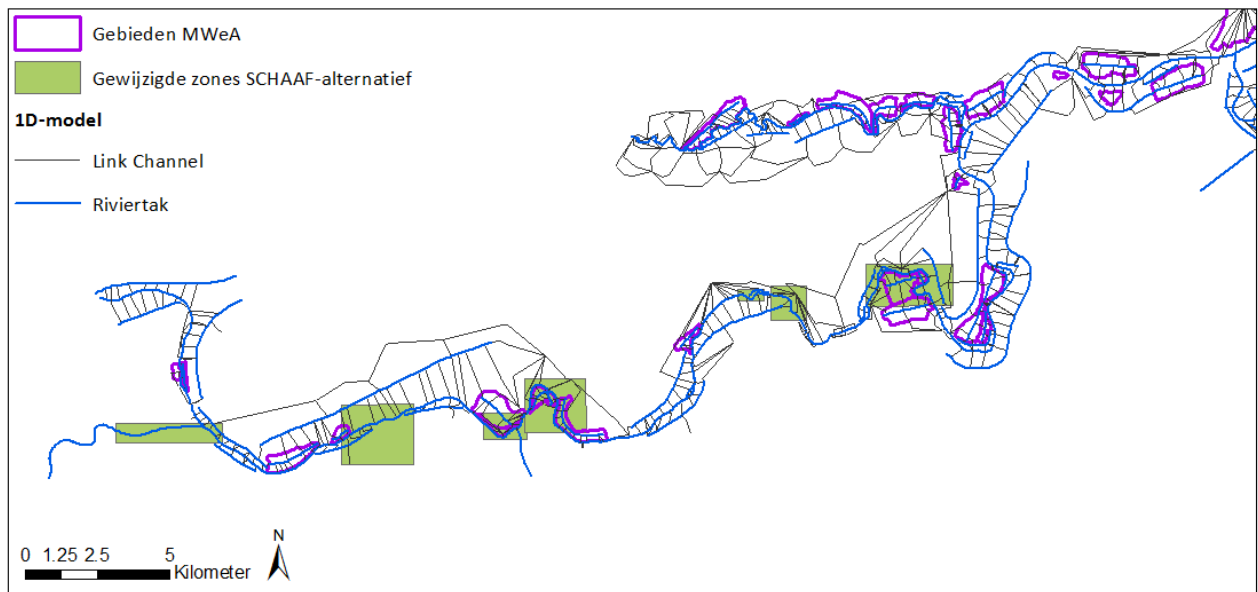
In het SCHAAF-alternatief wordt de bathymetrie van de Zeeschelde ter hoogte van verschillende bochten aangepast. Voor dit alternatief blijven de oeverlijnen ongewijzigd. Figuur 27 geeft een voorbeeld van een aangepaste dwarsdoorsnede in de Zeeschelde ten noordwesten van GOG Vlassenbroek noord. Figuur 28 geeft een overzicht van de zones langs de Boven-Zeeschelde waarin de dwarsdoorsneden gewijzigd werden.

Figuur 27 – Voorbeeld aangepast dwarsdoorsnede Zeeschelde schaaaf-alternatief t.o.v. REF-2050



Dwarsdoorsnede Zeeschelde thv Vlassenbroek noord - Zwart: SCHAAF-alternatief; Grijs: REF-2050

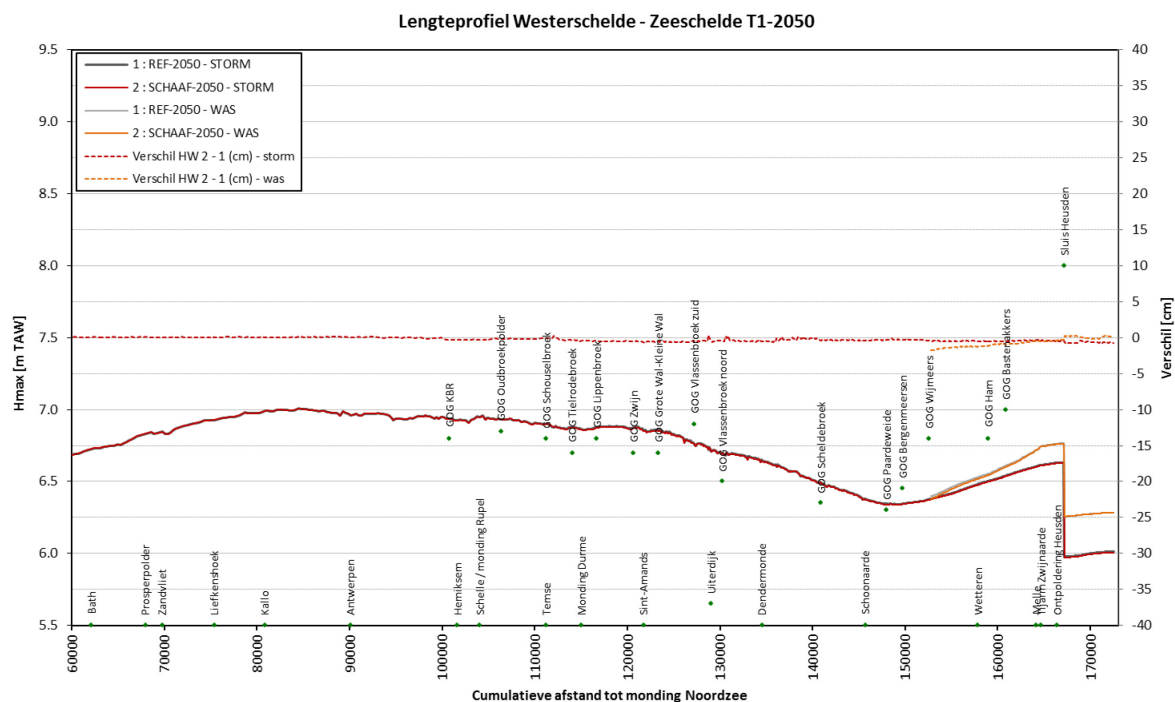
Figuur 28 – Overzicht zones met gewijzigde dwarsdoorsneden in het SCHAAF-alternatief



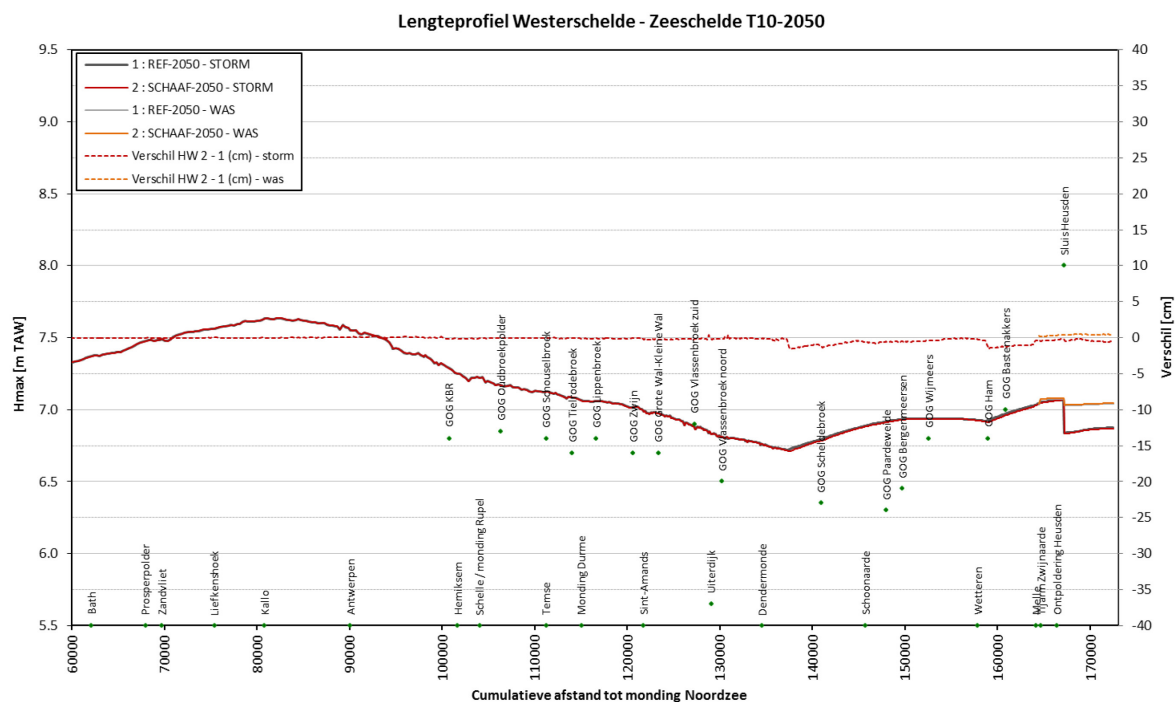
Figuur 29 tot en met Figuur 34 geven de lengteprofielen met maximale waterpeilen op de Zeeschelde voor het SCHAAF-alternatief ten opzichte van REF-2050. Figuur 35 geeft een overzicht van de maximale waterpeilen in de gecontroleerde overstromingsgebieden langs de Boven-Zeeschelde voor het SCHAAF-alternatief ten opzichte van REF-2050.

Het effect van het SCHAAF-alternatief op het maximum waterpeil in de Zeeschelde is zeer beperkt. Zowel bij storm als bij was bij de doorgerekende terugkeerperioden is de daling of stijging van het maximum waterpeil steeds kleiner dan 5 cm. Ook de waterpeilen in de gecontroleerde overstromingsgebieden worden nauwelijks of niet beïnvloed door de ingrepen van het SCHAAF-alternatief.

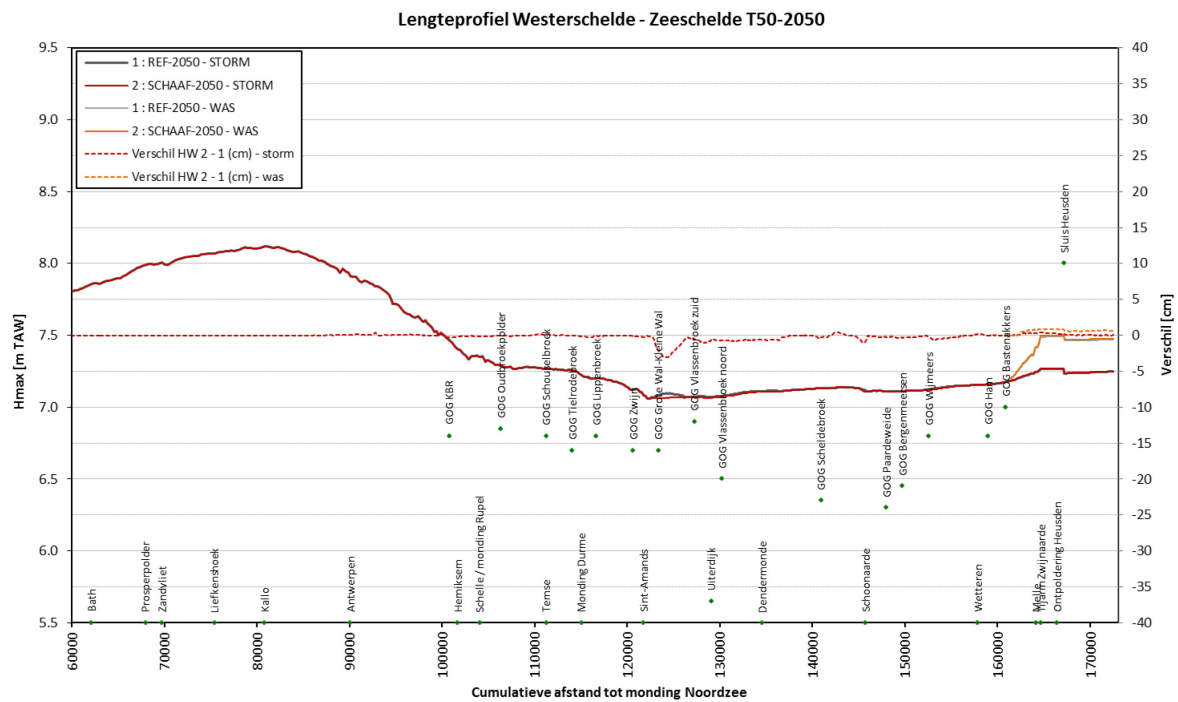
Figuur 29 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en SCHAAF-alternatief bij T1



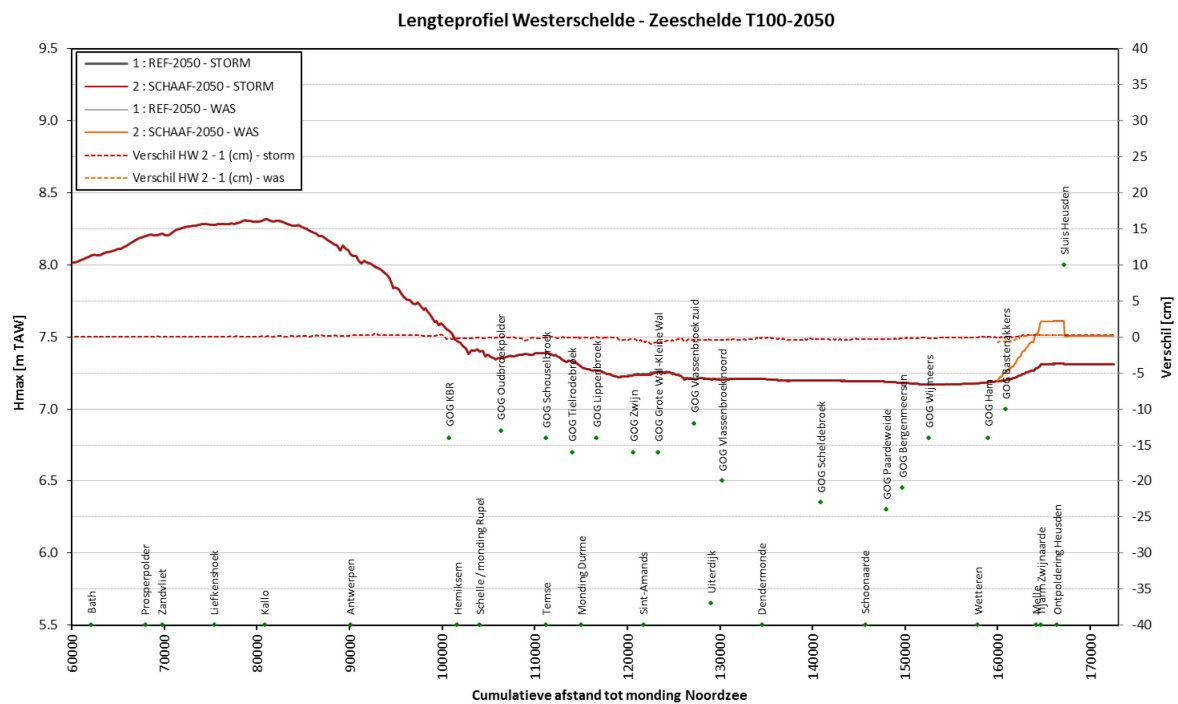
Figuur 30 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en SCHAAF-alternatief bij T10



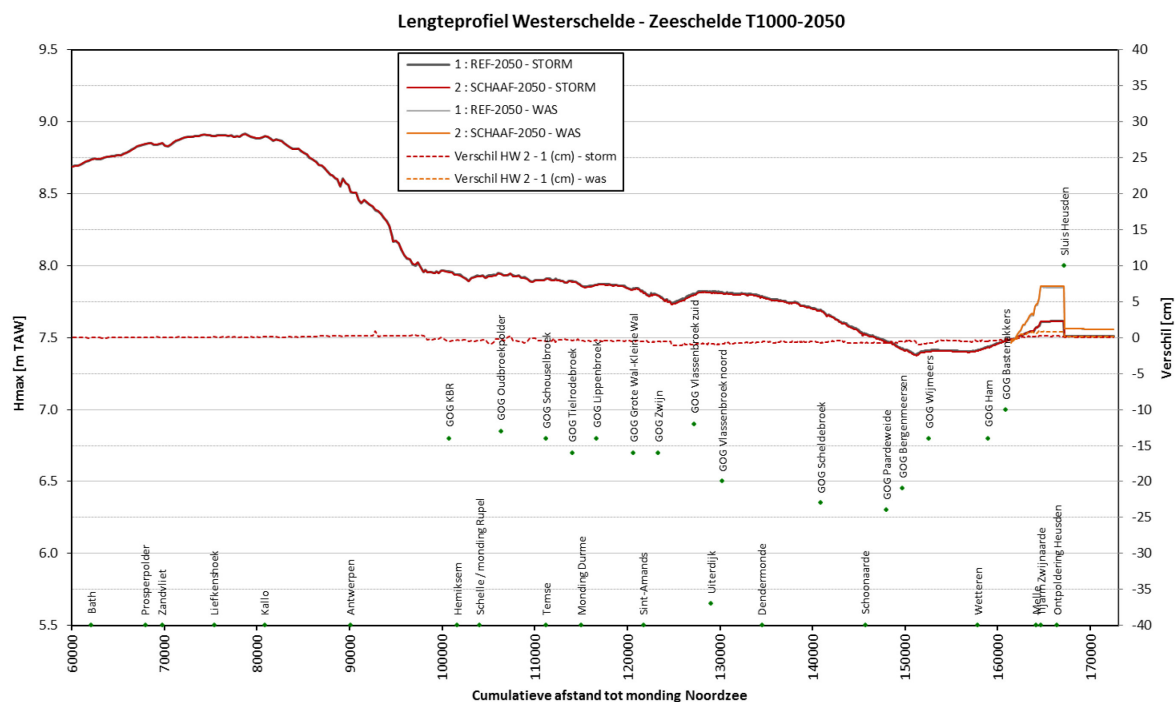
Figuur 31 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en SCHAAF-alternatief bij T50



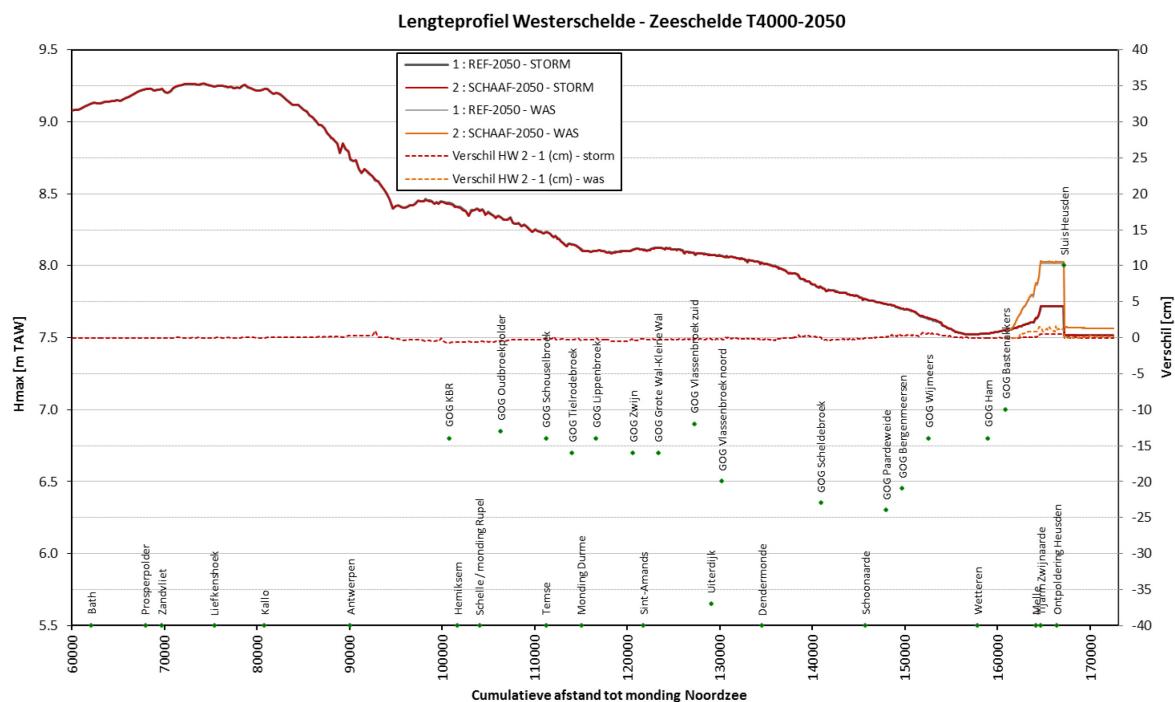
Figuur 32 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en SCHAAF-alternatief bij T100



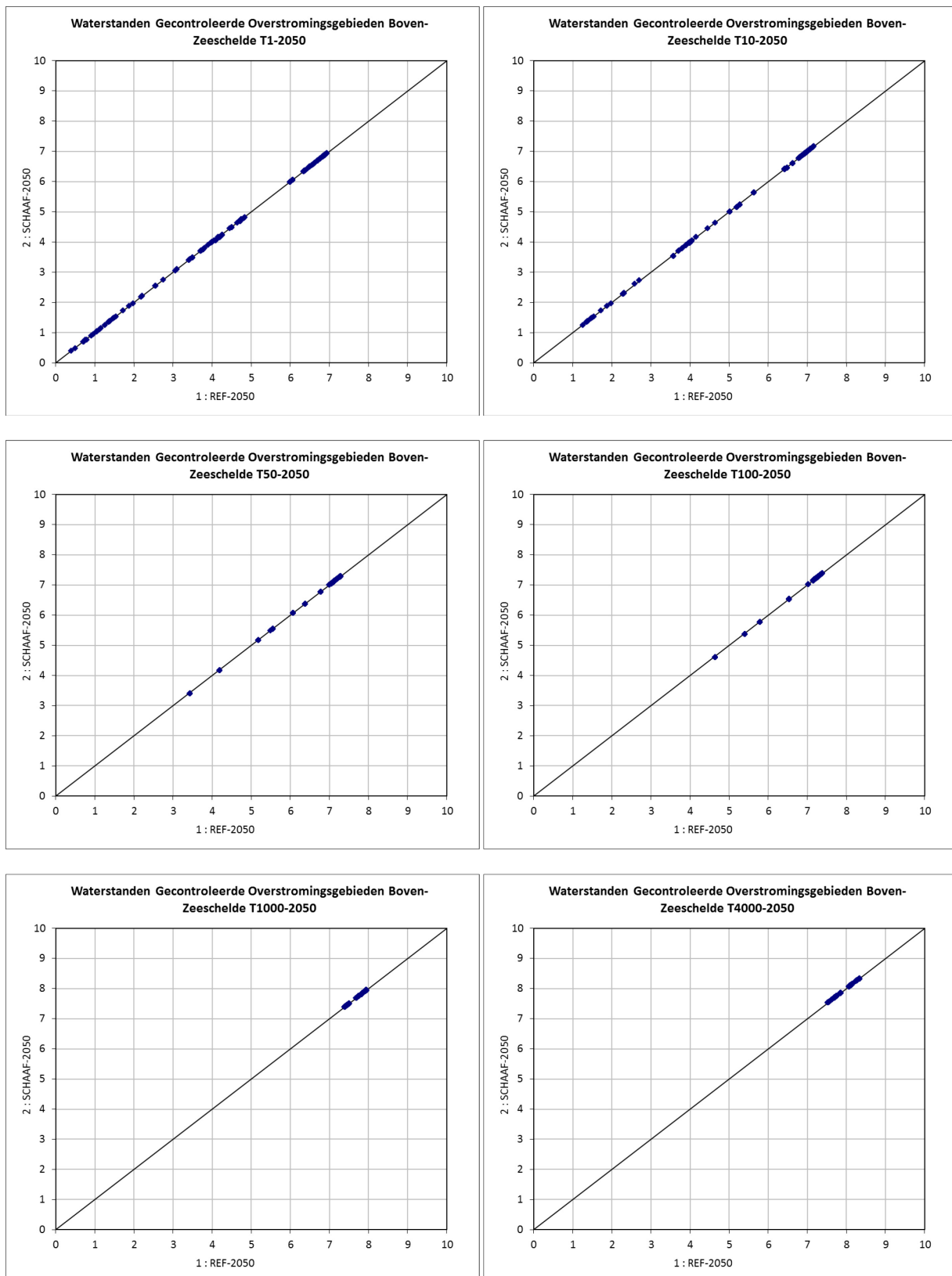
Figuur 33 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en SCHAAF-alternatief bij T1000



Figuur 34 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en SCHAAF-alternatief bij T4000



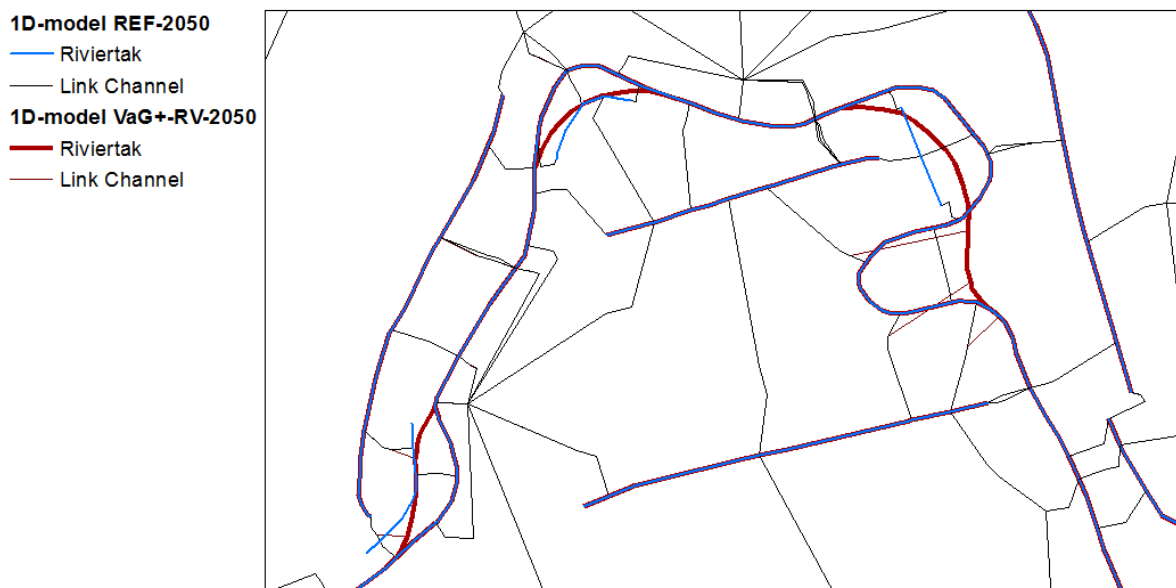
Figuur 35 – Overzicht waterstanden in mTAW in gecontroleerde overstromingsgebieden langs de Boven-Zeeschelde bij verschillende terugkeerperioden voor SCHAAF-alternatief t.o.v. REF-2050

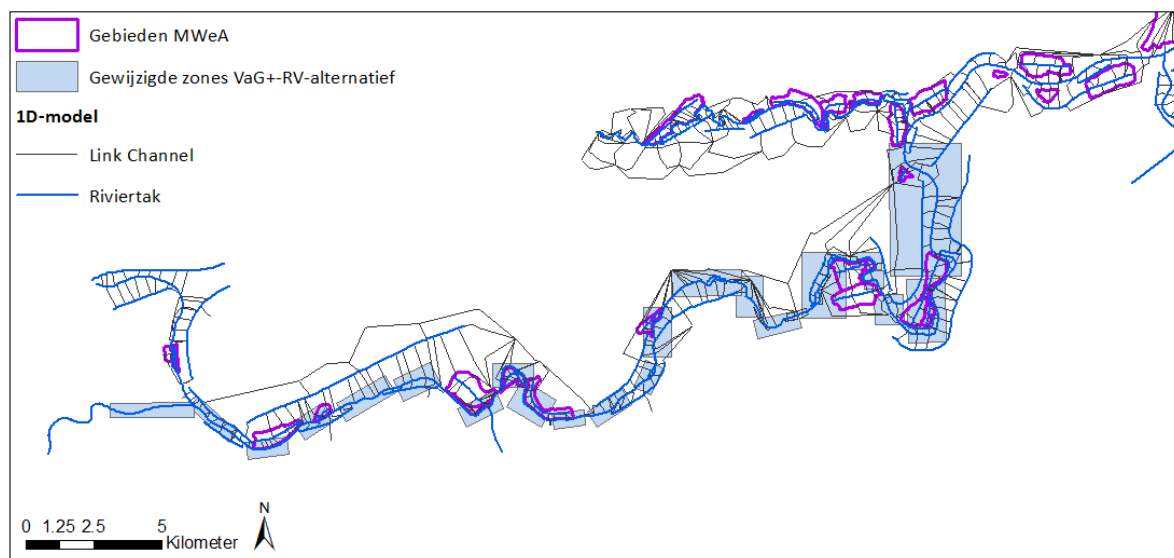


5.3 VaG⁺-RV-2050

In het VaG⁺-RV-alternatief worden verschillende bochten afgesneden en wordt de vaargeul tevens op enkele locaties verbreed. Enkele belangrijke bochtafsnijdingen bevinden zich ter hoogte van de ontpoldering te Wijmeers, GOG-GGG Bergenmeersen (Uitbergen), GOG Scheldebroek, Het Kasteel van de Dijk en de Pottelbergse Schorren (Grembergen), het Groot Schoor nabij Vlassenbroek, de Vlassenbroekse Schorren, Uiterdijk, de Kramp en het schor van Sint-Amands. Bijkomende aanpassingen in de bathymetrie van de Boven-Zeeschelde en de Ringvaart hebben voornamelijk extra verruiming van de vaargeul tot gevolg. Ter hoogte van de bochtafsnijdingen diende het riviernetwerk in het 1D-model gewijzigd te worden. Figuur 36 wordt een voorbeeld gegeven van de wijziging van de riviertakken ter hoogte van de bochtafsnijdingen nabij Vlassenbroek. Figuur 37 geeft een overzicht van de zones langs de Boven-Zeeschelde waar de dwarsdoorsneden en/of de riviertakken gewijzigd werden.

Figuur 36 – Voorbeeld gewijzigde riviertakken in VaG⁺-RV-alternatief t.o.v. REF-2050



Figuur 37 – Overzicht zones met gewijzigde dwarsdoorsneden en/of riviertakken in het VaG⁺-RV-alternatief


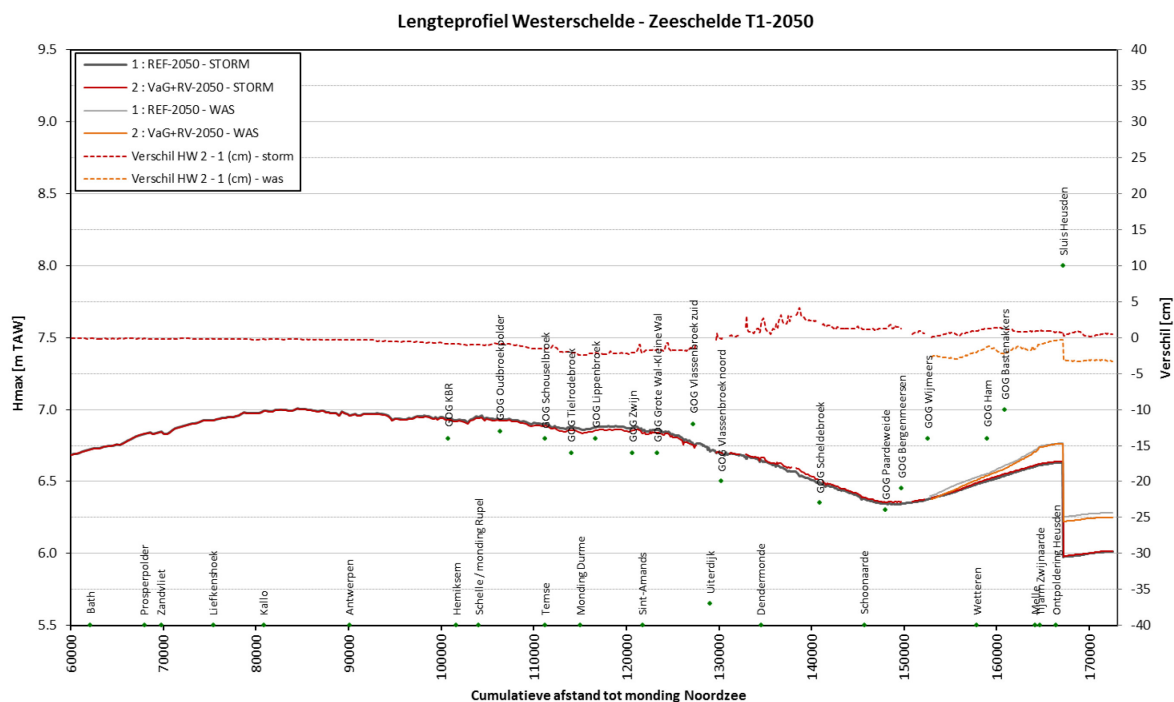
Figuur 38 tot en met Figuur 43 geven de lengteprofielen met maximale waterpeilen op de Zeeschelde voor het VaG⁺-RV-alternatief ten opzichte van REF-2050. Figuur 44 geeft een overzicht van de maximale waterpeilen in de gecontroleerde overstromingsgebieden langs de Boven-Zeeschelde voor het VaG⁺-RV-alternatief ten opzichte van REF-2050.

De verruiming van de Ringvaart zorgt voor een groter bergingscapaciteit. In combinatie met een versnelde afvoer van het bovendebiet omwille van de bochtafsnijdingen zorgt dit voor een verlaging van het maximum waterpeil bij was bij alle doorgerekende terugkeerperioden. Enkel bij T10 en T100 is deze daling lokaal groter dan 5 cm. Door het aanpassen van de bochten wordt de bergingscapaciteit in GOG-GGG Bergenmeersen en ontpoldering Wijmeers verkleind. Bij T1, en T10 kent het maximum waterpeil bij storm ter hoogte van en opwaarts van de ingrepen een beperkte stijging. Bij T1000 en T4000 treedt deze beperkte stijging voornamelijk op ter hoogte van Wijmeers.

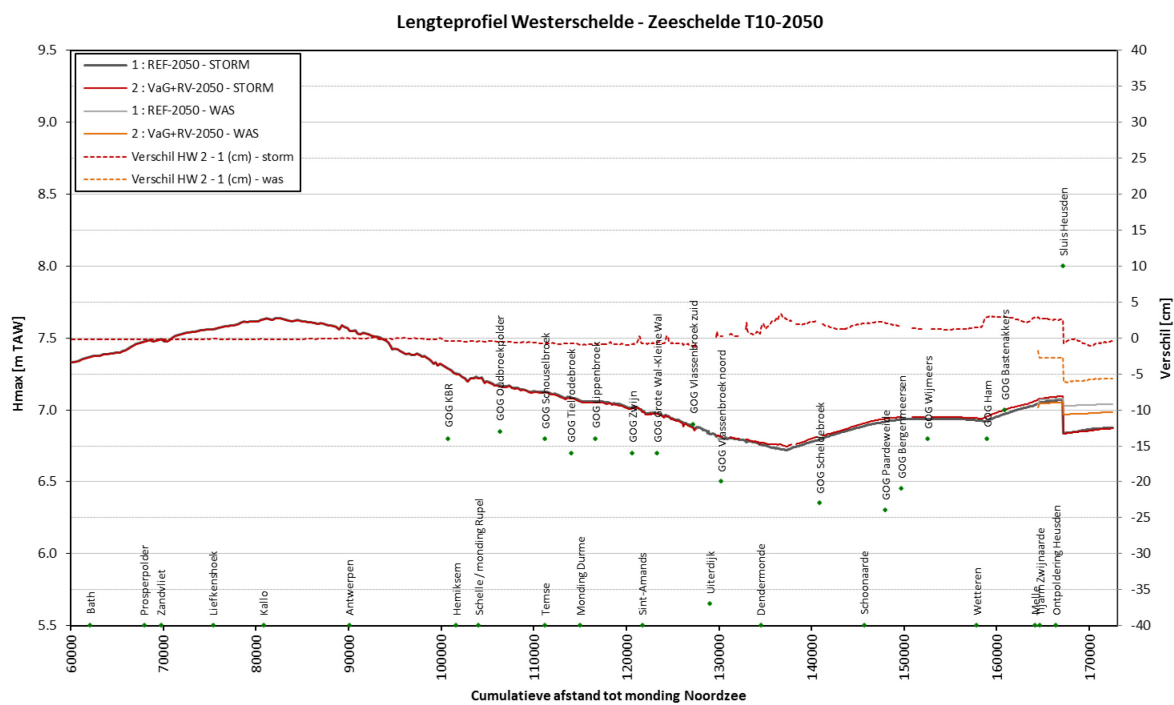
Bij storm treedt bij alle terugkeerperioden een daling van het maximum waterpeil op de Zeeschelde op afwaarts van de ingrepen. De verschillen in maximum waterpeil bij storm zijn echter steeds kleiner dan 5 cm.

De daling van het maximum waterpeil op de Zeeschelde zorgt bij lage terugkeerperioden, tot T100 voor een daling van het maximum waterpeil in de overstromingsgebieden. Bij T1 daalt het maximum waterpeil in de overstromingsgebieden afwaarts van de ingrepen met maximum 8 cm, met de grootste daling in GOG Tielrodebroek. Ter hoogte van de ingrepen stijgt het maximum waterpeil in de overstromingsgebieden, met de grootste stijging van circa 15 cm in GOG Scheldebroek. Bij T10 treedt de grootste daling van het maximum waterpeil in de overstromingsgebieden op in de GOG's Wal en Zwijn, met circa 10 cm. Opwaarts van de ingrepen stijgt het maximum waterpeil in de GOG's echter, met maximum circa 10 cm in GOG Wijmeers. Bij T50 en T100 treedt de grootste daling van het maximum waterpeil in de overstromingsgebieden op in GOG Bastenakkers, met respectievelijk circa 60 cm en circa 15 cm. Bij T1000 en T4000 is het verschil in het maximum waterpeil in de gecontroleerde overstromingsgebieden voor het VaG⁺-RV-alternatief ten opzichte van REF-2050 quasi nihil.

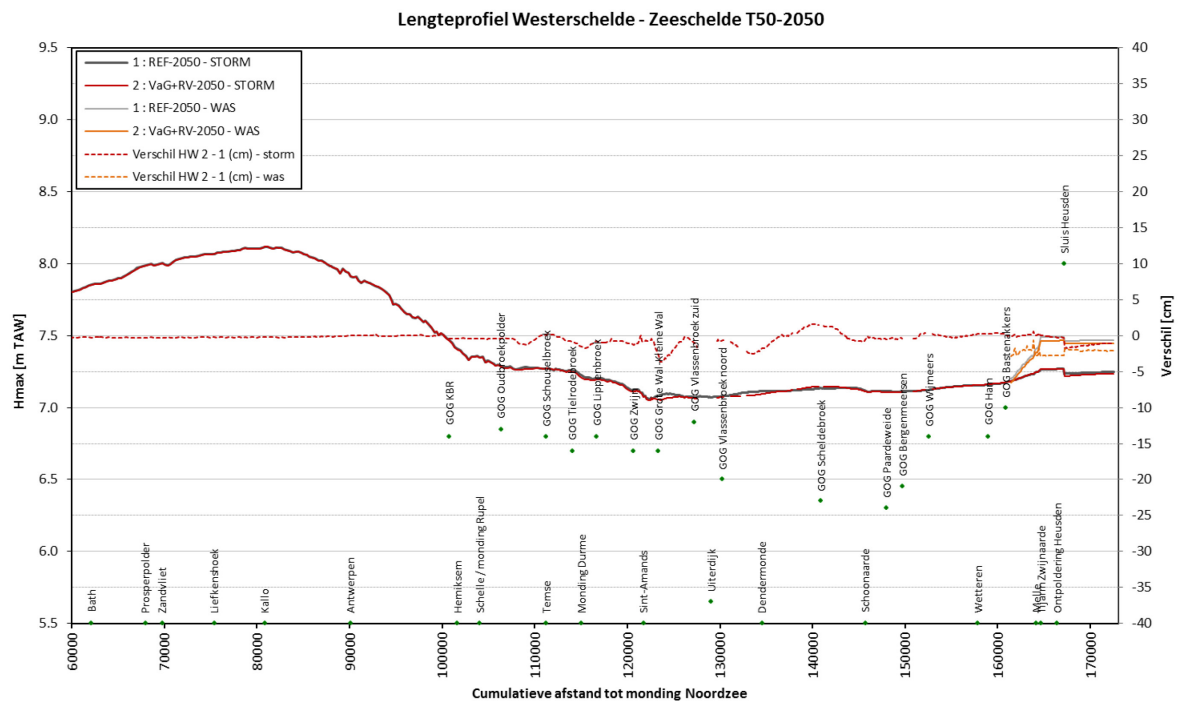
Figuur 38 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaG⁺-RV-alternatief bij T1



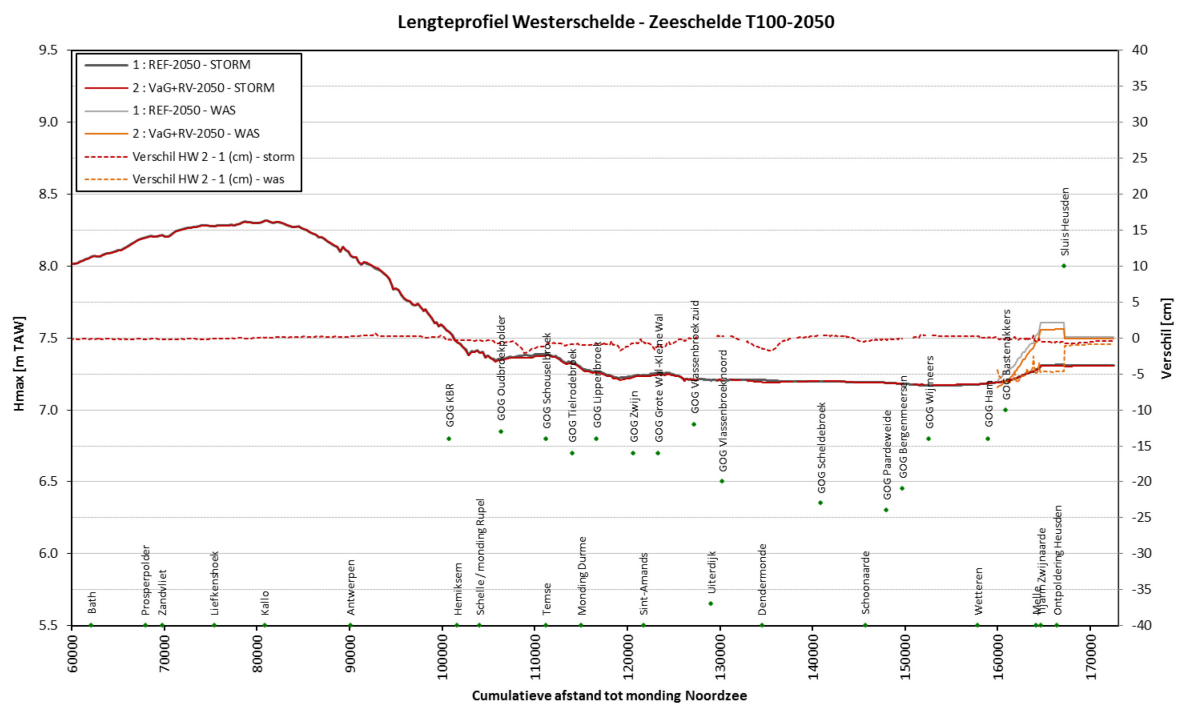
Figuur 39 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaG⁺-RV-alternatief bij T10



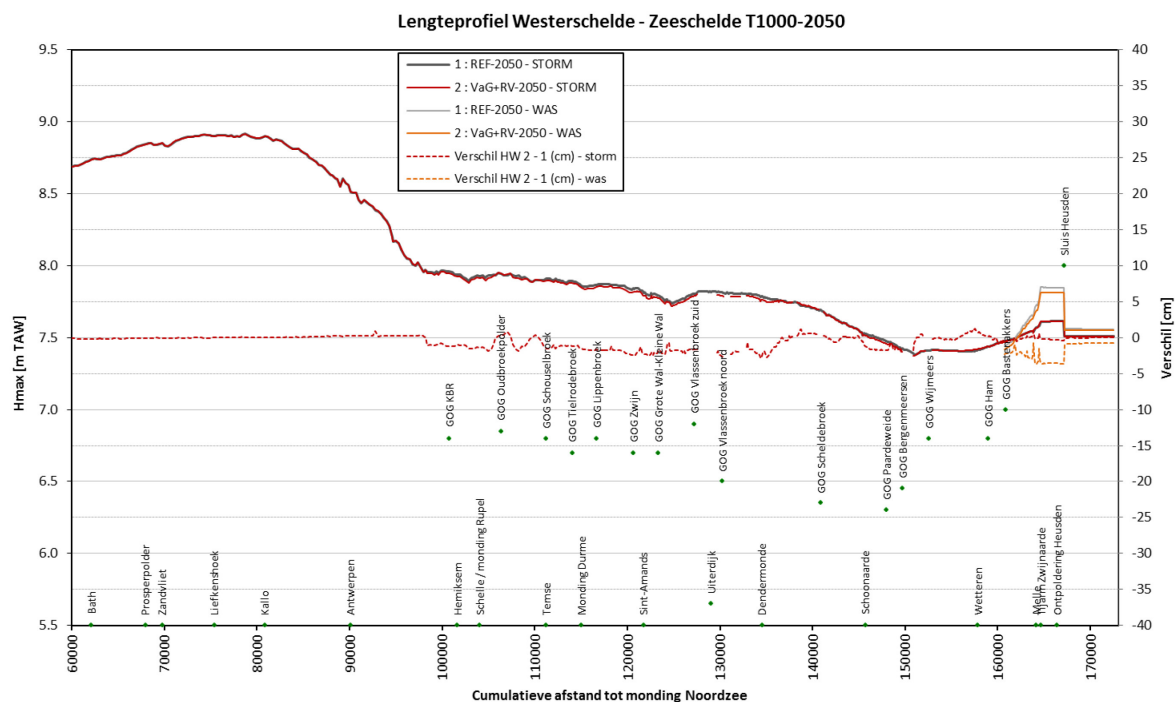
Figuur 40 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaG⁺-RV-alternatief bij T50



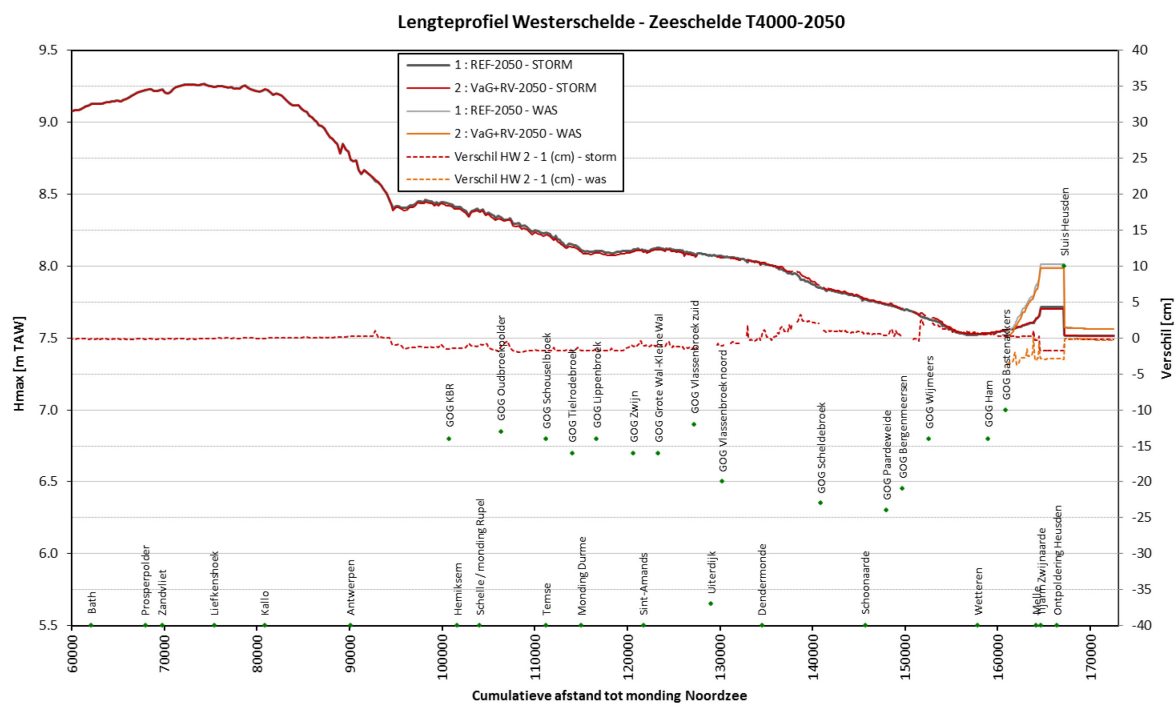
Figuur 41 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaG⁺-RV-alternatief bij T100



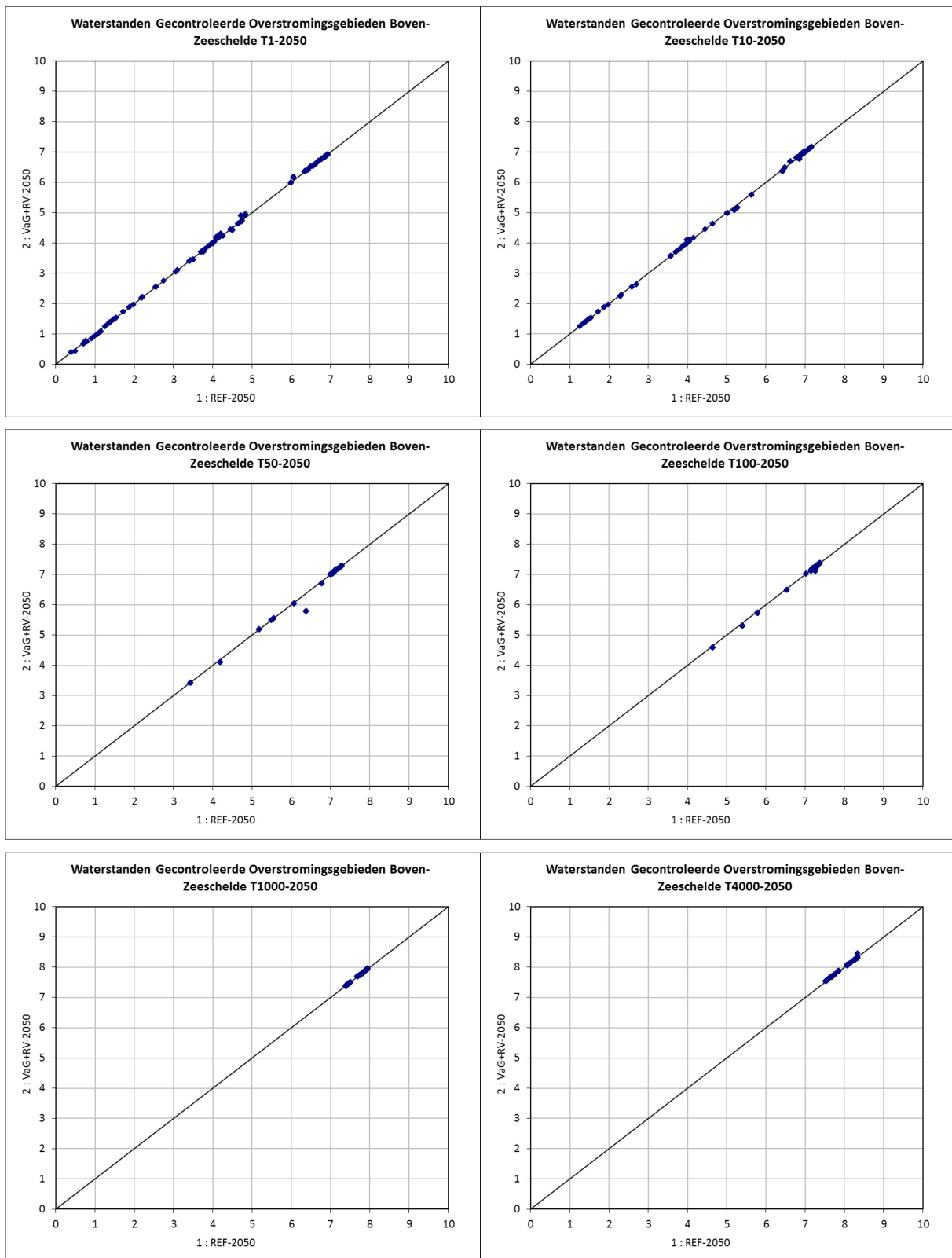
Figuur 42 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaG⁺-RV-alternatief bij T1000



Figuur 43 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaG⁺-RV-alternatief bij T4000



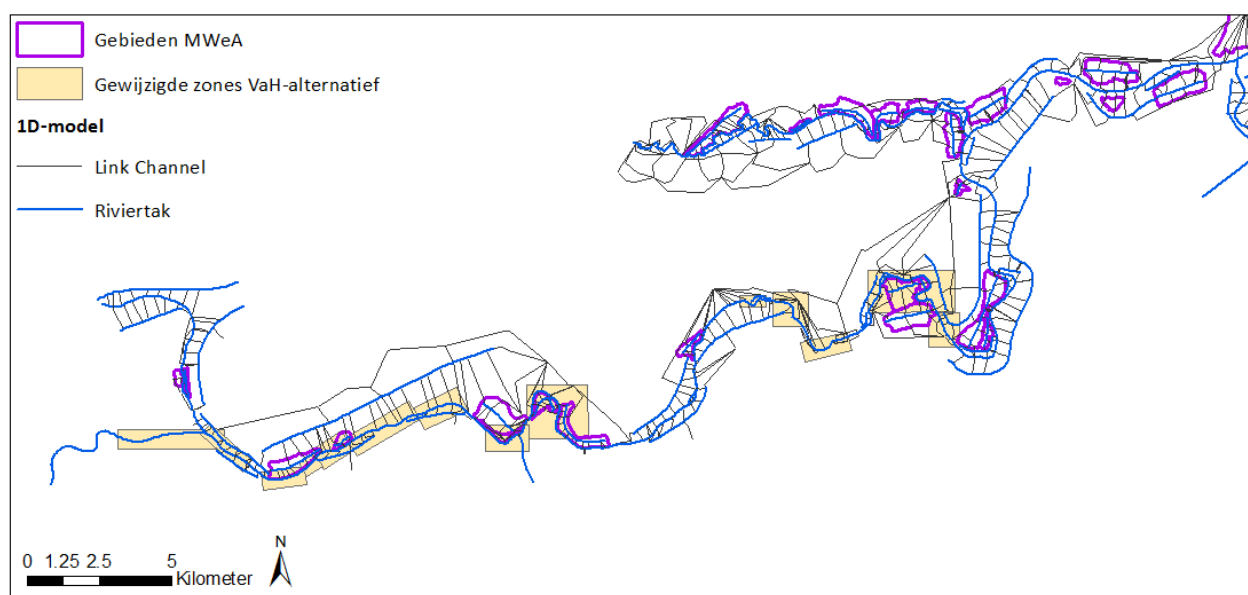
Figuur 44 – Overzicht waterstanden in mTAW in gecontroleerde overstromingsgebieden langs de Boven-Zeeschelde bij verschillende terugkeerperioden voor VaG⁺-RV-alternatief t.o.v. REF-2050



5.4 VaH-2050

Het VaH-alternatief combineert bovenstaande alternatieven met ingrepen van VaG opwaarts Wichelen en wijzigingen in de bathymetrie van het SCHAAF-alternatief afwaarts Wichelen. Dit hybride-alternatief maakt maximaal gebruik van de bestaande geul, en snijdt slechts beperkt in het estuarien areaal. Figuur 45 geeft een overzicht van de zones langs de Boven-Zeeschelde waar de dwarsdoorsneden en/of de riviertakken gewijzigd werden.

Figuur 45 – Overzicht zones met gewijzigde dwarsdoorsneden en/of riviertakken in het VaH-alternatief

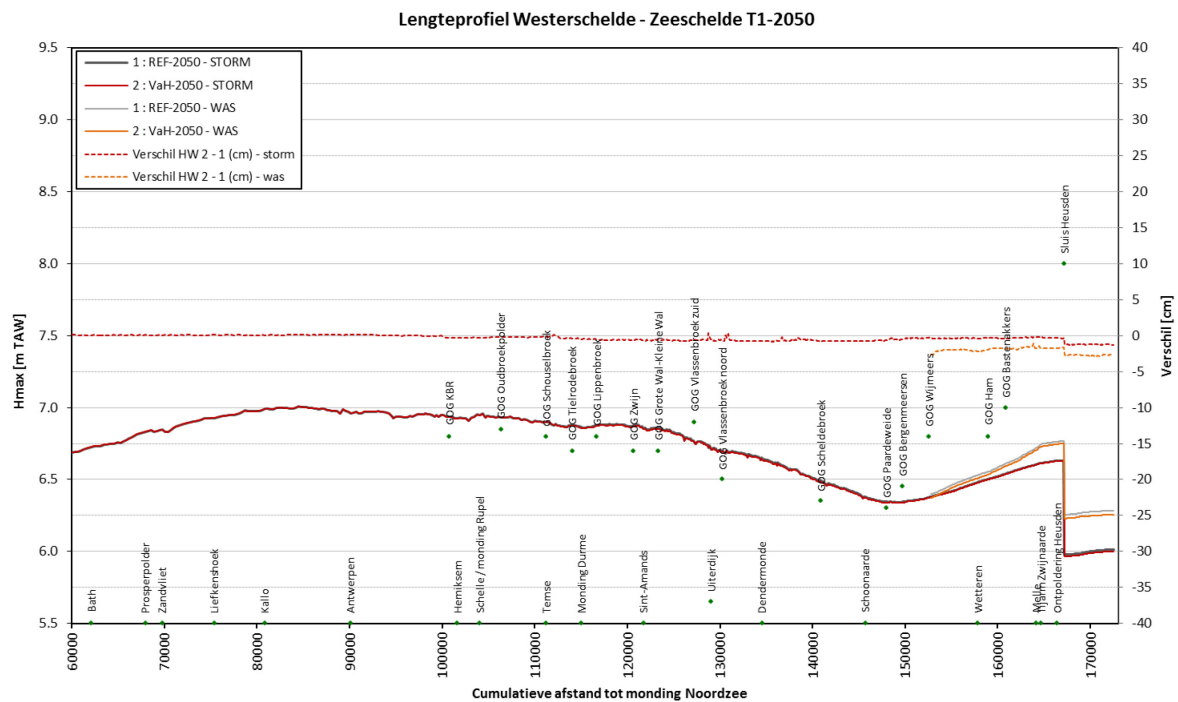


Figuur 46 tot en met Figuur 51 geven de lengteprofielen met maximale waterpeilen op de Zeeschelde voor het VaH-alternatief ten opzichte van REF-2050. Figuur 52 geeft een overzicht van de maximale waterpeilen in de gecontroleerde overstromingsgebieden langs de Boven-Zeeschelde voor het VaH-alternatief ten opzichte van REF-2050.

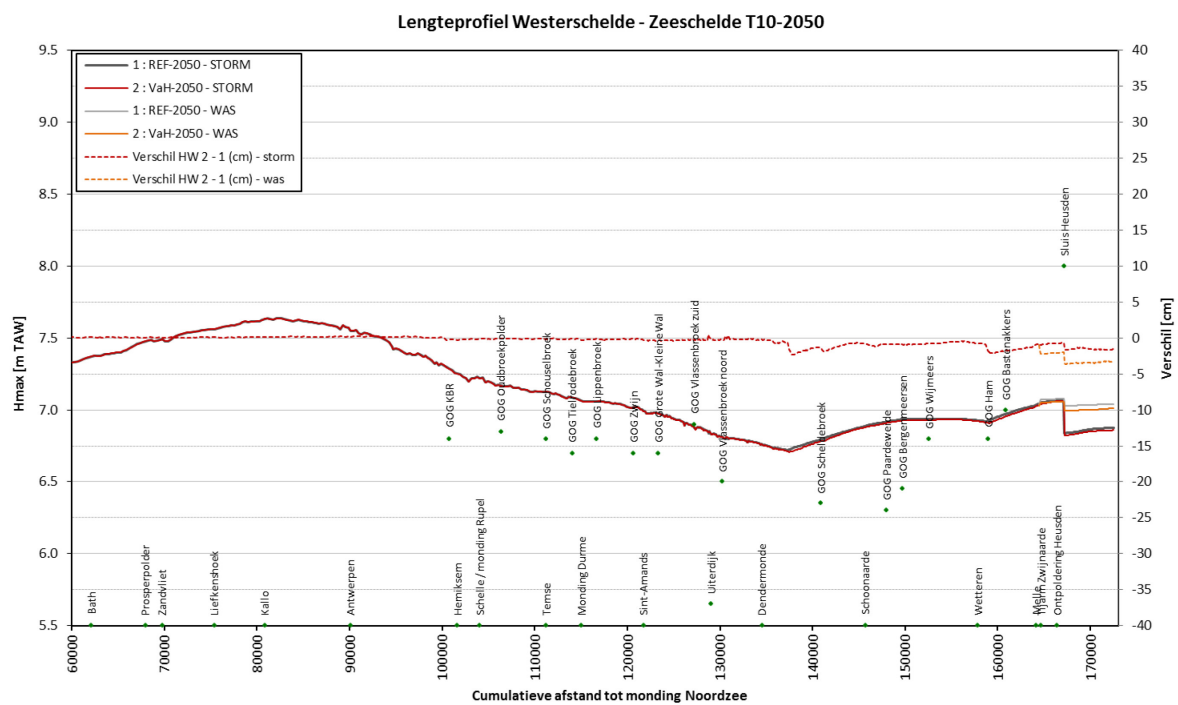
Bij de doorgerekende composietstormen is de daling of stijging van het maximum waterpeil in de Zeeschelde, zowel bij was als bij storm kleiner dan 5 cm.

In de gecontroleerde overstromingsgebieden treedt nergens een stijging op van het maximum waterpeil. Bij T50 is het maximum waterpeil in GOG Bastenakkers in het VaH-alternatief circa 20 cm lager ten opzichte van REF-2050. Bij de andere terugkeerperioden bedraagt dit verschil minder dan 10 cm.

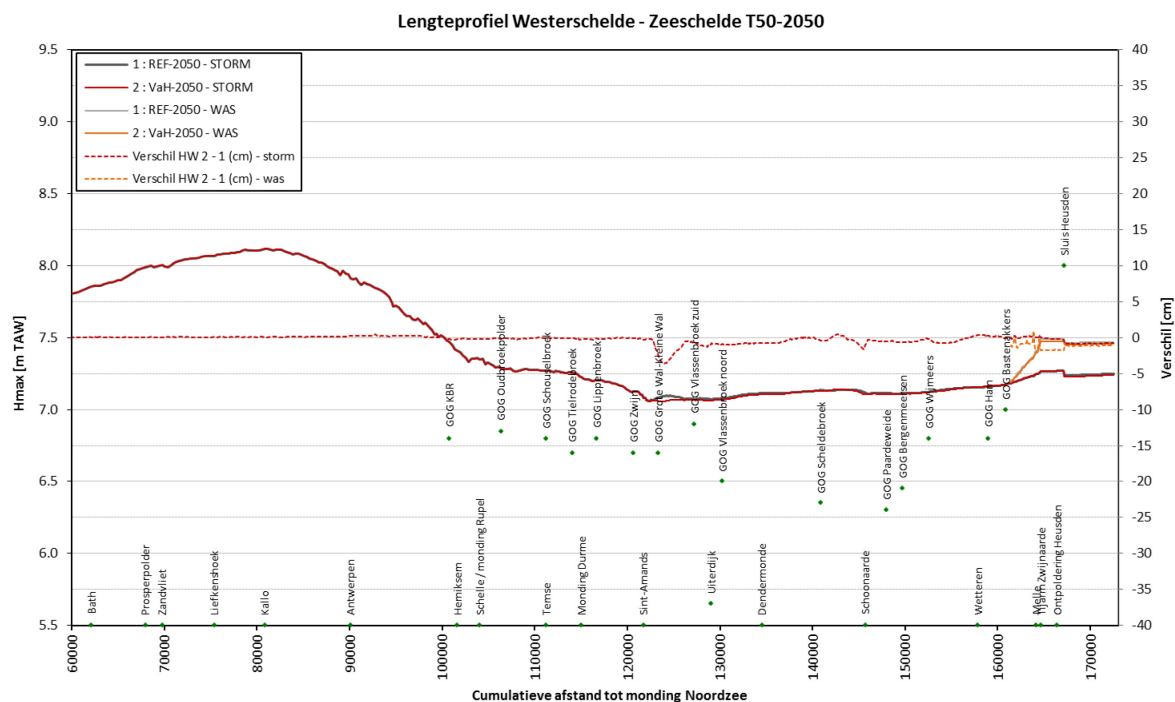
Figuur 46 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaH-alternatief bij T1



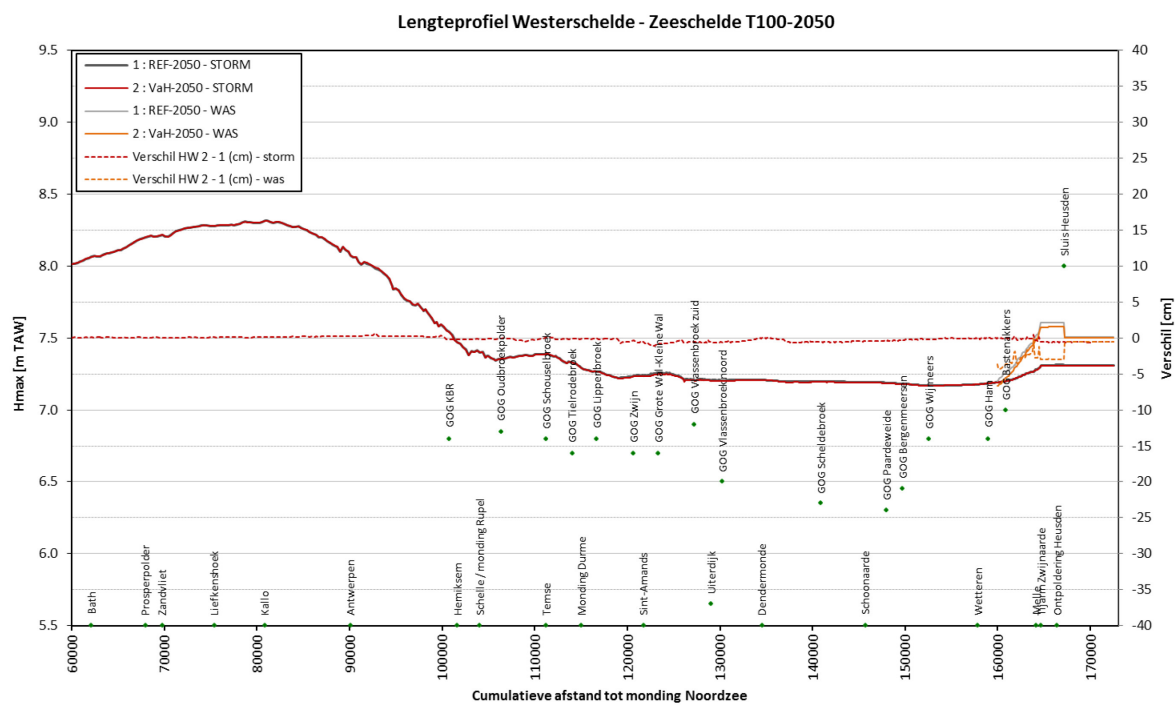
Figuur 47 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaH-alternatief bij T10



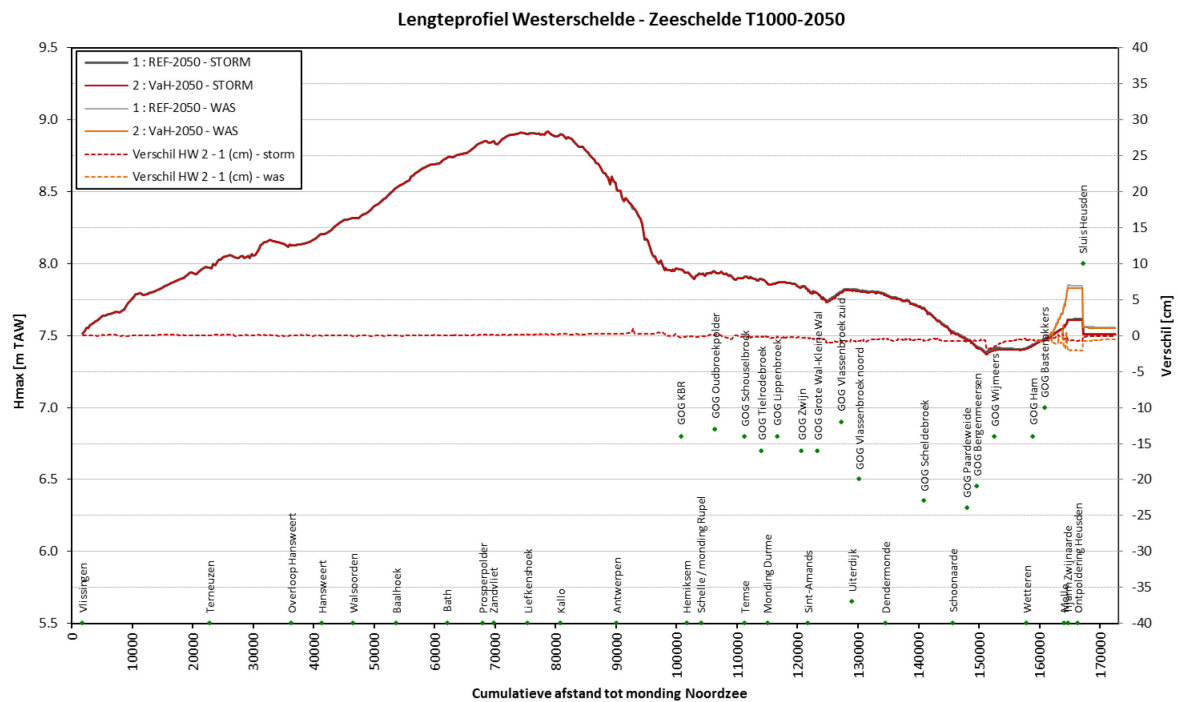
Figuur 48 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaH-alternatief bij T50



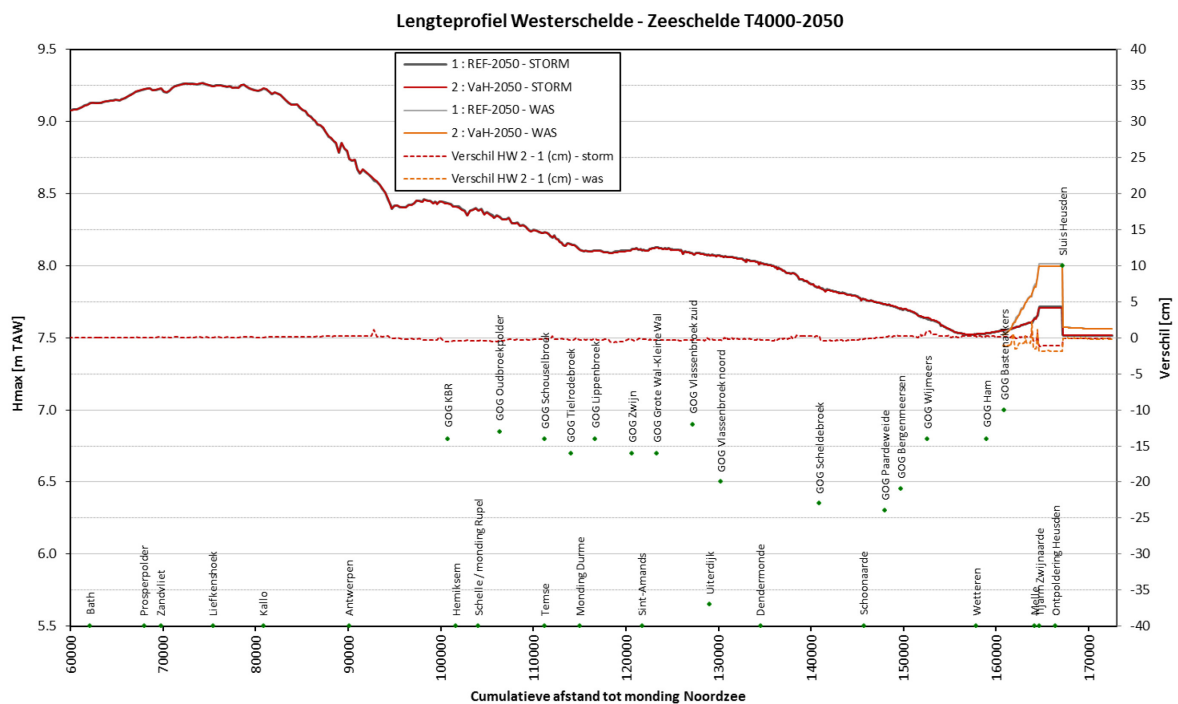
Figuur 49 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaH-alternatief bij T100



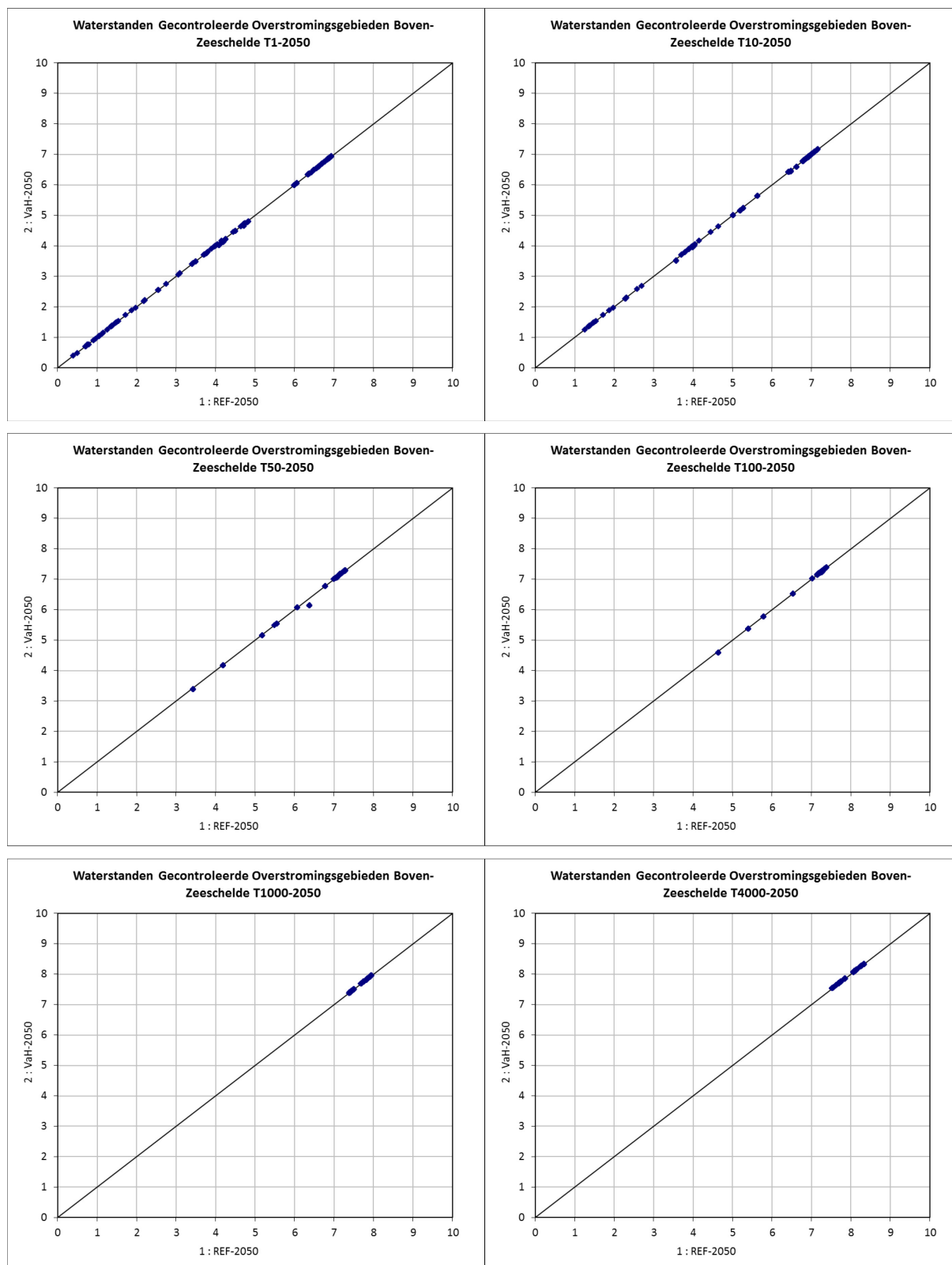
Figuur 50 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaH-alternatief bij T1000



Figuur 51 – Lengteprofiel Zeeschelde met maximale waterstanden voor REF-2050 en VaH-alternatief bij T4000



Figuur 52 – Overzicht waterstanden in mTAW in gecontroleerde overstromingsgebieden langs de Boven-Zeeschelde bij verschillende terugkeerperioden voor VaH-alternatief t.o.v. REF-2050



6 Veiligheidstoets – multicriteria-analyse

De tweede stap van de veiligheidstoets betreft de multicriteria-analyse. In de volgende paragrafen worden de drie beschouwde criteria besproken.

6.1 Stijging Hmax en ruimtelijk effect

Er wordt gekeken naar het aantal kilometers dat de maximale waterstand op de Boven-Zeeschelde boven TAW +7,0/7,5/8,0 m stijgt, gesommeerd over de verschillende terugkeerperioden. Hier wordt voornamelijk het effect van de alternatieven op de maximale waterstanden bij storm beoordeeld. Een toename van het aantal km betekent dus een toename van de belasting van de Sigmadijken alsook (mogelijks) sterkere vulling van de GOG's. Bij de berekening van het totaal per alternatief worden met volgende gewichten toegepast:

- 1 per kilometer Hmax > TAW +7,0 m
- 2 per kilometer Hmax > TAW +7,5 m
- 4 per kilometer Hmax > TAW +8,0 m

Bij het VaG⁺-RV-alternatief wordt de rivier enkele kilometers verkort omwille van de bochtafsnijdingen. Om de vergelijking op een meer correcte wijze te kunnen maken worden de bekomen kilometers aangepast volgens de verhouding van de lengte van de rivier in het VaG⁺-RV-alternatief ten opzichte REF-2050-alternatief.

Tabel 42 geeft een overzicht van het aantal kilometers dat het maximum waterpeil boven TAW +7,0/7,5/8,0 m stijgt per alternatief en per terugkeerperiode. Tabel 43 geeft het totaal aantal kilometers per alternatief, zoals vereist voor de multicriteria-analyse.

Bij T1 stijgt het maximum waterpeil niet boven TAW +7,0 m. Enkel bij T4000 stijgt het maximum waterpeil boven TAW +8,0 m. De ingrepen bij het VaG⁺-RV-alternatief en het VaH-alternatief zorgen ervoor dat het maximum waterpeil bij T100 over grotere afstand onder TAW +7,5 m blijft. Dit is zo aan de opwaartse rand, waar de Ringvaart verruimd is.

Tabel 42 – Overzicht stijging Hmax boven TAW +7,0/7,5/8,0 m per alternatief en per terugkeerperiode

Aantal km > TAW	REF-2050			SCHAAF			VaG ⁺ -RV			VaH		
	+7,0 m	+7,5 m	+8,0 m	+7,0 m	+7,5 m	+8,0 m	+7,0 m	+7,5 m	+8,0 m	+7,0 m	+7,5 m	+8,0 m
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T10	28	0	0	27	0	0	24	0	0	24	0	0
T50	68	0	0	68	0	0	68	0	0	68	0	0
T100	68	9	0	68	9	0	68	3	0	68	4	0
T1000	68	53	0	68	53	0	68	52	0	68	53	0
T4000	68	68	32	68	68	32	68	68	31	68	68	31

Tabel 43 – Stijging Hmax en ruimtelijk effect: aantal kilometers dat maximum waterpeil Boven-Zeeschelde boven TAW +7,0/7,5/8,0 m stijgt

Alternatief	Aantal km > TAW +7.0 m (a)	Aantal km > TAW +7.5 m (b)	Aantal km > TAW +8.0 m (c)	Totaal $a+(2 \times b)+(4 \times c)$
REF-2050	302	130	32	689
SCHAAF	301	131	32	688
VaG ⁺ -RV	298	124	31	671
VaH	298	125	31	674

6.2 Effect op afwatering nevengebieden

Voor de inschatting van het effect van een alternatief op de afwatering van de nevengebieden wordt gekeken naar de tijd dat het waterpeil op een locatie daalt beneden het gemiddeld laagwater (GLW). Hiervoor worden de tijdreeksen van de simulaties voor het gemiddeld getij genomen (zie 3.2.2). Het GLW wordt per tijpost bepaald op basis van de simulatieresultaten van het REF-2050-alternatief, voor 4 maal QN en 1 maal QE (Tabel 44). Hoe langer het waterpeil onder het gemiddeld laagwater daalt, hoe langer de nevengebieden kunnen afwateren. Ook de oppervlakte van de grafiek onder het GLW wordt berekend (Figuur 53).

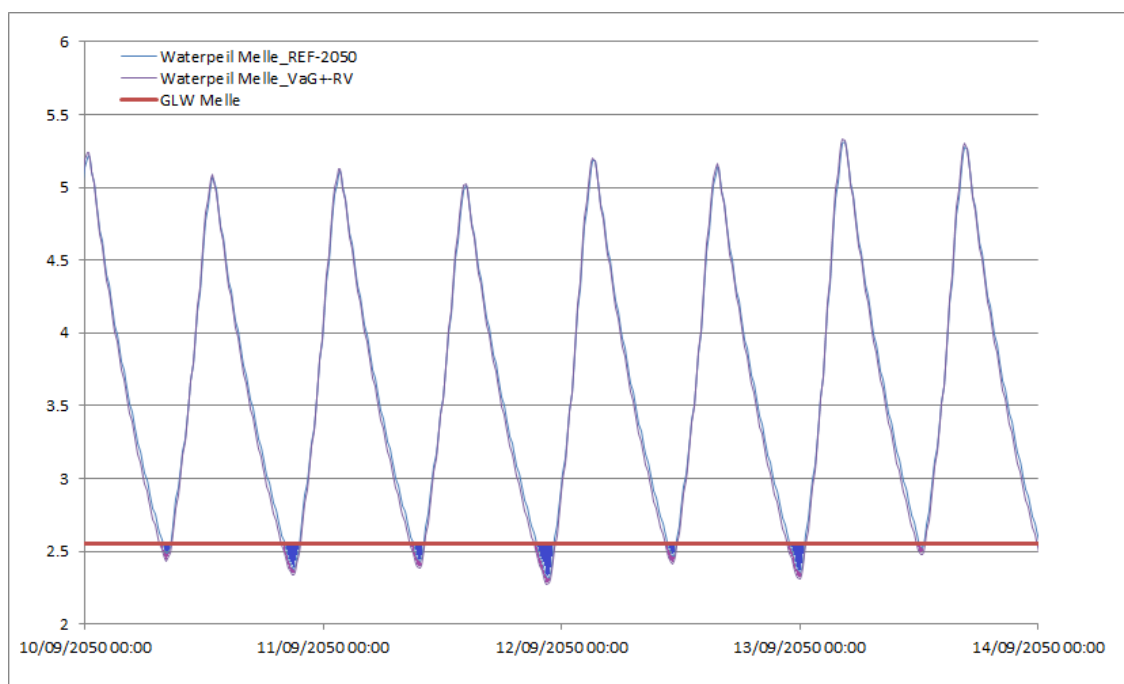
De duur van de daling van het waterpeil onder het GLW en de oppervlakte van de grafiek onder het GLW wordt bepaald voor de tijposten van Sint-Amands, Dendermonde, Schoonaarde, Wetteren en Melle, eveneens voor 4 maal QN en 1 maal QE. De resultaten worden per alternatief gesommeerd over de vijf tijposten. De oppervlakte onder de grafiek wordt relatief ten opzichte van het REF-2050-alternatief weergegeven (Tabel 45).

Enkel bij het VaG⁺-RV-alternatief is de tijd dat het waterpeil onder het GLW daalt, langer ten opzichte van de referentie. Bijgevolg is ook de oppervlakte van de grafiek onder het GLW groter.

Tabel 44 – Gemiddeld laagwater (GLW) tijposten obv berekening bij gemiddeld tij voor REF-2050

Tijpost	GLW REF-2050
Sint-Amands	0.61
Dendermonde	1.26
Schoonaarde	1.94
Wetteren	2.39
Melle	2.58

Figuur 53 – Effect afwatering nevengebieden obv GLW: voorbeeld Melle



Oppervlakte grafiek onder GLW: REF-2050 = blauw; VaG⁺-RV = blauw+paars

Tabel 45 – Effect afwatering nevengebieden obv GLW: tijd onder GLW en relatieve oppervlakte grafiek onder GLW tov REF-2050 – gesommeerd over 5 tijposten

Alternatief	Tijd onder GLW [min] (simulatieperiode ~1 jaar)	Relatieve oppervlakte grafiek onder GLW tov REF-2050
REF-2050	81170	1.00
SCHAAF	72440	0.84
VaH	76110	0.88
VaG ⁺ -RV	111040	1.43

6.3 Effect op afwatering Ringvaart

Voor de verschillende scenario's wordt gekeken naar de maximale waterstand bij was te Melle. Het verschil wordt berekend ten opzichte van REF-2050 per terugkeerperiode. Er wordt een gemiddelde genomen over de verschillende terugkeerperioden. Een negatieve waarde wil zeggen dat het maximum waterpeil daalt, wat de uitwatering van de Ringvaart ten goede komt. Enkel bij het VaH-alternatief wordt een negatieve waarde bekomen. De verschillen zijn echter zeer klein.

Tabel 46 – Effect afwatering Ringvaart: stijging/daling maximum waterpeil bij was in Melle:
gemiddeld over beschouwde terugkeerperioden

Alternatief	Effect op Hmax bij was te Melle tov REF-2050 [cm]
SCHAAF	0.02
VaG ⁺ -RV	0.5
VaH	-0.4

7 Conclusies

In aanvulling van het studiewerk dat door WL uitgevoerd wordt in het kader van het Integraal Plan Boven-Zeeschelde werd door de klant gevraagd de B- en C-alternatieven die in deze studie worden bestudeerd, af te toetsen naar veiligheid. Dit rapport bespreekt de methodiek, het gebruikte modelinstrumentarium en de veiligheidstoets van de B-alternatieven.

Voor deze studie is gebruikt gemaakt van het geactualiseerde 1D-model van de Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren. Dit model werd aangepast om de referentiesituatie voor 2050 voor te stellen. Dit wil zeggen dat alle gebieden van het Meest Wenselijk Alternatief (MWeA) tot tijdshorizon 2025 aangepast zijn in het model volgens de meest recente inrichtingsvoorstellen of ontwerpplannen. Tevens werd de bathymetrie in de Boven-Zeeschelde en de topografie in de ontpolderingen en gebieden met gecontroleerd gereduceerd getij aangepast. Dit REF-2050-alternatief is vergeleken met een huidige scenario, bij randvoorwaarden voor 2050.

In deze studie werden drie alternatieven beschouwd: SCHAAF, VaG⁺-RV en VaH.

Bij de analyse van de verschillende alternatieven is voornamelijk gekeken naar het effect van een alternatief op het maximum waterpeil in de Boven-Zeeschelde. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen het maximum waterpeil bij storm en het maximum waterpeil bij was in de tijdreeks van de composiet. Dit effect is vergeleken ten opzichte van het REF-2050-alternatief. Algemeen is het effect op het maximum waterpeil beperkt. Enkel bij het VaG⁺-RV-alternatief, waarbij enerzijds de bergingscapaciteit van enkele gecontroleerde overstromingsgebieden verkleind wordt en anderzijds de Ringvaart verruimd, is de daling van het maximum waterpeil lokaal groter dan 5 cm.

Voor de multicriteria-analyse zijn drie criteria opgesteld. De stijging van het maximum waterpeil en het ruimtelijk effect van het alternatief zijn begroot door, per terugkeerperiode, de som te maken van het aantal kilometers dat het waterpeil op de Boven-Zeeschelde stijgt boven TAW +7,0/+7,5/+8,0 m. Hierbij werd aan de stijging boven TAW +7,5 m en TAW +8,0 m een groter gewicht toegekend. Bij T1 blijft het maximum waterpeil bij de beschouwde alternatieven onder TAW +7,0 m. Enkel bij T4000 stijgt het waterpeil bij alle beschouwde alternatieven boven TAW +8,0 m.

Het effect op de afwatering van de nevengebieden, inclusief de Dender, is begroot met behulp van het gemiddeld laagwater (GLW) ter hoogte van vijf tijposten: Sint-Amands, Dendermonde, Schoonaarde, Wetteren en Melle. Voor elke van deze tijposten werd voor een simulatieperiode van 1 jaar, voor 4 maal QN en 1 maal QE, de tijd berekend dat het waterpeil onder het GLW daalt, en werd de oppervlakte van de grafiek onder het GLW berekend. Dit oppervlak is relatief ten opzichte van het REF-2050-alternatief weergegeven. Hoe langer de duur onder GLW of hoe groter de oppervlakte van de grafiek onder GLW, hoe langer en/of hoe dieper het waterpeil onder het GLW daalt, met (potentieel) positief effect op de afwatering van de nevengebieden. Enkel Alternatief VaG⁺-RV scoort hierbij positief.

Het effect op de afwatering van de Ringvaart is begroot op basis van het maximum waterpeil te Melle in de wasperiode. Er is een gemiddelde genomen van het verschil ten opzichte van het REF-2050-alternatief over de beschouwde terugkeerperioden. Enkel voor alternatief VaH is een negatieve waarde gekomen. Dit betekent een daling van het maximum waterpeil bij was te Melle, wat de afwatering van de Ringvaart vermoedelijk ten goede komt.

Rechtstreekse effecten op de afwatering van zowel de Dender, als de Bovenschelde en Leie kunnen niet in rekening gebracht worden, daar het model niet uitgebreid is met deze waterlopen.

8 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
- Coen, L.; Boey, I.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2014). Dijkhoogtes Doelpolder: deelrapport 3. Aanvullende scenarioberekeningen met betrekking tot de GGG-werking en de veiligheid tegen overstromingen in het kader van de aanleg van het GGG Doelpolder. *WL Rapporten*, 12_130. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen
- Coen, L.; Deschamps, M.; Vanlede, J.; Vanderkimpfen, P.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2017a). Mike11 model Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren - Beschrijving versie 2015. Versie 1.0. *WL Rapporten*, 14_106_6. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen
- Coen, L.; Peeters, P.; Pereira, F.; Eloit, K.; Mostaert, F.** (2012). Bevaarbaarheid van de Boven-Zeeschelde en Zuidelijk vak Ringvaart voor klasse Va-schepen: deelrapport 25. Ondersteunende 1D-berekeningen - Veiligheidstoets. *WL Rapporten*, 840_02. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen
- Coen, L.; Vanderkimpfen, P.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2017b). Integraal plan Boven-Zeeschelde – Veiligheidstoets B-&C-alternatieven: deelrapport 1. Kalibratie Zeescheldemodel. Versie 5.0. *WL Rapporten*, 14_176_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. XXVII, 54 + 199 appendices
- Cox, T.; Maris, T.; De Vleeschauwer, P.; De Mulder, T.; Soetaert, K.; Meire, P.** (2006). Flood control areas as an opportunity to restore estuarine habitat. *Ecol. Eng.* 28(1): 55–63
- IMDC.** (2015a). Bepalen van randvoorwaarden voor de referentiesituatie (2050) m.b.t. debiet en waterstand., I/RA/11448
- IMDC.** (2015b). Duurzaam Beheerplan Boven-Zeeschelde - Duurzame bathymetrie, I/RA/11448. IMDC nv i.s.m. INBO: Antwerpen
- Maris, T.; Cox, T.; Temmerman, S.; De Vleeschauwer, P.; Van Damme, S.; De Mulder, T.; Van den Bergh, E.; Meire, P.** (2007). Tuning the tide: creating ecological conditions for tidal marsh development in a flood control area. *Consequences Estuar. Manag. Hydrodyn. Ecol. Funct. ECSA 38th Symp. - Rouen 2004 Co-organisation Seine-Aval Program. ECSA 588(1)*: 31–43. Available at: [dx.doi.org/10.1007/s10750-007-0650-5](https://doi.org/10.1007/s10750-007-0650-5)
- Smolders, S.; Maximova, T.; Vandenbruwaene, W.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2017). Integraal Plan Bovenzeeschelde: Deelrapport 5 - Scaldis 2050. Versie 4.0. *WL Rapporten*, 13_131_5. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

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