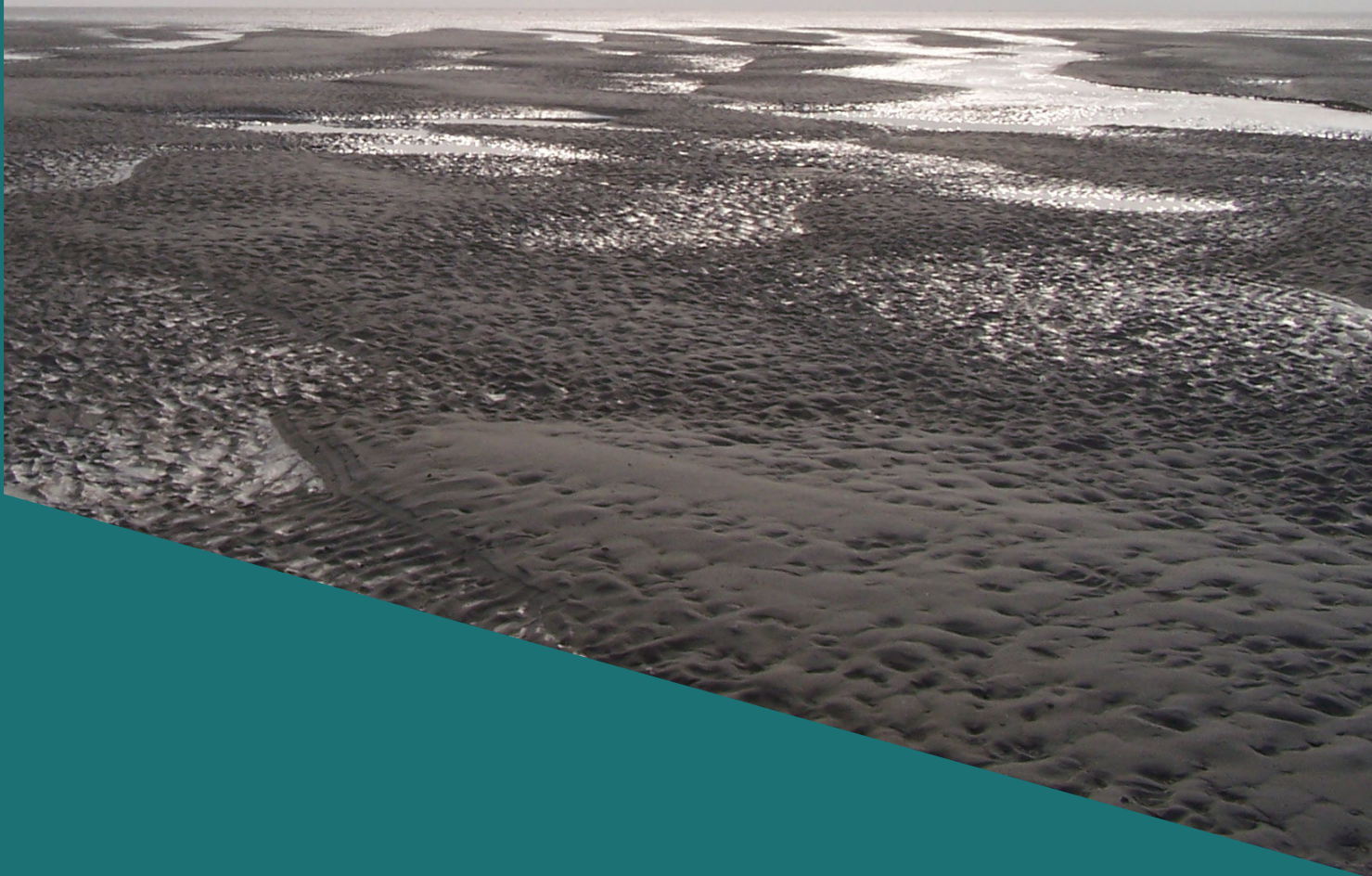




Vlaanderen
is wetenschap



14_024_2
WL rapporten

Morfologie Mesoschaal - FSK

Deelrapport 2
Fysieke systeemkenmerken Schelde-estuarium

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Morfologie Meso-schaal - FSK

Deelrapport 2 – Fysieke systeemkenmerken Schelde-estuarium

Coen, L.; Plancke, Y.; De Maerschalck, B.; Mostaert, F.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.

De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.

Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2019
D/2019/3241/123

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Coen, L.; Plancke, Y.; De Maerschallck, B.; Mostaert, F. (2019). Morfologie Mesoschaal - FSK: Deelrapport 2 – Fysieke systeemkenmerken Schelde-estuarium. Versie 5.0. WL Rapporten, 14_024_2. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	VNSC	Ref.:	WL2019R14_024_2
Keywords (3-5):	Westerschelde, meergeulenstelsel, waterbeweging, numerieke modellering		
Tekst (p.):	40	Bijlagen (p.):	68
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

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

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	De Maerschallck, B.	Getekend door: Bart De Maerschallck (Signa) Getekend op: 2019-07-31 09:46:39 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Bart De Maerschallck</i>
Projectleider:	Plancke, Y.	Getekend door: Yves Plancke (Signature) Getekend op: 2019-08-22 13:57:46 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Yves Plancke</i>

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2019-07-23 11:58:40 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Frank Mostaert</i>
-----------------	--------------	---



Abstract

De *Langetermijnvisie* (LTV) voor het Schelde-estuarium stelt in haar streefbeeld 2030 dat: “De instandhouding van de fysieke systeemkenmerken van het estuarium is uitgangspunt van beheer en beleid.” Hierbij wordt het meergeulenstelsel expliciet genoemd voor de Westerschelde. De onderbouwing van het behoud van het meergeulenstelsel vindt haar oorsprong in verschillende functies (veiligheid, toegankelijkheid, natuurlijkheid, overige functies). In voorliggend rapport wordt enerzijds op basis van de bestaande literatuur een oplistings gemaakt van de verschillende argumenten voor het behoud van het meergeulenstelsel vanuit de verschillende functies en anderzijds worden een aantal stellingen geformuleerd voor verder onderzoek met betrekking tot het behoud van het meergeulenstelsel en het verdiepen/verondiepen van de bestaande geulen.

Een aantal van de stelling met betrekking tot de effecten van het verdiepen/verondiepen van de geulen op de getijvoortplanting worden in dit rapport bestudeerd aan de hand van het 2D-numeriek NeVla model. Wanneer netto gezien sediment onttrokken/toegevoegd wordt uit een macrocel zal opwaarts er een versterking/demping van het getij plaatsvinden. Daarnaast blijkt dat de getijvoortplanting minimaal beïnvloed wordt wanneer het sedimentvolume binnen een macrocel constant blijft, waarbij de hoofdgeul verdiept/verondiept, maar de nevengeul met een zelfde volume verondiept/verdiept.

Tenslotte wordt vastgesteld dat het verondiepen van de vloedgeul in combinatie met het verdiepen van de ebgeul leidt tot een (beperkte) reductie van het getijverschil opwaarts van de macrocel, minder dan 10 cm reductie van het hoog water wanneer $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ verzet wordt. Het verondiepen of beperken van het verdiepen van de vloedgeul kan dan ook als een uitgangspunt gehanteerd worden voor de sedimentstrategie om de getij-indringing, weliswaar beperkt, te reduceren.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VII
Lijst van de figuren	VIII
Lijst van de figuren in Bijlage A.....	IX
Lijst van de figuren in Bijlage B.....	X
Lijst van de figuren in Bijlage C.....	XII
Lijst van de figuren in Bijlage D.....	XIV
1 Situering.....	1
2 Bestaande kennis en kaders	2
2.1 LTV Westerschelde – cluster morfologie (2000)	2
2.2 LTV Schelde-estuarium (2001).....	3
2.3 Beoordelingskader Schelde-estuarium (2005)	5
2.4 Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium (2009)	7
3 Belang meergeulenstelsel voor estuariene functies	9
3.1 Veiligheid	9
3.2 Toegankelijkheid.....	9
3.3 Natuurlijkheid	10
3.4 Overige aspecten.....	10
4 Onderzoek naar stellingen m.b.t. de functie “veiligheid”	11
4.1 Inleiding	11
4.2 Numerieke modellering.....	12
4.2.1 Beschrijving numeriek model	12
4.2.1.1 Bathymetrie	12
4.2.1.2 Randvoorwaarden	13
4.2.1.3 Ruwheid	14
4.2.1.4 Tijdstap	14
4.2.1.5 Sedimenttransport	14
4.2.1.6 Uitvoerpunten	15
4.2.2 Verwerking.....	16
4.2.2.1 Waterstanden.....	16
4.2.2.2 Getijvolumes.....	16

4.2.2.3	Sedimenttransport	16
4.2.3	Modelvalidatie.....	17
4.3	Beschrijving scenario's.....	19
4.4	Resultaten scenario's.....	22
4.4.1	Effect van ingrepen op hoog- en laagwaters.....	22
4.4.2	Effect van ingrepen op eb- en vloedvolumes.....	26
4.4.3	Effect van ingrepen op sedimenttransport	33
4.5	Resultaten vervolgsenario's.....	34
4.5.1	Effect van ingrepen op hoog- en laagwaters.....	34
4.5.2	Effect van ingrepen op eb- en vloedvolumes.....	35
4.5.3	Effect van ingrepen op sedimenttransport	35
5	Conclusies	38
	Referenties	40
BIJLAGE A	- Figuren waterpeilen FSK000 versus metingen	B1
	Mei 2016.....	B1
	Nov2015	B3
	Jan2016.....	B6
	Dec2013.....	B8
	Jan2017.....	B10
BIJLAGE B	- Figuren HW/LW/stormhoogwaters	B12
	HW	B12
	LW.....	B15
	Nov2015	B18
	Jan2016.....	B21
	Dec2013.....	B24
	Jan2017.....	B27
BIJLAGE C	- Figuren eb- en vloedvolumes	B30
	Scenario's macrocel 1.....	B30
	Scenario's macrocel 3.....	B32
	Scenario's macrocel 4.....	B35
	Scenario's macrocel 5 - $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	B37
	Scenario's macrocel 5 - $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	B40
	Vervolgsenario's	B42
	Ebvolumes – mei 2016	B45
	Vloedvolumes – mei 2016	B48
BIJLAGE D	- Kaarten sedimenttransport.....	B51

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Overzicht periodes in afwaartse randvoorwaarden	13
Tabel 2 – Vergelijking gemiddelde hoog- en laagwaters FSK000 versus metingen – springtij-doodtij periode mei 2016.....	17
Tabel 3 - Vergelijking gemiddelde hoog- en laagwaters FSK000 versus metingen – storm nov2015.....	17
Tabel 4 - Vergelijking gemiddelde hoog- en laagwaters FSK000 versus metingen – storm jan2016.....	18
Tabel 5 - Vergelijking gemiddelde hoog- en laagwaters FSK000 versus metingen – storm dec2013.....	18
Tabel 6 - Vergelijking gemiddelde hoog- en laagwaters FSK000 versus metingen – storm jan2017.....	18
Tabel 7 – Overzicht scenario’s.....	21
Tabel 8 – Overzicht vervolgsenario’s.....	21

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Situering geulen en platen Westerschelde.....	11
Figuur 2 – Illustratie van het NEVLA rooster	12
Figuur 3 – Origineel ruweheidsveld in het NEVLA model, uitgedrukt als Manning coëfficiënt	14
Figuur 4 – Situering uitvoerpunten	16
Figuur 5 – Overzicht macrocellen in de Westerschelde	19
Figuur 6 – Principe van graduele ver(on)dieping	20
Figuur 7 – Lengteprofielen Westerschelde – Zeeschelde tot Antwerpen met verschil in (tijd van) HW/LW tov FSK000 voor scenario's in macrocel 1	22
Figuur 8 – Lengteprofielen Westerschelde – Zeeschelde tot Antwerpen met verschil in (tijd van) HW/LW tov FSK000 voor scenario's in macrocel 3	23
Figuur 9 – Lengteprofielen Westerschelde – Zeeschelde tot Antwerpen met verschil in (tijd van) HW/LW tov FSK000 voor scenario's in macrocel 4	23
Figuur 10 – Lengteprofielen Westerschelde – Zeeschelde tot Antwerpen met verschil in (tijd van) HW/LW tov FSK000 voor scenario's met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5	25
Figuur 11 – Lengteprofielen Westerschelde – Zeeschelde tot Antwerpen met verschil in (tijd van) HW/LW tov FSK000 voor scenario's met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5	25
Figuur 12 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van raaien 7, 6, 5a, 2 en 1 voor scenario's in macrocel 1	28
Figuur 13 – Vloed en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raaien 7, 6, 5a, 2 en 1 voor scenario's in macrocel 3	29
Figuur 14 – Vloed en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raaien 7, 6, 5a, 2 en 1 voor scenario's in macrocel 4	30
Figuur 15 – Vloed en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raaien 7, 6, 5a, 2 en 1 voor scenario's met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5	31
Figuur 16 – Vloed en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raaien 7, 6, 5a, 2 en 1 voor scenario's met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5	32
Figuur 17 – Lengteprofielen Westerschelde – Zeeschelde tot Antwerpen met verschil in (tijd van) HW/LW tov FSK000 voor vervolgsenario's.....	34
Figuur 18 – Vloed en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raaien 7, 6, 5a, 2 en 1 voor vervolgsenario's.....	37

Lijst van de figuren in Bijlage A

Figuur A 1 – Tijdreeksen waterpeilen te Vlissingen – FSK000 versus metingen – mei 2016	B1
Figuur A 2 – Tijdreeksen waterpeilen te Terneuzen – FSK000 versus metingen – mei 2016.....	B1
Figuur A 3 – Tijdreeksen waterpeilen te Hansweert – FSK000 versus metingen – mei 2016	B2
Figuur A 4 – Tijdreeksen waterpeilen te Bath – FSK000 versus metingen – mei 2016	B2
Figuur A 5 – Tijdreeksen waterpeilen te Liefkenshoek – FSK000 versus metingen – mei 2016	B2
Figuur A 6 – Tijdreeksen waterpeilen te Antwerpen – FSK000 versus metingen – mei 2016.....	B3
Figuur A 7 – Tijdreeksen waterpeilen te Vlissingen – FSK000 versus metingen – nov2015	B3
Figuur A 8 – Tijdreeksen waterpeilen te Terneuzen – FSK000 versus metingen – nov2015	B4
Figuur A 9 – Tijdreeksen waterpeilen te Hansweert – FSK000 versus metingen – nov2015	B4
Figuur A 10 – Tijdreeksen waterpeilen te Bath – FSK000 versus metingen – nov2015	B4
Figuur A 11 – Tijdreeksen waterpeilen te Liefkenshoek – FSK000 versus metingen – nov2015	B5
Figuur A 12 – Tijdreeksen waterpeilen te Antwerpen – FSK000 versus metingen – nov2015	B5
Figuur A 13 – Tijdreeksen waterpeilen te Vlissingen – FSK000 versus metingen – jan2016	B6
Figuur A 14 – Tijdreeksen waterpeilen te Terneuzen – FSK000 versus metingen – jan2016.....	B6
Figuur A 15 – Tijdreeksen waterpeilen te Hansweert – FSK000 versus metingen – jan2016	B6
Figuur A 16 – Tijdreeksen waterpeilen te Bath – FSK000 versus metingen – jan2016	B7
Figuur A 17 – Tijdreeksen waterpeilen te Liefkenshoek – FSK000 versus metingen – jan2016	B7
Figuur A 18 – Tijdreeksen waterpeilen te Antwerpen – FSK000 versus metingen – jan2016.....	B7
Figuur A 19 – Tijdreeksen waterpeilen te Vlissingen – FSK000 versus metingen – dec2013.....	B8
Figuur A 20 – Tijdreeksen waterpeilen te Terneuzen – FSK000 versus metingen – dec2013.....	B8
Figuur A 21 – Tijdreeksen waterpeilen te Hansweert – FSK000 versus metingen – dec2013	B8
Figuur A 22 – Tijdreeksen waterpeilen te Bath – FSK000 versus metingen – dec2013	B9
Figuur A 23 – Tijdreeksen waterpeilen te Liefkenshoek – FSK000 versus metingen – dec2013.....	B9
Figuur A 24 – Tijdreeksen waterpeilen te Antwerpen – FSK000 versus metingen – dec2013.....	B9
Figuur A 25 – Tijdreeksen waterpeilen te Vlissingen – FSK000 versus metingen – jan2017	B10
Figuur A 26 – Tijdreeksen waterpeilen te Terneuzen – FSK000 versus metingen – jan2017.....	B10
Figuur A 27 – Tijdreeksen waterpeilen te Hansweert – FSK000 versus metingen – jan2017	B10
Figuur A 28 – Tijdreeksen waterpeilen te Bath – FSK000 versus metingen – jan2017	B11
Figuur A 29 – Tijdreeksen waterpeilen te Liefkenshoek – FSK000 versus metingen – jan2017	B11
Figuur A 30 – Tijdreeksen waterpeilen te Antwerpen – FSK000 versus metingen – jan2017.....	B11

Lijst van de figuren in Bijlage B

Figuur B 1 – Scatterplots HW thv meetposten - scenario's macrocel 1 tov FSK000	B12
Figuur B 2 – Scatterplots HW thv meetposten - scenario's macrocel 3 tov FSK000	B12
Figuur B 3 – Scatterplots HW thv meetposten - scenario's macrocel 4 tov FSK000	B13
Figuur B 4 - Scatterplots HW thv meetposten - scenario's macrocel 5 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ tov FSK000.....	B13
Figuur B 5 - Scatterplots HW thv meetposten - scenario's macrocel 5 met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ tov FSK000.....	B14
Figuur B 6 - Scatterplots HW thv meetposten - vervolgsenario's tov FSK000.....	B14
Figuur B 7 – Scatterplots LW thv meetposten - scenario's macrocel 1 tov FSK000.....	B15
Figuur B 8 – Scatterplots LW thv meetposten - scenario's macrocel 3 tov FSK000.....	B15
Figuur B 9 – Scatterplots LW thv meetposten - scenario's macrocel 4 tov FSK000.....	B16
Figuur B 10 - Scatterplots LW thv meetposten - scenario's macrocel 5 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ tov FSK000.....	B16
Figuur B 11 - Scatterplots LW thv meetposten - scenario's macrocel 5 met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ tov FSK000.....	B17
Figuur B 12 - Scatterplots LW thv meetposten - vervolgsenario's tov FSK000.....	B17
Figuur B 13 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 1 – storm nov2015	B18
Figuur B 14 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 3 – storm nov2015	B18
Figuur B 15 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 4 – storm nov2015	B19
Figuur B 16 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 5 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – storm nov2015.....	B19
Figuur B 17 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 5 met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – storm nov2015.....	B20
Figuur B 18 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – vervolgsenario's – storm nov2015.....	B20
Figuur B 19 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 1 – storm jan2016 .	B21
Figuur B 20 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 3 – storm jan2016 .	B21
Figuur B 21 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 4 – storm jan2016 .	B22
Figuur B 22 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 5 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – storm jan2016.....	B22
Figuur B 23 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 5 met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – storm jan2016.....	B23
Figuur B 24 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – vervolgsenario's – storm jan2016.....	B23
Figuur B 25 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 1 – storm dec2013.	B24
Figuur B 26 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 3 – storm dec2013.	B24
Figuur B 27 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 4 – storm dec2013.	B25
Figuur B 28 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 5 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – storm dec2013.....	B25
Figuur B 29 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 5 met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – storm dec2013.....	B26

Figuur B 30 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – vervolgsenario's – storm dec2013	B26
Figuur B 31 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 1 – storm jan2017 .	B27
Figuur B 32 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 3 – storm jan2017 .	B27
Figuur B 33 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 4 – storm jan2017 .	B28
Figuur B 34 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 5 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – storm jan2017	B28
Figuur B 35 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 5 met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – storm jan2017	B29
Figuur B 36 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – vervolgsenario's – storm jan2017	B29

Lijst van de figuren in Bijlage C

Figuur C 1 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 7 voor scenario's in macrocel 1	B30
Figuur C 2 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 6 voor scenario's in macrocel 1	B30
Figuur C 3 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 5a voor scenario's in macrocel 1	B31
Figuur C 4 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 2 voor scenario's in macrocel 1	B31
Figuur C 5 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 1 voor scenario's in macrocel 1	B32
Figuur C 6 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 7 voor scenario's in macrocel 3	B32
Figuur C 7 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 6 voor scenario's in macrocel 3	B33
Figuur C 8 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 5a voor scenario's in macrocel 3	B33
Figuur C 9 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 2 voor scenario's in macrocel 3	B34
Figuur C 10 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 1 voor scenario's in macrocel 3	B34
Figuur C 11 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 7 voor scenario's in macrocel 4	B35
Figuur C 12 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 6 voor scenario's in macrocel 4	B35
Figuur C 13 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 5a voor scenario's in macrocel 4	B36
Figuur C 14 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 2 voor scenario's in macrocel 4	B36
Figuur C 15 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 1 voor scenario's in macrocel 4	B37
Figuur C 16 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 7 voor scenario's met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5.....	B37
Figuur C 17 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 6 voor scenario's met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5.....	B38
Figuur C 18 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 5a voor scenario's met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5.....	B38
Figuur C 19 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 2 voor scenario's met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5.....	B39

Figuur C 20 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 1 voor scenario's met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5.....	B39
Figuur C 21 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 7 voor scenario's met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5.....	B40
Figuur C 22 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 6 voor scenario's met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5.....	B40
Figuur C 23 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 5a voor scenario's met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5.....	B41
Figuur C 24 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 2 voor scenario's met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5.....	B41
Figuur C 25 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 1 voor scenario's met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5.....	B42
Figuur C 26 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 7 voor vervolgsenario's ..	B42
Figuur C 27 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 6 voor vervolgsenario's ..	B43
Figuur C 28 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 5a voor vervolgsenario's ..	B43
Figuur C 29 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 2 voor vervolgsenario's ..	B44
Figuur C 30 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 1 voor vervolgsenario's ..	B44
Figuur C 31 – Ebvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 1 – mei 2016.....	B45
Figuur C 32– Ebvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 3 – mei 2016.....	B45
Figuur C 33 – Ebvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 4 – mei 2016.....	B46
Figuur C 34 – Ebvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 5 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – mei 2016.....	B46
Figuur C 35 – Ebvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 5 met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – mei 2016.....	B47
Figuur C 36 – Ebvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – vervolgsenario 's– mei 2016	B47
Figuur C 37 – Vloedvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 1 – mei 2016 ..	B48
Figuur C 38 – Vloedvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 3 – mei 2016 ..	B48
Figuur C 39 – Vloedvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 4 – mei 2016 ..	B49
Figuur C 40 – Vloedvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 5 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – mei 2016	B49
Figuur C 41 – Vloedvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 5 met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – mei 2016	B50
Figuur C 42 – Vloedvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – vervolgsenario 's– mei 2016.....	B50

Lijst van de figuren in Bijlage D

Figuur D 1 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde – referentiescenario FSK000	B52
Figuur D 2 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK105.....	B53
Figuur D 3 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK106.....	B54
Figuur D 4 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK305.....	B55
Figuur D 5 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK306.....	B56
Figuur D 6 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK405.....	B57
Figuur D 7 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK406.....	B58
Figuur D 8 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK505.....	B59
Figuur D 9 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK506.....	B60
Figuur D 10 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK511.....	B61
Figuur D 11 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK512.....	B62
Figuur D 12 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK513.....	B63
Figuur D 13 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK514.....	B64
Figuur D 14 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK515.....	B65
Figuur D 15 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK516.....	B66
Figuur D 16 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK517.....	B67
Figuur D 17 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK518.....	B68

1 Situering

De LangeTermijnVisie (LTV) voor het Schelde-estuarium (Directie Zeeland & Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Administratie Waterwegen en Zeewezen, 2001) stelt in haar streefbeeld 2030: “De instandhouding van de fysieke systeemkenmerken van het estuarium is uitgangspunt van beheer en beleid”. Hierbij wordt het meergeulenstelsel expliciet genoemd voor de Westerschelde. De wetenschappelijke onderbouwing van dit uitgangspunt gebeurde op basis van de toenmalige kennis en uitgangspunten van het beleid en beheer voor het estuarium.

In de afgelopen jaren is de kennis rond het Schelde-estuarium verder uitgebouwd met o.a. onderzoeksprogramma LTV Onderzoek en Monitoring (O&M), programma Veiligheid en Toegankelijkheid (V&T) en het momenteel lopende programma Agenda voor de Toekomst (AvdT). Op basis van de nieuwe inzichten, is de vraag gerezen wat verstaan wordt onder “instandhouding fysieke systeemkenmerken”, alsook het waarom ervan.

In voorliggend rapport wordt getracht (1) een overzicht te geven van de achtergrond van bepaalde uitgangspunten die in het verleden geformuleerd zijn rond het meergeulenstelsel van de Westerschelde, en (2) aan de hand van een aantal stellingen een aantal openstaande kennishiaten te identificeren die in een vervolgstap zouden kunnen worden opgepakt om uiteindelijk te komen tot een invulling van doelstellingen inzake de fysieke systeemkenmerken van de Westerschelde. Finaal (3) wordt aan de hand van numerieke modellen getracht om een selectie van deze stellingen met betrekking tot effecten van verruimen/verondiepen van bestaande geulen op de getijvoortplanting te bevestigingen of te ontcrachten.

2 Bestaande kennis en kaders

In het kader van de Lange Termijn Visie Schelde-estuarium werd onderzoek uitgevoerd om te komen tot doelstellingen voor het beheer van het Schelde-estuarium. Eén van de uitgangspunten voor het beheer is het behoud van het meergeulensysteem in de Westerschelde. Verschillende documenten geven het belang weer van dit uitgangspunt. Deze worden in de onderstaande paragrafen opgenomen.

2.1 LTV Westerschelde – cluster morfologie (2000)

Het rapport “LTV Westerschelde – Cluster Morfologie – Samenvatting” (Winterwerp *et al.*, 2000) stelt met betrekking tot morfologische dynamiek dat:

*“Als **hypothese** wordt aangenomen dat de huidige estuariene morfologie van de Westerschelde slechts kan bestaan dankzij haar **meergeulensystemen**. Indien deze systemen ontaarden in een ééngesysteem, dan wordt de ruimtelijke afmeting van deze geul bepaald door de afvoer van de Schelderivier en haar komberging, waardoor het estuarium zal **verlanden** waarbij slechts een nauwe geul overblijft. In feite wordt gesteld dat handhaving van een meergeulensysteem noodzakelijk is vanwege:*

1. Ruimte voor de rivier; na verlanding zal de **toegankelijkheid** van Antwerpen drastisch **afnemen**,
2. Een meergeulensysteem is noodzakelijk uit oogpunt van **bergingscapaciteit** baggerspecie,
3. Een meergeulensysteem is noodzakelijk voor het handhaven van **morfologische dynamiek** en **morfologische diversiteit**.

Zoals bekend herbergt de Westerschelde een groot aantal eb-vloedschaar systemen, zowel op meso- als op macro-schaal.

...

*Deze patronen kunnen een goed handvat bij het beheer van de Westerschelde vormen, waarbij dan handhaving van de **elementaire schakels**, die tevens de voor **Natuurlijkheid** en **ecologie essentiële morfologische eenheden** vormen, de **leidraad** bij dat **beheer** is. De vorm van de ketting op mega-schaal ligt vast door indijking en ophanging aan ophangpunten, en kan slechts beïnvloed worden door grootschalige effecten aan de randen, zoals aantasting van de ophangpunten (inclusief de Vlake van de Raan), grootschalige ontpolderingen en/of zeespiegelrijzing.*

*Zoals aangegeven zal het **beheer** van de Westerschelde er op gericht dienen te zijn de **integriteit** van het **meergeulensysteem** te **handhaven**. Nader uitgezocht dient te worden of dit dient te geschieden op meso-, dan wel macro-schaal. Behoud van het meergeulensysteem op **meso-schaal** sluit nauw aan bij de eisen die vanuit **Natuurlijkheid** aan het systeem worden gesteld. Afhankelijk van de veerkracht van de diverse delen van het systeem, zal dit beleid zich dienen toe te spitsen op beleidsvoornemens op macro- of op meso-schaal, zoals zandwinvergunningen, aanwijzen bergingslocaties, geuloeververdedigingen, enz. Onderzocht zal dienen te worden wat de beleidsvrijheid per systeemdeel is. Hiertoe is ondermeer kennis van het natuurlijke gedrag van die deelsystemen (en uiteraard van het geheel) nodig, zoals inzicht in de netto en bruto transporten in en tussen de schakels, regeneratie-vermogen van de schakels, enz.*

*Voorgesteld wordt het beheer van de Westerschelde op korte termijn te laten leiden door **conservatieve overwegingen**, i.e. een “no-regret” beheersscenario waarbij de integriteit van het meergeulensysteem tot op de kleinste schaal gehandhaafd blijft. Dit zou dan het uitgangspunt bij de Verkennende Studie als onderdeel van de Lange Termijnvisie Westerschelde moeten zijn. In vervolgstudies kan dan bestudeerd worden hoeveel rek (veerkracht) het systeem kent, waarbij onder andere de reversibiliteit van dichtslibbende geulen aan de orde dient te komen.”*

Binnen dit rapport worden tevens indicatoren voorgesteld om het morfologisch gedrag te monitoren voor Veiligheid, Toegankelijkheid en Natuurlijkheid:

- waterstand en getij-componenten,
- bagger- en stortcijfers,
- platenareaal,
- transport(capaciteit) door geulen,
- aantal geulen per beheersdeel,
- een nader te specificeren “dynamiek indicator”.

Conclusie:

Uit dit rapport blijkt dus dat het behoud van het meergeulenstelsel ingegeven wordt vanuit de vrees naar het verlanden naar een ééngeulstelsel waarbij het verschillende functies niet meer kunnen gehandhaafd blijven. Toegankelijkheid en natuurlijkheid worden expliciet genoemd, doch op basis van de indicatoren blijkt ook veiligheid beschouwd te worden.

2.2 LTV Schelde-estuarium (2001)

Het rapport “Toelichting bij de LTV Schelde-estuarium” (Directie Zeeland & Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Administratie Waterwegen en Zeewezen, 2001) signaleert volgende kansen en bedreigingen op de Korte Termijn voor de Westerschelde:

*“In de Westerschelde is de **onzekerheid** rondom de in gang gezette **morfologische processen** het grootst. Na de recente verdieping zijn de baggerhoeveelheden toegenomen. Tegelijk met de verdieping is een **andere stortstrategie** ingevoerd. Hierbij wordt de baggerspecie van het volle oostelijke deel naar het westelijke deel gebracht. Wil men de diepten van de huidige verruiming in het oostelijke deel kunnen behouden, dan kan, bij gebrek aan ruimte, nagenoeg geen specie meer geborgen worden in dit oostelijke deel. Tegelijk wordt ook de zandwinning in het oostelijke deel geconcentreerd. De **bedoeling** is dat het **oostelijke deel** door deze maatregelen gaat **verruimen**, waarbij de **natuurlijke dynamiek** zich **herstelt** en dit deel van het estuarium zijn natuurlijk karakter weer enigszins terugkrijgt. Het gevolg van deze strategie is wel dat er meer gestort wordt in het westelijke deel waardoor dit deel van het estuarium sterker wordt belast. Het eerste teken hiervan is de **omslag** van **import** naar **export** van sediment naar het mondingsgebied. Een mogelijk risico is dat in het westelijke deel de natuurlijke dynamiek wordt onderdrukt en er een vergelijkbare ontwikkeling in gang wordt gezet, die men nu in het oostelijke deel probeert te keren. De verwachting is dat de veerkacht van het westelijke deel groter is, omdat het van nature ruimer en dynamischer is. De resultaten van het morfologieonderzoek lijken deze verwachting te bevestigen. De in het onderzoek geschatte stortcapaciteiten voor de situatie 1999 nemen van zo'n 4 miljoen ton/jaar in het oostelijke deel toe naar maximaal zo'n 26 miljoen ton/jaar in het westelijke deel. De nieuwe strategie is nog maar kort ingesteld zodat de morfologische reacties nog niet zijn gemeten. De onzekerheid rondom de in gang gezette morfologische processen is dus nog groot.*

*Er zou tevens een **spanningsveld** kunnen ontstaan tussen het **stortbeleid** en het **nautisch gebruik** van nevengeulen en ankergebieden. De huidige stortplaatsen raken vol en er zullen voor een mogelijke beperking van de stortcapaciteit oplossingen gezocht moeten worden. Het eventueel toekomstig sedimentoverschot zou echter ook **mogelijkheden** kunnen bieden voor de **natuur**. Bijvoorbeeld door **ondiepwatergebieden**, geschikt als **kinderkamergebied** voor jonge vis en garnaal, te **creëren**. De vraag is onder welke condities randvoorwaarden kunnen worden geschapen voor het ontstaan van deze gebieden. Daarbij is vooral het mondingsgebied in beeld.*

*De mogelijkheden om een eventueel sedimentoverschot te benutten om **duingebieden** aan te leggen biedt **kansen** voor verbeteren van de **veiligheid, natuurcompensatie en recreatie**. Op de gehele scheepvaartroute bestaan er mogelijkheden voor een betere afstemming van het nautisch en technisch beheer. Bij het nemen van maatregelen aan de vaargeul is in zowel Nederland als Vlaanderen het uitgangspunt dat **irreversibele** maatregelen worden **vermeden**. Het voorbeeld van de Seine, die haar estuariene karakter volledig heeft*

verloren, wordt als een schrikbeeld beschouwd. In de afwegingen die behoren bij het streven naar een maximale vaargeuldiepte is het nodig dat de snelheid waarmee het estuarium zich aanpast aan de huidige verdieping wordt meegewogen. Ook speelt de omvang en het tempo waarmee maatregelen in de toekomst noodzakelijk zijn een belangrijke rol.

Capaciteitsproblemen in de Antwerpse havens kunnen mogelijk worden opgevangen in de regio. Dit biedt specifiek kansen voor de ontwikkeling van Vlissingen, Zeebrugge en Terneuzen. Deze groei zou echter ook de druk op de ontwikkeling van de natuurlijkheid in het westelijke deel van het estuarium kunnen doen toenemen.”

Met betrekking tot het streefbeeld 2030 wordt in het document het volgende gesteld: “De **instandhouding van de fysieke systeemkenmerken van het estuarium is uitgangspunt van beheer en beleid**”. Hierbij wordt het meergeulensysteem expliciet genoemd voor de Westerschelde. Er wordt gesteld dat:

*“Het instandhouden van deze kenmerken is voor het **functioneren van alle belangrijke functies van het estuarium een wezenlijk uitgangspunt. Het Streefbeeld voor met name de morfologische toestand is bepalend voor wat wel en niet kan worden verwacht en bereikt op het gebied van de gebruiksfuncties van het estuarium. ... De basis voor gezonde ecosystemen in het estuarium is het behouden van het fysieke systeem, zoals dat in het eerste kenmerk van het Streefbeeld is samengevat. ...***

*Het **beheer van de Westerschelde is er tenminste op gericht om de getijdenwerking in verschillende eb- en vloedgeulen te behouden. Het meergeulensysteem mag op de verschillende te onderscheiden schaalniveaus niet verdwijnen. Dit betekent:***

- *voor de megaschaal dat de export van sediment uit het estuarium wordt beperkt;*
- *voor de macroschaal dat eb- en vloedscharen in stand blijven;*
- *voor de mesoschaal dat de dynamiek van kortsluitgeulen en de plaat-geul-uitwisseling behouden blijft;*
- *hetgeen leidt tot op natuurlijke wijze in stand blijven van de dynamiek op micro-schaal.”*

Conclusie:

Dit rapport geeft aan dat het behoud van het meergeulstelsel op verschillende schalen belangrijk is voor alle functies (veiligheid, toegankelijkheid, natuur). Een concrete onderbouwing van dit belang wordt in dit rapport niet gegeven. De sedimentbalans ter hoogte van de raai Vlissingen-Breskens blijkt een belangrijk aandachtspunt te zijn. Daarnaast wordt ook een tegenstrijdig belang van ondiepe delen in de geulen aangehaald: nadeling voor de scheepvaart (gebruik door scheepvaart als vaarwater + ankergebied), voordelig voor natuur (kinderkamerfunctie).

2.3 Beoordelingskader Schelde-estuarium (2005)

Binnen de rapporten “Beoordelingskader Schelde-estuarium” (Ecolas-Haecon-HKV Lijn in Water, 2005) wordt het “behoud van het meergeulenstelsel” als een indicator (deelrapport 3) beschreven, die zowel aan natuurlijkheid (N1) als aan toegankelijkheid (T5) wordt gelieerd. Volgende definitie wordt gegeven:

*“Het behoud van het meergeulenstelsel wordt gedefinieerd als het **blijvende voorkomen** van een (dynamisch) systeem van **hoofd- en nevengeulen** met tussenliggende **platen** en **ondiepwatergebieden** in het Schelde-estuarium, volgens de definiëring van de Projectdirectie Ontwikkelingsschets Schelde estuarium (ProSes) in de Strategische milieueffectenrapportage Ontwikkelingsschets 2010 Schelde estuarium.*

*Het behoud van het meergeulenstelsel wordt **geëvalueerd** aan de hand van de **areaalsamenstelling** van het volledige estuarium, ingedeeld per deelgebied (conf. Indicator vogels). De totale areaalsamenstelling geeft de kwantitatieve onderverdeling en de ruimtelijke spreiding weer van het volledige areaal van het Schelde-estuarium in achtereenvolgens:*

- *slikken en schorren;*
- *ondiep watergebied;*
- *hoofdgeul;*
- *nevengeulen;*
- *platen.*

*De indicator **meergeulenstelsel** combineert aspecten van **areaalverdeling**, die relevant zijn vanuit het standpunt van **natuurlijkheid** en **habitats**, en aspecten van de **geulen**, die belangrijk zijn vanuit het standpunt van **toegankelijkheid**. Deze indicator is dus een thema-overschrijdende indicator. In de meeste literatuur over de ontwikkelingen van de Westerschelde wordt het behoud van het meergeulenstelsel, inclusief de beweeglijkheid van de nevengeulen, als essentieel beschouwd. De **hydromorfodynamiek** van het Schelde estuarium en de unieke **levensgemeenschappen** worden erdoor bepaald. Een evolutie van een meergeulenstelsel naar een ééngeulenstelsel kan zware ecologische gevolgen hebben.*

Binnen de Langetermijnvisie Schelde-estuarium (LTV) is het behoud van het meergeulensysteem een centrale doelstelling binnen het thema “Natuurlijkheid”. Daarenboven is het meergeulensysteem ook sterk gerelateerd met de twee andere hoofdthema’s namelijk “Toegankelijkheid” en “Veiligheid”.

...

Meergeulenstelsel benaderd vanuit het thema “Natuurlijkheid”

*Het belangrijkste natuurlijke hydromorfologische proces dat het systeem definieert is de getijdendynamiek. De redenering geldt echter ook omgekeerd: wijzigingen in het **meergeulenstelsel** zullen op hun beurt wijzigingen in de **getijkarakteristieken** veroorzaken. Dit heeft zijn consequenties voor het **sediment import/export** die de vraag naar een aangepast bagger- en stortbeleid zal vereisen in relatie tot toegankelijkheid, maar die ook **natuurlijksaspecten** zoals de turbiditeit in het systeem zal mee bepalen. Een veranderende getijamplitude staat dan weer in relatie met het thema “**Veiligheid**”. Daarnaast zullen wijzigingen in het meergeulenstelsel hun invloed uitoefenen op de typische **zoet-zout gradiënt** en zo indirect op de voorkomende levensgemeenschappen.*

...

Meergeulenstelsel benaderd vanuit het thema “Toegankelijkheid”

*Daarenboven vormt het meergeulenstelsel het absolute fysische kader waarbinnen de **nautische toegankelijkheid** zich kan ontwikkelen. Om de opbouw van dit fysisch kader beter te doorgronden zijn hieronder vanuit de procesanalyse binnen het thema “Toegankelijkheid” de gerelateerde parameters weergegeven. Opvallend is dat het meergeulenstelsel op zich tegelijk een **aandrijvende factor** en **resulterende factor** is die binnen een gesloten fysische kring de morfologie van het estuarium reflecteert. Immers, de natuurlijke morfodynamische processen bepalen de morfologie van het estuarium; deze morfologie vraagt (gelet op de nautische vereisten en veiligheidsoverwegingen bijvoorbeeld) een aangepast*

*bagger- en stortbeleid dat leidt tot een verruimde waterweg waardoor opnieuw de resulterende morfologie binnen het estuarium wijzigt. Hieruit blijkt de **centrale, overkoepelende aard** van het meergeulenstelsel als indicator van de morfologische ontwikkelingen binnen het estuarium, waaronder als voornaamste aandrijvende procesindicatoren het **bagger- en stortbeleid** enerzijds en anderzijds het **nautische waterwegprofiel** (breedte-diepte-bochtstraal) zijn geïdentificeerd. Deze beide indicatoren zullen dan ook als afzonderlijke procesindicatoren worden meegenomen ter ondersteuning bij de toetsing van de morfologische situatie van het estuarium. Deze procesindicatoren laten toe de morfologie binnen het Schelde-estuarium te vertalen naar nautische toegankelijkheid (verruimde waterweg) en mogelijke (lokale) knelpunten dienaangaande te detecteren.*

...

Uit voorgaande is duidelijk dat de voorgestelde beleidsindicator “Behoud van het meergeulenstelsel” de resultante is van verschillende interactieve processen. De relevante procesindicatoren kunnen opgedeeld worden in verschillende opeenvolgende niveaus in functie van hun directe impact op het resulterend beeld van het meergeulenstelsel. Hieronder zijn ter illustratie voor opeenvolgende niveaus een reeks belangrijke procesindicatoren weergegeven en kort toegelicht:

- *Bagger- en stortbeleid*
- *Veiligheid*
- *Getijkromme*
- *Zoetwaterafvoer*
- *Sediment import/export”*

Conclusie:

Dit rapport leert het belang van het meergeulstelsel expliciet aan natuurlijkheid en toegankelijkheid. Voor de toegankelijkheid zijn de geul-aspecten belangrijk, voor de natuurlijkheid de areaalverdeling (hoofd- en nevengeulen, platen, slikken, schorren). Er wordt gesteld dat de evolutie van een meergeulen- naar ééngeulstelsel zware ecologische gevolgen kan hebben. Daarnaast wordt het belang van het meergeulenstelsel voor de getijamplitude, zoet-zout gradiënt en de import-export genoemd.

2.4 Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium (2009)

De evaluatiemethodiek Schelde-estuarium (Holzhauer *et al.*, 2011) werd opgemaakt om de beleidsdoelstellingen uit de LTV en het goed functioneren van het ecosysteem te toetsen op basis van de beschikbare metingen uitgevoerd binnen het gemeenschappelijk monitoringsprogramma MONEOS.

De methodiek is opgebouwd rond de drie hoofdfuncties van de LTV: Veiligheid, Toegankelijkheid en Natuurlijkheid. Vanuit deze functies is een beperkte set communicatie-indicatoren ontwikkeld. Voor Veiligheid en Toegankelijkheid werd telkens een communicatie-indicator (Dynamiek waterbeweging en Bevaarbaarheid) geselecteerd, welke de invloed vanuit het systeemfunctioneren op beide functies evalueert. Het evalueren van veiligheid en toegankelijkheid op zich behoort niet tot deze methodiek. Voor de evaluatie van Natuurlijkheid zijn vijf communicatie-indicatoren opgesteld: Plaat- en geulsystemen, Leefomgeving, Waterkwaliteit, Ecologisch functioneren, Flora en Fauna.

Het meergeulstelsel komt expliciet terug in de communicatie-indicator “Plaat- en geulsystemen”, waar het als toetsparameters gedefinieerd is. De onderliggende rekenparameters zijn “Grootschalige dynamiek”, “Macroschaal dynamiek” (~ eb- en vloedgeulen) en “Mesoschaal dynamiek” (~ kortsluitgeulen). Daarnaast komt de bathymetrie terug als verklarende parameter bij zowel Dynamiek waterbeweging, Bevaarbaarheid als Leefomgeving.

De methodiek stelt dat het belang van het meergeulenstelsel zich situeert in:

*“Het bestaande systeem van hoofd- en nevengeulen draagt bij aan de **optimalisatie** van de **vaarweg** en daarmee de toegankelijkheid van het estuarium. De grote zeescheepvaart maakt gebruik van het vaargeultracé in de grote hoofdgeul (overwegend de ebgeulen). De kleine scheepvaart maakt gebruik van de nevengeulen (overwegend de vloedgeulen en grotere kortsluitgeulen). Deze **scheiding van scheepvaart draagt bij aan de verkeersveiligheid** op het water.*

*Het meergeulensysteem draagt ook bij aan de **bescherming tegen overstromingen**, de veiligheid. Vooral de **intergetijdengebieden** spelen hierin een rol, zowel lokaal (minder belasting van waterkeringen) als op systeem niveau (minder getijdoordringing). De intergetijdengebieden aan de voorkant van een waterkering **demp** op natuurlijke wijze de hydrodynamische energie waardoor de **hydrodynamische belasting** van de waterkering kleiner is dan in een situatie zonder intergetijdengebieden. Op systeem niveau beïnvloeden de (kombergende) **intergetijdengebieden** de veiligheid tegen overstroming via de **getijdoordringing**. Een systeem met veel intergetijdengebied kent een kleinere getijdoordringing en lagere hoogwaterstanden dan een systeem met weinig intergetijdengebieden.*

*Het systeem van geulen platen en slikken in combinatie met de heersende hydrodynamiek draagt bij aan de natuurlijkheid. Het biedt een **divers leefgebied** voor verschillende flora en fauna en daarmee een basis voor het ecologisch functioneren van het Schelde-estuarium. In de communicatie-indicatoren Leefomgeving en Flora en fauna en Ecologisch functioneren zijn deze onderwerpen nader uitgewerkt.”*

In de update van de evaluatiemethodiek (Maris *et al.*, 2014) wordt voor “Plaat- en geulstelsel” gesteld dat *“het een zelfstandige communicatie-indicator is, maar dat deze in tegenstelling tot de andere communicatie-indicatoren, geen piramide en geen beoordeling heeft. De reden hiervoor is dat de evaluatie en waardering afhankelijk is van de functie van waaruit ze bekeken wordt. Hoewel er wel visies op het morfologisch-hydrodynamisch systeem zijn, geven deze **geen basis** voor een **ondubbelzinnig oordeel**.”*

Conclusie:

Uit dit rapport blijkt dus dat het behoud van het meergeulenstelsel ingegeven wordt vanuit een belang voor de verschillende functies:

- Veiligheid: (a) dempen van hydraulische belasting op dijken door intergetijdengebieden en (b) rol intergetijdengebieden in het beperken van de getijdoordringing; met betrekking tot punt (a) dient opgemerkt te worden dat ook een ééngeul-systeem aangrenzend slik- en schorgebied kan hebben dat zorgt voor een demping van de hydraulisch belasting op de dijken.

- Toegankelijkheid: scheiding van de zeevaart en de kleinere scheepvaart; het betreft hier dan een fysieke scheiding door de tussenliggende platen; momenteel vindt ook binnenvaart plaats buiten het hoofdvaarwater, op de zogenaamde “fietspaden”; wel kunnen op sommige plaatsten de nevengeulen (en kortsluitgeulen) tijdswinst opleveren voor de binnenvaart.
- Natuur: creëren van een divers leefgebied

3 Belang meergeulenstelsel voor estuariene functies

Uit de literatuurstudie uitgevoerd in Hoofdstuk 2 blijkt dat het belang van het meergeulenstelsel gerelateerd wordt aan de verschillende functies van de LangeTermijnVisie voor het Schelde-estuarium: veiligheid, toegankelijkheid en natuurlijkheid. In volgende paragrafen wordt getracht het belang van het meergeulenstelsel voor deze functies op te noemen aan de hand van een aantal stellingen. Op basis van deze stellingen kan worden nagegaan welke stellingen reeds voldoende “bewezen” of “ontkracht” zijn, en welke stellingen verdere aandacht hoeven.

3.1 Veiligheid

Volgende stellingen hebben betrekking op het aspect getijvoortplanting:

- V1. Wanneer binnen een macrocel het sedimentvolume constant blijft waarbij de hoofdgeul verdiept/verondiept, maar de nevengeul met een zelfde volume verondiept/verdiept, is het effect op de getijvoortplanting minimaal.
- V2. Wanneer binnen een macrocel het sedimentvolume afneemt (uitruimen), onafhankelijk of dit gebeurt in de hoofdgeul dan wel de nevengeul, zal de getij-indringing toenemen opwaarts van deze macrocel.
- V3. De aanwezigheid van kortsluitgeulen binnen een macrocel, heeft een verwaarloosbaar effect op de getijvoortplanting.
- V4. De hoogteligging van platen (hypsometrie, oftewel de verdeling van het sedimentvolume boven de laagwaterlijn) binnen een macrocel, heeft een belangrijk effect op de getijvoortplanting.

Volgende stelling heeft betrekking op het aspect hydraulische belasting op dijken:

- V5. De aanwezigheid van slikken en schorren langsheen de dijken, heeft een belangrijk effect op het dempen van de hydraulische belasting.

3.2 Toegankelijkheid

Volgende stelling heeft betrekking op het aspect scheiding van scheepvaart:

- T1. De aanwezigheid van hoofd- en nevengeulen zorgt voor een hogere veiligheid voor de scheepvaart door het scheiden van zeevaart en kleinere scheepvaart.

Volgende stelling heeft betrekking op het aspect onderhoudsbaggerwerk:

- T2. Het terugstorten van sediment buiten de hoofdgeul leidt tot een tragere retourstroom van het sediment naar de baggerlocaties.
- T3. Het sediment dat teruggestort wordt zal op een andere manier (grootte en richting) getransporteerd worden afhankelijk van de exacte locatie binnen de hoofd- of nevengeul, of plaatrand waar het gestort wordt.

3.3 Natuurlijkheid

Volgende stellingen hebben betrekking op het aspect habitats:

- N1. Het meergeulenstelsel is noodzakelijk om een diversiteit te realiseren in de habitats en een robuust ecosysteem. Zonder nevengeulen kunnen niet alle habitats op een duurzame manieren in stand gehouden worden.
- N2. Hoewel een diversiteit aan habitats noodzakelijk is, zijn bepaalde types habitats waardevoller:
 - a. Laagdynamisch litoraal
 - b. Laagdynamisch sublitoraal
 - c. Schor
 - d. Hoogdynamisch litoraal
 - e. Hoogdynamisch sublitoraal
- N3. Het ophogen van de platen is een ongewenste ontwikkeling. Migrerende kortsluitgeulen zorgen ervoor dat platen trager ophogen in vergelijking met platen zonder kortsluitgeulen.

3.4 Overige aspecten

Volgende stellingen hebben betrekking op een aantal overige aspecten:

- O1. Het verdwijnen van het meergeulenstelsel in één of meerdere macrocellen, resulteert in een wijziging van de saliniteitsgradiënt in het estuarium.
- O2. Een verandering in de morfologie (planvorm en/of diepteligging geulen, platen) binnen een bepaalde macrocel, heeft gevolgen voor de morfologie van de aangrenzende macrocellen.
- O3. Een verandering in de morfologie (planvorm en/of diepteligging geulen, platen) binnen een bepaalde macrocel, heeft gevolgen voor de residuele sedimenttransport in het estuarium, alsook de import-export balans ter hoogte van de overgang met het mondingsgebied. En vice versa: het mondingsgebied is bepalend voor de import-export balans ter hoogte van de overgang met de Westerschelde.

In voorliggend rapport wordt in eerste instantie gefocust op de stellingen met betrekking tot getijvoortplanting en veiligheid (V1, V2). De overige stelling kunnen in het kader van andere onderzoeksprojecten binnen de Agenda voor de Toekomst opgenomen worden.

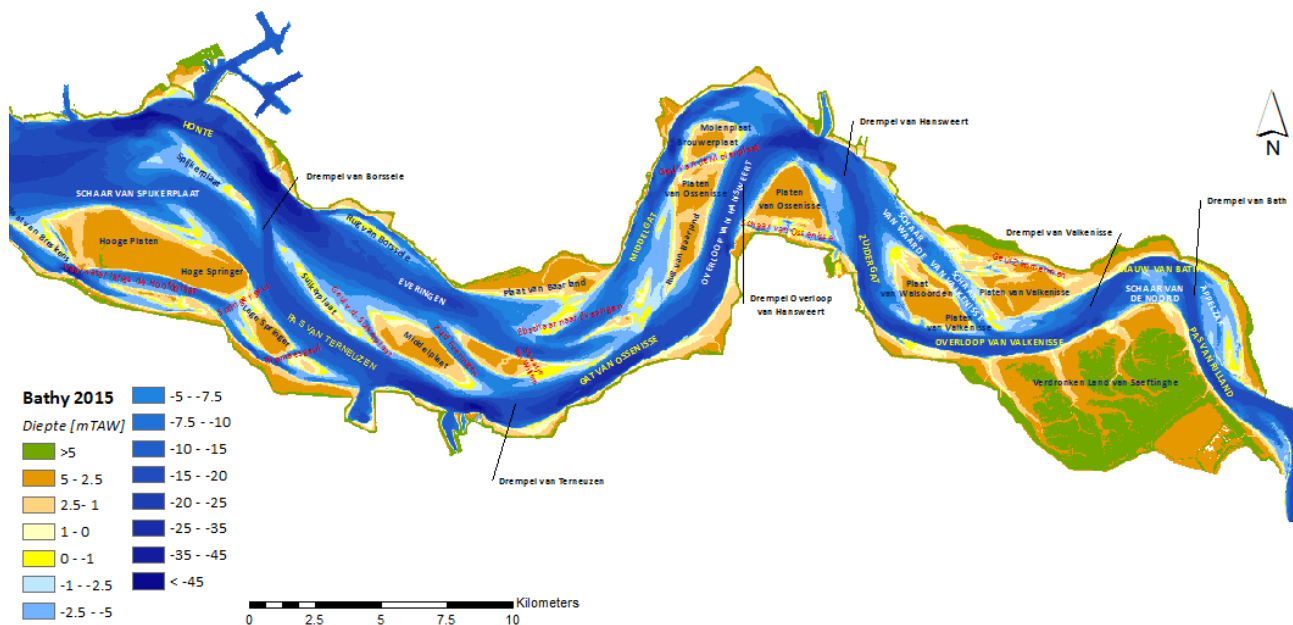
4 Onderzoek naar stellingen m.b.t. de functie “veiligheid”

4.1 Inleiding

Met behulp van numerieke modellering wordt getracht stellingen V1 en V2 te bewijzen of te ontkrachten. Hierbij zal gekeken worden naar de invloed van morfologische wijziging op de getijvoortplanting bij normale getijcondities (springtij-doodtij-cyclus) als bij stormcondities.

Figuur 1 geeft een overzicht van de geulen en platen in het meergeulensysteem van de Westerschelde.

Figuur 1 – Situering geulen en platen Westerschelde



4.2 Numerieke modellering

4.2.1 Beschrijving numeriek model

Het numeriek 2D-model gebruikt in deze studie is het zogenaamde NEVLA-model. Het NEVLA-model is een hydrodynamisch model ontwikkeld met SIMONA (Maximova *et al.*, 2009; Verheyen *et al.*, 2012) dat binnen huidige studie uitgebreid is met sedimenttransport.

Dit model omvat het volledige Schelde-estuarium: een deel van de Noordzee, de Vlakte van de Raan, de Westerschelde, Zeeschelde en de getijgebonden zijrivieren in Vlaanderen. De afwaartse rand van het NEVLA-model is gelegen in de Noordzee. De opwaartse randen zijn gelegen aan de grenzen van het tijgebied. De resolutie van de rekenrooster varieert van ongeveer 400 m op de Noordzee en neemt geleidelijk af tot ongeveer 30 meter in de buurt van Schelle.

In deze studie wordt de afwaartse rand van het model afgesneden ter hoogte van de lijn Westkapelle - Cadzand, zoals aangeduid in Figuur 2. Het gedeelte van het grid in de Noordzee wordt dus buiten beschouwing gelaten.

Figuur 2 – Illustratie van het NEVLA rooster



De witte lijn illustreert de lijn Westkapelle-Cadzand, waar het model wordt afgesneden.

4.2.1.1 Bathymetrie

De topo-bathymetrie van de Westerschelde is gebaseerd op metingen van 2015 aangeleverd door Rijkswaterstaat. De topo-bathymetrie van de Beneden-Zeeschelde is gebaseerd op metingen van 2011 aangeleverd door Vlaamse Hydrografie. De bathymetrie van de intertidale gebieden is gebaseerd op LIDAR-metingen van 2011. Bij overlap tussen LIDAR en bathymetrische gegevens, is voorkeur gegeven aan bathymetrie. TAW wordt gebruikt als verticaal referentievlak.

De bathymetrische data van de Westerschelde zijn beschikbaar met een resolutie van 20x20m (interpolatie van singlebeam echosounding raaien). De bathymetrische data van de Zeeschelde zijn beschikbaar met een resolutie van 1x1m (gebiedsdekkende multibeam peilingen). Deze werden ten behoeve van deze studie omgezet naar een 5x5m grid om de totale bestands grootte van het samengestelde bathymetrische grid werkbaar te houden. Aangezien de gridcellen van het model groter zijn dan 5x5m vormt dit geen probleem voor het aanmaken van de modelbathymetrie.

4.2.1.2 Randvoorwaarden

Opwaartse randvoorwaarden

Aan de opwaartse rand worden debieten opgelegd, meer bepaald gemiddelde dagelijkse meetwaarden van het jaar 2009. Aangezien het interessegebied hier voornamelijk Westerschelde en het meest afwaartse deel van de Beneden-Zeeschelde betreft, zullen deze randvoorwaarden de resultaten nauwelijks beïnvloeden.

Afwaartse randvoorwaarden

De afwaartse rand wordt opgelegd tussen Westkapelle en Cadzand. Als randvoorwaarde wordt een gemeten waterhoogte opgelegd. De tijdreeks bestaat uit een combinatie van een inlooperperiode, een springtij-doodtij-cyclus (15 dagen) en vier periodes uit recente stormen (Tabel 1). De springtij-doodtij-cyclus valt samen met de periode waarin stromingsmetingen (ADCP) werden uitgevoerd nabij de drempel van Hansweert (Vandebroek *et al.*, 2017) die gebruikt worden voor de modelvalidatie in het parallel lopend traject (Stark *et al.*, 2017).

Tabel 1 – Overzicht periodes in afwaartse randvoorwaarden

Periode	Start	Eind
Inlooperperiode	05/05/2016 12:00	08/05/2016
Tijdcyclus	08/05/2016	23/05/2016
Overgangperiode	24/05/2016	28/05/2016 08:00
Storm nov2015	27/11/2015 04:40 = 28/05/2016 08:10	30/11/2015 23:40 = 31/05/2016 23:00
Storm jan2016	11/01/2016 04:30 = 31/05/2016 23:10	16/01/2016 08:30 = 06/06/2016 03:10
Storm dec2013	04/12/2013 17:10 = 06/06/2016 03:20	07/12/2013 06:30 = 08/06/2016 16:40
Storm jan2017	11/01/2017 02:20 = 08/06/2016 16:50	15/01/2017 06:00 = 12/06/2016 20:30

Windrandvoorwaarde

Als randvoorwaarde voor de wind worden tijdreeksen van de gemeten windsnelheid en windrichting te Hansweert opgelegd.

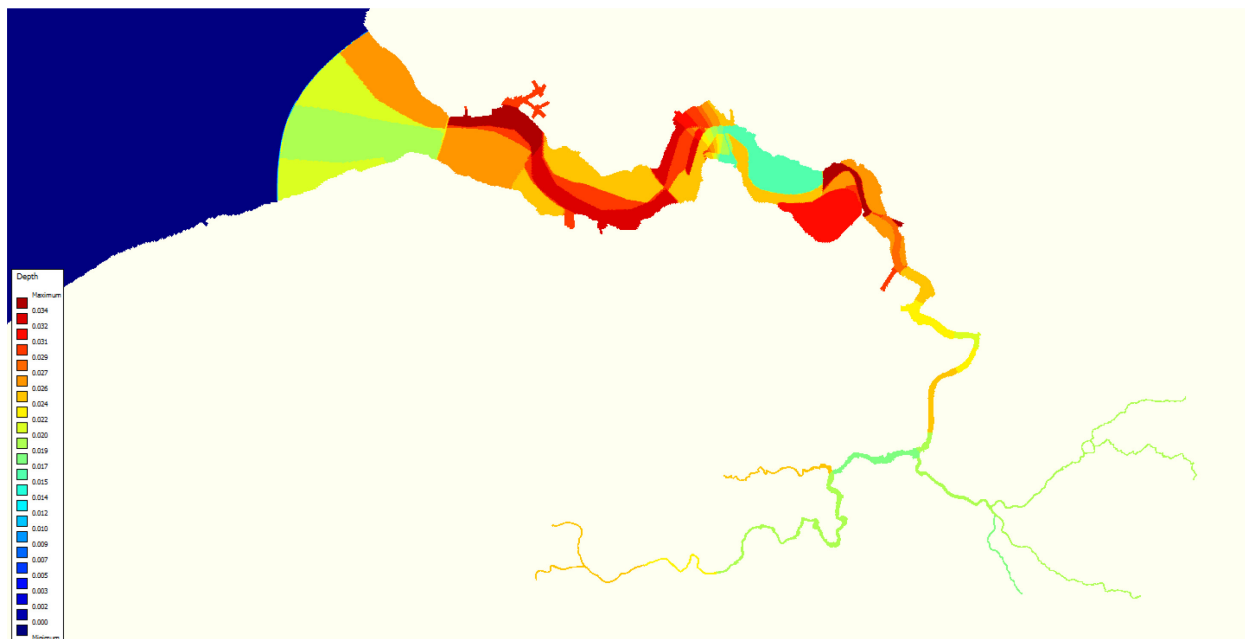
Sedimentrandvoorwaarden

Als instroom van sediment (zand) aan de opwaartse rand wordt een constante waarde van 0 kg/m^3 opgelegd. Aangezien ter hoogte van de opwaartse randen de sedimentaanvoer voornamelijk bestaat uit slib, wat deze aanname verantwoord. Aan de afwaartse rand wordt een evenwichtsconcentratie opgelegd.

4.2.1.3 Ruwheid

In Figuur 3 is het originele ruwheidsveld weergegeven (Maximova *et al.*, 2009), welk ruimtelijk variërend is, zowel in longitudinale en laterale richting.

Figuur 3 – Origineel ruwheidsveld in het NEVLA model, uitgedrukt als Manning coëfficiënt



4.2.1.4 Tijdstap

Voor de scenarioberekeningen wordt gebruik gemaakt van een tijdstap van 0,05 min (gelijk aan 3 s).

4.2.1.5 Sedimenttransport

Het sedimenttransport wordt berekend op basis van de transportformule van Engelund-Hansen (1967). Deze is gebaseerd op het energiebalans concept en berekent direct het totale sedimenttransport. De formule wordt uitgedrukt in volgende vergelijking:

$$\vec{q} = \frac{0,05 |u^4| \cdot \vec{u}}{\sqrt{g} \cdot C^3 \cdot \Delta^2 \cdot D_{50}}$$

De grootte van het sediment transport q ($m^3/m/s$) wordt gerelateerd aan:

U	[m/s]	Diepte-gemiddelde snelheid
$\Delta = (\rho_s - \rho_w) / \rho_w$	[-]	Relatieve dichtheid sedimentdeeltjes
g	[m/s ²]	Valversnelling
C	[m ^{1/2} /s]	Chézy coefficient
D_{50}	[m]	Mediane korrelgrootte

De dichtheid voor respectievelijk niet-cohesief sediment en water zijn: $\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$ en $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$. Als waarde voor de mediane korrelgrootte (D_{50}) werd $190 \mu\text{m}$ genomen. Het niet-cohesief sediment heeft een initiële laagdikte van 5 m.

Parallel aan dit onderdeel van de studie, werd door (Stark *et al.*, 2017) een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd en werd het model verder gekalibreerd voor stroomsnelheid en sedimenttransport. Dit resulteerde in een verbetering van het gesimuleerde sedimenttransport. De resultaten van de berekeningen voor sedimenttransport dienen met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden. Er zal vooral naar relatieve effecten gekeken worden.

4.2.1.6 Uitvoerpunten

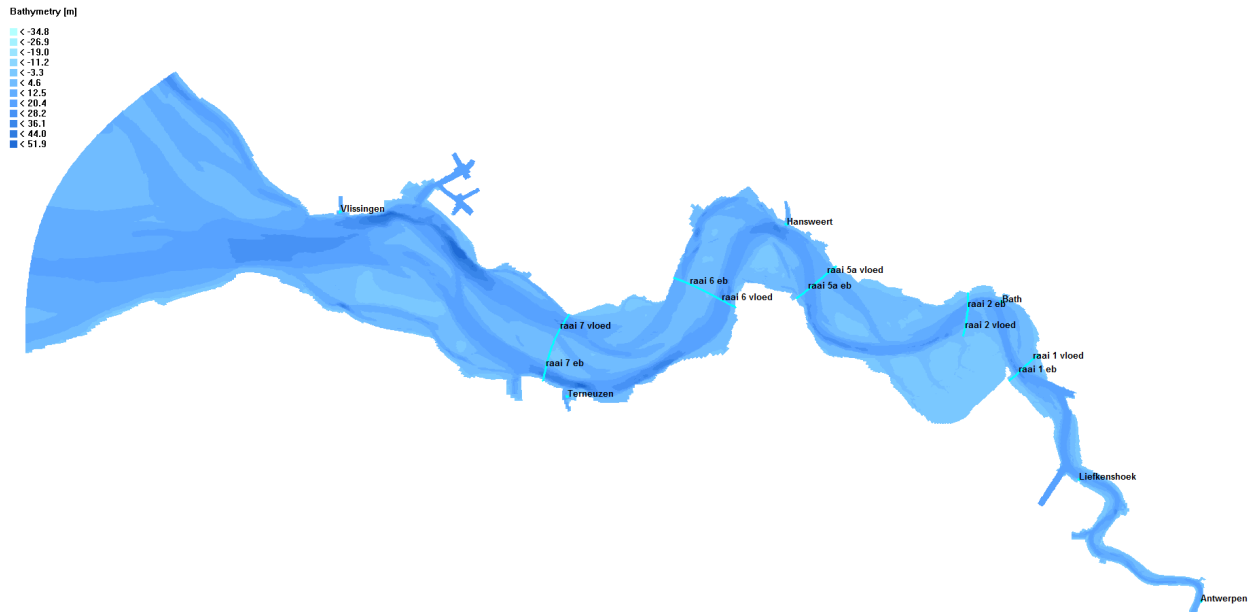
Figuur 4 geeft de gebruikte uitvoerpunten en debietraaien weer die in het model gedefinieerd werden. Hierbij werd gebruik gemaakt van stations en raaien waar metingen (waterstanden, debieten) beschikbaar zijn. De debietraaien zijn verdeeld over de eb- en de vloedgeul. Volgende locaties werden gedefinieerd:

- Stations (history punten)
 - Vlissingen
 - Terneuzen
 - Hansweert
 - Bath
 - Liefkenshoek
 - Antwerpen-Loodsgebouw
- Raaien
 - Raai 7 (macrocel 3)
 - Raai 6 (macrocel 4)
 - Raai 5a (macrocel 5)
 - Raai 2 (macrocel 6)
 - Raai 1 (macrocel 7)

De simulatieresultaten in de uitvoerpunten en raaien worden elke 10 minuten uitgevoerd.

Daarnaast worden eveneens ruimtelijk dekkende resultaten (map-files) weggeschreven tijdens de eerste twee dagen van de gesimuleerde getijcyclus. Naast de waterstanden bevatten deze files ook o.a. de stroomsnelheden en de sedimenttransporten.

Figuur 4 – Situering uitvoerpunten



Licht blauwe lijnen: debietraaien; Licht blauwe punten: uitvoer waterpeilen.

4.2.2 Verwerking

4.2.2.1 Waterstanden

De uitvoer van de waterstanden bestaat uit 10-minuutelijkse tijdreeksen ter hoogte van de meetposten. Op basis van deze tijdreeksen worden de hoog- en laagwaters afgeleid, alsook het tijdsvertraging van hoog- en laagwater ten opzichte van Vlissingen.

4.2.2.2 Getijvolumes

Ter hoogte van de raaien worden 10-minuutelijkse debietreeksen uitgevoerd. Hieruit worden per tijdstap de eb- en vloedvolumes berekend per debietraai.

4.2.2.3 Sedimenttransport

Het sedimenttransport wordt berekend op basis van de transportformule van Engelund-Hansen (1967), zoals beschreven in §4.2.1.5. Per rekenpunt wordt over een periode van 2 getijcycli het sedimenttransport bij eb (negatief) en bij vloed (positief) berekend. Van deze waarde wordt vervolgens zowel het bruto- als netto-sedimenttransport afgeleid.

- Bruto-sedimenttransport = de som van het sedimenttransport bij eb en vloed
- Netto-sedimenttransport = het verschil van het sedimenttransport bij eb en vloed.

Wanneer het netto-sedimenttransport positief is, wil dit zeggen dat het sedimenttransport vloed-gedomineerd is.

4.2.3 Modelvalidatie

Voor het referentiescenario (FSK000) worden de gesimuleerde hoog- en laagwaters vergeleken met de gemeten hoog- en laagwaters ter hoogte van de zes meetposten.

Tabel 2 tot en met Tabel 6 geven de gemiddelde hoogwaters en laagwaters voor de verschillende periodes in de simulaties ter hoogte van de meetposten. De figuren in BIJLAGE A tonen de tijdreeksen van de waterpeilen ter hoogte van de meetposten.

Voor de springtij-doodtij periode in mei 2016 bedraagt het maximum verschil van de gemiddelde laagwaters 4 cm en van de gemiddelde hoogwaters 7 cm. Voor de stormen zijn de meeste verschillen tussen de gemiddelde waarden kleiner of gelijk aan 10 cm, met enkele uitzonderingen tot 16 cm. Het verschil in de maximale hoogwaters is enkel voor nov2015 in Vlissingen en Hansweert kleiner dan 10 cm. Het grootste verschil in maximum hoogwater tussen gesimuleerde en gemeten waarden treedt op in Antwerpen voor nov2015 en jan2016, met 27 cm.

Tabel 2 – Vergelijking gemiddelde hoog- en laagwaters FSK000 versus metingen – springtij-doodtij periode mei 2016

Springtij-doodtij periode 8-23/05/2016													
Locatie	Metingen					FSK000					Verschil FSK000-meting [cm]		
	Gem LW	# LW	Gem HW	# HW		Gem LW	# LW	Gem HW	# HW		Gem LW	Gem HW	
Vlissingen	0.53	39	4.52	40		0.55	39	4.49	40		2	-3	
Terneuzen	0.43	39	4.76	40		0.46	39	4.73	40		2	-4	
Hansweert	0.30	39	4.92	40		0.26	39	4.91	40		-4	-1	
Bath	0.11	39	5.23	40		0.12	39	5.26	40		1	3	
Liefkenshoek	-0.04	39	5.34	40		0.00	39	5.41	40		4	7	
Antwerpen	-0.07	39	5.41	40		-0.05	39	5.44	40		2	3	

Tabel 3 - Vergelijking gemiddelde hoog- en laagwaters FSK000 versus metingen – storm nov2015

Nov2015														
Locatie	Metingen					FSK000					Verschil FSK000-meting [cm]			
	Gem LW	# LW	Gem HW	# HW	HW max	Gem LW	# LW	Gem HW	# HW	HW max	Gem LW	Gem HW	HW max	
Vlissingen	0.71	7	5.13	7	5.66	0.72	7	5.13	7	5.60	1	-1	-6	
Terneuzen	0.61	7	5.38	7	5.98	0.63	7	5.37	7	5.86	2	-1	-12	
Hansweert	0.52	7	5.55	7	6.10	0.46	7	5.57	7	6.01	-7	2	-9	
Bath	0.35	7	5.91	7	6.55	0.32	7	5.93	7	6.36	-2	2	-19	
Liefkenshoek	0.19	7	6.02	7	6.66	0.20	7	6.07	7	6.50	0	5	-16	
Antwerpen	0.18	7	6.10	7	6.76	0.15	7	6.09	7	6.49	-4	-1	-27	

Tabel 4 - Vergelijking gemiddelde hoog- en laagwaters FSK000 versus metingen – storm jan2016

Jan2016													
Locatie	Metingen					FSK000					Verschil FSK000-meting [cm]		
	Gem LW	# LW	Gem HW	# HW	HW max	Gem LW	# LW	Gem HW	# HW	HW max	Gem LW	Gem HW	HW max
Vlissingen	0.73	10	5.06	10	5.54	0.71	10	4.96	10	5.39	-1	-10	-15
Terneuzen	0.65	10	5.34	10	5.91	0.62	10	5.21	10	5.67	-3	-13	-24
Hansweert	0.54	10	5.48	10	6.05	0.43	10	5.41	10	5.85	-10	-8	-20
Bath	0.37	10	5.82	10	6.38	0.30	10	5.76	10	6.18	-7	-5	-20
Liefkenshoek	0.23	10	5.94	10	6.55	0.18	10	5.92	10	6.37	-5	-2	-18
Antwerpen	0.22	10	6.04	10	6.70	0.13	10	5.93	10	6.43	-9	-11	-27

Tabel 5 - Vergelijking gemiddelde hoog- en laagwaters FSK000 versus metingen – storm dec2013

Dec2013													
Locatie	Metingen					FSK000					Verschil FSK000-meting [cm]		
	Gem LW	# LW	Gem HW	# HW	HW max	Gem LW	# LW	Gem HW	# HW	HW max	Gem LW	Gem HW	HW max
Vlissingen	1.10	5	5.36	5	6.34	1.07	5	5.25	5	6.24	-3	-10	-10
Terneuzen	1.02	5	5.66	5	6.66	0.99	5	5.51	5	6.49	-3	-15	-17
Hansweert	0.91	5	5.76	5	6.78	0.81	5	5.67	5	6.64	-9	-9	-14
Bath	0.73	5	6.13	5	7.07	0.68	5	6.04	5	6.94	-5	-9	-13
Liefkenshoek	0.56	5	6.27	5	7.18	0.55	5	6.22	5	7.08	-1	-5	-10
Antwerpen	0.56	5	6.36	5	7.29	0.52	5	6.35	4	7.13	-5	-2	-16

Tabel 6 - Vergelijking gemiddelde hoog- en laagwaters FSK000 versus metingen – storm jan2017

Jan2017													
Locatie	Metingen					FSK000					Verschil FSK000-meting [cm]		
	Gem LW	# LW	Gem HW	# HW	HW max	Gem LW	# LW	Gem HW	# HW	HW max	Gem LW	Gem HW	HW max
Vlissingen	0.98	8	5.32	8	5.69	0.98	8	5.24	8	5.57	0	-8	-12
Terneuzen	0.89	8	5.59	8	5.96	0.89	8	5.48	8	5.84	0	-11	-12
Hansweert	0.77	8	5.73	8	6.13	0.69	8	5.66	8	5.99	-7	-7	-14
Bath	0.59	8	6.08	8	6.53	0.56	8	6.01	8	6.29	-4	-7	-24
Liefkenshoek	0.49	8	6.27	8	6.68	0.43	8	6.18	8	6.51	-6	-9	-17
Antwerpen	0.44	8	6.34	8	6.74	0.39	8	6.18	8	6.54	-5	-16	-20

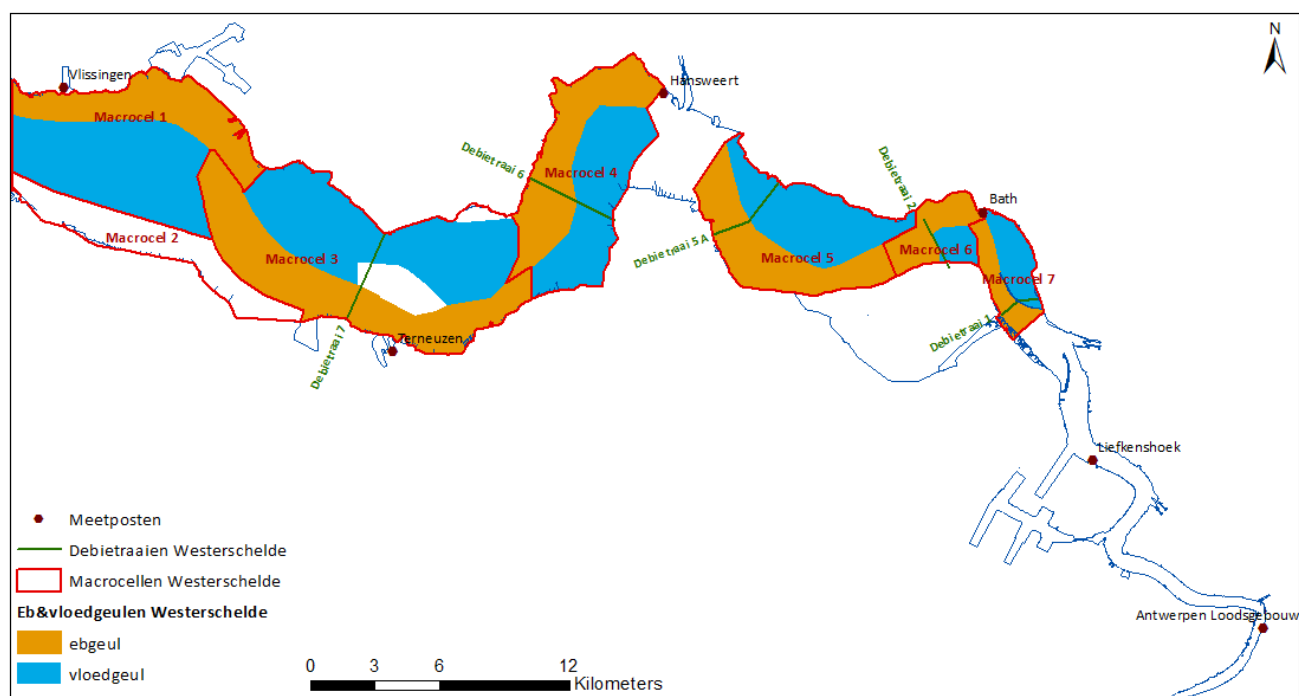
4.3 Beschrijving scenario's

Het basisscenario FSK000 is een weergave van de huidige situatie. In de scenario's wordt het volume in de eb- en/of vloedgeulen in één macrocel in de Westerschelde aangepast. Figuur 5 geeft een overzicht van de macrocellen in de Westerschelde met aanduiding van de eb- en vloedgeulen, meetraaien en meetposten.

In de eerste reeks scenario's wordt in macrocellen 1, 3, 4 en 5¹ het volume in de eb- en/of vloedgeul verkleind of vergroot met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Dit wordt gedaan door de bathymetrie onder 0 mTAW gradueel te verhogen of verlagen. Figuur 6 toont het gehanteerde principe van de graduele ver(on)dieping voor een profiel dat ook voor de verschillende geulen is toegepast: binnen de afbakeningspolygoon wordt de diepte (kleiner dan 0 mTAW) met een factor vermenigvuldigd om de beoogde volume toename/afname te realiseren. Deze methodiek laat toe het profiel van de geul te behouden en tevens ontstaat er geen plotse sprong ter hoogte van de 0 mTAW lijn. Ter hoogte van de randen van de afbakeningspolygoon werd een smoothing toegepast om bruuske overgangen te vermijden.

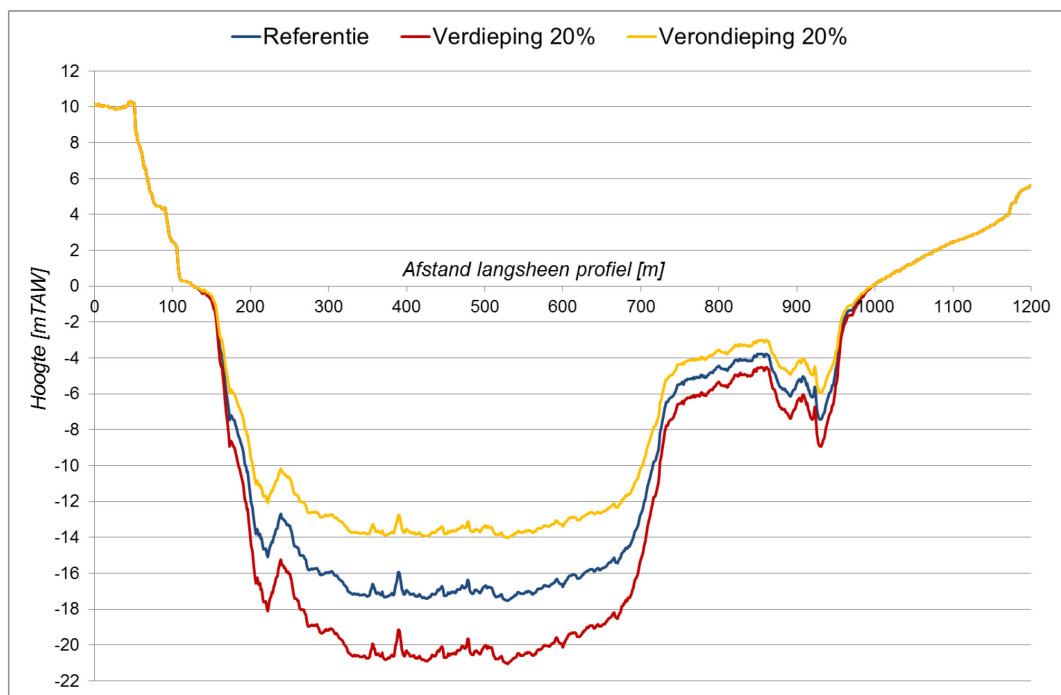
Omdat in de vloedgeul van macrocel 5 het volume onder 0 mTAW kleiner is dan $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ worden de scenario's in deze macrocel tevens doorgerekend met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Ter vergelijking: het gemiddelde jaarlijkse onderhoudsbaggerwerk in de Westerschelde bedraagt ca. $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Figuur 5 – Overzicht macrocellen in de Westerschelde



¹ Omwille van de kleinere dimensies werden macrocel 2, 6 en 7 buiten beschouwing gelaten in deze analyse.

Figuur 6 – Principe van graduele ver(on)dieping



De naam van de eerste reeks scenario's is opgebouwd uit 3 delen "FSKXY":

- 'FSK' staat voor Fysieke Systeemkenmerken. Het onderzoek waarbinnen de scenario's doorgerekend worden;
- X = 1/3/4/5: het nummer van de macrocel waarin de ingre(e)p(en) uitgevoerd worden;
- YY = 01 – 12 : het nummer van het scenario

De verschillende scenario's worden weergegeven in Tabel 7. In het vervolg van dit rapport zullen de resultaten van de scenario's telkens in de aangegeven kleur weergegeven worden. Merk op dat er in de scenario's FSKx01 tot FSKx04 en FSKx07 tot FSK10 er telkens sediment uit het systeem wordt verwijderd, of aan het systeem wordt toegevoegd.

Na een eerste analyse van de resultaten van bovenstaande scenario's zijn nog enkele vervolgsenario's doorgerekend. Aangezien deze telkens minstens een ingreep in macrocel 5 kennen, is verder gegaan met de naamgeving vanaf FSK513 (zie Tabel 8). In de vervolgsenario's wordt het sediment verplaatst, de totale hoeveelheid sediment in het systeem blijft constant.

In scenario FSK513 zijn de ingrepen van scenario FSK403 en FSK502 gecombineerd. Dit wil zeggen dat het volume in de vloedgeul van macrocel 4 verminderd is, en het volume in de ebgeul van macrocel 5 vergroot is met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Dit stemt overeen met de huidige bagger- en stortstrategie waarbij de klemtoon van het baggeren in macrocel 5 ligt, terwijl het storten grotendeels in macrocel 4 gebeurt.

In scenario FSK514 zijn analoge ingrepen uitgevoerd. Echter in plaats van de vloedgeul in macrocel 4 te verondiepen door de volledige bathymetrie onder 0 mTAW aan te passen, werden de diepe delen met een volume van $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ opgevuld. De bathymetrie in de vloedgeul werd zodanig aangepast dat alle punten onder -10,9 mTAW verhoogd zijn tot gelijke diepte van -10,9 mTAW².

² Merk op dat het toevoegen van sediment hier leidt tot een geuldiepte die kleiner is dan de huidige streefdiepte van de vaargeul (-14,7 mLAT). Deze scenario's zijn dan ook verkennend om het effect van grootschalige sedimentverplaatsingen/ onttrekkingen/ toevoegingen op de getijvoortplanting te bestuderen.

In scenario FSK515 is het verdiepen van de ebgeul in macrocel 5 gecombineerd met het verondiepen van de put van Hansweert, gelegen tussen macrocel 4 en macrocel 5. Het volume in de put van Hansweert onder -10 mTAW is echter kleiner dan $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Daarom werd ook een deel van de vloedgeul van macrocel 4 opgevuld tot -10,2 mTAW³.

Scenario's FSK516, FSK517 en FSK518 zijn analoog aan scenario's FSK513, FSK514 en FSK515. Het volume is echter gewijzigd met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. In scenario FSK517 is de vloedgeul in macrocel 4 opgevuld tot een diepte van -13,9 mTAW³. In scenario FSK518 is de put van Hansweert en een deel van de vloedgeul van macrocel 4 opgevuld tot -13,8 mTAW³.

Tabel 7 – Overzicht scenario's

Basisscenario	FSK000		
Aangepast volume	$50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	$25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	Ingrep
Naam scenario	FSKx01	FSKx07	verondiepen ebgeul
	FSKx02	FSKx08	verdiepen ebgeul
	FSKx03	FSKx09	verondiepen vloedgeul
	FSKx04	FSKx10	verdiepen vloedgeul
	FSKx05	FSKx11	verdiepen ebgeul en verondiepen vloedgeul
	FSKx06	FSKx12	verondiepen ebgeul en verdiepen vloedgeul

Tabel 8 – Overzicht vervolgsenario's

Aangepast volume	$50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	$25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	Ingrep
Naam scenario	FSK513		verondiepen vloedgeul MC4 (cfr. FSK403) en verdiepen ebgeul MC5
	FSK514		opvullen vloedgeul MC4 en verdiepen ebgeul MC5
	FSK515		opvullen Put Hansweert en verdiepen ebgeul MC5
		FSK516	verondiepen vloedgeul MC4 (cfr. FSK409) en verdiepen ebgeul MC5
		FSK517	opvullen vloedgeul MC4 en verdiepen ebgeul MC5
		FSK518	opvullen Put Hansweert en verdiepen ebgeul MC5

³ Merk op dat het toevoegen van sediment hier leidt tot een geuldiepte die kleiner is dan de huidige streefdiepte van de vaargeul (-14,7 mLAT). Deze scenario's zijn dan ook verkennend om het effect van grootschalige sedimentverplaatsingen/ onttrekkingen/ toevoegingen op de getijvoortplanting te bestuderen.

4.4 Resultaten scenario's

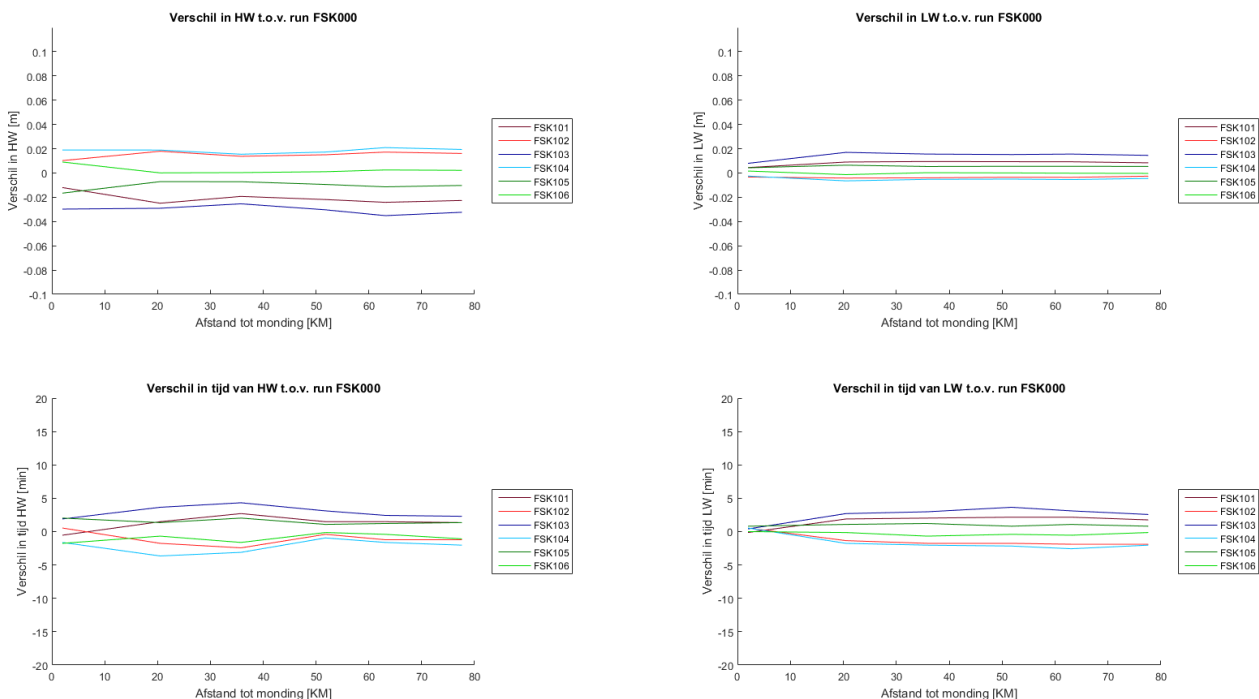
4.4.1 Effect van ingrepen op hoog- en laagwaters

Figuur 7 tot en met Figuur 17 geven lengteprofielen van de Westerschelde en Zeeschelde tot Antwerpen met het gemiddelde verschil over de volledige simulatieperiode, in hoogwater en laagwater en de tijdsvertraging van hoog- en laagwater ten opzichte van Vlissingen. In (Coen *et al.*, 2018) wordt specifiek ingegaan op de effecten van deze scenario's bij de stormtijden.

De figuren in BIJLAGE A tonen de hoog- en laagwaters in de verschillende scenario's ten opzichte van de hoog- en laagwaters in het referentiescenario's (FSK000), evenals een tijdreeks van waterpeilen rondom de maximum hoogwaters bij de verschillende gesimuleerde stormen.

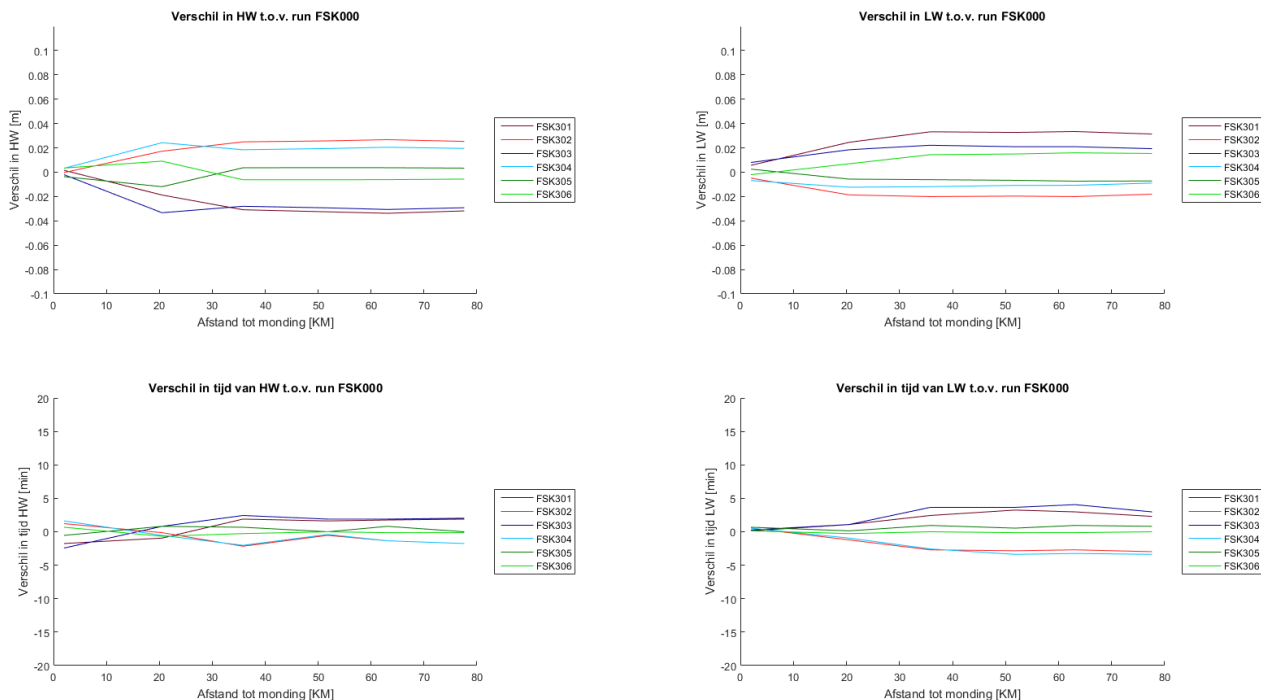
Het verondiepen van de vloed- of ebgeul in macrocel 1 (FSK101, FSK103) zorgt voor een verkleining van de getijslag, door een daling van de hoogwaters en een stijging van de laagwaters (Figuur 7). Het verschil is echter maximaal 5 cm ten opzichte van de referentie, bij het verondiepen van de vloedgeul (FSK103). Het effect van het verdiepen van de vloedgeul (FSK104) in macrocel 1 is net iets groter dan het effect van het verdiepen van de ebgeul (FSK102). Bij beide ingrepen stijgen de hoogwaters met circa 2 cm van Vlissingen tot Antwerpen, en dalen de laagwaters met minder dan 1 cm. De combinatie van verdiepen en verondiepen van een geul, i.e. behoud van sediment binnen de macrocel, zorgt voor minimale verschillen (< 2 cm) ten opzichte van de referentie.

Figuur 7 – Lengteprofielen Westerschelde – Zeeschelde tot Antwerpen met verschil in (tijd van) HW/LW tov FSK000 voor scenario's in macrocel 1

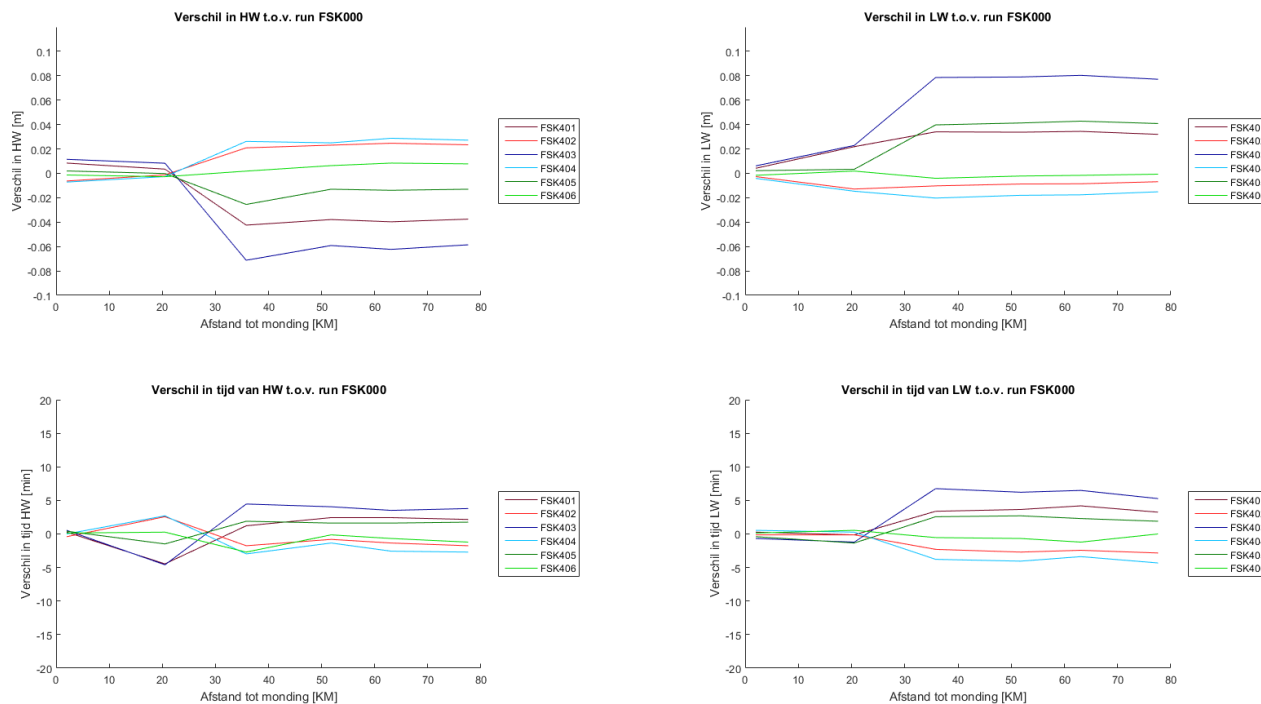


Het effect van de ingrepen in macrocel 3 is groter dan het effect van de ingrepen in macrocel 1 (Figuur 8). Afwaarts Hansweert is het effect op de hoogwaters van de ingrepen in de vloedgeul groter dan het effect van de ingrepen in de ebgeul. Het maximum effect ten opzichte van FSK000 bedraagt echter slechts 4 cm. Het verondiepen van de geulen zorgt voor een verkleining van de getijslag, het verdiepen van de geulen zorgt voor een vergroting van de getijslag.

Figuur 8 – Lengteprofielen Westerschelde – Zeeschelde tot Antwerpen met verschil in (tijd van) HW/LW tov FSK000 voor scenario's in macrocel 3



Figuur 9 – Lengteprofielen Westerschelde – Zeeschelde tot Antwerpen met verschil in (tijd van) HW/LW tov FSK000 voor scenario's in macrocel 4

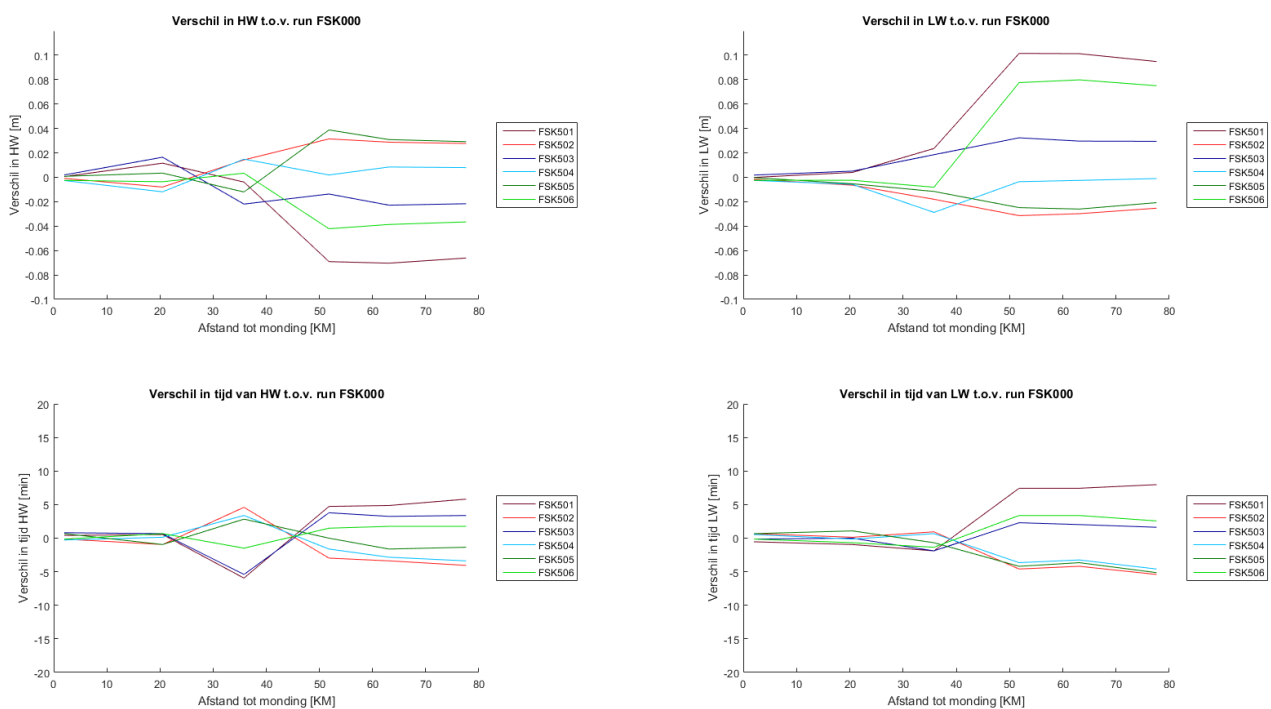


Het verondiepen van de ebgeul (FSK401) of de vloedgeul (FSK403) in macrocel 4 zorgt voor een beperkte stijging van de hoogwaters tot aan Terneuzen, en een grote daling van de hoogwaters vanaf Hansweert, met een maximum van circa 7 cm (Figuur 9). Dit effect is omgekeerd, doch kleiner voor het verdiepen van de eb- of vloedgeul (FSK402 of FSK404). Het effect op de hoogwaters is telkens het grootst bij de ingreep in de vloedgeul. Het verondiepen van de vloedgeul (FSK403), al dan niet in combinatie met het verdiepen van de ebgeul (FSK405) zorgt voor een beperkte stijging van de laagwaters afwaarts Terneuzen en voor een grotere stijging vanaf Hansweert, dus opwaarts macrocel 4. De gecombineerde ingrepen met verdiepen eb- of vloedgeul en verondiepen vloed- of ebgeul hebben een omgekeerd effect op de hoogwaters op- en afwaarts van de macrocel 4. Bij de gecombineerde ingrepen volgt het effect op de laagwaters de trend van het effect van de ingreep in de vloedgeul. Dit geldt tevens voor de hoogwaters opwaarts van macrocel 4.

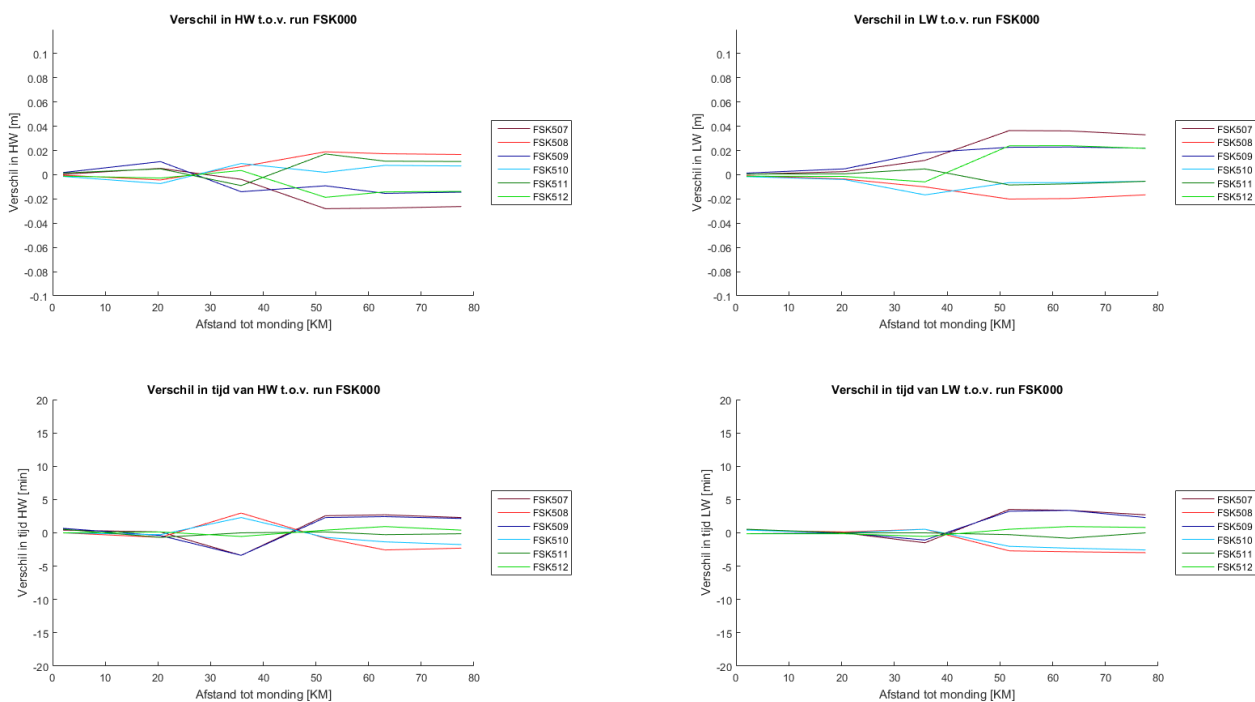
In macrocel 5 is het volume in de vloedgeul onder 0 mTAW kleiner dan $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Bij het verondiepen van de vloedgeul is alles onder 0 mTAW verhoogd tot 0 mTAW. Dit is een volume van circa $35 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Het effect van het verondiepen van de vloedgeul (FSK503) op de hoog- en laagwaters is dan ook het kleinst (Figuur 10). Omdat het volume in de ebgeul in deze macrocel zeer groot is, is ook het effect van het verdiepen van de vloedgeul (FSK504) eerder beperkt. Het verondiepen van de ebgeul (FSK501), al dan niet in combinatie met het verdiepen van de vloedgeul (FSK506) zorgt voor een verkleining van de getijslag. Het grootste effect treedt op bij het verondiepen van de ebgeul (FSK501). Het hoogwater kent hierbij een daling vanaf Hansweert, met een maximum waarde van circa 7 cm vanaf Bath. Het laagwater kent een beperkte stijging vanaf de monding tot Hansweert en verder opwaarts een sterkere stijging met een maximum waarde van circa 11 cm vanaf Bath. Het effect van het verondiepen van de ebgeul gecombineerd met het verdiepen van de vloedgeul (FSK506) kent dezelfde trend, maar is enkele centimeters kleiner. Het verdiepen van de ebgeul (FSK502), al dan niet in combinatie met het verondiepen van de vloedgeul (FSK505) geeft een stijging van de hoogwaters met een maximum waarde van circa 4 cm vanaf Bath. De daling van de laagwaters kent een meer geleidelijk verloop langs de lengteas, tevens met een maximum waarde nabij Bath.

Wanneer het volume in de eb- en/of vloedgeul in macrocel 5 aangepast wordt met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ is het effect op de hoog- en laagwaters langs de lengteas kleiner ten opzichte van het referentiescenario (Figuur 11). De trend van het effect blijft echter wel hetzelfde. Het maximum verschil ten opzichte van het referentiescenario bedraagt 4 cm.

Figuur 10 – Lengteprofielen Westerschelde – Zeeschelde tot Antwerpen met verschil in (tijd van) HW/LW tov FSK000 voor scenario's met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5



Figuur 11 – Lengteprofielen Westerschelde – Zeeschelde tot Antwerpen met verschil in (tijd van) HW/LW tov FSK000 voor scenario's met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5



4.4.2 Effect van ingrepen op eb- en vloedvolumes

Figuur 12 tot en met Figuur 16 tonen de eb- en vloedvolumes ter hoogte van de verschillende meetraaien, en hun verdeling over de eb- en vloedgeul, voor de doorgerekende scenario's. In BIJLAGE C, Figuur C 1 tot en met Figuur C 30, worden deze figuren aangevuld met percentages ten opzichte van het referentiescenario en ten opzichte van het totaal volume. Figuur C 31 tot en met Figuur C 42 tonen tijdreeksen voor de maand mei 2016 van de eb- en vloedvolumes verdeeld over de eb- en vloedgeul, per meetraai voor de doorgerekende scenario's.

De verhouding van de eb- en vloedvolumes ter hoogte van de verschillende meetraaien wijzigt sterk van af- naar opwaarts. Ter hoogte van meetraai 7, afwaarts van Terneuzen is het ebvolume in de ebgeul net iets groter dan in de vloedgeul. Het vloedvolume is in de vloedgeul bedraagt circa 60% van het totale volume. Ter hoogte van debietraai 6, in macrocel 4, is zowel het eb- als het vloedvolume het grootst in de vloedgeul. In deze macrocel is de vloedgeul, met het Gat van Ossensisse, de hoofdgeul. Circa 70% van het vloedvolume en circa 65 % van het ebvolume stroomt door de vloedgeul. Ter hoogte van debietraai 5, in macrocel 5, is zowel het eb- als vloedvolume het grootst in de ebgeul. Circa 60% van het vloedvolume en circa 70% van het ebvolume stroomt door de ebgeul. Ter hoogte van debietraai 2 en 1 is zowel het eb- als het vloedvolume weerom het grootst in de ebgeul. Ter hoogte van debietraai 2 stroomt circa 70% van het vloedvolume en bijna 90% van het ebvolume door de ebgeul. Ter hoogte van debietraai 1 stroomt meer dan 90 % van het vloedvolume en bijna 90% van het ebvolume door de ebgeul.

De ingrepen in macrocel 1 hebben een zeer beperkt effect op de eb- en vloedvolumes ter hoogte van de verschillende meetraaien. De wijzigingen in eb- en vloedvolume bedragen minder dan 1% ten opzichte van het referentiescenario (Figuur 12).

De ingrepen in macrocel 3 hebben voornamelijk effect op de eb- en vloedvolumes ter hoogte van raai 7 (Figuur 13). Het totale volume over deze debietsraai wijzigt het sterkst bij het verondiepen van de ebgeul (FSK301). Het verschil ten opzichte van het referentiescenario bedraagt echter slechts circa 1,5%. Dit effect is eveneens te zien in de meer opwaartse raaien. Het effect op de eb-en vloedvolumes is het grootst in de gecombineerde scenario's. Het totale volume blijft hierbij quasi ongewijzigd. In scenario FSK306 waarbij de ebgeul verondiept wordt en de vloedgeul verdiept, stijgt zowel het eb- als vloedvolume in de vloedgeul met circa 12% ten opzichte van het referentiescenario. Hierbij daalt het ebvolume in de ebgeul met circa 13% en het vloedvolume in de ebgeul met circa 18%. Het verschil tussen de volumes in de eb- en vloedgeul wordt dus groter. In scenario FSK305 waarbij de ebgeul verdiept wordt en de vloedgeul verondiept, stijgt het ebvolume in de ebgeul met circa 14%, en het vloedvolume in de ebgeul met circa 20% ten opzichte van het referentiescenario. Hierbij daalt zowel het vloed- als het ebvolume in de vloedgeul met circa 14%. Het verschil tussen de vloedvolumes in de eb- en vloedgeul wordt dus kleiner, en het verschil tussen ebvolumes in de eb- en vloedgeul vergroot. Bij de andere scenario's zijn de verschillen in volumes ten opzichte het referentiescenario kleiner of gelijk aan 10%.

De ingrepen in macrocel 4 hebben voornamelijk effect op de eb- en vloedvolumes ter hoogte van raai 6 (Figuur 14). Het totale volume wijzigt het sterkst, met een daling van 3%, bij het verondiepen van de vloedgeul (FSK403). Deze daling wordt iets kleiner naar opwaarts toe. Het effect op de eb- en vloedvolumes van het verondiepen van de ebgeul in macrocel 4 (FSK401) en het verdiepen van de vloedgeul in macrocel 4 (FSK404) heeft dezelfde trend: zowel het eb- als het vloedvolume stijgen in de vloedgeul en dalen in de ebgeul. Het grootste effect treedt dus op wanneer deze ingrepen gecombineerd worden in scenario FSK406. Zowel het eb- als het vloedvolume in de vloedgeul stijgen met circa 20 % ten opzichte van het referentiescenario. Hierbij daalt het ebvolume in de ebgeul met bijna 40% en in de vloedgeul met bijna 50 %. Hierbij wordt het verschil tussen de volumes in de eb- en vloedgeulen sterk vergroot. Het omgekeerde effect is te zien in de scenario's waarin de ebgeul verdiept wordt (FSK402), de vloedgeul verondiept wordt (FSK403) of een combinatie hiervan (FSK405). In dit laatste scenario dalen het eb- en vloedvolume in de vloedgeul met circa 20% en stijgt het vloedvolume in de ebgeul met circa 50% en het ebvolume in de ebgeul met circa 40%. Dit zorgt ervoor dat het verschil tussen de volumes in de eb- en vloedgeul kleiner wordt.

De ingrepen in macrocel 5 hebben een groot effect op de eb- en vloedvolumes ter hoogte van raai 5A (Figuur 15). Het totale volume over de debietsraai daalt bij het verondiepen van één van de geul (FSK501/503), of het verondiepen van de ebgeul in combinatie met het verdiepen van de vloedgeul (FSK506) ten opzichte van het referentiescenario. De grootste daling, met circa 3,5%, treedt op bij het verondiepen van de ebgeul. Deze daling is tevens te zien ter hoogte van de andere raaien, met circa 3%. Het grootste effect treedt op bij de combinatie van het verdiepen van de ebgeul en het verondiepen van de vloedgeul (FSK505). In de ebgeul stijgt het ebvolume met circa 30%, en het vloedvolume met circa 35% ten opzichte het referentiescenario. De dominantie van de ebgeul wordt dus groter. Een iets kleiner effect met dezelfde trend treedt op bij het verondiepen van de ebgeul (FSK503). De verdeling van de eb- en vloedvolumes tussen de eb- en vloedgeul wordt in de andere richting gewijzigd bij het verondiepen van de ebgeul (FSK501). Hierbij stijgt in de vloedgeul het vloedvolume met circa 2% en het ebvolume met circa 10%. Het volume in de ebgeul blijft nog het grootste. Bij het verondiepen van de ebgeul in combinatie met het verdiepen van de vloedgeul (FSK506) wordt het vloedvolume in de vloedgeul groter dan in de ebgeul, met een stijging van 48% in vloedgeul. Het ebvolume stijgt met circa 45% in de vloedgeul en is nog net kleiner dan het ebvolume in ebgeul.

Wanneer het volume in de eb- en/of vloedgeul in macrocel 5 aangepast worden met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ is het effect ten opzichte van het referentiescenario kleiner ten opzichte van scenario FSK501 tot en met FSK506 (Figuur 16). Het verschil in volumes tussen de eb- en vloedgeul wordt het grootst in de scenario waarbij de vloedgeul verondiept wordt (FSK509) al dan niet in combinatie met het verdiepen van de ebgeul (FSK511). Circa 70% van het vloedvolume en circa 80% van het ebvolume stroomt dan door de ebgeul. Het verdiepen van de vloedgeul (FSK510) al dan niet in combinatie met het verondiepen van de ebgeul (FSK512) geeft een daling van het vloedvolume in het ebgeul met circa 20%. Het ebvolume in de ebgeul daalt met 10 tot 15%. Circa 45% van het vloedvolume en circa 60% van het ebvolume stroomt dan door de ebgeul.

Figuur 12 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van raaien 7, 6, 5a, 2 en 1 voor scenario's in macrocel 1



Figuur 13 – Vloed en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raaien 7, 6, 5a, 2 en 1 voor scenario's in macrocel 3



Figuur 14 – Vloed en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raaien 7, 6, 5a, 2 en 1 voor scenario's in macrocel 4



Figuur 15 – Vloed en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raaien 7, 6, 5a, 2 en 1 voor scenario's met 50.10^6 m^3 in macrocel 5



Figuur 16 – Vloed en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raaien 7, 6, 5a, 2 en 1 voor scenario's met 25.10^6 m^3 in macrocel 5



4.4.3 Effect van ingrepen op sedimenttransport

Het sedimenttransport is berekend op basis van de transportformule van Engelund & Hansen (1967). De kaarten met bruto en netto sedimenttransport zijn weergegeven in BIJLAGE D.

Voor de scenario's waarin ingrepen in de eb- en vloedgeul gecombineerd zijn (FSKx05/x11 en FSKx06/x12) en de vervolgsenario's zijn kaarten opgemaakt waarop het bruto sedimenttransport in een kleurenschaal weergegeven wordt. Het bruto sedimenttransport is het cumulatief sedimenttransport tijdens eb en vloed. Het netto sedimenttransport is het verschil tussen het sedimenttransport bij eb en vloed. Wanneer het netto sedimenttransport positief is, wil dit zeggen dat dit vloed gedomineerd is. De gebieden met positief netto sedimenttransport zijn gearceerd weergegeven op de kaarten.

Het verdiepen van de ebgeul in combinatie met het verondiepen van de vloedgeul in macrocel 1 (FSK105) zorgt voor een stijging van het sedimenttransport in de ebgeul en de vloedgeul in macrocel 1. De stijging van het sedimenttransport in de vloedgeul valt binnen de polygoon waarin het volume in de geul aangepast werd. De eb- en vloeddinantie van het sedimenttransport wordt quasi niet gewijzigd. Het verondiepen van de ebgeul in combinatie met het verdiepen van de vloedgeul in macrocel 1 (FSK106) heeft een daling van het sedimenttransport tot gevolg langs de westzijde van deze macrocel. Aan de oostzijde van de Spijkerplaat stijgt het sedimenttransport en wordt de vloeddinantie groter.

Het verdiepen van de ebgeul in combinatie met het verondiepen van de vloedgeul in macrocel 3 (FSK305) zorgt voor een stijging van het sedimenttransport in de ebgeul en de vloedgeul in macrocel 3. Ook in het Gat van Ossensisse is een beperkte stijging van het bruto sedimenttransport te zien. Enkel aan de westzijde van de Everingen, onder de Plaat van Baarland is een beperkte daling van het bruto sedimenttransport te zien. De eb- en vloeddinantie van het sedimenttransport wordt quasi niet gewijzigd. Het verondiepen van de ebgeul in combinatie met het verdiepen van de vloedgeul in macrocel 3 (FSK306) zorgt voor een daling van het sedimenttransport in de ebgeul en een stijging in de vloedgeul, voornamelijk aan de oostelijke zijde van de geulen. Ook aan de oostelijke zijde van het Middelgat is een stijging van het bruto-sedimenttransport te zien.

Het verdiepen van de ebgeul in combinatie met het verondiepen van de vloedgeul in macrocel 4 (FSK405) zorgt voor een stijging van het sedimenttransport in de ebschaar naar Everingen, net ten westen van de polygoon waarin het volume in de geul werd aangepast. Ook in het Middelgat, de ebgeul in macrocel 4, stijgt het bruto-sedimenttransport. Dit wijst op mogelijke instabiliteit van het gestorte sediment waardoor dit snel opnieuw zal verplaatsen. Over de Rug van Baarland breidt de vloeddinantie van het sedimenttransport uit. Op de plaat tussen de ebschaar naar Everingen en het Gat van Ossensisse neemt het bruto-sedimenttransport af. Het verondiepen van de ebgeul in combinatie met het verdiepen van de vloedgeul in macrocel 4 (FSK406) zorgt voor een stijging van het sedimenttransport aan de westelijke zijde van het Middelgat, ter hoogte van het Gat van Ossensisse en aan de oostelijke zijde van de overloop van Hansweert. Aan de noordzijde van het Middelgat en ter hoogte van de Put van Hansweert neemt het sedimenttransport sterk af, zelfs tot 0. Dit wijst erop dat het sediment waarschijnlijk niet meer verplaatst wordt, wat negatief voor het behoud van de geul.

Het verdiepen van de ebgeul in combinatie met het verondiepen van de vloedgeul in macrocel 5 (FSK505/FSK511) zorgt voor een stijging van het sedimenttransport in de ebgeul van macrocel 5, het Zuidergat en de Overloop van Valkenisse. In de vloedgeul, de Schaar van Valkenisse, neemt het bruto-sedimenttransport sterk af, tot plaatselijk 0. Dit wijst erop dat het sediment waarschijnlijk niet meer verplaatst wordt, wat negatief voor het behoud van de geul. Ter hoogte van de drempel van Valkenisse, ten oosten van de Overloop van Valkenisse, neemt het bruto-sedimenttransport af. Hierdoor zal de drempel verder ophogen. Het verondiepen van de ebgeul in combinatie met het verdiepen van de vloedgeul in macrocel 5 (FSK506/FSK512) zorgt voor een toename van het sedimenttransport ter hoogte van de Overloop van Valkenisse en van de drempel van Valkenisse. Dit is positief voor het behoud van deze geul. In het westelijk deel van de ebgeul van macrocel 5 neemt het sedimenttransport af, en wordt ook de vloeddinantie kleiner.

4.5 Resultaten vervolgsenario's

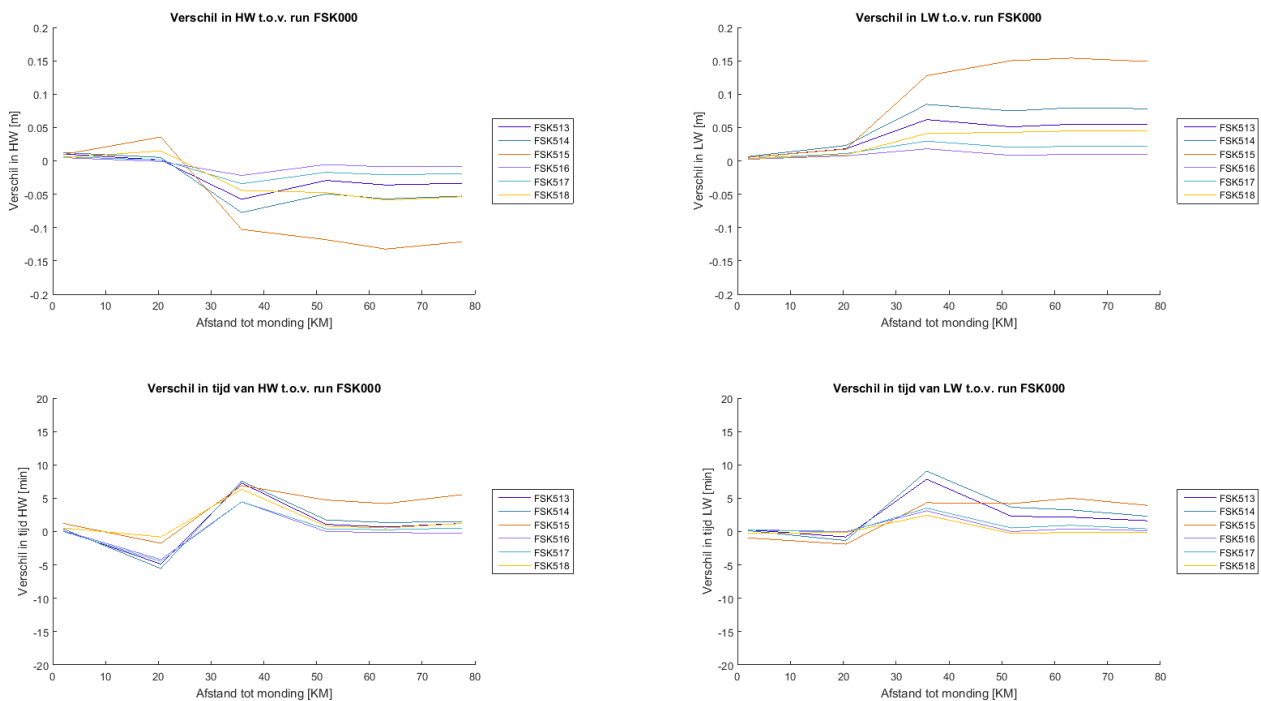
4.5.1 Effect van ingrepen op hoog- en laagwaters

De vervolgsenario's waarbij het verdiepen van de ebgeul in macrocel 5 gecombineerd wordt met het verondiepen of opvullen van de vloedgeul in macrocel 4, of met het opvullen van de Put van Hansweert zorgen voor een verkleining van de getijslag, opwaarts van Hansweert. De hoogwaters kennen opwaarts van Hansweert een daling, en de laagwaters een stijging (Figuur 17). Deze is het grootst bij het scenario met het opvullen van de Put van Hansweert, met een volume van $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Bij dezelfde scenario's met een volume van $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ is de grootte van het effect op de hoog- en laagwaters minder dan de helft ten opzichte van de scenario's met een volume van $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

De effecten in scenario's FSK513 en FSK516 zijn vergelijkbaar met de vorige scenario's FSK403 en FSK409 (scenario's met enkel verondieping van de vloedgeul in macrocel 4), doch in absolute waarde zijn de effecten kleiner. Het verdiepen van de ebgeul in macrocel 5 doet voor een deel de winst van het verondiepen van de vloedgeul in MC4 teniet.

Figuur 17 – Lengteprofielen Westerschelde – Zeeschelde tot Antwerpen met verschil in (tijd van) HW/LW tov FSK000 voor vervolgsenario's



4.5.2 Effect van ingrepen op eb- en vloedvolumes

Figuur 18 toont de eb- en vloedvolumes ter hoogte van de verschillende meetraaien, en hun verdeling over de eb- en vloedgeul, voor de doorgerekende scenario's. In BIJLAGE C, Figuur C 26 tot en met Figuur C 30, worden deze figuren aangevuld met percentages ten opzichte van het referentiescenario en ten opzichte van het totaal volume. Figuur C 36 en Figuur C 42 tonen tijdreeksen voor de maand mei 2016 van de eb- en vloedvolumes verdeeld over de eb- en vloedgeul, per meetraai voor de doorgerekende scenario's.

De gecombineerde ingrepen met het verdiepen van de ebgeul in macrocel 5 en het verondiepen of opvullen van de vloedgeul in macrocel 4, zorgen ter hoogte van raai 6 voor een afname van het volume in de vloedgeul met 5 tot 15%, en een toename van het vloedvolume in de ebgeul met 15 tot 30%, en van het ebvolume in de ebgeul met 5 tot 15 % ten opzichte van het referentiescenario (Figuur 18). Wanneer het verdiepen van de ebgeul in macrocel 5 gecombineerd wordt met het opvullen van de Put van Hansweert dalen het totale ebvolume en vloedvolume met circa 5% bij een volumewijziging van $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, en circa 2% bij een volumewijziging van $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, ten opzichte van het referentiescenario. In de ebgeul daalt het vloedvolume respectievelijk met circa 4% en circa 2%, en stijgt het ebvolume respectievelijk met circa 5% en circa 3%. In de vloedgeul daalt het vloedvolume respectievelijk met circa 5% en circa 2%, en daalt het ebvolume respectievelijk met circa 10% en circa 5%, ten opzichte van het referentiescenario.

Ter hoogte van raai 5 is het effect van deze ingrepen groter dan ter hoogte van raai 6. In alle scenario's neemt totale volume af. Deze afname is het grootst in het scenario met het opvullen van de Put van Hansweert met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (FSK515), met circa 4%. In de ebgeul daalt het vloedvolume met circa 16% en stijgt het ebvolume met circa 1%. In vloedgeul stijgt het vloedvolume met circa 15% en daalt het ebvolume met circa 16%. Wanneer hetzelfde scenario uitgevoerd wordt met een volume van $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ daalt het vloedvolume in de ebgeul met circa 9% en stijgt het ebvolume in de vloedgeul met circa 3%. In vloedgeul stijgt het vloedvolume met circa 10% en daalt het ebvolume met circa 12%. In de scenario's met het verondiepen of opvullen van de vloedgeul van macrocel 4 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (FSK513/514) of met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (FSK516/517) bedraagt de afname van het totale volume slechts 0,5 tot 2%. In deze scenario's blijft het vloedvolume in de ebgeul quasi ongewijzigd, en daalt het vloedvolume in de vloedgeul met 2 tot 4 %. Het ebvolume in de ebgeul stijgt met 2 tot 3%, en het ebvolume in de vloedgeul daalt met 7 tot 10 %, ten opzichte van het referentiescenario.

De daling van het totale volume in de scenario's FSK513 tot en met FSK518 is ook te zien in de andere raaien.

4.5.3 Effect van ingrepen op sedimenttransport

De kaarten met bruto en netto sedimenttransport zijn weergegeven in BIJLAGE D.

Het verondiepen van de vloedgeul in macrocel 4 in combinatie met het verdiepen van de ebgeul in macrocel 5 (FSK513/FSK516) heeft een sterke toename van het sedimenttransport in de vloedgeul van macrocel 4 tot gevolg. In de ebgeul van macrocel 5 neemt het sedimenttransport sterk af. Ter hoogte van de Drempel van Hansweert blijft het sedimenttransport quasi ongewijzigd. Aangezien het sedimenttransport in de vloedgeul van MC4 toeneemt, wordt verwacht dat de sedimentaanvoer naar en de sedimentatie op de drempel wel toeneemt.

Wanneer het volume in de geul aangepast wordt met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (FSK513) neemt ook het sedimenttransport in de ebgeul in macrocel 4, het Middelgat, sterk toe, evenals ter hoogte van de Geul van de Molenplaat en de Put van Hansweert. Dit is positief voor het behoud van deze geulen. Bij een wijziging van het volume met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (FSK516) is deze toename kleiner. De vloeddinantie over de Rug van Baarland breidt in beide scenario's ongeveer evenveel uit.

Het opvullen van de vloedgeul in macrocel 4 in combinatie met het verdiepen van de ebgeul in macrocel 5 (FSK514/FSK517) heeft quasi hetzelfde effect als voorgaande scenario. De toename van het sedimenttransport in de vloedgeul van macrocel 4 is echter meer afgelijnd binnen de diepe of opgepulde delen in deze vloedgeul.

Het opvullen van de Put van Hansweert in combinatie met het verdiepen van de ebgeul in macrocel 5 (FSK515/FSK518) zorgt voor een sterke toename van het bruto sedimenttransport ter hoogte van de Put van Hansweert, voornamelijk binnen de diepe of opgevulde delen. Dit wijst erop dat het sediment waarschijnlijk snel opnieuw zal verplaatsen na de storting. In de ebgeul van macrocel 5 neemt het sedimenttransport sterk af. Dit wijst erop dat het sediment waarschijnlijk stabiel ligt en ter plaatse blijft, wat negatief is voor het behoud van deze geul.

Figuur 18 – Vloed en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raaien 7, 6, 5a, 2 en 1 voor vervolgsenario's



5 Conclusies

Verschillende scenario's werden onderzocht naar hun invloed op de waterbeweging (hoog- en laagwater, getijvolumes) en sedimenttransport. De scenario's kunnen onderverdeeld worden in (1) netto volume toename (FSKX01 en FSKX03), (2) netto volume onttrekking (FSKX02 en FSKX04) en (3) behoud van sediment (FSKX05 en FSKX06). Deze ingrepen werden toegepast met een volume van $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in alle belangrijke macrocellen (1,3,4 en 5), en bijkomend met een volume van $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in macrocel 5.

Inzake de getijvoortplanting zijn de effecten gelijkaardig voor de verschillende macrocellen:

- het toevoegen van sediment zorgt voor een beperkte demping van het getij opwaarts van de macrocel, afwaarts blijft het effect zeer beperkt;
- het onttrekken van sediment zorgt voor een beperkte versterking van het getij opwaarts van de macrocel, ook hierbij blijft afwaarts het effect zeer beperkt;
- de scenario's waarbij het behoud van sediment gerespecteerd wordt, zorgen voor kleinere verschillen dan de andere scenario's;

Wel kan hierbij vastgesteld worden dat het verondiepen van de vloedgeul in combinatie met het verdiepen (zelfde volume) van de ebgeul leidt tot een reductie van het getijverschil opwaarts van de macrocel. Daarnaast kon vastgesteld worden dat naarmate de ingrepen uitgevoerd worden in meer opwaarts gelegen macrocellen, de effecten op de hoog- en laagwaters meer uitgesproken worden: van enkele cm in macrocel 1 tot 5 à 10 cm in macrocel 5.

Deze laatste vaststelling en de feitelijke bagger- en stortstrategie, waarbij specie uit de ebgeul macrocel 5 naar de vloedgeul van macrocel 4 gebracht wordt, hebben aanleiding gegeven tot enkele extra scenario's. Hierbij werd steeds een volume onttrokken uit de ebgeul van macrocel 5, dat teruggestort werd in de vloedgeul van macrocel 4 en de diepe put van Hansweert, gelegen tussen macrocel 4 en 5. Deze scenario's geven allemaal aanleiding tot een reductie van het getijverschil opwaarts macrocel 4, gaande van enkele cm tot maximaal 30 cm bij het opvullen van de diepe put van Hansweert. Hierbij moet echter opgemerkt worden dat in deze scenario's de volumeveranderingen zijn aangebracht in de bathymetrie en dat dus ervan uitgegaan wordt dat de specie stabiel is.

Bij de getijvolumes is het effect van de ingrepen voornamelijk te zien in de macrocel van de ingreep. De invloed van een ingreep op het totaal getijvolume is echter wel te zien vanaf de monding tot aan raai 1. Het effect op de eb- en vloedvolumes is het grootst in de gecombineerde scenario's. Scenario's waarbij de hoofdgeul verdiept wordt en de nevengeul verondiept, bijvoorbeeld FSK406 of FSK505/511, zorgen voor een groter verschil tussen het eb- en vloedvolume in de hoofd- en nevengeul. Scenario's waarbij de hoofdgeul verondiept wordt en de nevengeul verdiept, bijvoorbeeld FSK405 of FSK506/512, zorgen ervoor dit het verschil tussen het eb- en vloedvolume in de hoofd- en nevengeul kleiner wordt.

Een toename van het sedimenttransport geeft een indicatie dat het gestorte sediment waarschijnlijk niet stabiel zal zijn. Een (snelle) verplaatsing van het sediment zal positief zijn voor het behoud van de geul waarin het gestort is. Een afname van het sedimenttransport geeft een indicatie dat de geul niet uitgekuisd zal worden. Bijgevolg kan deze verdwijnen. Met betrekking tot het sedimenttransport kan het volgende geconcludeerd worden:

- De gecombineerde scenario's waarbij de ebgeul verdiept wordt en de vloedgeul verondiept, in macrocellen 3 en 4, hebben enerzijds een verkleining van de getijslag tot gevolg. Anderzijds verhoogt ook het sedimenttransport in de beide geulen in de respectievelijke macrocel. Dit heeft een positief effect op het instandhouden van de geulen in deze macrocellen.
- Wanneer de ebgeul verondiept wordt en de vloedgeul verdiept in macrocellen 3 en 4, neemt het sedimenttransport in de ebgeul sterk af. Ter hoogte van de Put van Hansweert daalt het sedimenttransport zelfs tot 0. Dit is een ongunstig effect met betrekking tot het behoud van de geulen.

- De ingrepen in macrocel 5 beïnvloeden sterk het sedimenttransport in de Overloop van Valkenisse en ter hoogte van de Drempel van Valkenisse. Verdiepen van de ebgeul, in combinatie van verondiepen van de vloedgeul, zorgt voor een groter sedimenttransport ter hoogte van de Overloop van Valkenisse, doch meer sediment blijft ter plaatse op de Drempel van Valkenisse. En ook in de Schaar van Valkenisse dreigt de geul te verdwijnen door sterk verminderd sedimenttransport. Verondiepen van de ebgeul, in combinatie met verdiepen van de vloedgeul heeft een omgekeerd effect.
- Scenario's waarbij de ebgeul in macrocel 5 verdiept wordt, en het gebaggerde sediment verplaatst wordt naar de vloedgeul van macrocel 4 of de Put van Hansweert zorgen voor een stijging van het sedimenttransport in de ebgeul van macrocel 4, het Middelgat, evenals in de vloedgeul van macrocel, of wanneer daar gestort wordt, ter hoogte van de Put van Hansweert. Deze wijzigingen hebben een gunstig effect op het behoud van de geulen.

Concluderend kan voor de twee stellingen gesteld worden:

- V1. Wanneer binnen een macrocel het sedimentvolume constant blijft waarbij de hoofdgeul verdiept/verondiept, maar de nevengeul met een zelfde volume verondiept/verdiept, is het effect op de getijvoortplanting minimaal.

De stelling wordt grotendeels bekrachtigd, al wordt vastgesteld dat het verondiepen van de vloedgeul in combinatie met het verdiepen van de ebgeul leidt tot een reductie van het getijverschil opwaarts van de macrocel. Het verondiepen of beperken van het verdiepen van de vloedgeul kan dan ook als een uitgangspunt gehanteerd worden voor de sedimentstrategie om de getij-indringing te reduceren. De effecten op de getijslag (~ 20 cm) en hoogwater (~ 10 cm) zijn in vergelijking met de hoeveelheid zand ($50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) dat in de scenario's verplaatst wordt eerder beperkt.

- V2. Wanneer binnen een macrocel het sedimentvolume afneemt (uitruimen), onafhankelijk of dit gebeurt in de hoofdgeul dan wel de nevengeul, zal de getij-indringing toenemen opwaarts van deze macrocel.

De stelling wordt bekrachtigd, al is het effect groter wanneer de vloedgeul uitruimt in vergelijking met het uitruimen van de ebgeul met eenzelfde volume.

Referenties

Coen, L.; Plancke, Y.; Boeckx, L.; Mostaert, F. (2018). Invloed van morfologie Westerschelde bij hoge hoogwaters. Deelrapport 1 - Modelscenario's. In opmaak. *WL Rapporten*, 17_017_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Directie Zeeland; Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Administratie Waterwegen en Zeewezen. (2001). Toelichting bij Langetermijnvisie Schelde-estuarium. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Departement Leefmilieu en Infrastructuur. Administratie Waterwegen en Zeewezen/ Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat. Directie Zeeland.: Middelburg. 98 + cd-rom (reports)

Ecolas-Haecon-HKV Lijn in Water. (2005). Beoordelingskader Schelde-estuarium: rapport opgesteld in het kader van het gemeenschappelijk Vlaams-Nederlands onderzoeks- en monitoringsprogramma van de lange termijn visie voor het Schelde-estuarium. In opdracht van Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Administratie Waterwegen en Zeewezen. Afdeling Maritieme Toegang. Ecolas: Antwerpen. 209 + 1 CD-rom

Engelund, F.; Hansen, E. (1967). A monograph on sediment transport in alluvial streams. Teknisk Forlag: Copenhagen

Holzhauser, H.; Maris, T.; Meire, P.; Van Damme, S.; Nolte, A.; Kuijper, K.; Taal, M.; Jeuken, C.J.L.; Kromkamp, J.; van Wesenbeeck, B.; Van Ryckegem, G.; Van den Bergh, E.; Wijnhoven, S. (2011). Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium. Fase 2. Vlaams Nederlandse Schelde Commissie (VNSC): Bergen op Zoom. 268 pp

Maris, T.; Bruens, A.; van Duren, L.; Vroom, J.; Holzhauser, H.; De Jonge, M.; Van Damme, S.; Nolte, A.; Kuijper, K.; Taal, M.; Jeuken, C.J.L.; Kromkamp, J.; van Wesenbeeck, B.; Van Ryckegem, G.; Van den Bergh, E.; Wijnhoven, S.; Meire, P. (2014). Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium. Update 2014.. *Report Ecosystem Management Research Group ECOBE*, 14-R175. Deltares/Ecosystem Management Research Group/NIOZ/INBO: [S.I.]. 356 pp

Maximova, T.; Ides, S.; De Mulder, T.; Mostaert, F. (2009). LTV O&M thema veiligheid: deelproject 1. Verbetering hydrodynamisch NEVLA model ten behoeve van scenario-analyse. *WL Rapporten*, 756_05. Waterbouwkundig laboratorium/Deltares: Antwerpen

Stark, J.; Vandenbruwaene, W.; Meire, D.; De Maerschalck, B.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2017). Agenda van de toekomst - DT5 Morfologie mesoschaal. Deelrapport 7 - Sedimentatie ter hoogte van drempels: validatie numeriek model. Versie 4.0. *WL Rapporten*, 14_024_7. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Vandebroek, E.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2017). Hydrodynamics and Sediment Dynamics in the Scheldt Estuary: Factual data report for measurements at Drempel van Hansweert in May/June 2016. Version 1.. *WL Rapporten*, 14_024_10. Flanders Hydraulics Research/Antea Group: Antwerp

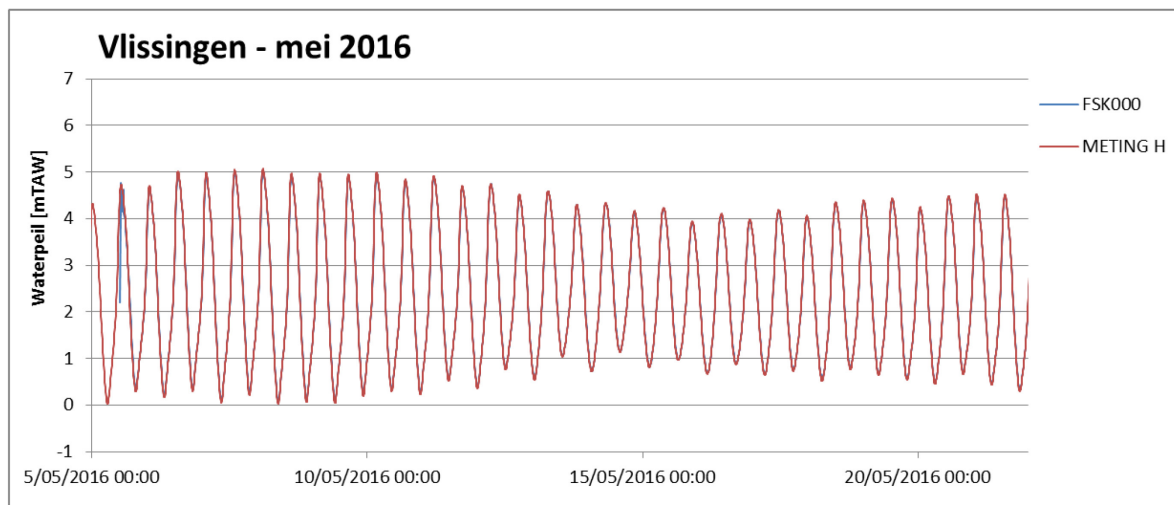
Verheyen, B.; Vanlede, J.; Decrop, B.; Mostaert, F. (2012). NEVLA3D randvoorwaardenmodel: deelrapport 6. Scenarioberekeningen LTV zandhuishouding. *WL Rapporten*, 00_018. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Winterwerp, J.C.; Jeuken, M.-C.J.L.; Stive, M.J.F.; de Vriend, H.J. (2000). Lange Termijnvisie Westerschelde Cluster Morfologie: samenvatting. Delft Hydraulics/Waterbouwkundig Laboratorium: Delft. 7 pp.

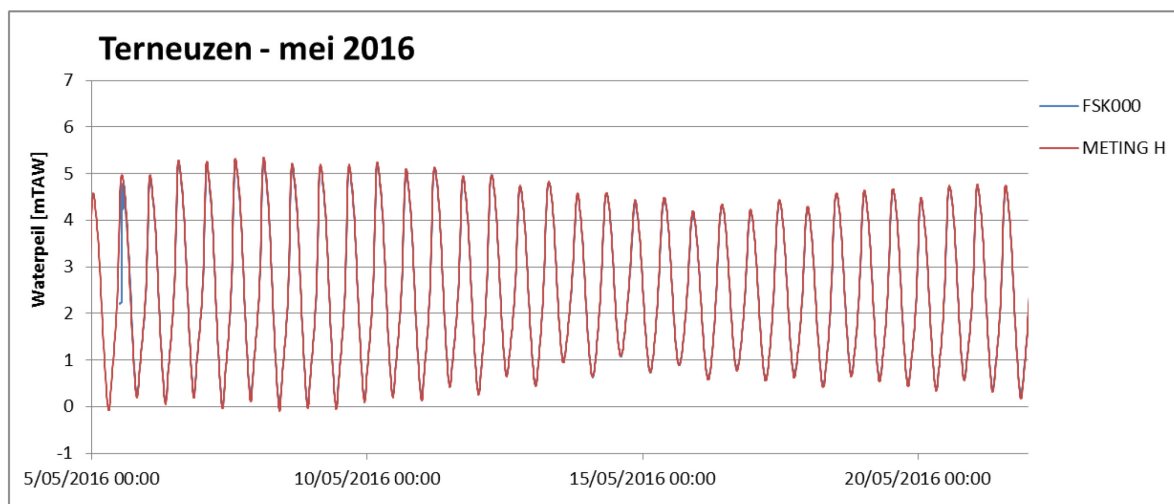
BIJLAGE A - Figuren waterpeilen FSK000 versus metingen

Mei 2016

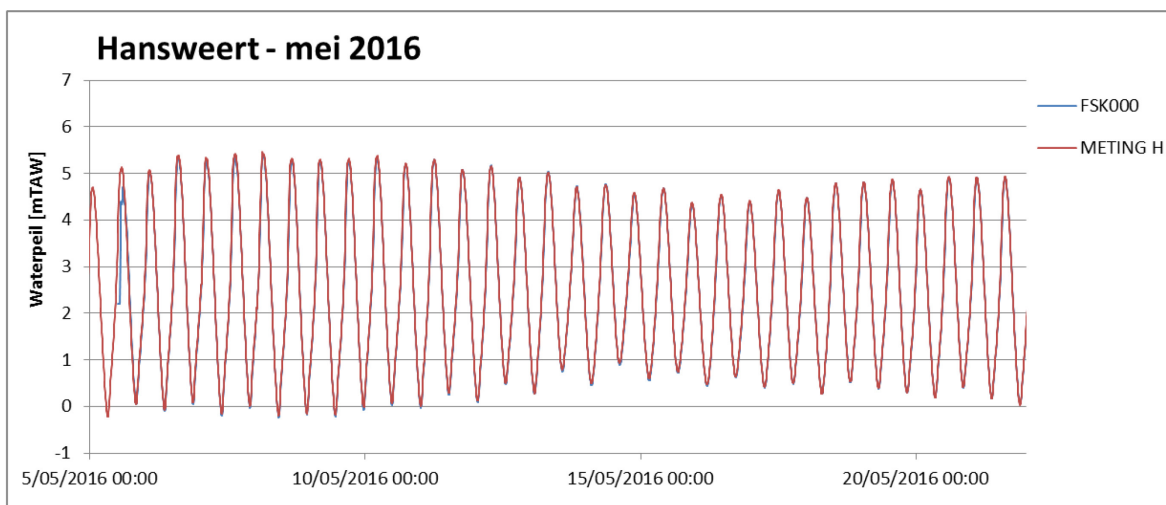
Figuur A 1 – Tijdreeksen waterpeilen te Vlissingen – FSK000 versus metingen – mei 2016



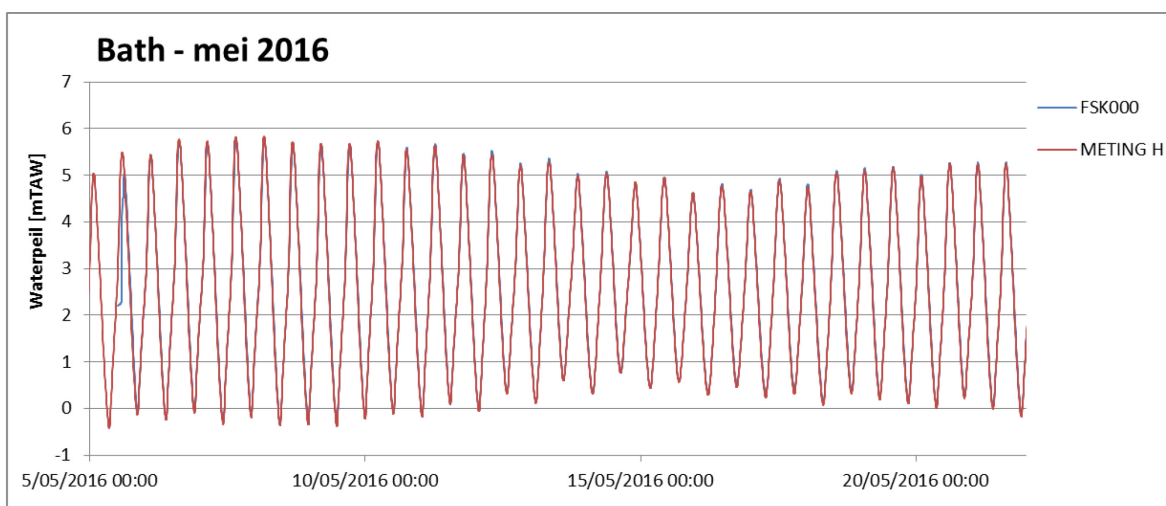
Figuur A 2 – Tijdreeksen waterpeilen te Terneuzen – FSK000 versus metingen – mei 2016



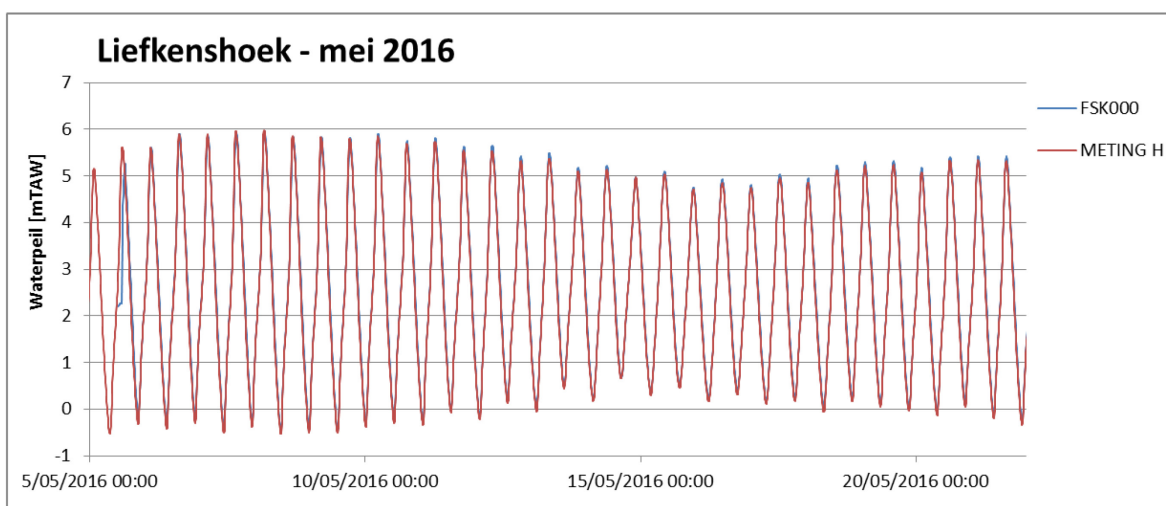
Figuur A 3 – Tijdreeksen waterpeilen te Hansweert – FSK000 versus metingen – mei 2016



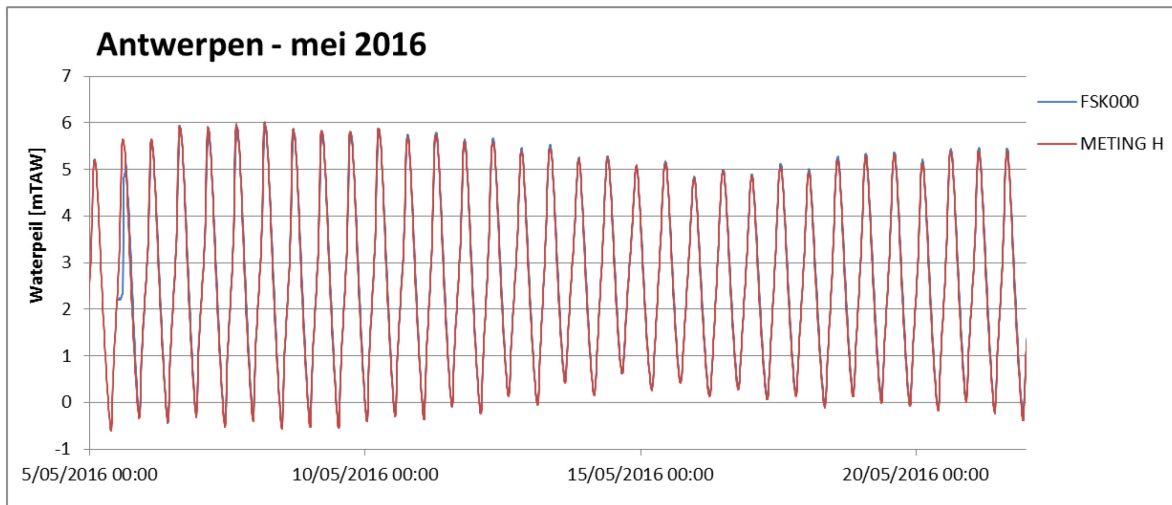
Figuur A 4 – Tijdreeksen waterpeilen te Bath – FSK000 versus metingen – mei 2016



Figuur A 5 – Tijdreeksen waterpeilen te Liefkenshoek – FSK000 versus metingen – mei 2016

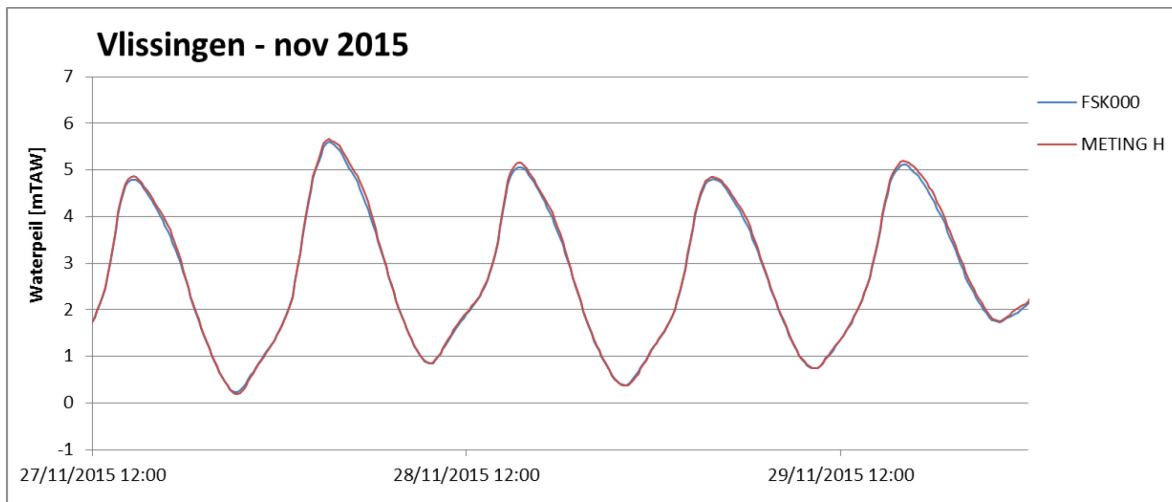


Figuur A 6 – Tijdreeksen waterpeilen te Antwerpen – FSK000 versus metingen – mei 2016

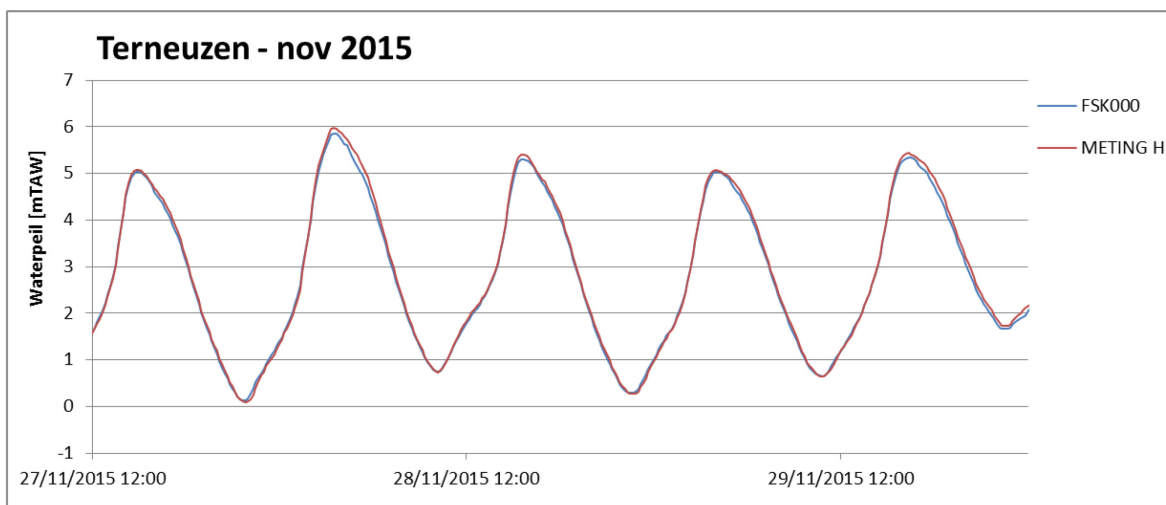


Nov2015

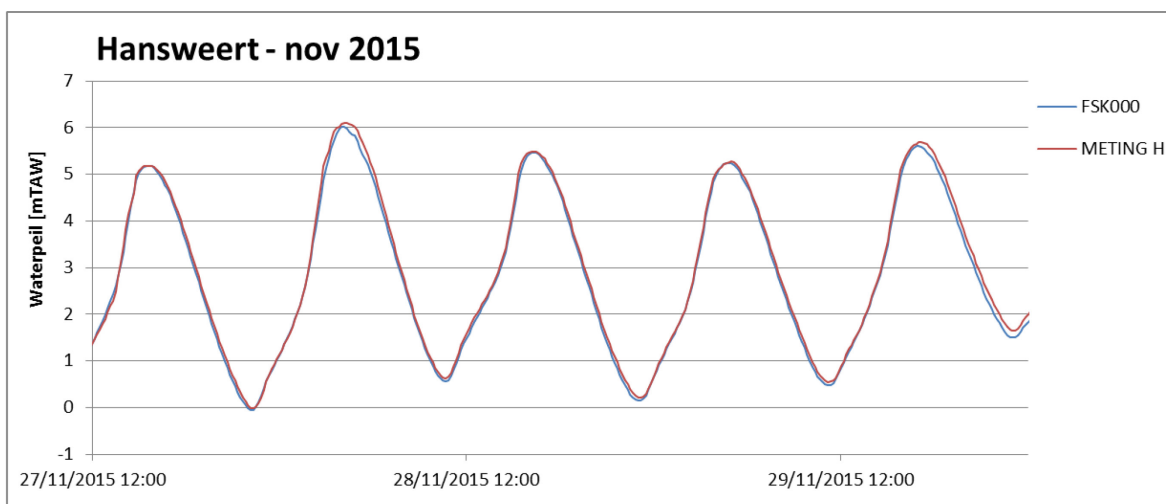
Figuur A 7 – Tijdreeksen waterpeilen te Vlissingen – FSK000 versus metingen – nov2015



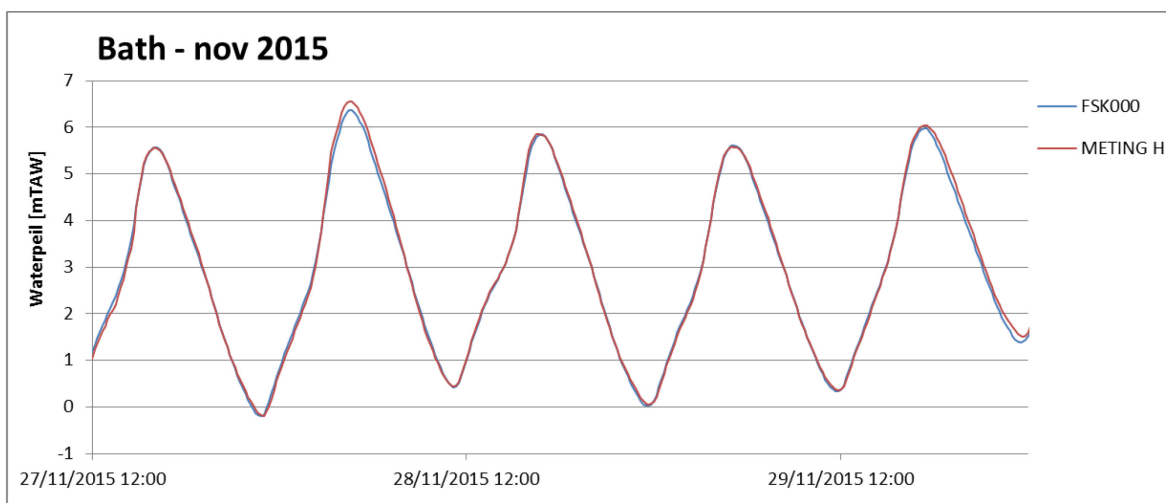
Figuur A 8 – Tijdreeksen waterpeilen te Terneuzen – FSK000 versus metingen – nov2015



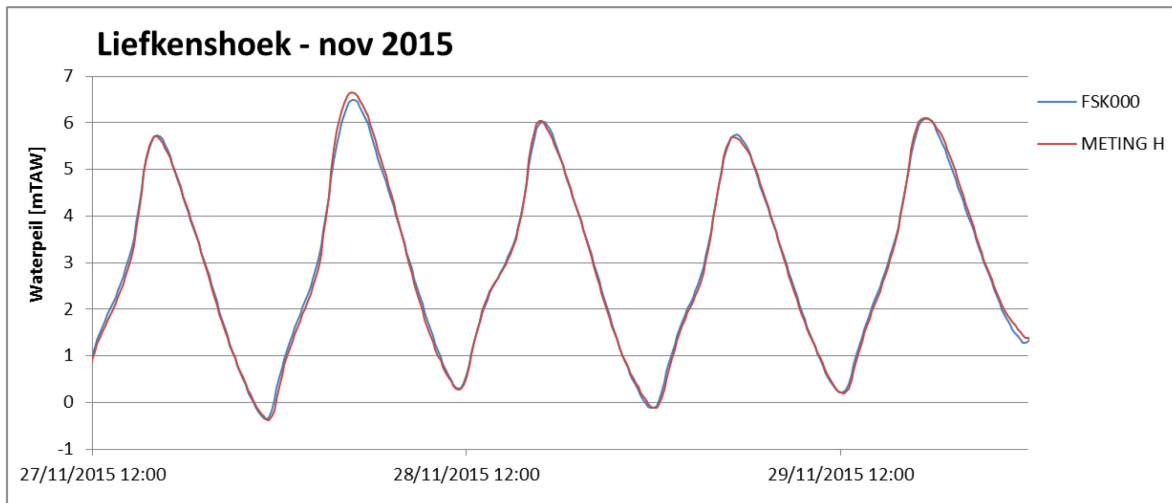
Figuur A 9 – Tijdreeksen waterpeilen te Hansweert – FSK000 versus metingen – nov2015



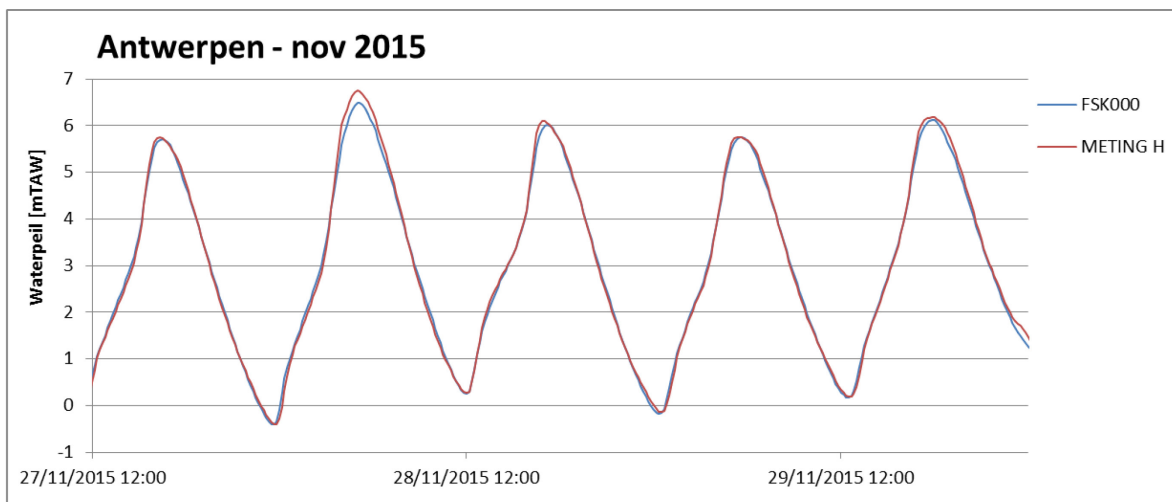
Figuur A 10 – Tijdreeksen waterpeilen te Bath – FSK000 versus metingen – nov2015



Figuur A 11 – Tijdreeksen waterpeilen te Liefkenshoek – FSK000 versus metingen – nov2015

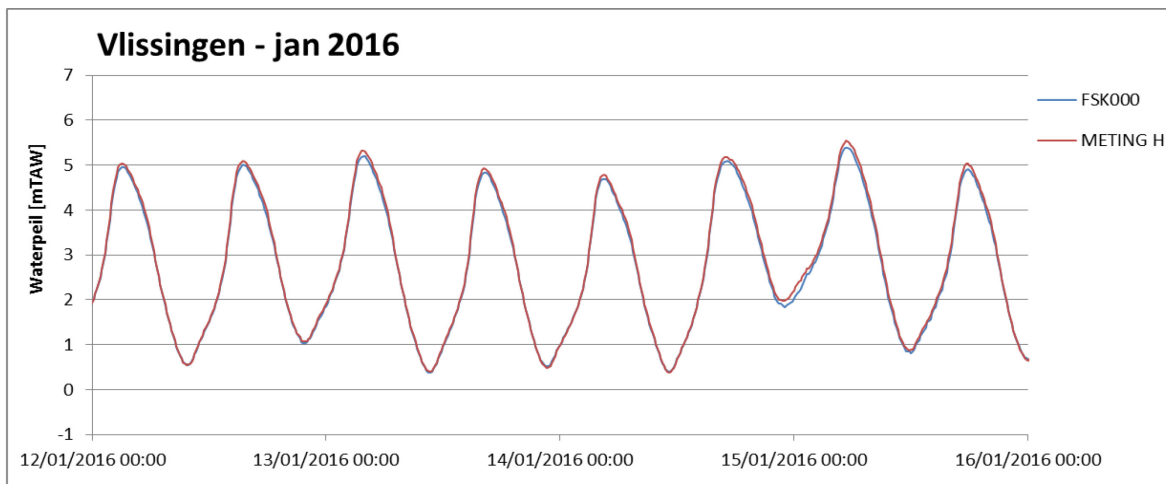


Figuur A 12 – Tijdreeksen waterpeilen te Antwerpen – FSK000 versus metingen – nov2015

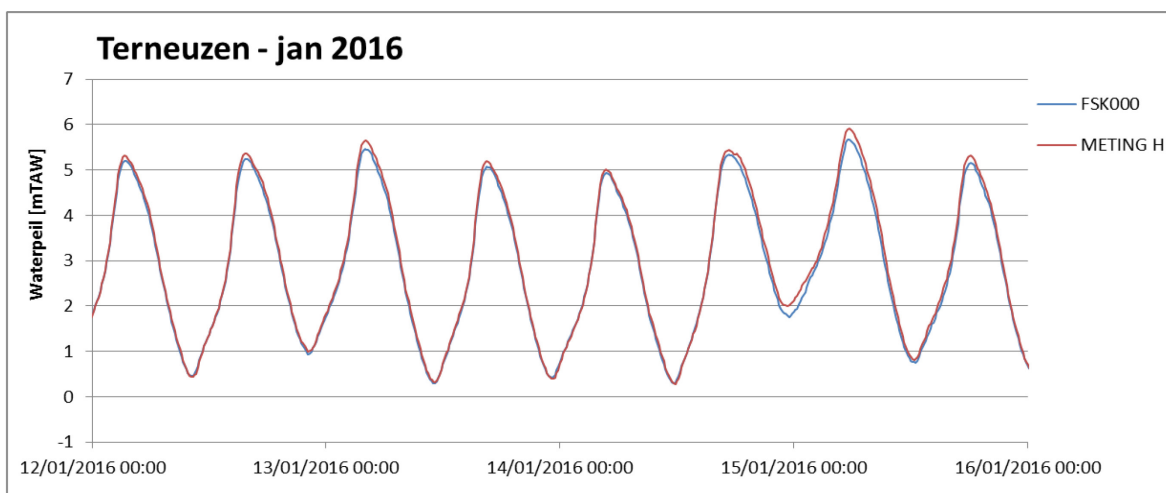


Jan2016

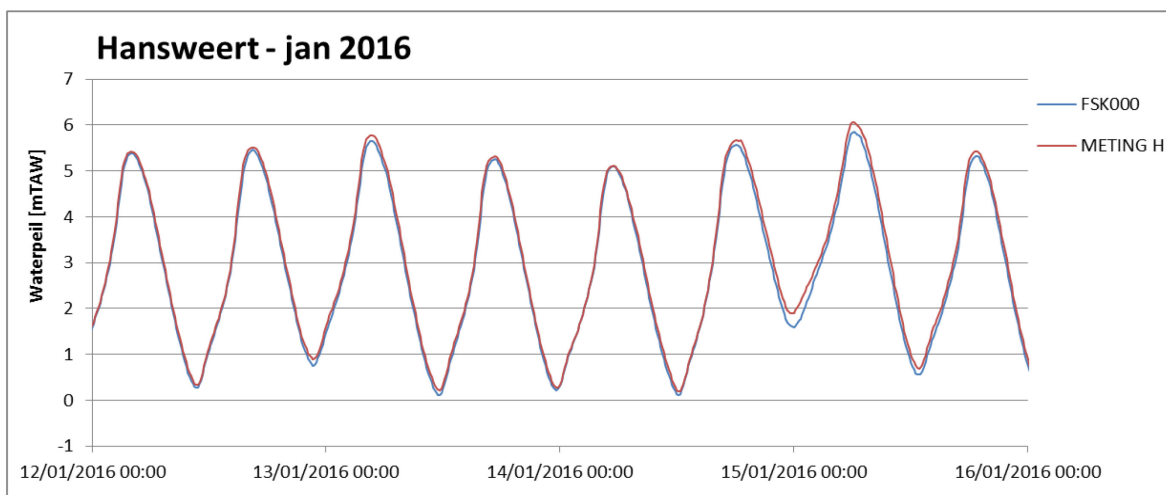
Figuur A 13 – Tijdreeksen waterpeilen te Vlissingen – FSK000 versus metingen – jan2016



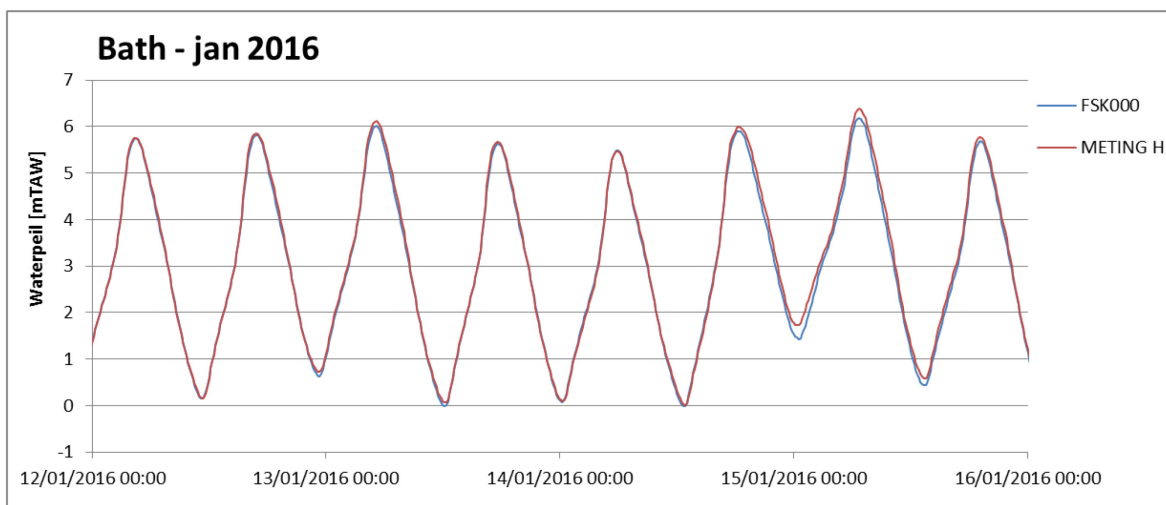
Figuur A 14 – Tijdreeksen waterpeilen te Terneuzen – FSK000 versus metingen – jan2016



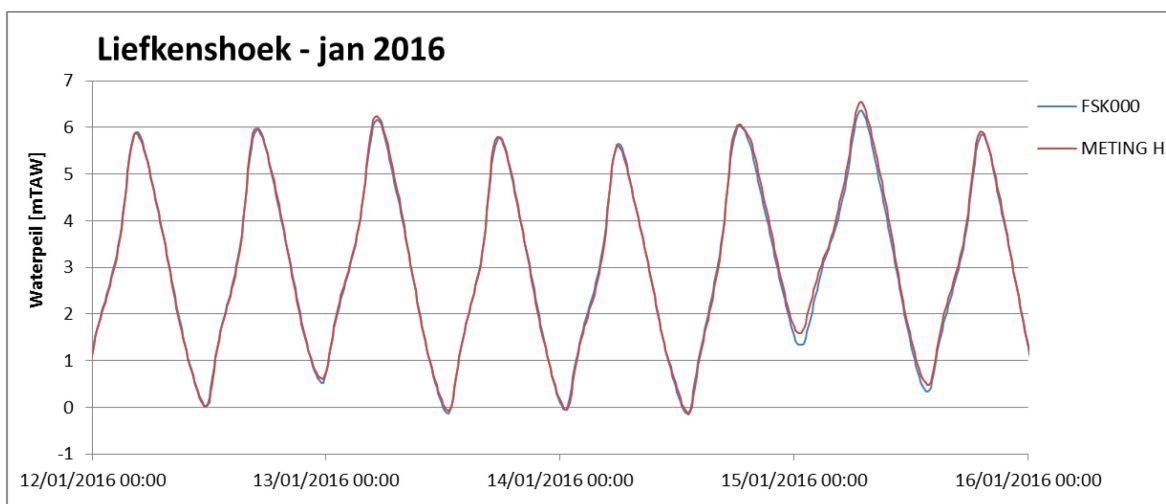
Figuur A 15 – Tijdreeksen waterpeilen te Hansweert – FSK000 versus metingen – jan2016



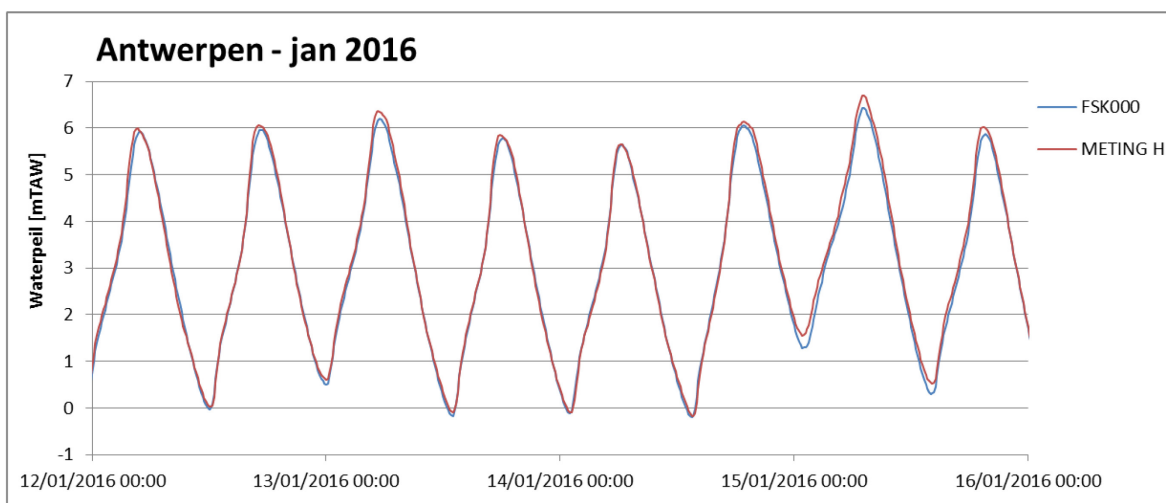
Figuur A 16 – Tijdreeksen waterpeilen te Bath – FSK000 versus metingen – jan2016



Figuur A 17 – Tijdreeksen waterpeilen te Liefkenshoek – FSK000 versus metingen – jan2016

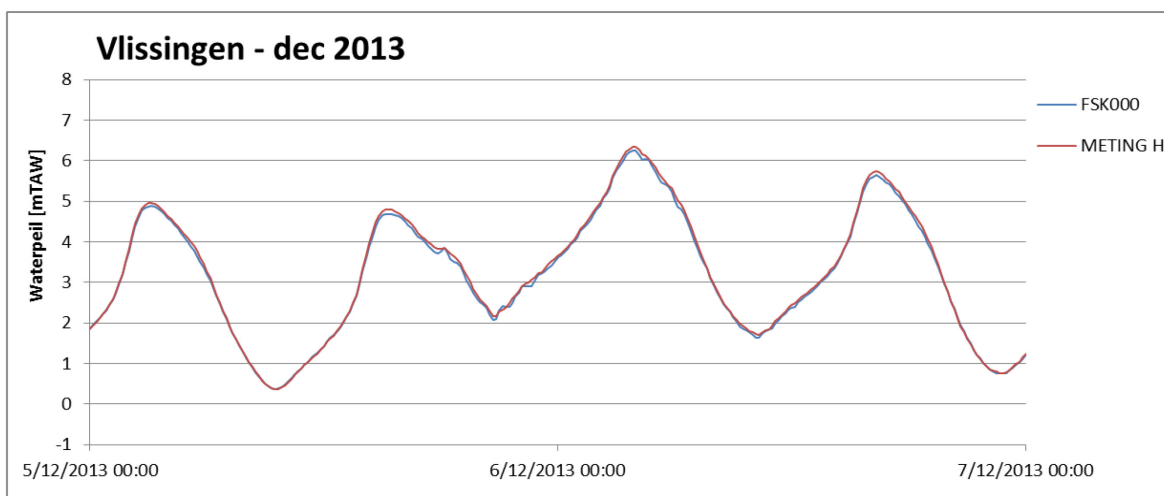


Figuur A 18 – Tijdreeksen waterpeilen te Antwerpen – FSK000 versus metingen – jan2016

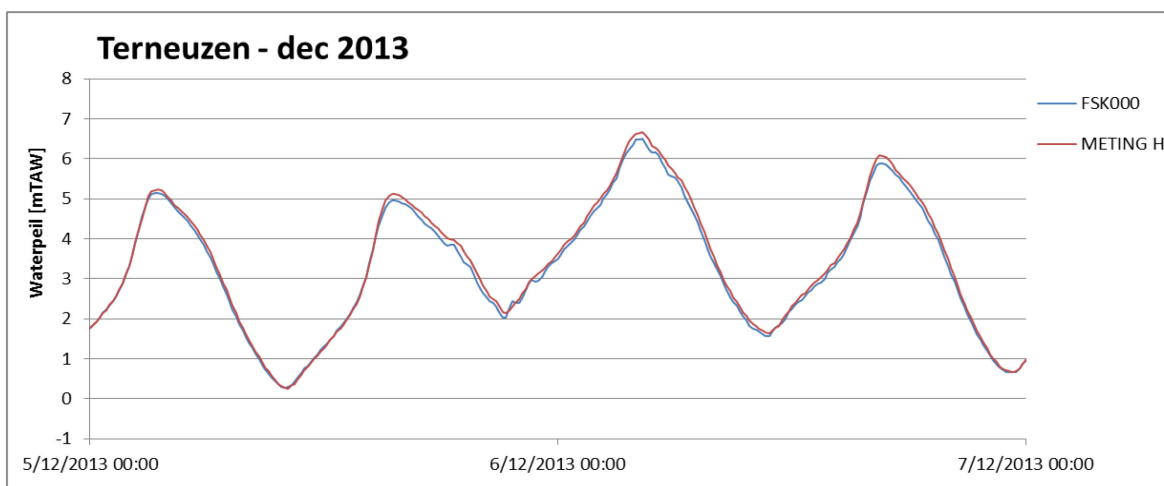


Dec2013

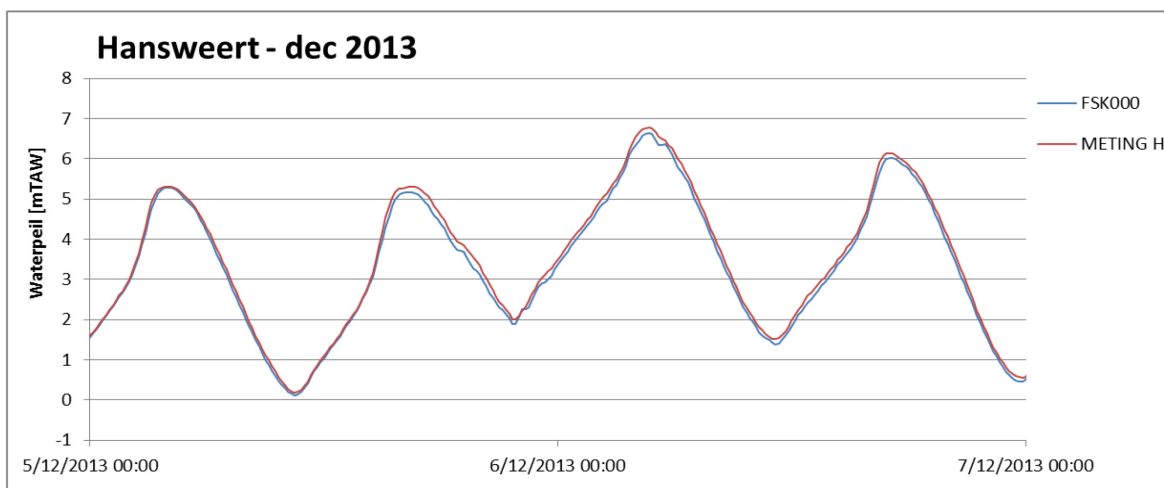
Figuur A 19 – Tijdreeksen waterpeilen te Vlissingen – FSK000 versus metingen – dec2013



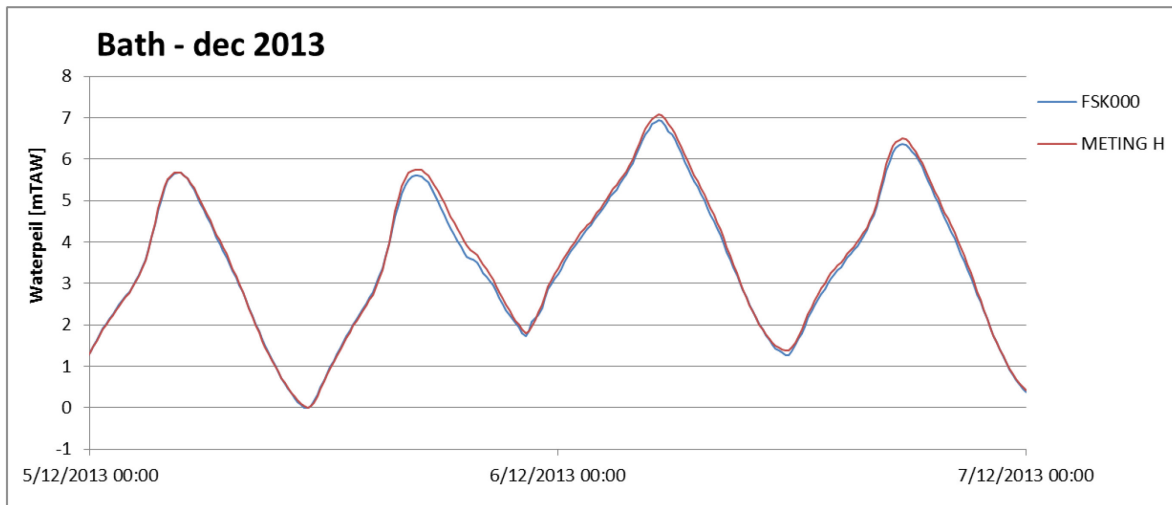
Figuur A 20 – Tijdreeksen waterpeilen te Terneuzen – FSK000 versus metingen – dec2013



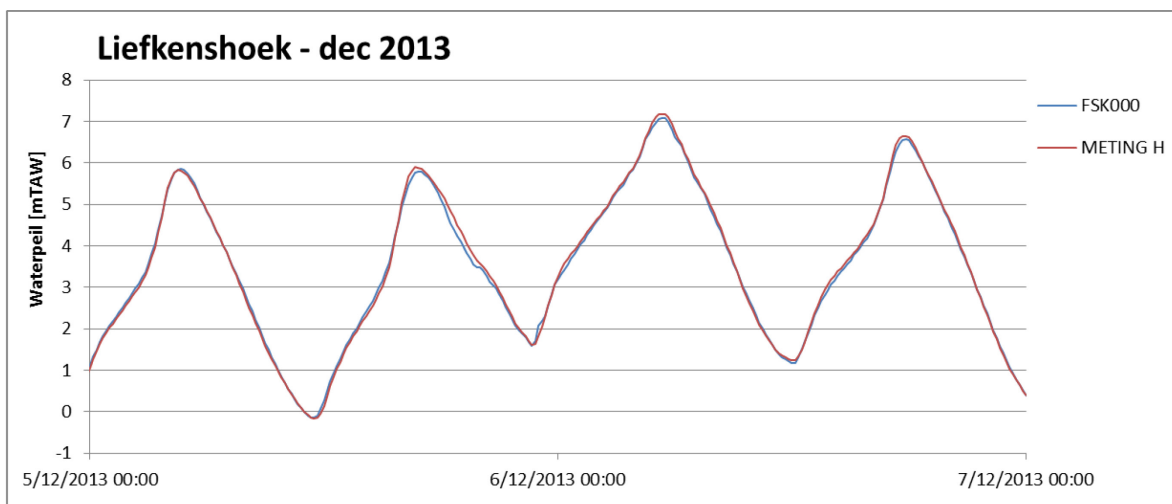
Figuur A 21 – Tijdreeksen waterpeilen te Hansweert – FSK000 versus metingen – dec2013



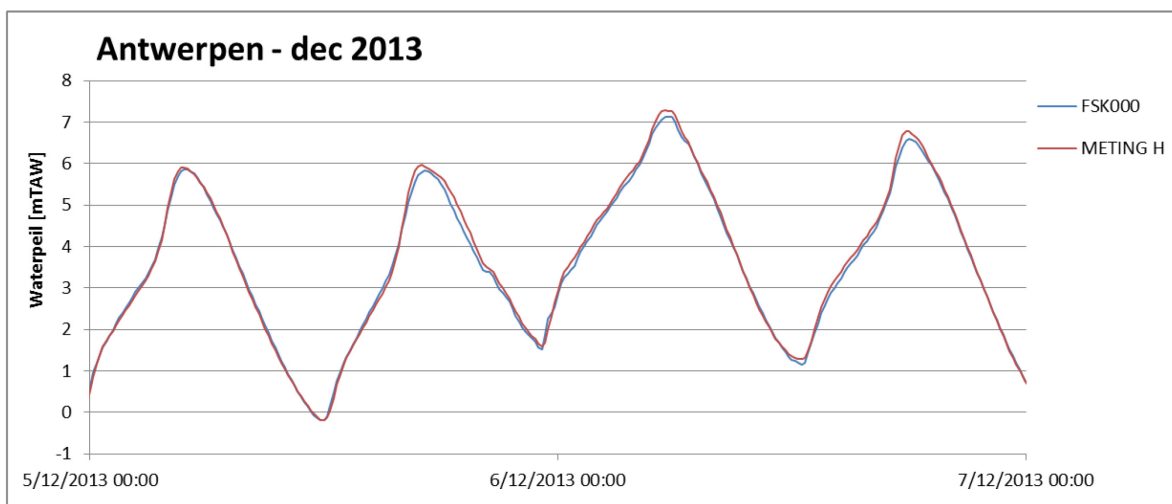
Figuur A 22 – Tijdreeksen waterpeilen te Bath – FSK000 versus metingen – dec2013



Figuur A 23 – Tijdreeksen waterpeilen te Liefkenshoek – FSK000 versus metingen – dec2013

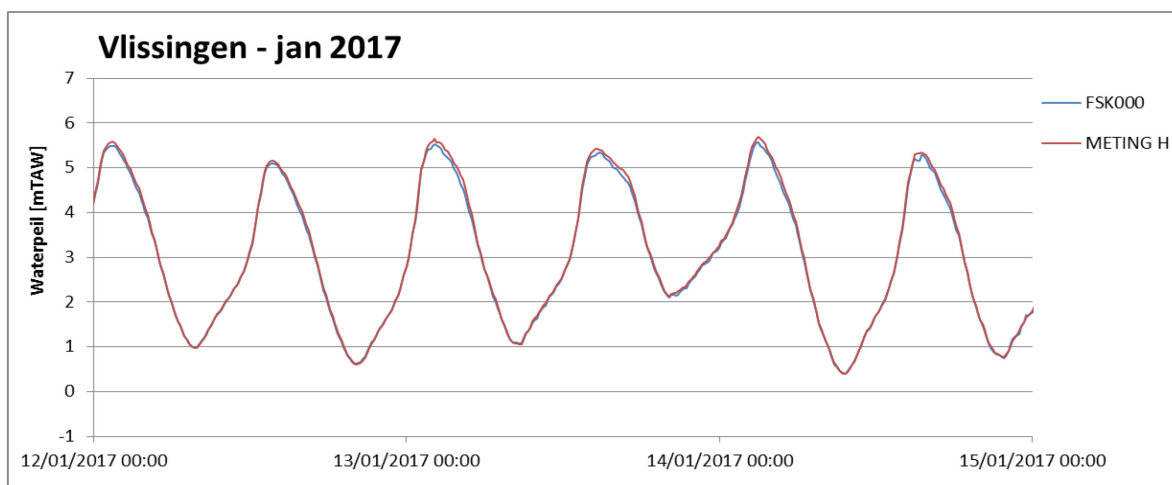


Figuur A 24 – Tijdreeksen waterpeilen te Antwerpen – FSK000 versus metingen – dec2013

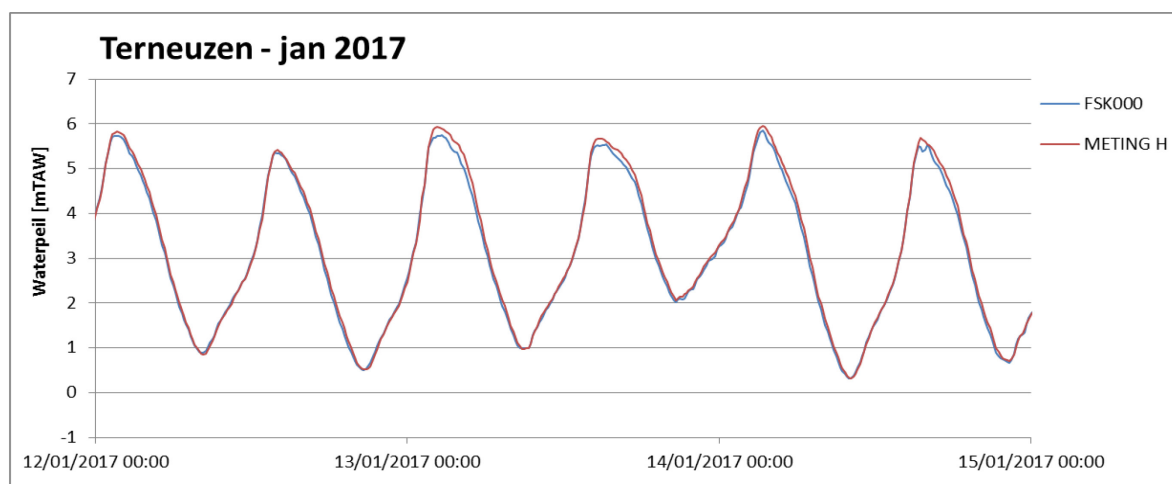


Jan2017

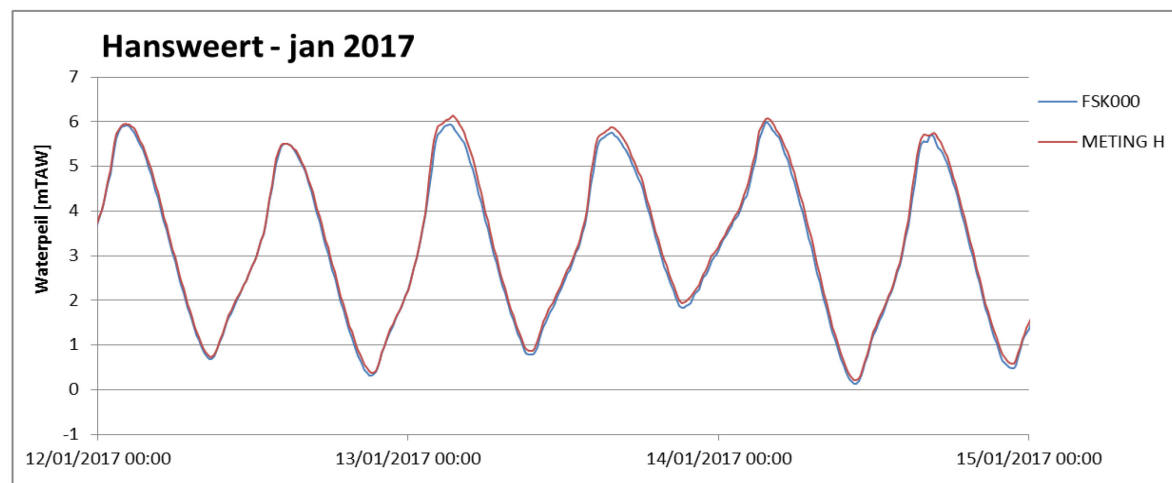
Figuur A 25 – Tijdreeksen waterpeilen te Vlissingen – FSK000 versus metingen – jan2017



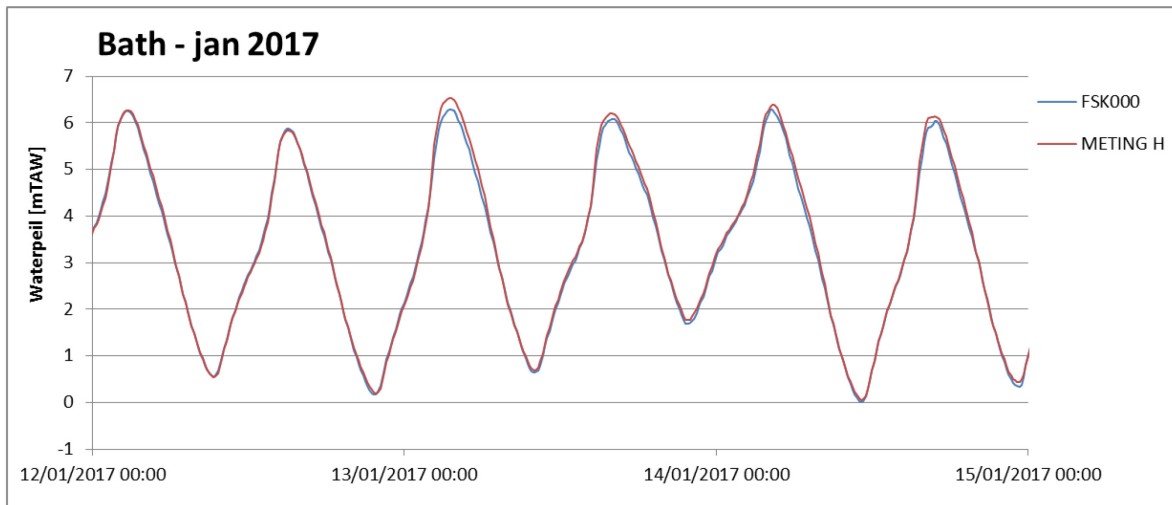
Figuur A 26 – Tijdreeksen waterpeilen te Terneuzen – FSK000 versus metingen – jan2017



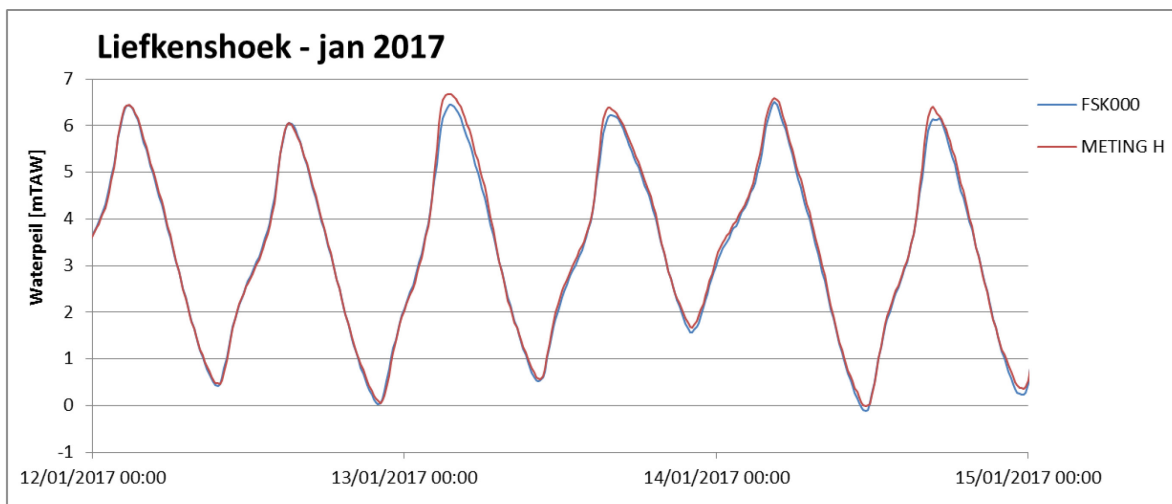
Figuur A 27 – Tijdreeksen waterpeilen te Hansweert – FSK000 versus metingen – jan2017



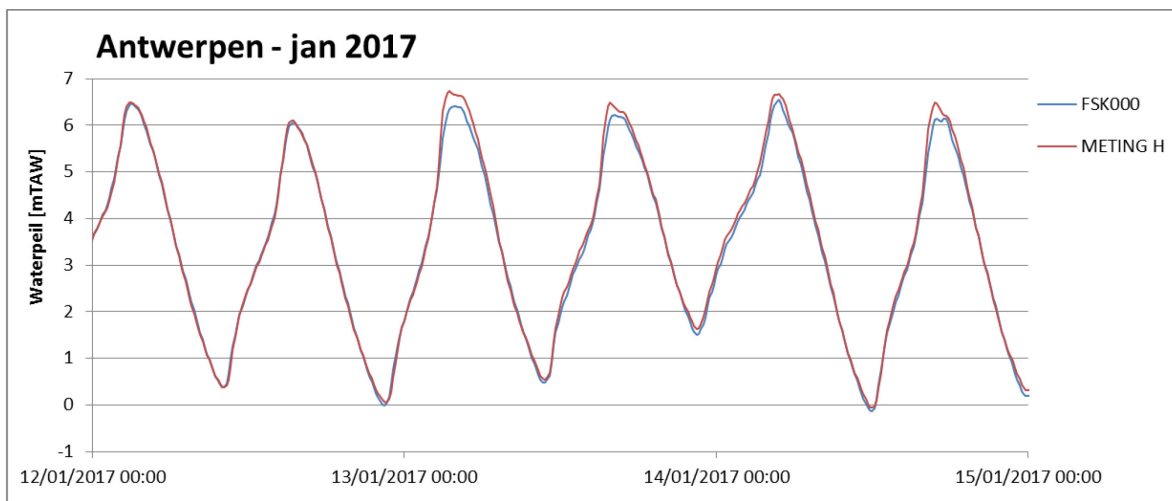
Figuur A 28 – Tijdreeksen waterpeilen te Bath – FSK000 versus metingen – jan2017



Figuur A 29 – Tijdreeksen waterpeilen te Liefkenshoek – FSK000 versus metingen – jan2017



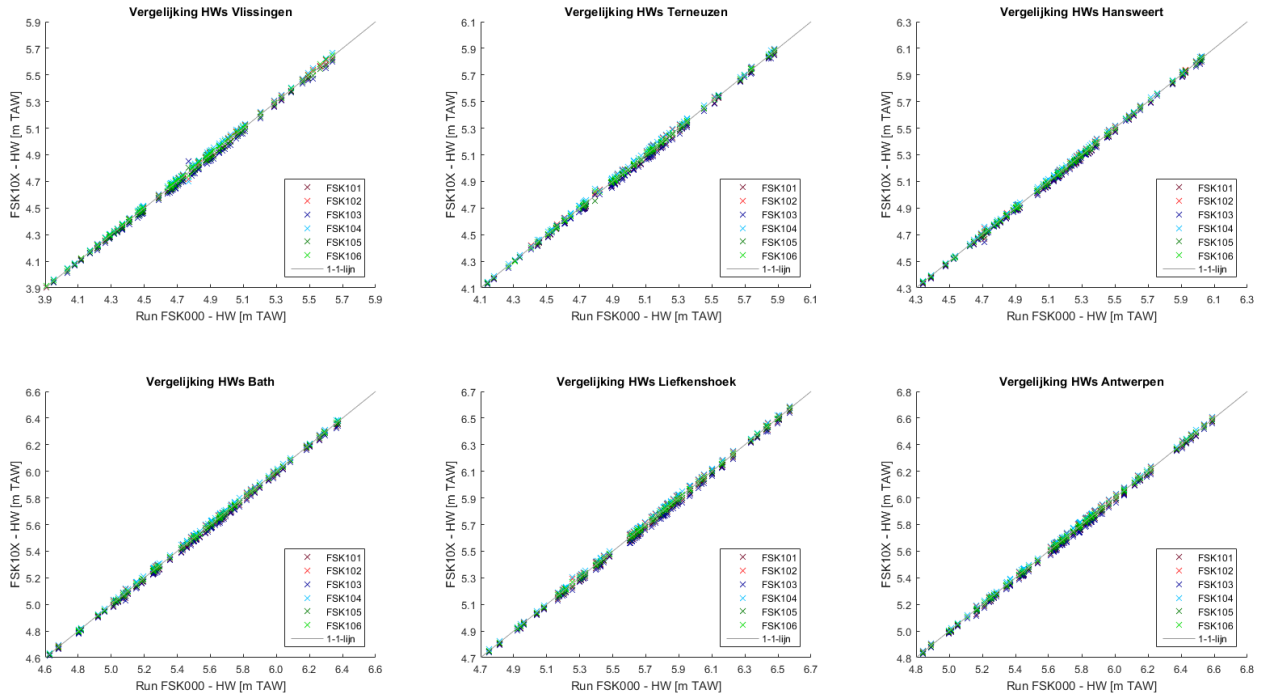
Figuur A 30 – Tijdreeksen waterpeilen te Antwerpen – FSK000 versus metingen – jan2017



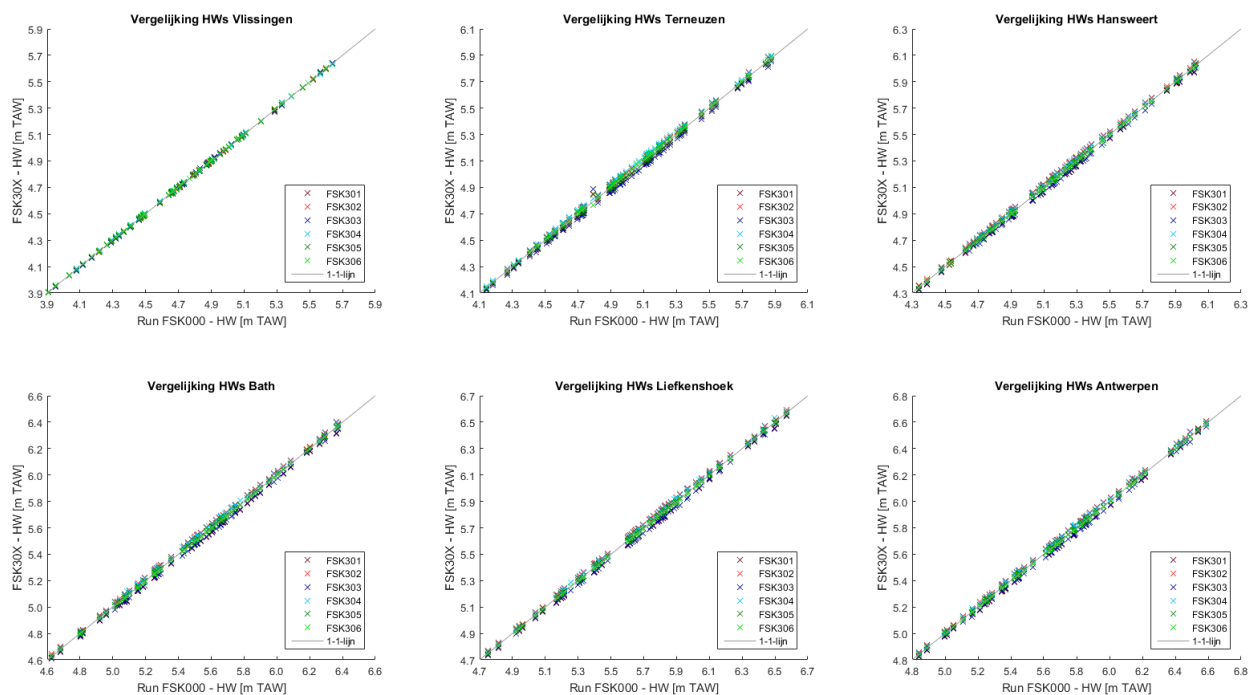
BIJLAGE B – Figuren HW/LW/stormhoogwaters

HW

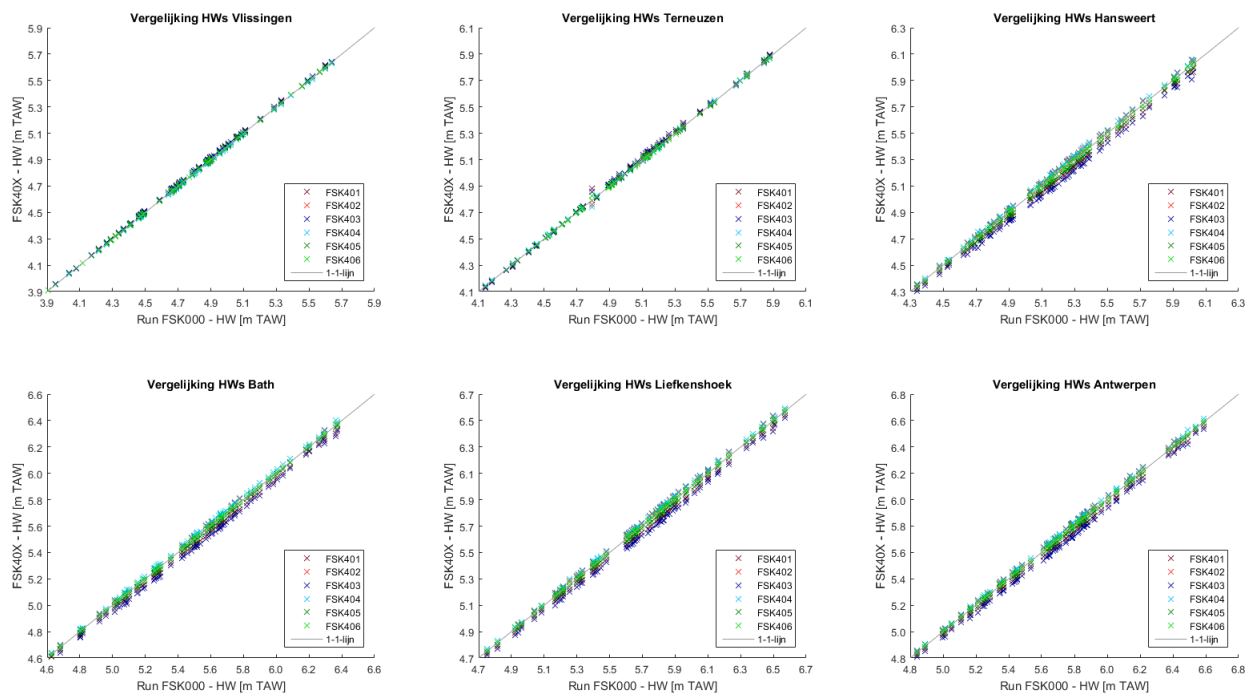
Figuur B 1 – Scatterplots HW thv meetposten - scenario's macrocel 1 tov FSK000



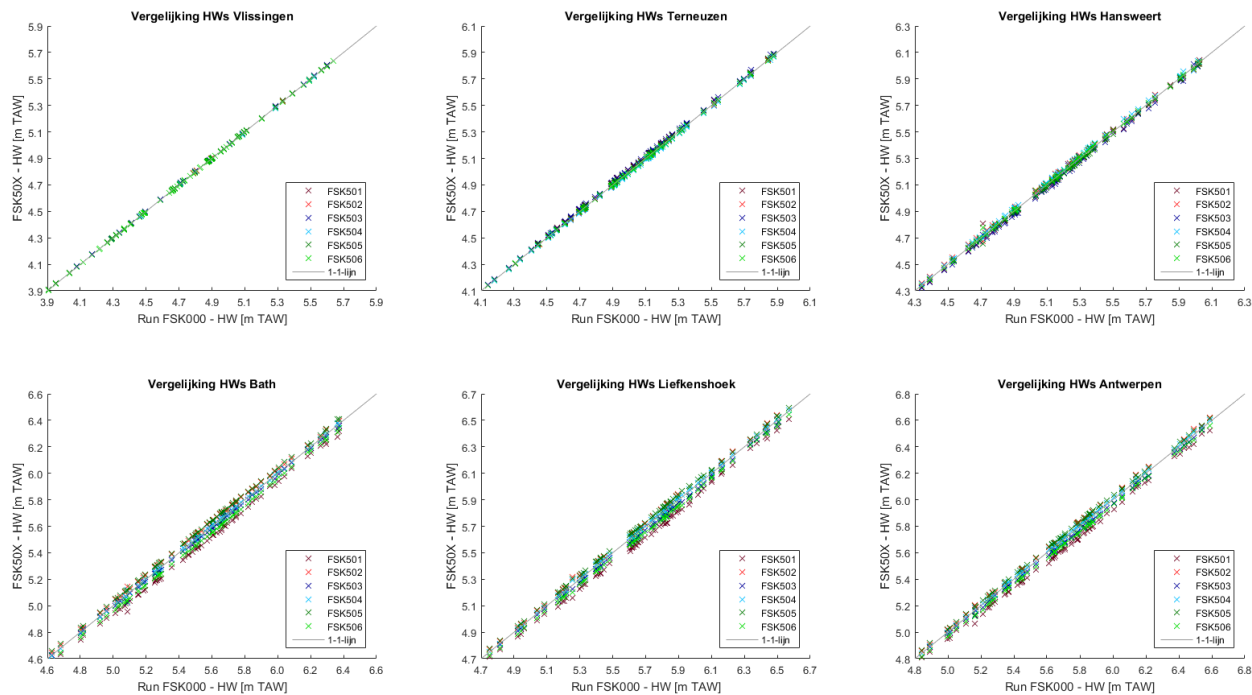
Figuur B 2 – Scatterplots HW thv meetposten - scenario's macrocel 3 tov FSK000



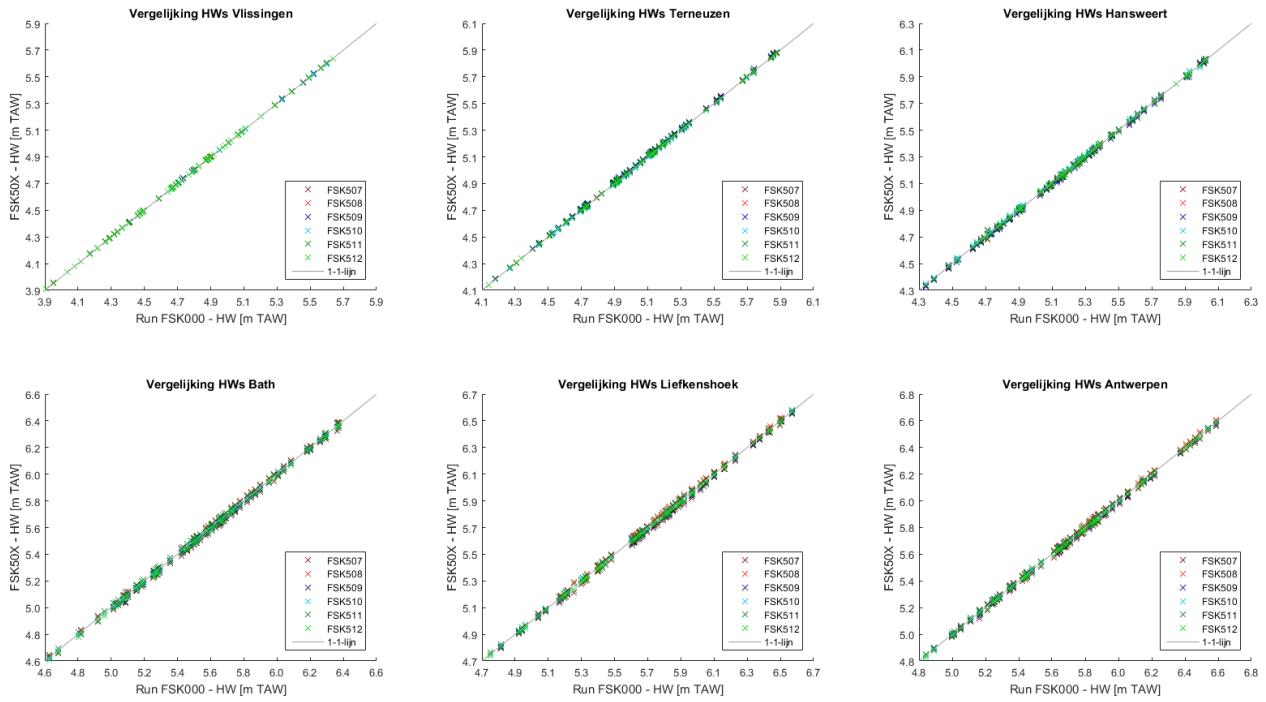
Figuur B 3 – Scatterplots HW thv meetposten - scenario's macrocel 4 tov FSK000



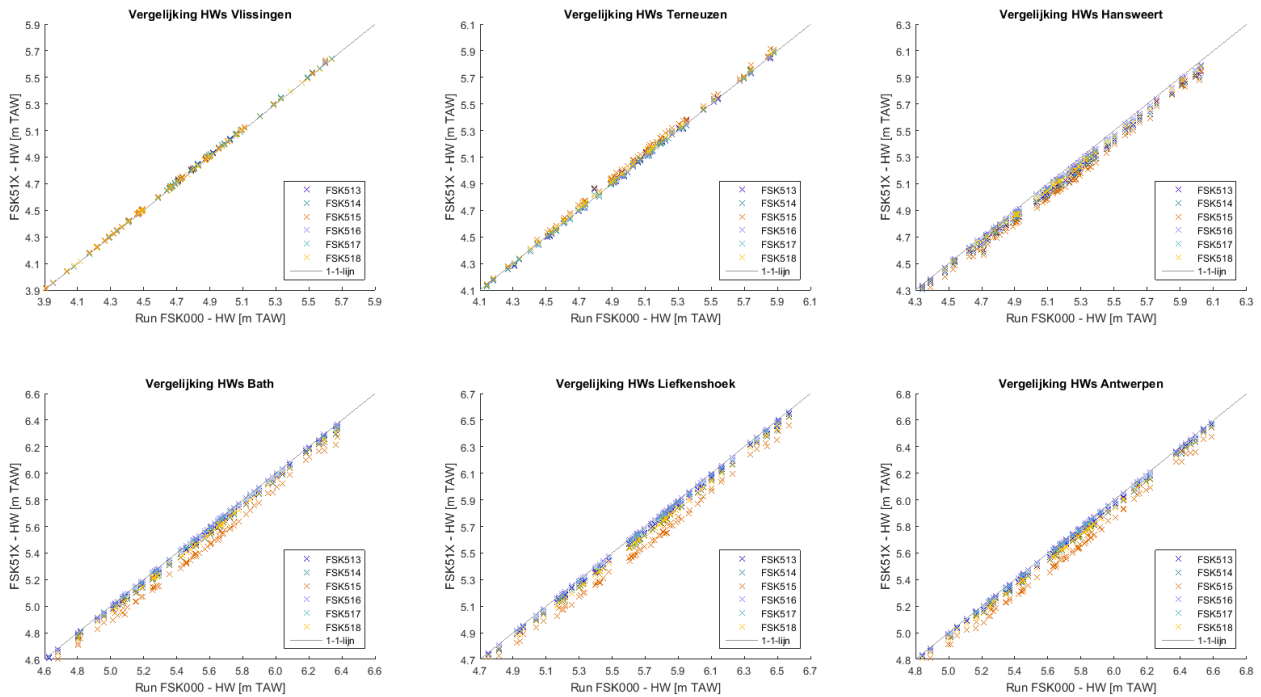
Figuur B 4 - Scatterplots HW thv meetposten - scenario's macrocel 5 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ tov FSK000



Figuur B 5 - Scatterplots HW thv meetposten - scenario's macrocel 5 met 25.10⁶ m³ tov FSK000

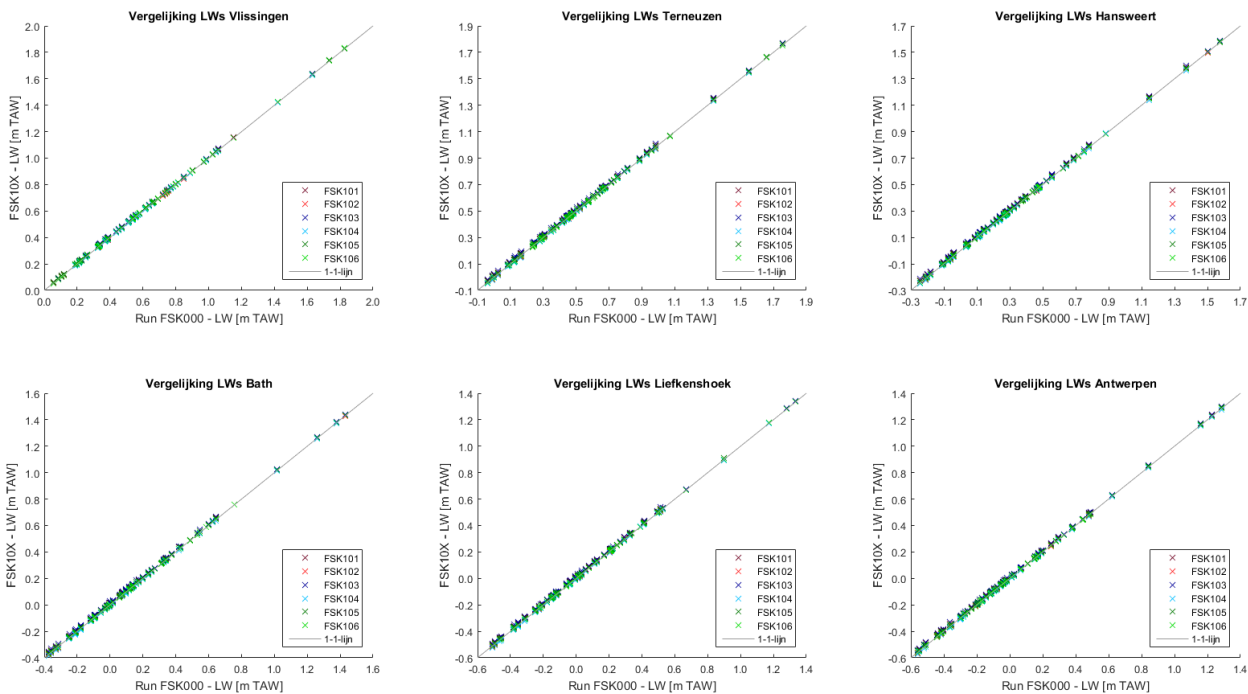


Figuur B 6 - Scatterplots HW thv meetposten - vervolgsenario's tov FSK000

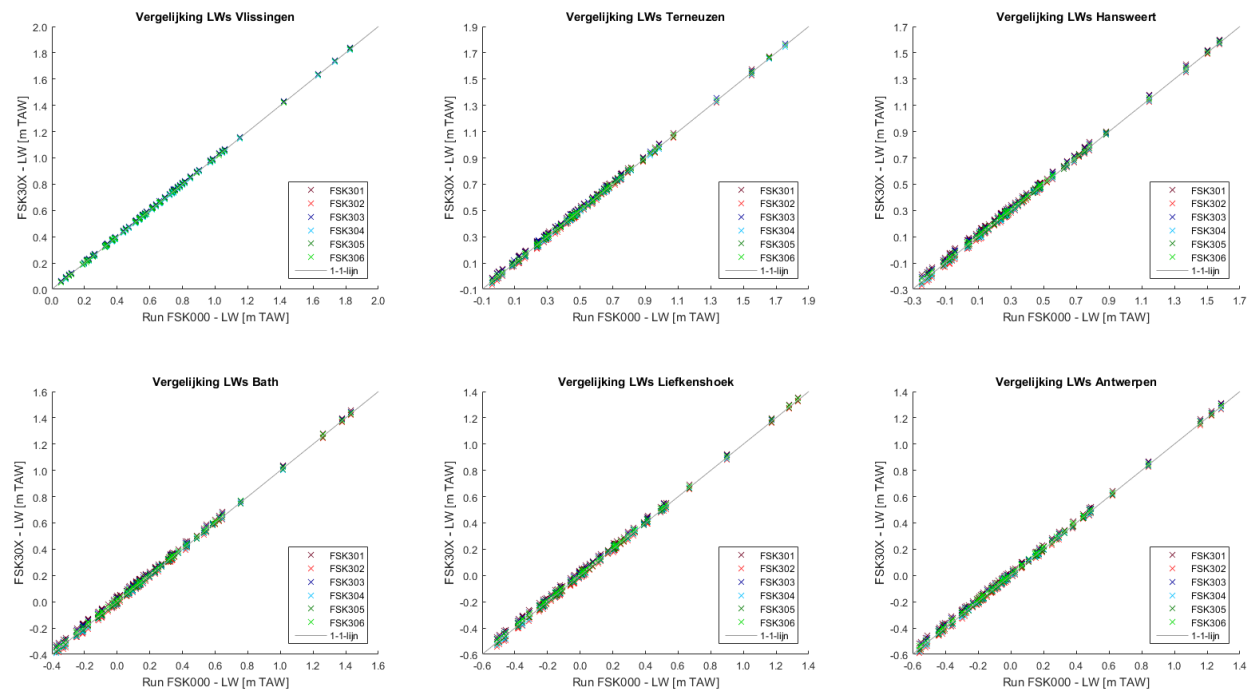


LW

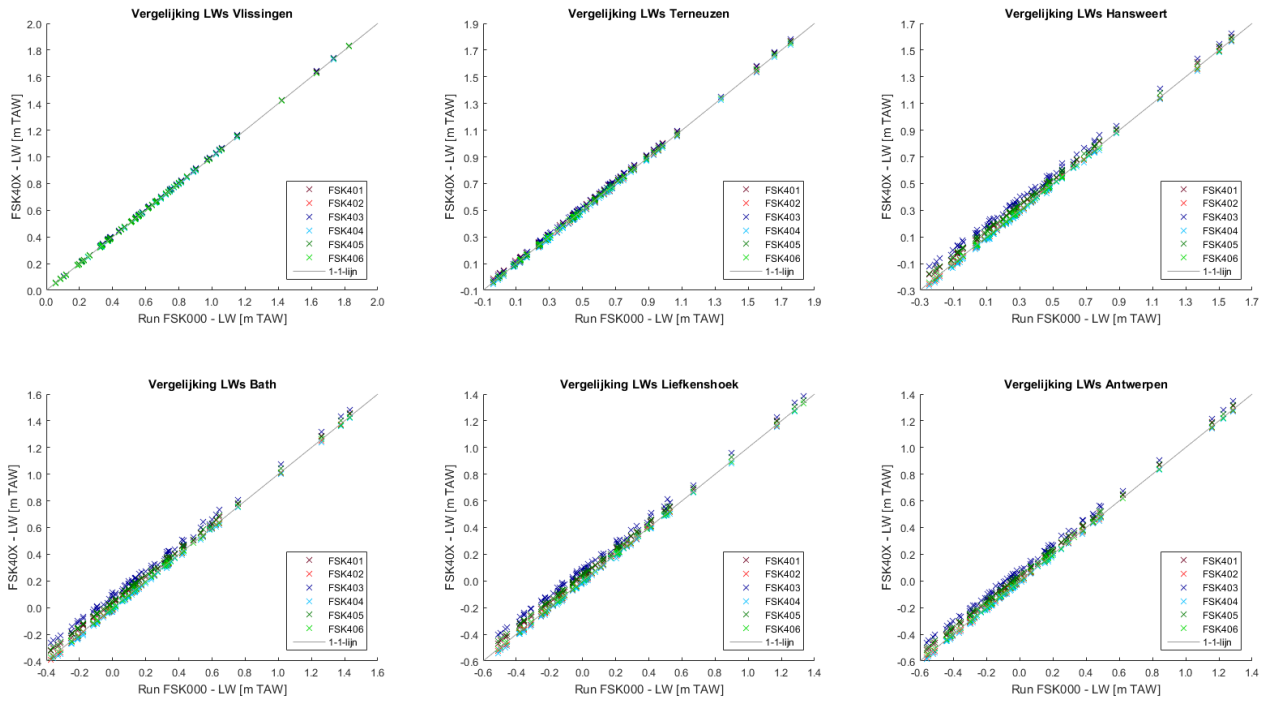
Figuur B 7 – Scatterplots LW thv meetposten - scenario's macrocel 1 tov FSK000



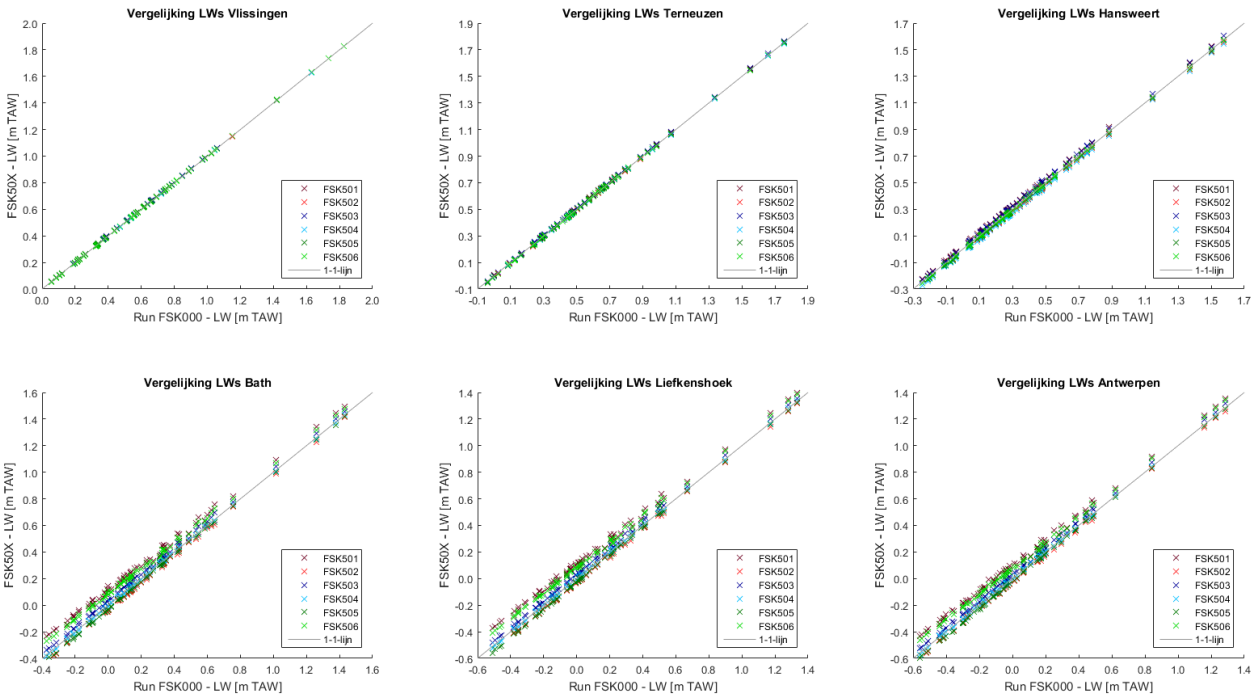
Figuur B 8 – Scatterplots LW thv meetposten - scenario's macrocel 3 tov FSK000



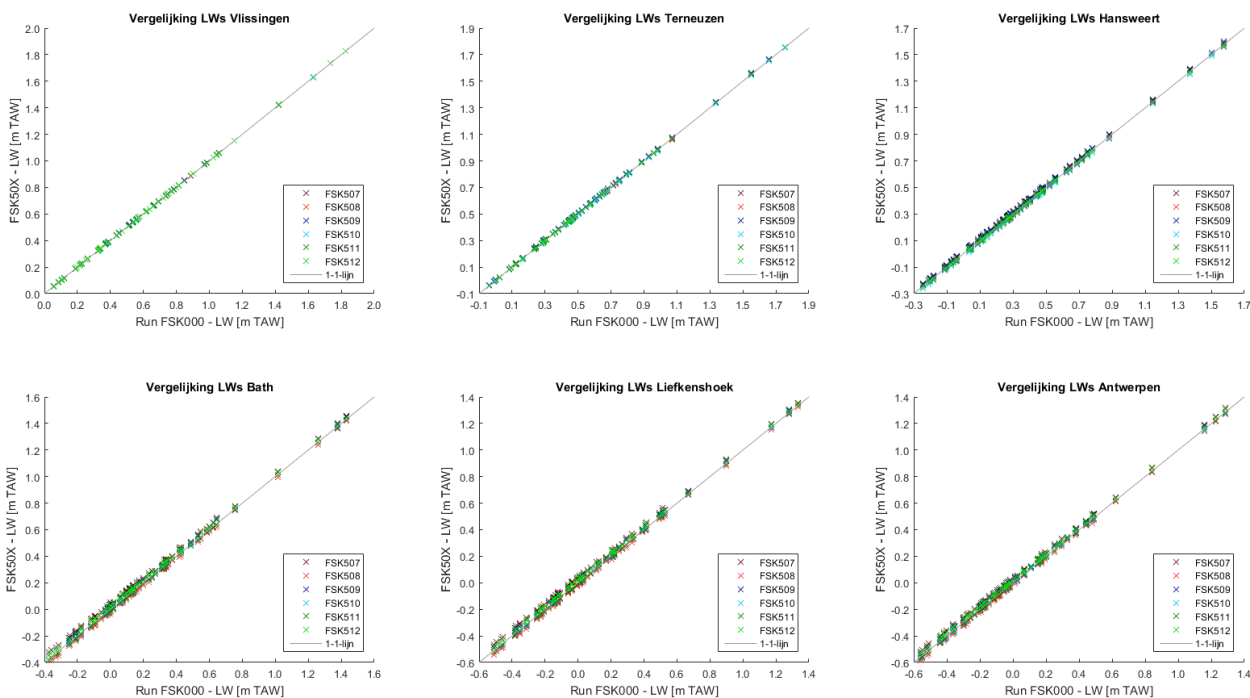
Figuur B 9 – Scatterplots LW thv meetposten - scenario's macrocel 4 tov FSK000



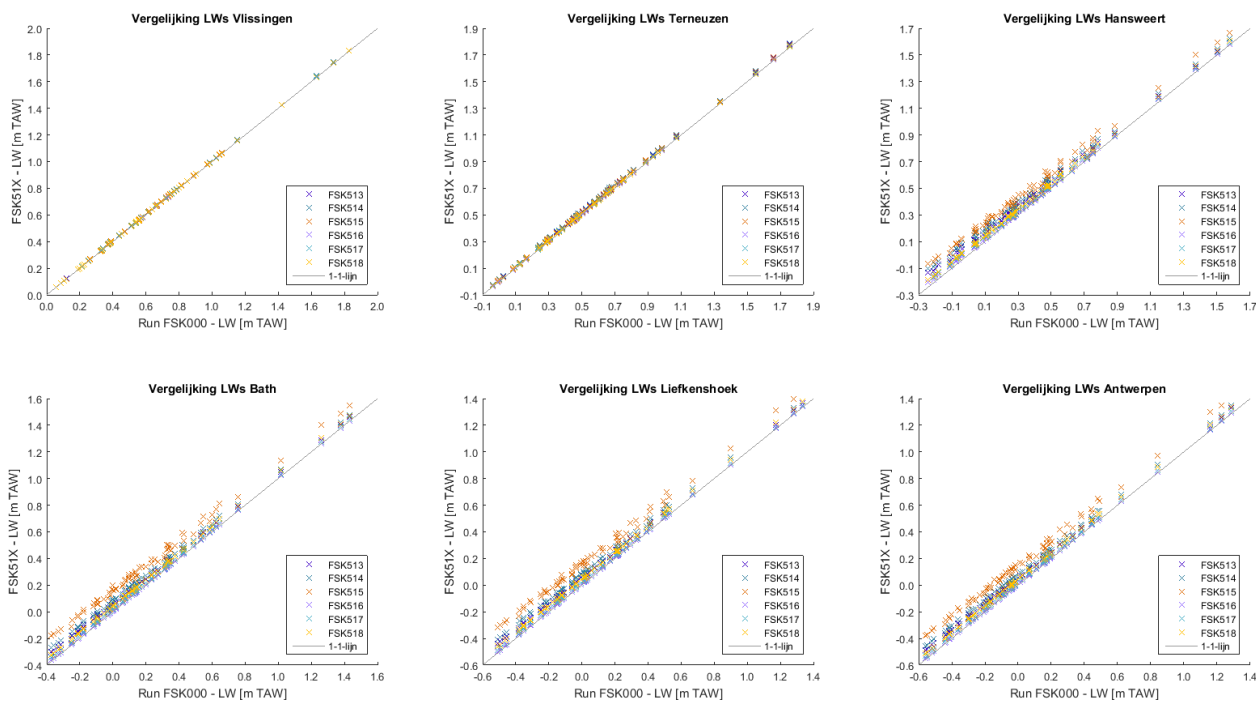
Figuur B 10 - Scatterplots LW thv meetposten - scenario's macrocel 5 met 50.10^6 m^3 tov FSK000



Figuur B 11 - Scatterplots LW thv meetposten - scenario's macrocel 5 met 25.10⁶ m³ tov FSK000

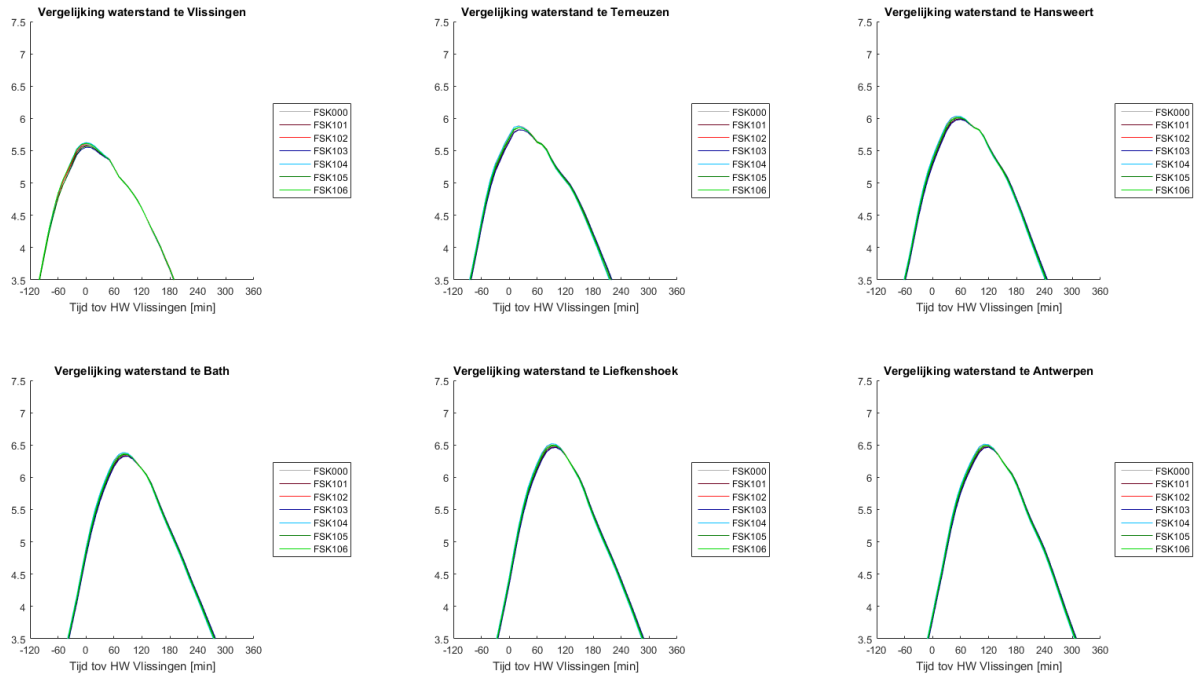


Figuur B 12 - Scatterplots LW thv meetposten - vervolgscenario's tov FSK000

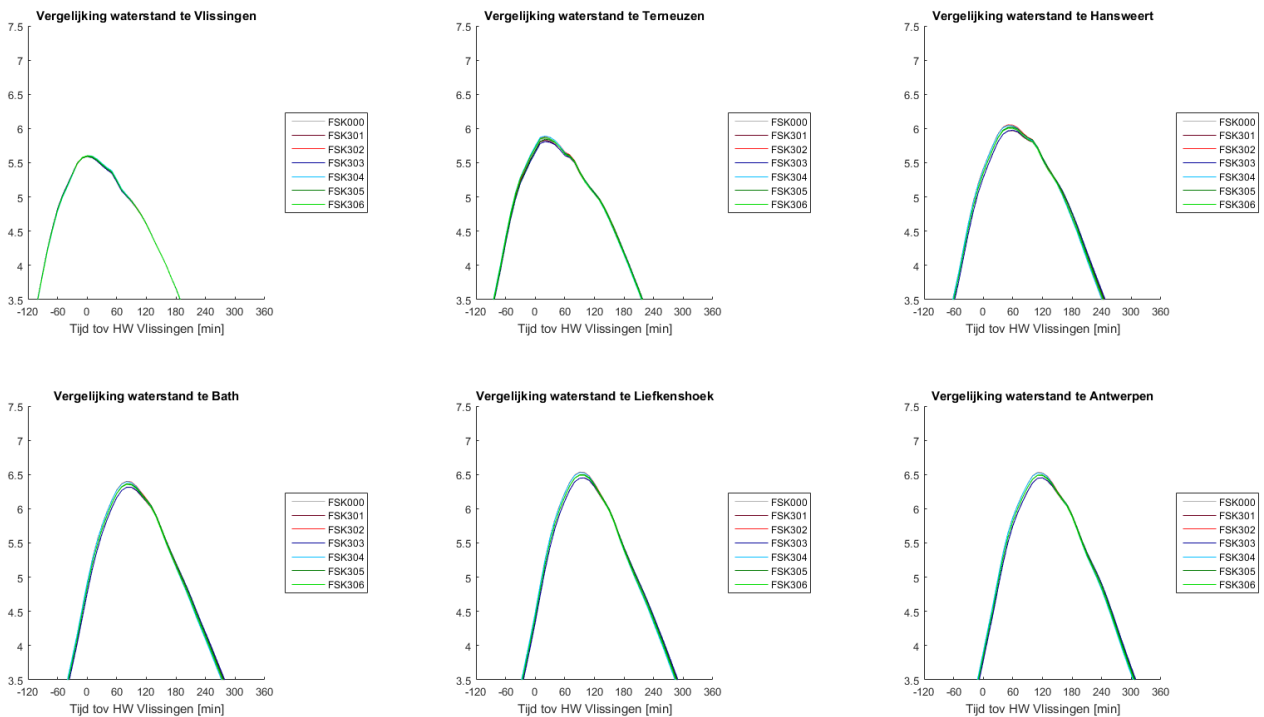


Nov2015

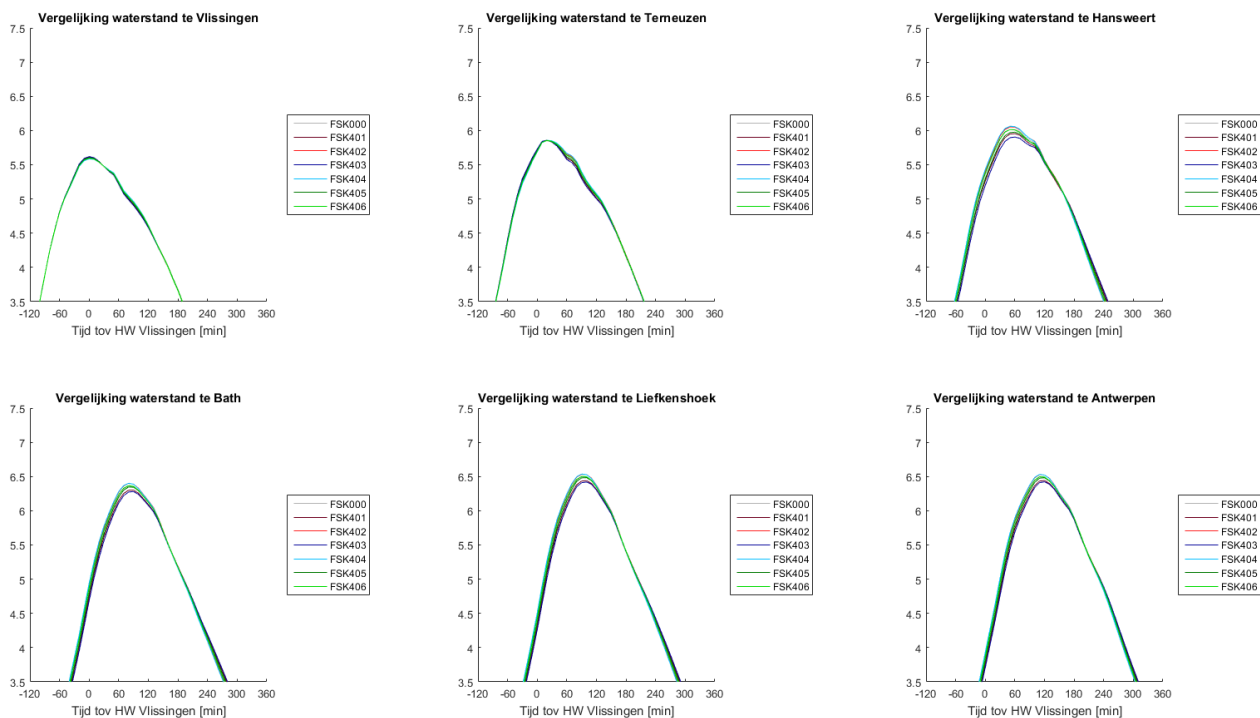
Figuur B 13 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 1 – storm nov2015



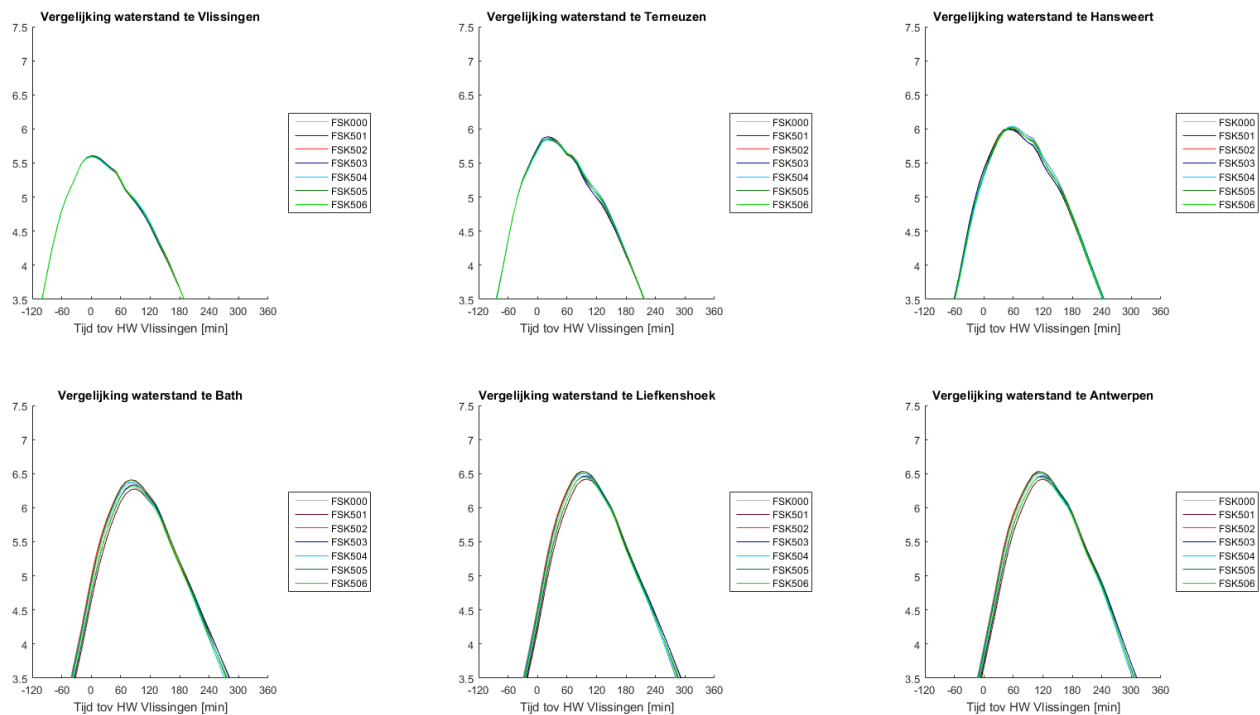
Figuur B 14 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 3 – storm nov2015



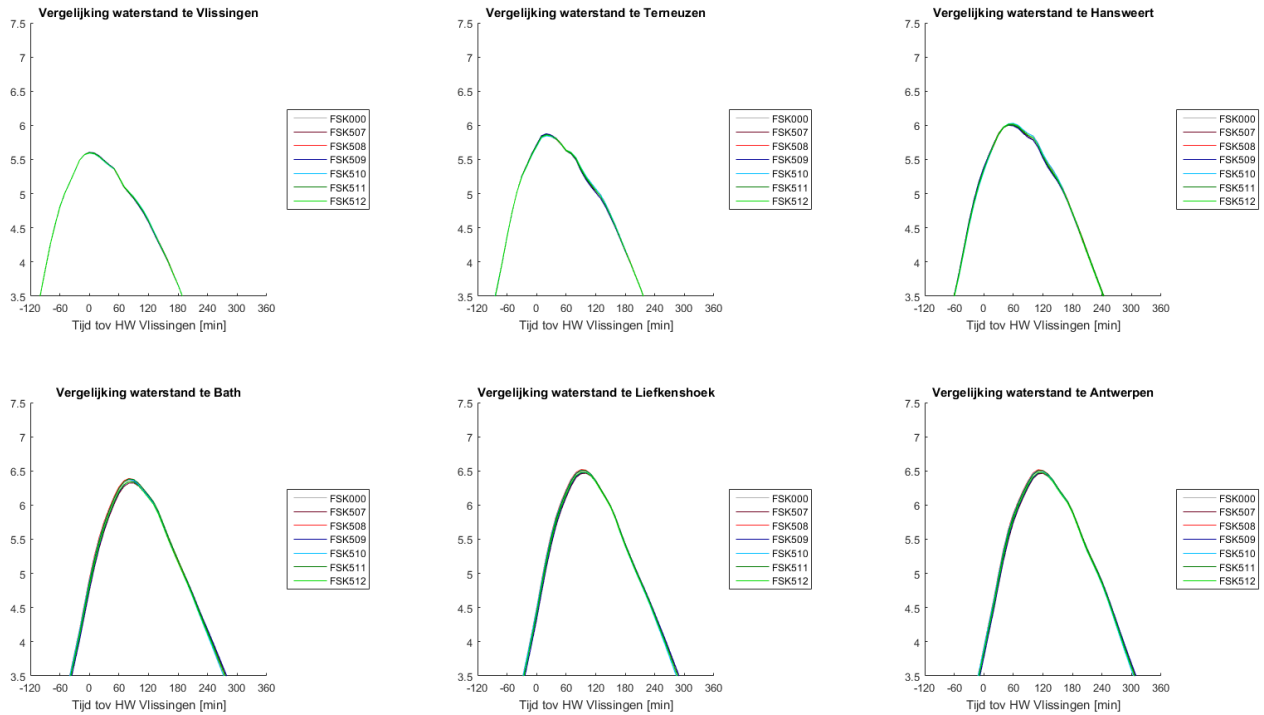
Figuur B 15 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 4 – storm nov2015



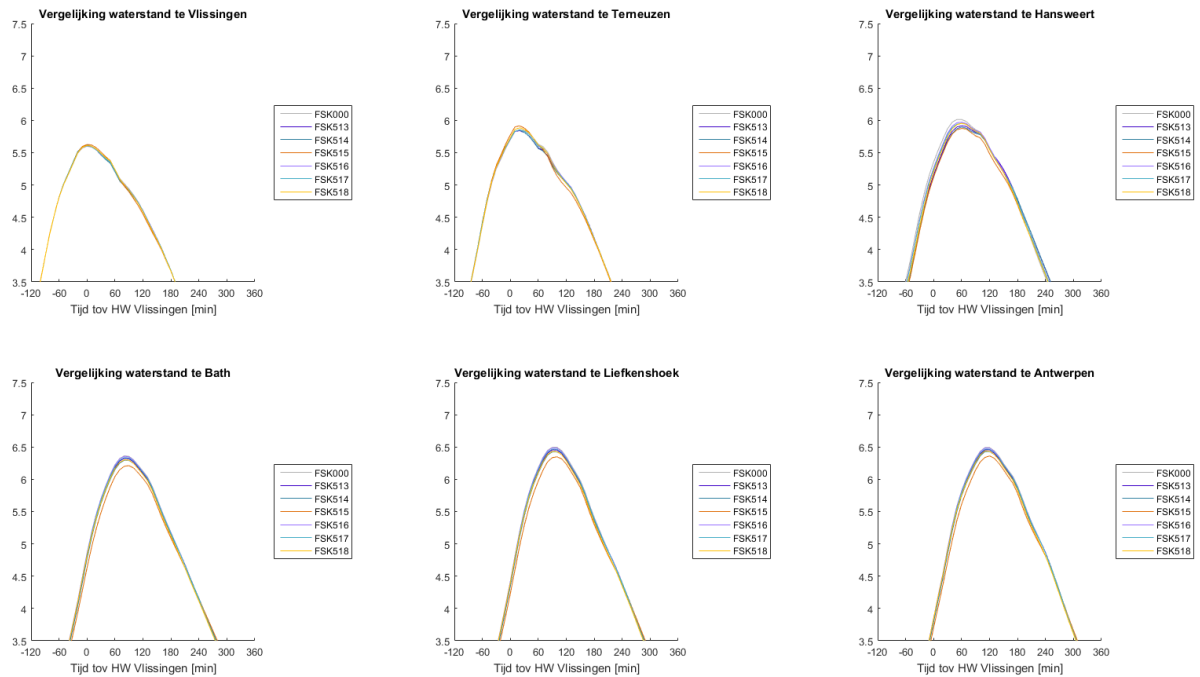
Figuur B 16 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 5 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – storm nov2015



Figuur B 17 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 5 met 25.10⁶ m³ – storm nov2015

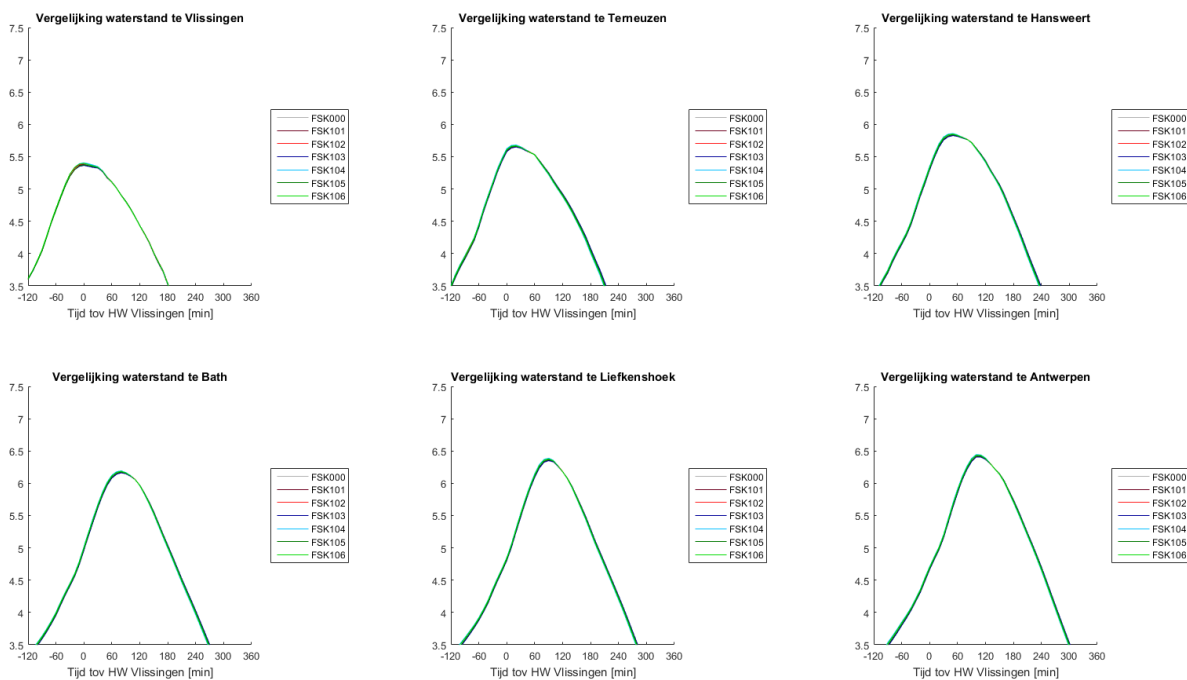


Figuur B 18 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – vervolgsenario's – storm nov2015

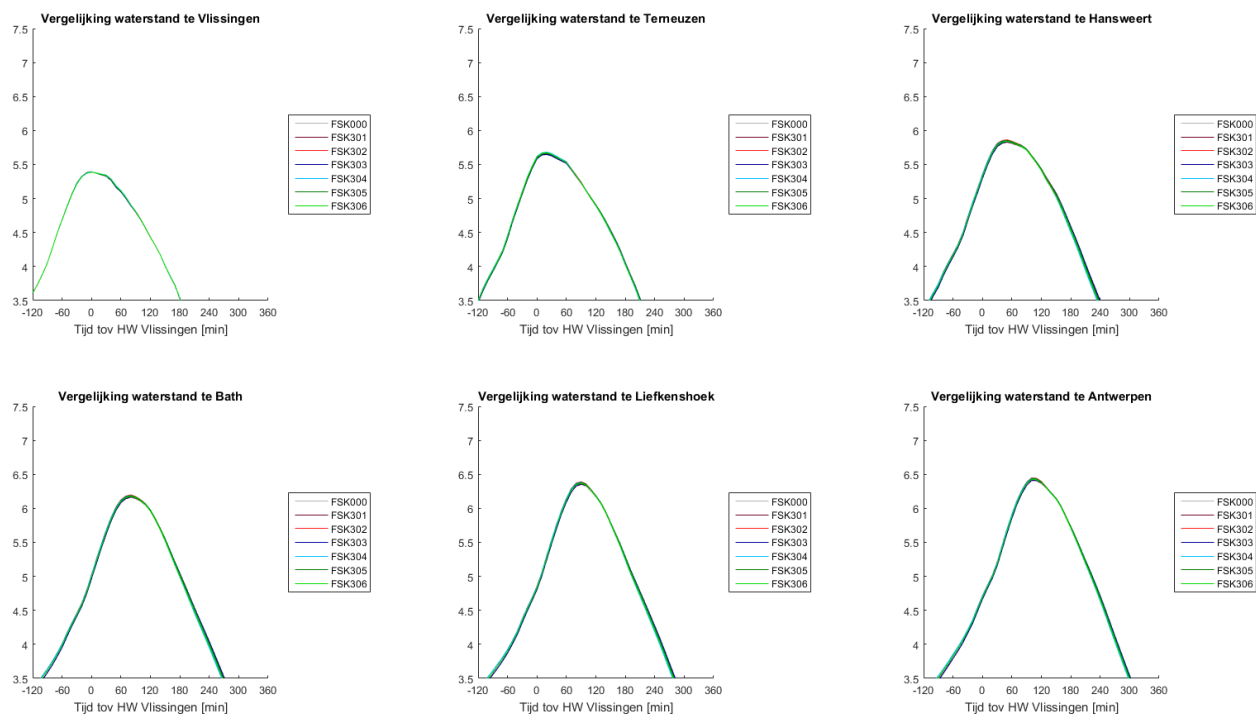


Jan2016

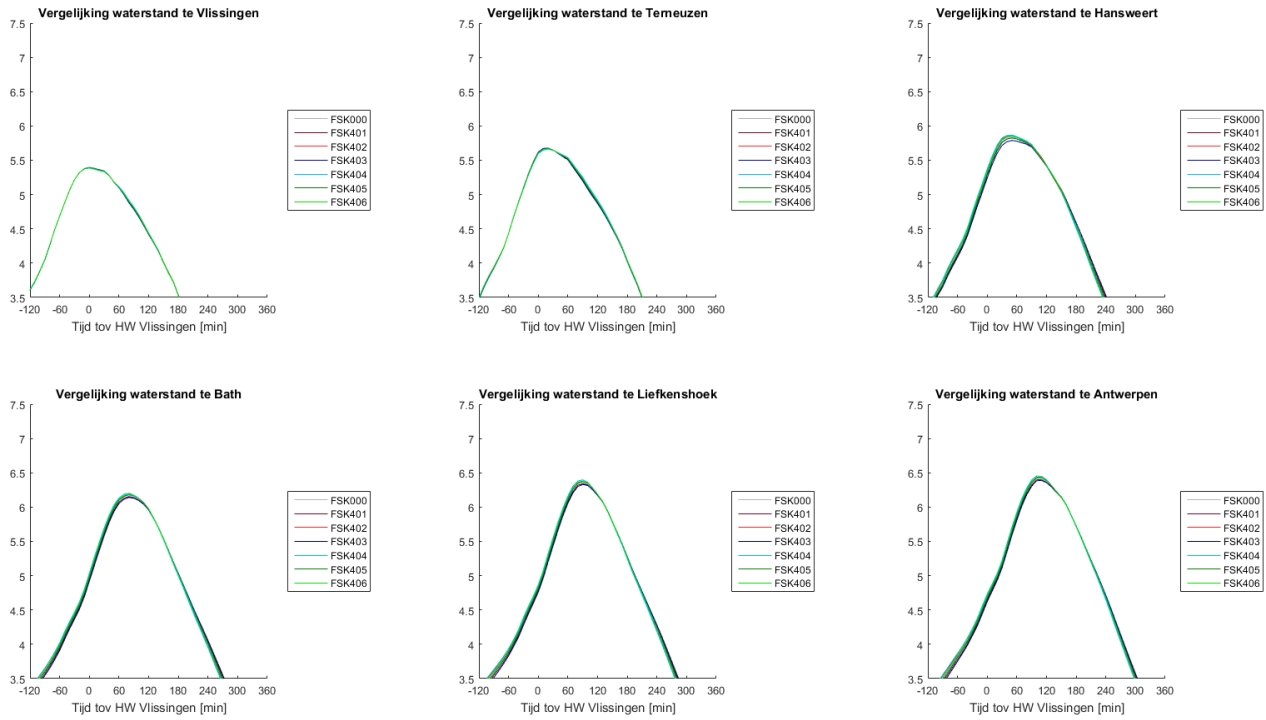
Figuur B 19 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 1 – storm jan2016



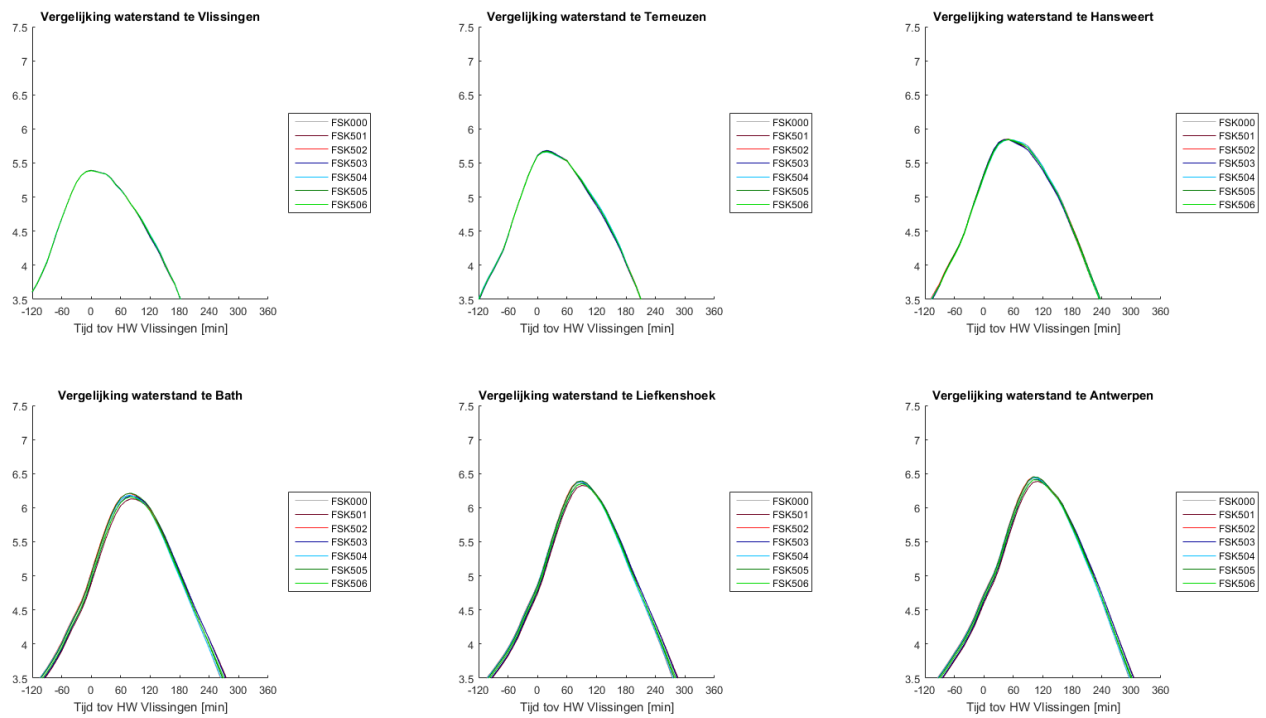
Figuur B 20 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 3 – storm jan2016



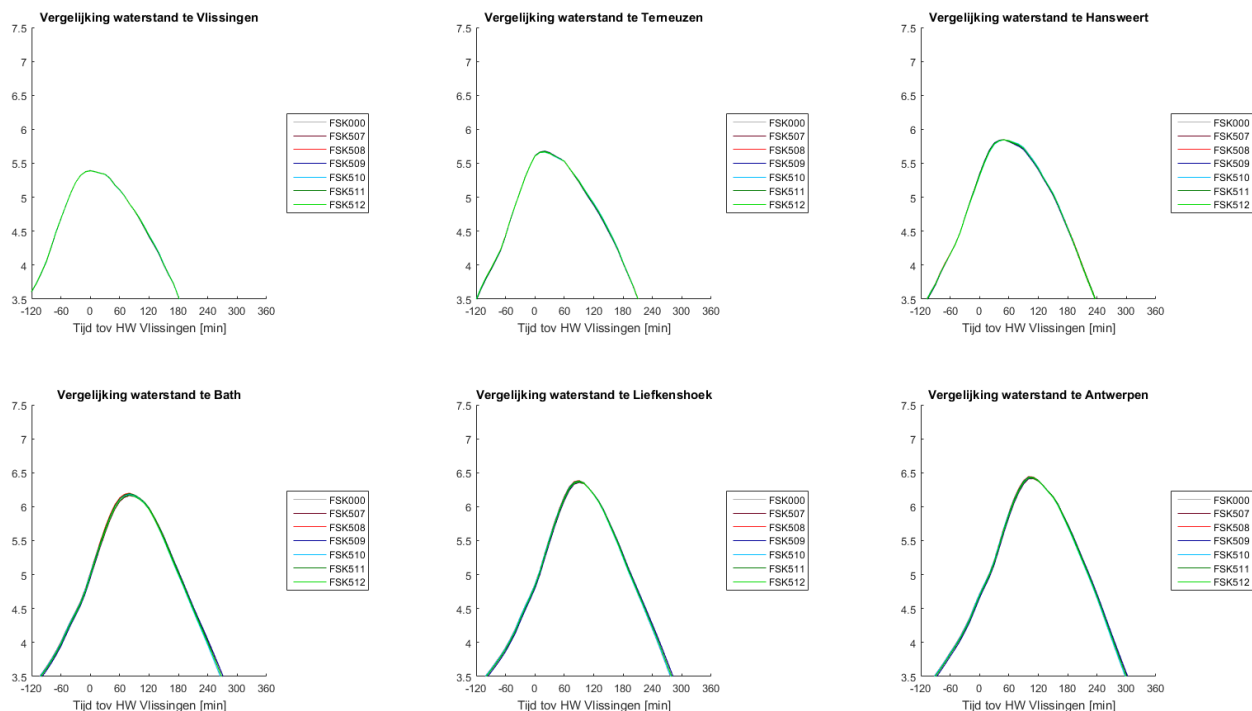
Figuur B 21 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 4 – storm jan2016



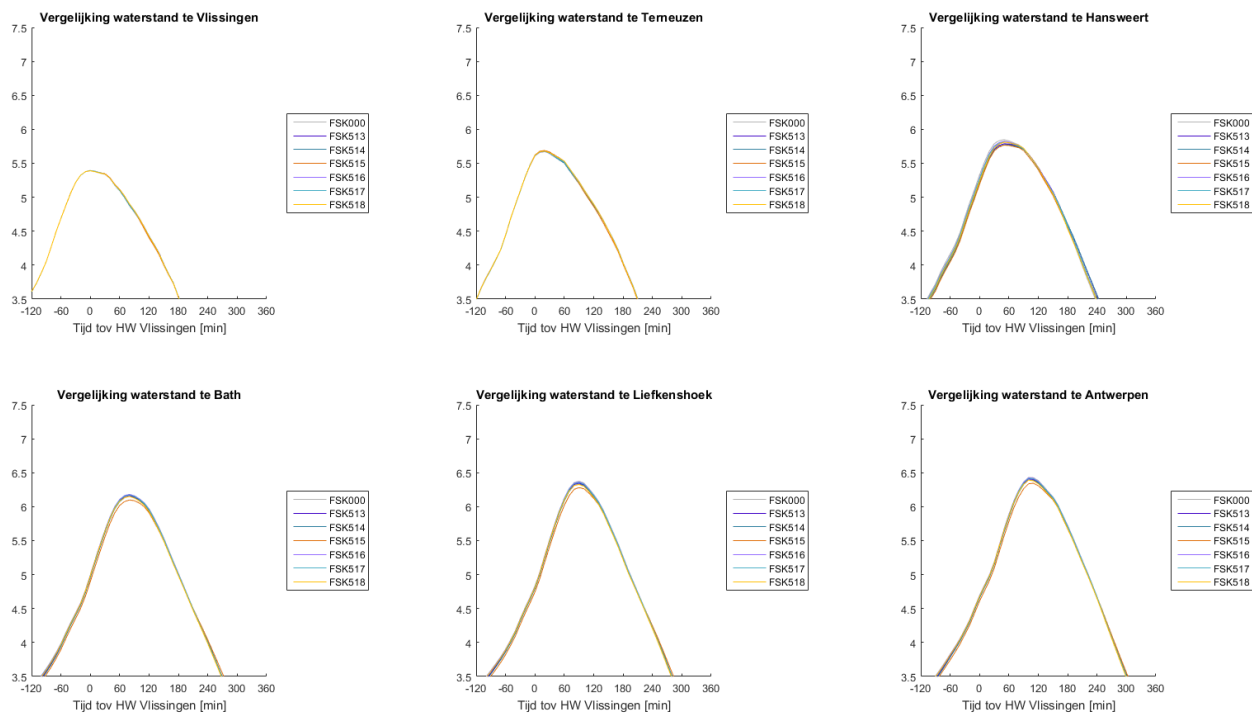
Figuur B 22 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 5 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – storm jan2016



Figuur B 23 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 5 met 25.10⁶ m³ – storm jan2016

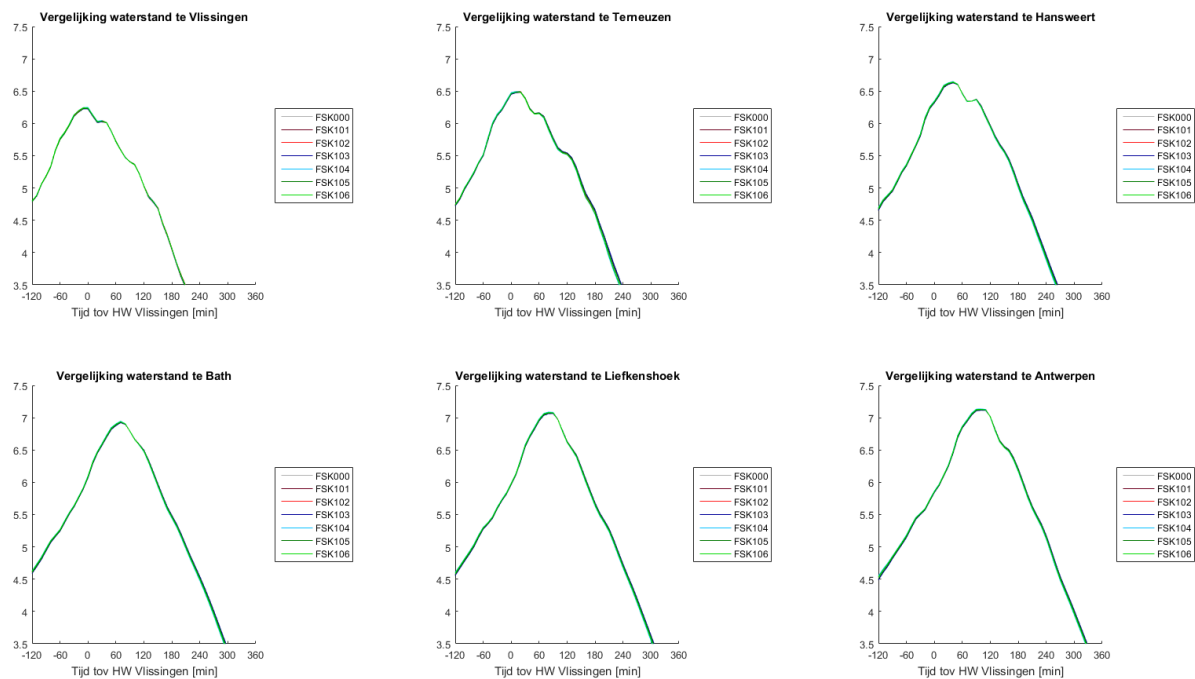


Figuur B 24 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – vervolgsenario’s – storm jan2016

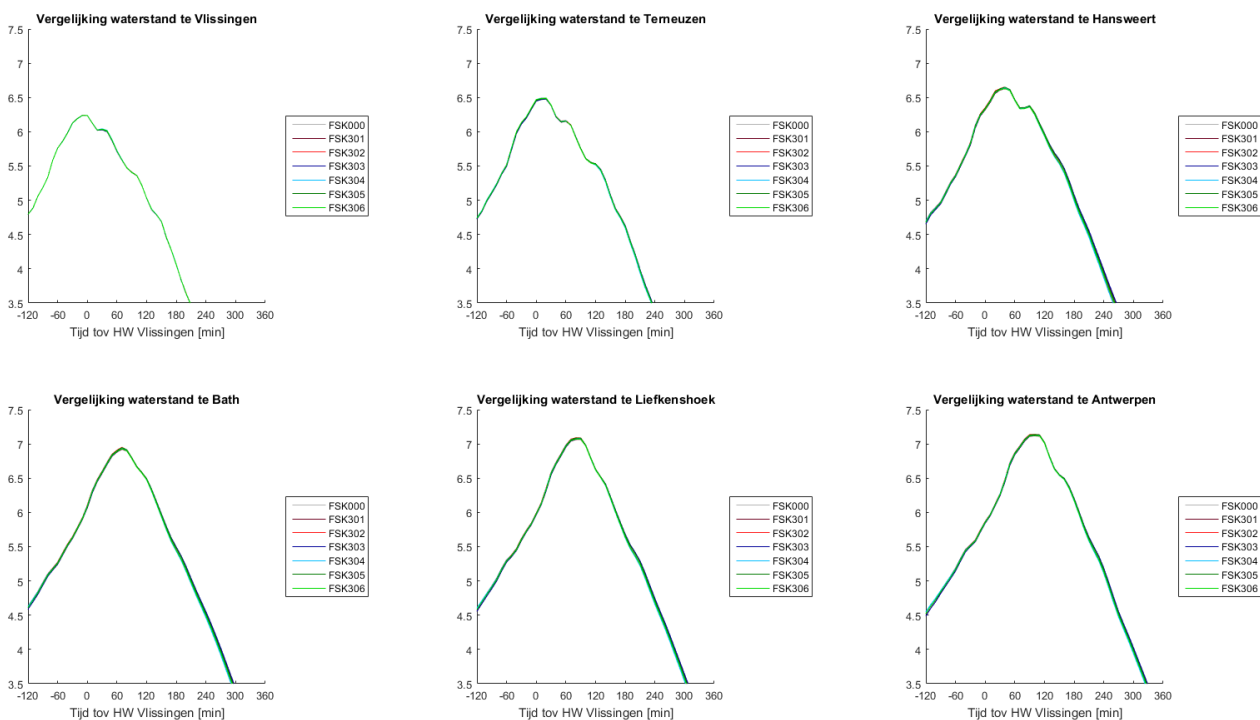


Dec2013

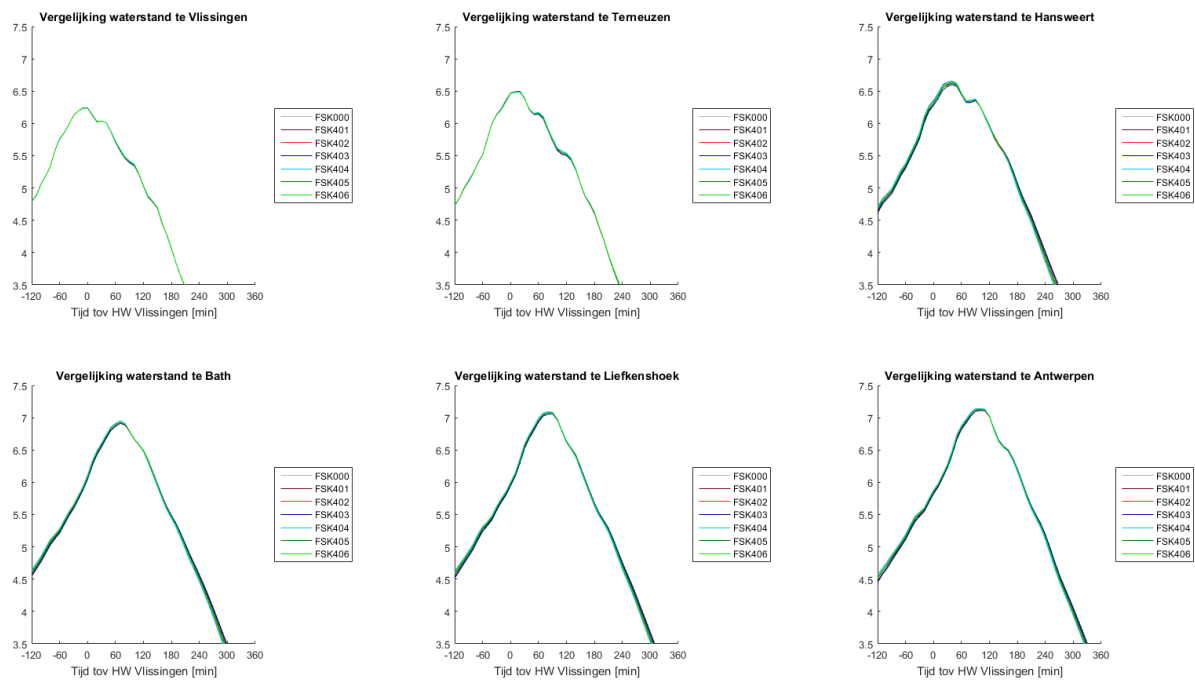
Figuur B 25 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 1 – storm dec2013



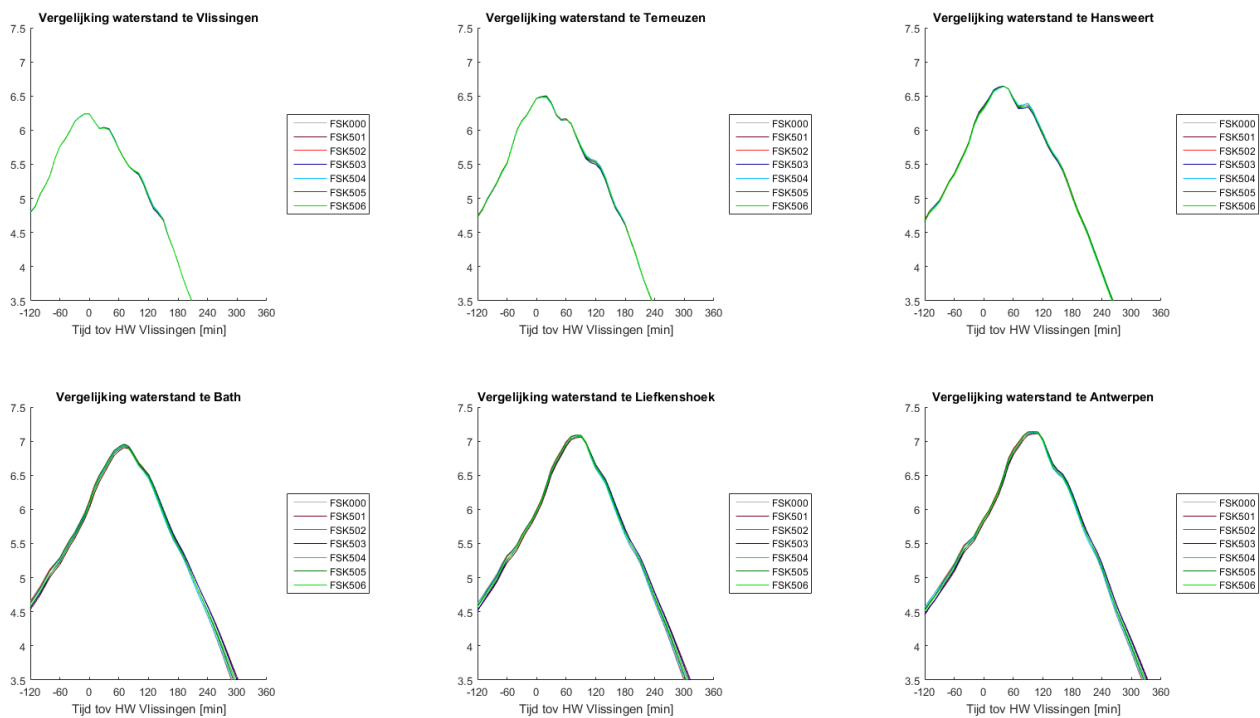
Figuur B 26 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 3 – storm dec2013



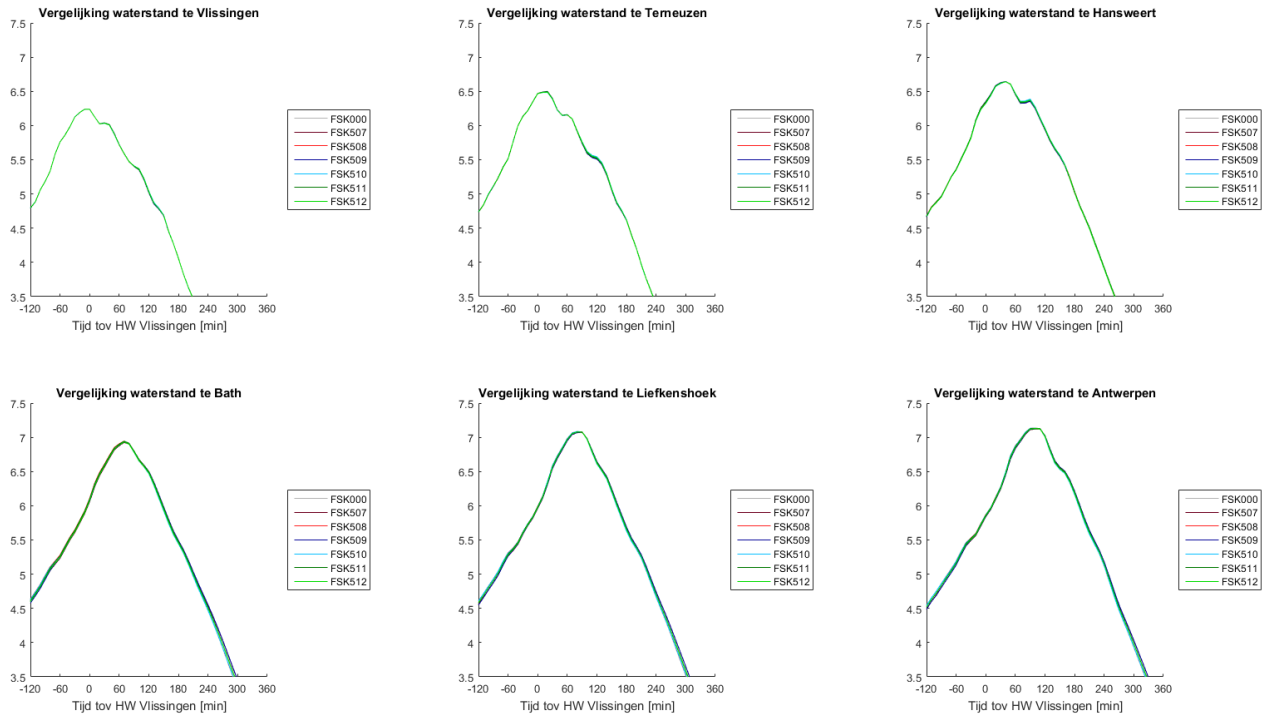
Figuur B 27 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 4 – storm dec2013



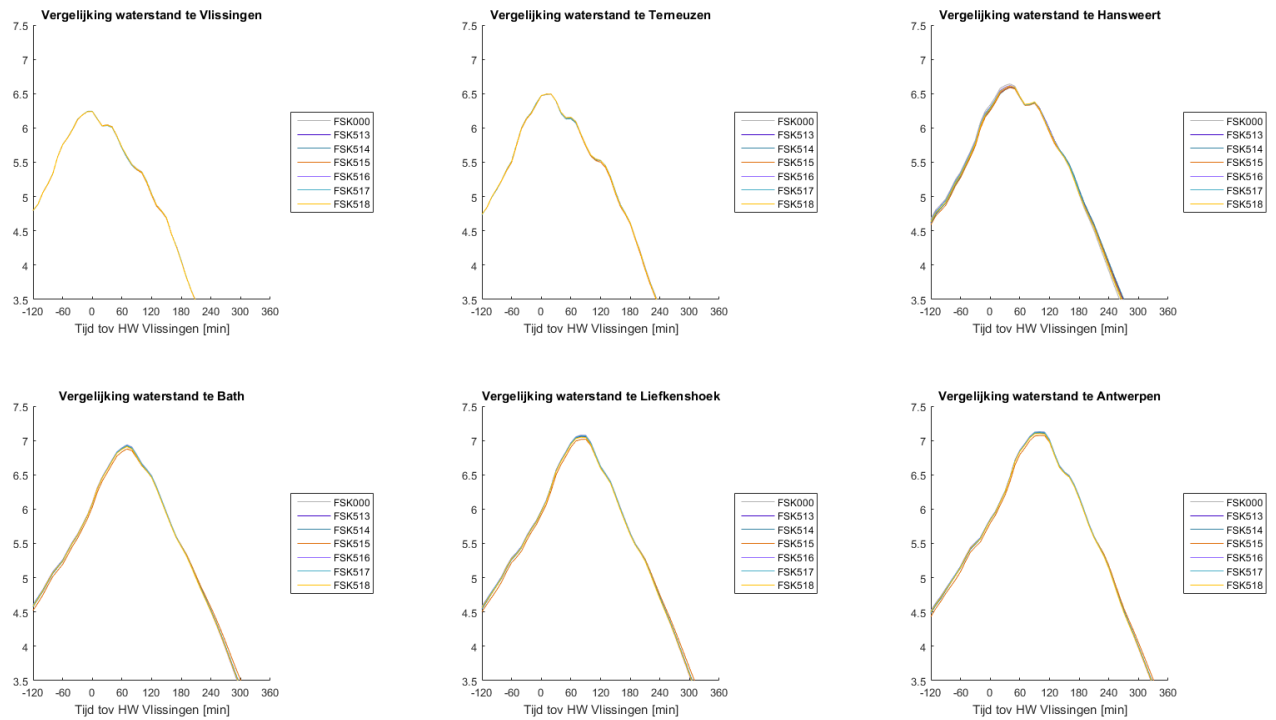
Figuur B 28 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 5 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – storm dec2013



Figuur B 29 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 5 met 25.10⁶ m³ – storm dec2013

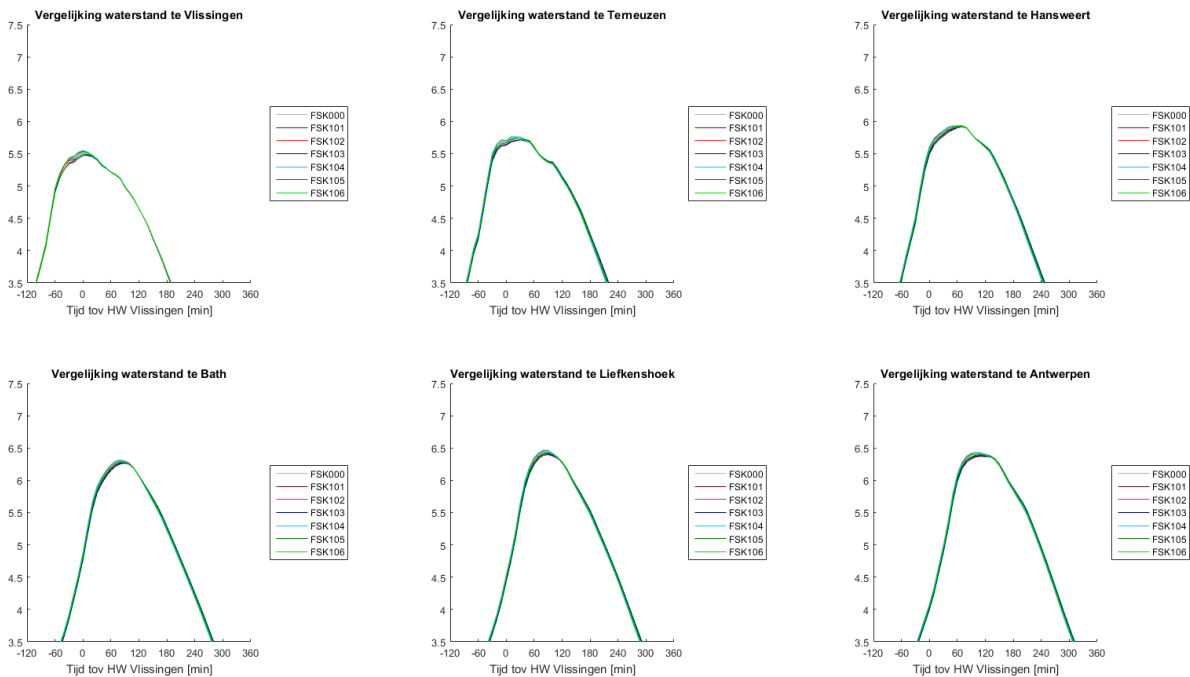


Figuur B 30 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – vervolgsenario's – storm dec2013

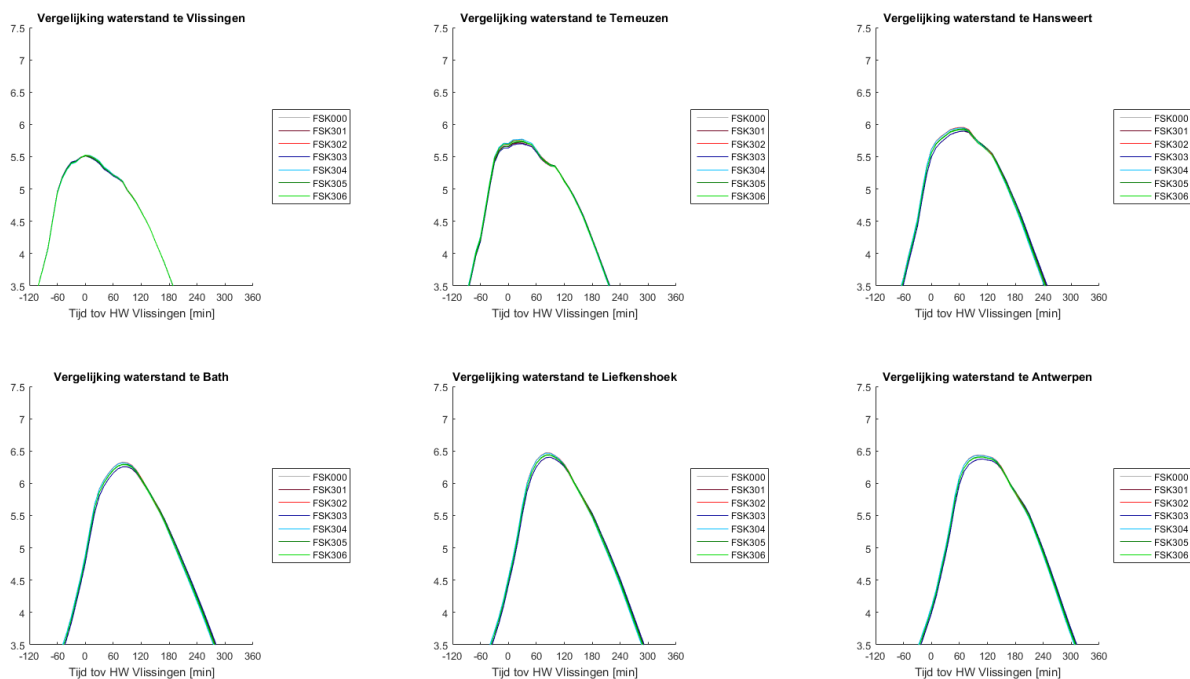


Jan2017

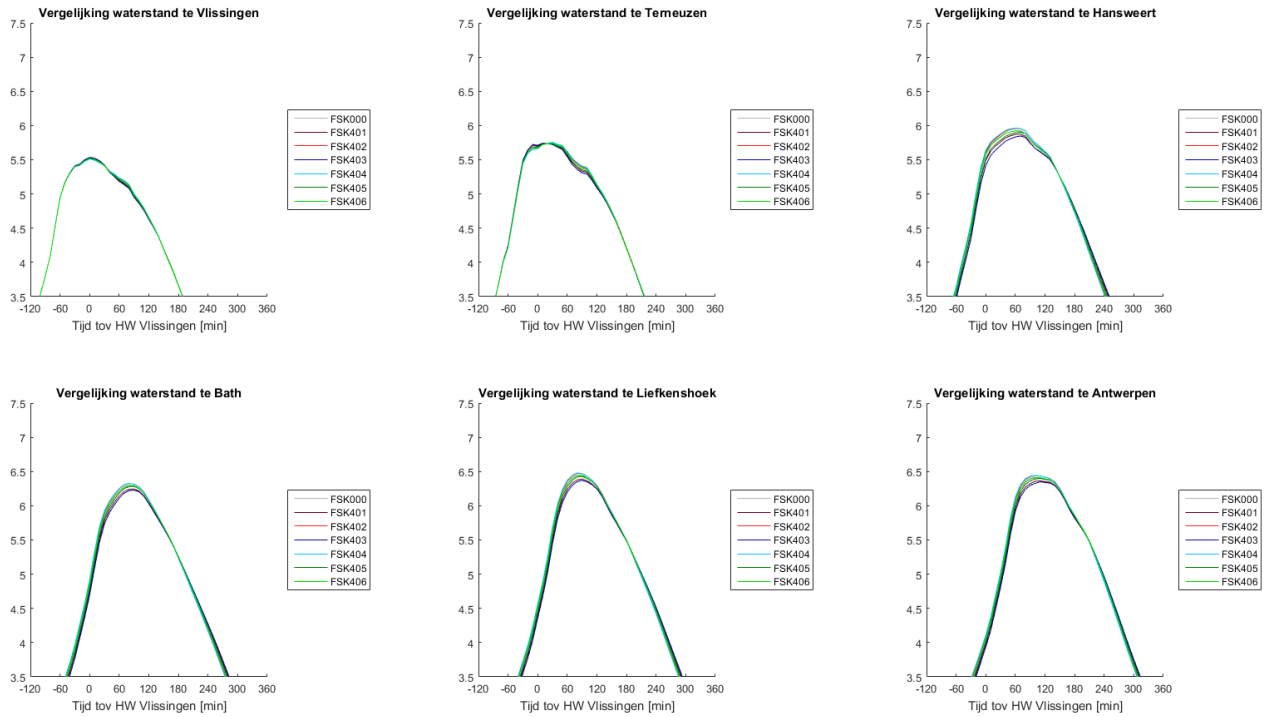
Figuur B 31 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 1 – storm jan2017



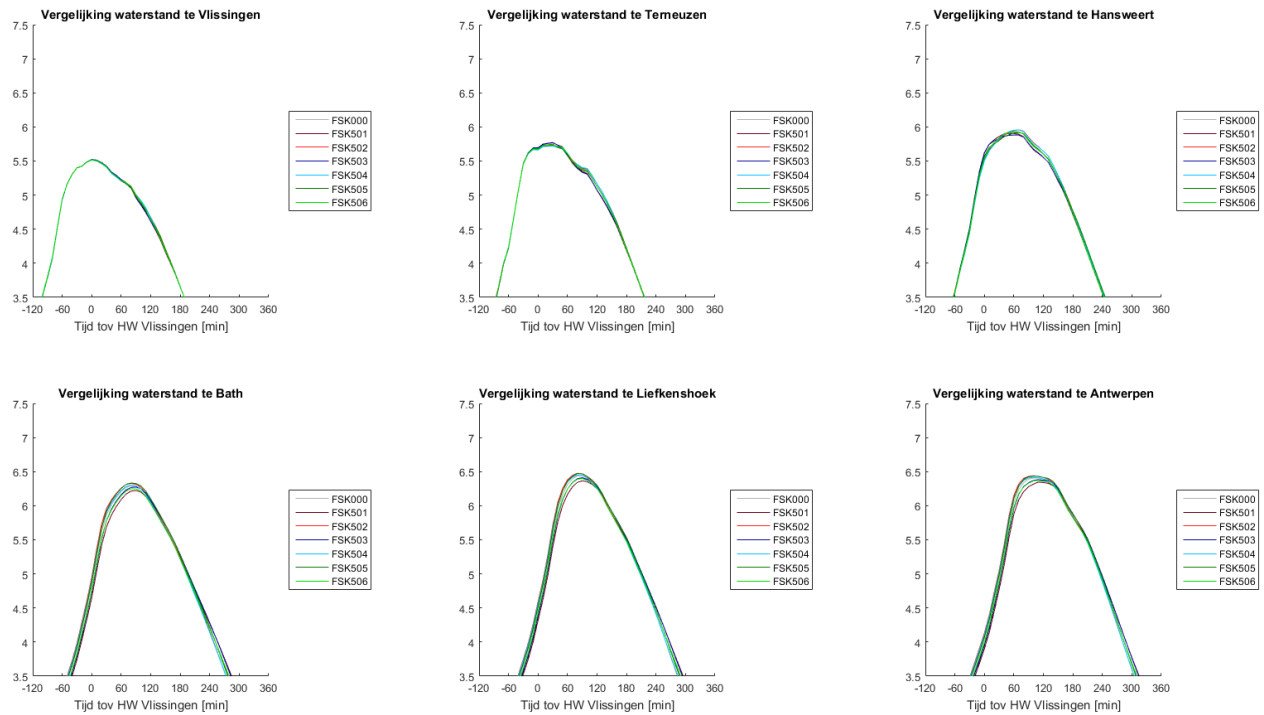
Figuur B 32 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 3 – storm jan2017



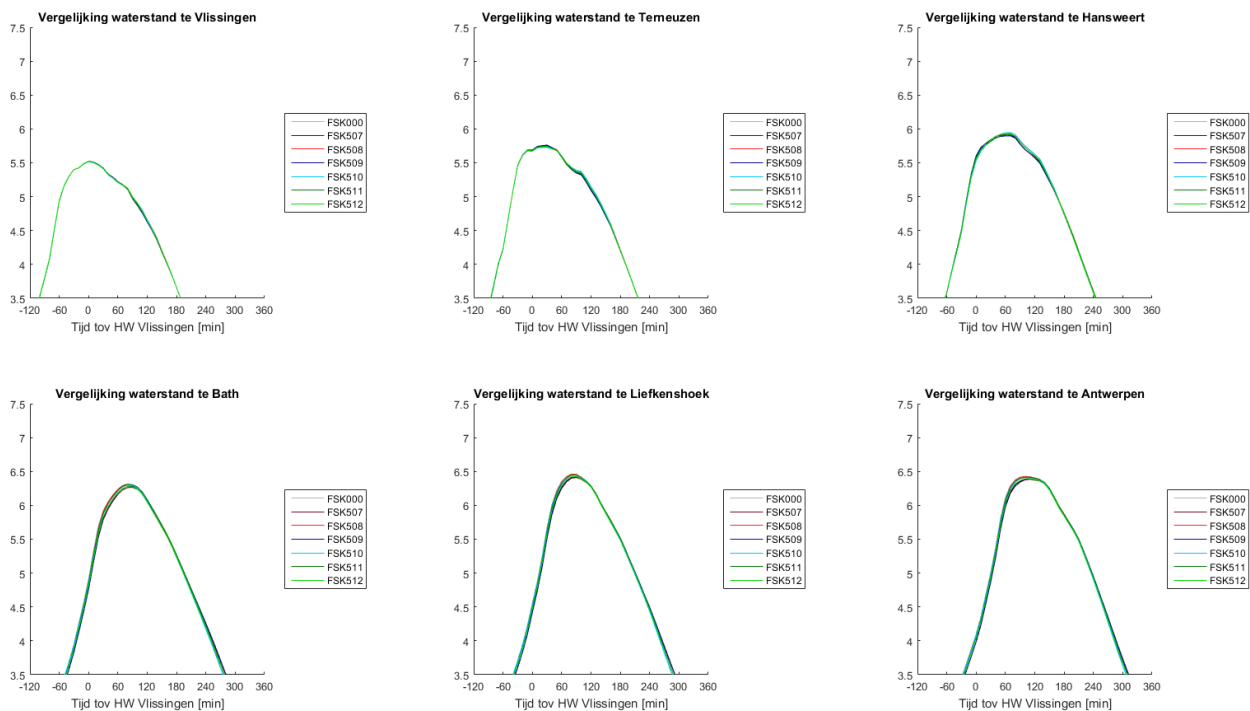
Figuur B 33 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 4 – storm jan2017



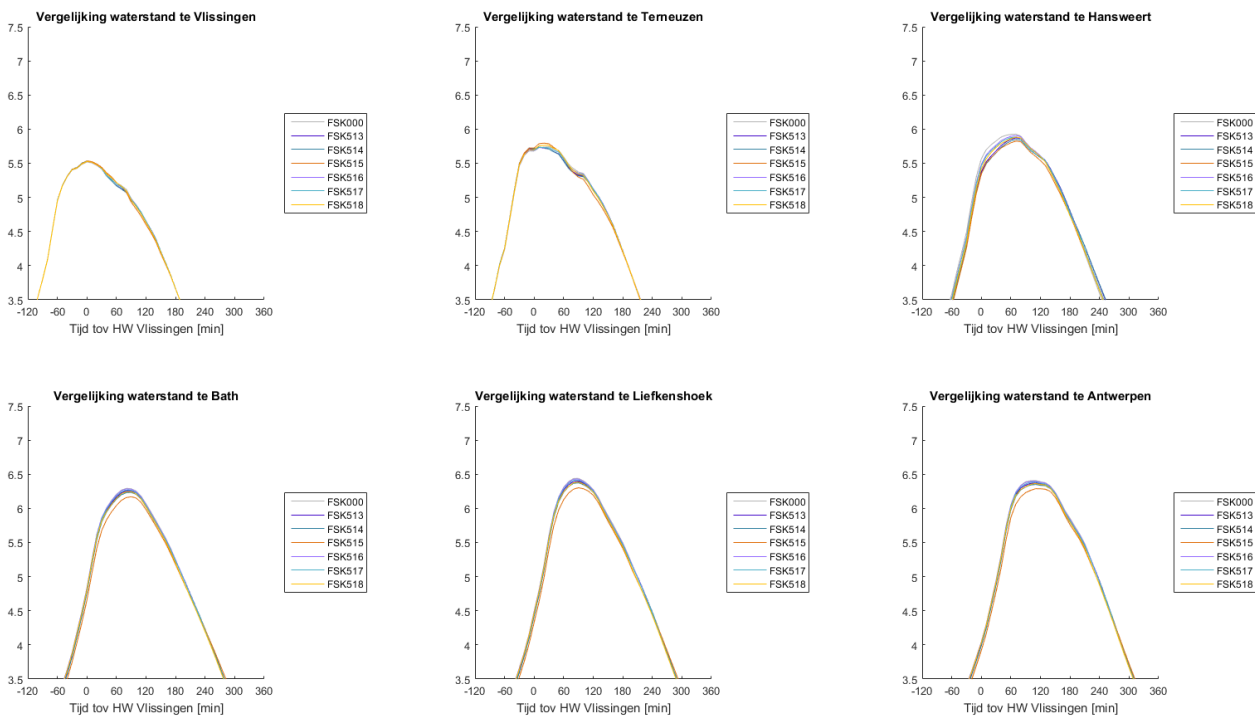
Figuur B 34 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario’s in macrocel 5 met 50.10^6 m^3 – storm jan2017



Figuur B 35 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – scenario's in macrocel 5 met 25.10⁶ m³ – storm jan2017



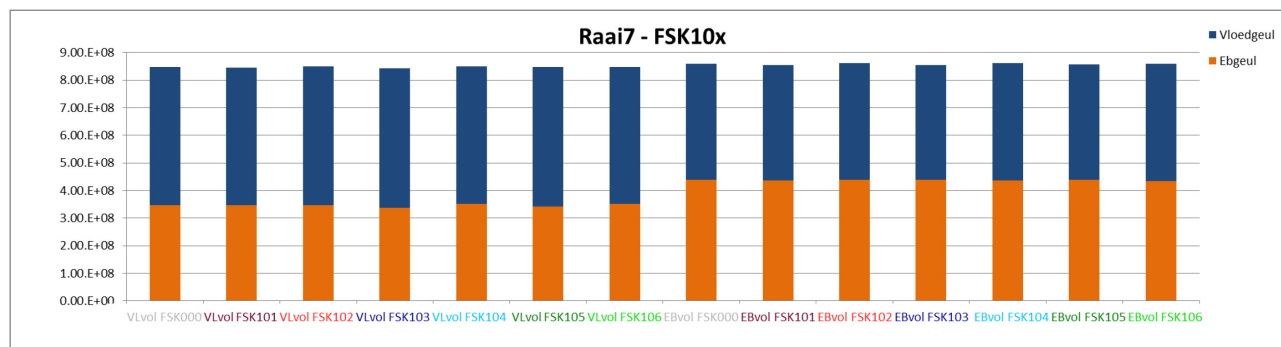
Figuur B 36 – Vergelijking stormhoogwater thv meetposten – vervolgsenario's – storm jan2017



BIJLAGE C - Figuren eb- en vloedvolumes

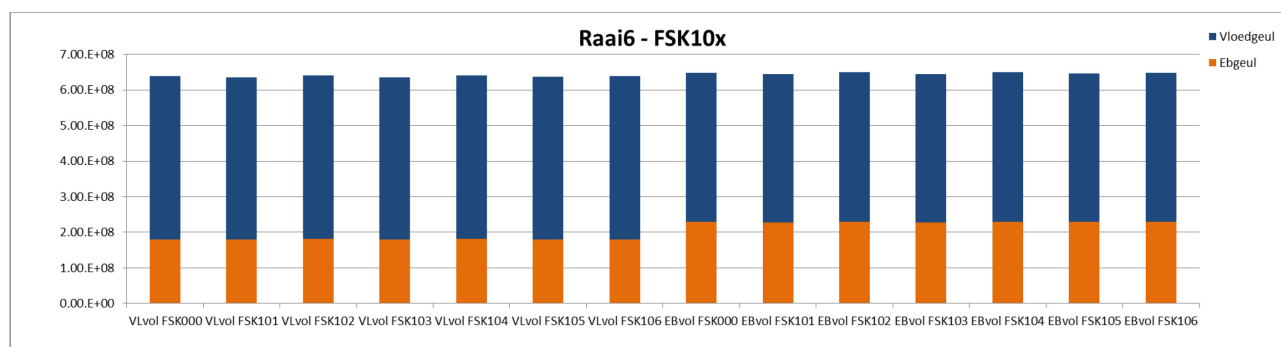
Scenario's macrocel 1

Figuur C 1 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 7 voor scenario's in macrocel 1



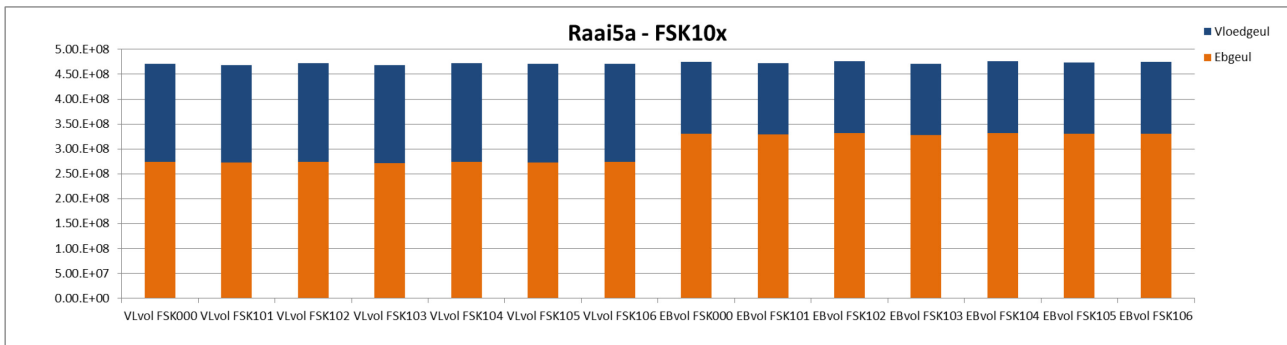
Raai7		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK101	FSK102	FSK103	FSK104	FSK105	FSK106	FSK000	FSK101	FSK102	FSK103	FSK104	FSK105	FSK106
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	99.5	100.3	99.4	100.3	99.8	100.0	100.0	99.5	100.3	99.3	100.3	99.8	100.0
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	99.3	100.2	100.6	99.5	100.7	98.9	100.0	99.5	100.5	98.3	101.0	99.4	100.7
	% tov totaal	59.1	59.0	59.1	59.9	58.7	59.7	58.5	49.0	49.0	49.1	48.5	49.3	48.8	49.3
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	99.8	100.3	97.5	101.4	98.5	101.5	100.0	99.5	100.0	100.3	99.6	100.2	99.3
	% tov totaal	40.9	41.0	40.9	40.1	41.3	40.3	41.5	51.0	51.0	50.9	51.5	50.7	51.2	50.7

Figuur C 2 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 6 voor scenario's in macrocel 1



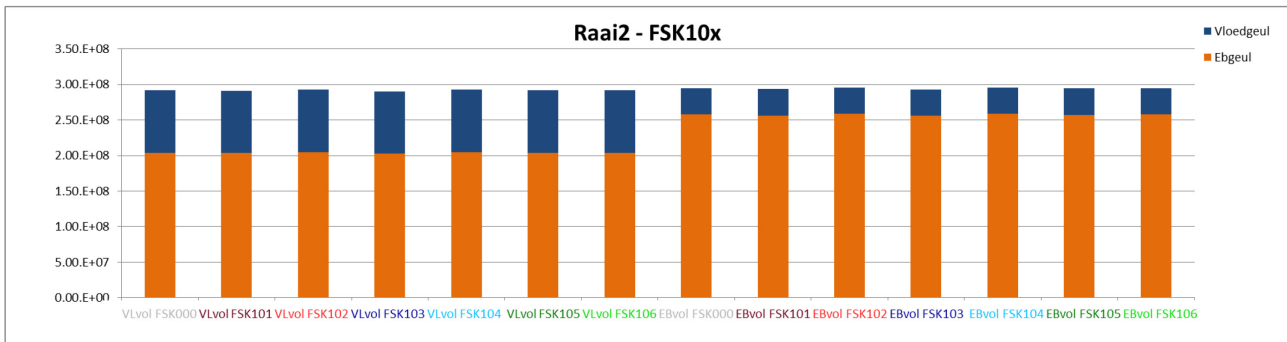
Raai6		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK101	FSK102	FSK103	FSK104	FSK105	FSK106	FSK000	FSK101	FSK102	FSK103	FSK104	FSK105	FSK106
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	99.5	100.3	99.3	100.3	99.8	100.0	100.0	99.5	100.3	99.3	100.3	99.8	100.0
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	99.5	100.3	99.4	100.3	99.8	100.0	100.0	99.5	100.3	99.3	100.3	99.7	100.0
	% tov totaal	71.7	71.8	71.7	71.8	71.7	71.8	71.7	64.7	64.7	64.7	64.7	64.7	64.7	64.7
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	99.5	100.3	99.2	100.4	99.8	100.0	100.0	99.6	100.3	99.5	100.3	100.0	100.0
	% tov totaal	28.3	28.2	28.3	28.2	28.3	28.2	28.3	35.3	35.3	35.3	35.3	35.3	35.3	35.3

Figuur C 3 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 5a voor scenario's in macrocel 1



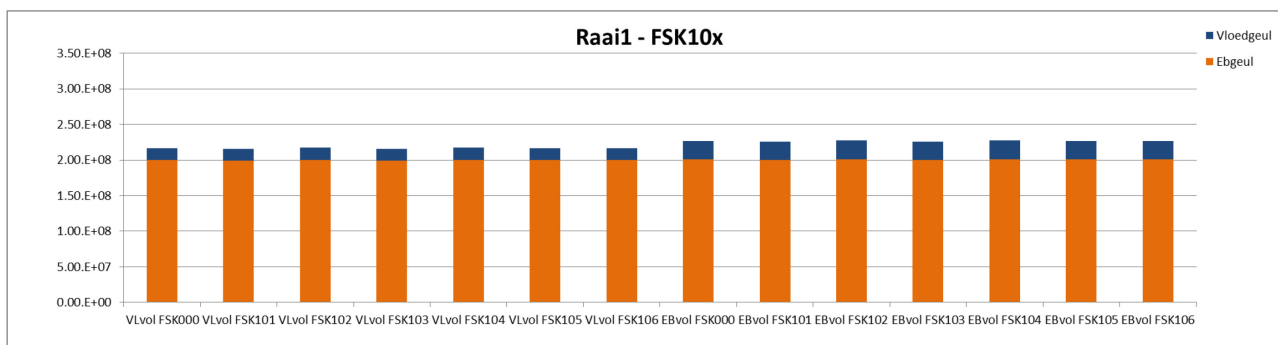
Raai5a		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK101	FSK102	FSK103	FSK104	FSK105	FSK106	FSK000	FSK101	FSK102	FSK103	FSK104	FSK105	FSK106
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	99.5	100.3	99.3	100.3	99.8	100.0	100.0	99.5	100.3	99.3	100.3	99.8	100.0
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	99.5	100.3	99.3	100.3	99.9	99.9	100.0	99.6	100.3	99.4	100.4	99.8	100.0
	% tov totaal	41.9	41.9	42.0	42.0	41.9	42.0	41.9	30.3	30.3	30.3	30.3	30.3	30.3	30.3
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	99.5	100.3	99.2	100.3	99.7	100.0	100.0	99.4	100.3	99.2	100.3	99.8	100.0
	% tov totaal	58.1	58.1	58.0	58.0	58.1	58.0	58.1	69.7	69.7	69.7	69.7	69.7	69.7	69.7

Figuur C 4 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 2 voor scenario's in macrocel 1



Raai2		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK101	FSK102	FSK103	FSK104	FSK105	FSK106	FSK000	FSK101	FSK102	FSK103	FSK104	FSK105	FSK106
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	99.6	100.3	99.4	100.3	99.8	100.0	100.0	99.5	100.3	99.3	100.3	99.8	100.0
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	99.5	100.3	99.3	100.3	99.9	99.9	100.0	99.7	100.1	99.6	100.1	99.9	100.0
	% tov totaal	30.1	30.1	30.2	30.1	30.2	30.1	30.1	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	99.6	100.2	99.4	100.3	99.8	100.0	100.0	99.5	100.3	99.3	100.3	99.8	100.0
	% tov totaal	69.9	69.9	69.8	69.9	69.8	69.9	69.9	87.4	87.4	87.4	87.4	87.4	87.4	87.4

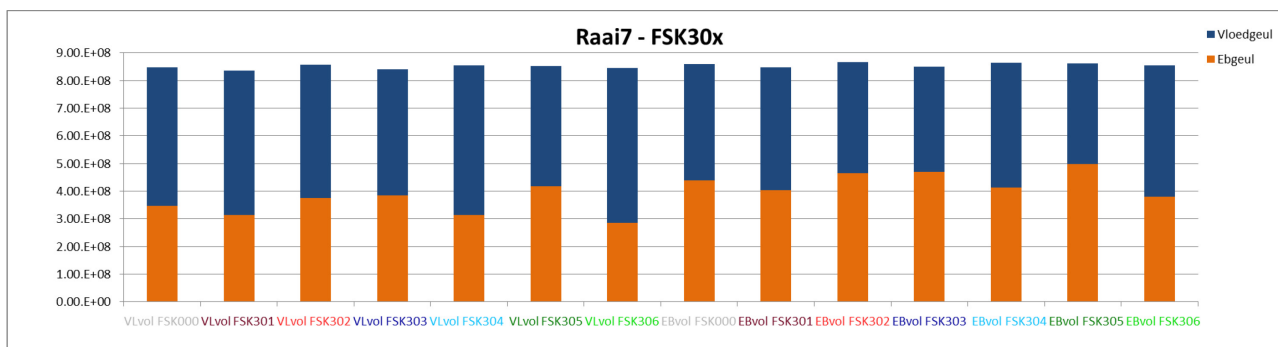
Figuur C 5 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 1 voor scenario's in macrocel 1



Raai1		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK101	FSK102	FSK103	FSK104	FSK105	FSK106	FSK000	FSK101	FSK102	FSK103	FSK104	FSK105	FSK106
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	99.6	100.2	99.5	100.2	99.8	100.0	100.0	99.5	100.2	99.4	100.2	99.8	100.0
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	99.2	100.6	98.8	100.7	99.6	100.2	100.0	99.6	100.3	99.5	100.3	99.9	100.0
	% tov totaal	7.9	7.8	7.9	7.8	7.9	7.9	7.9	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	99.6	100.2	99.5	100.2	99.9	100.0	100.0	99.5	100.2	99.4	100.2	99.8	100.0
	% tov totaal	92.1	92.2	92.1	92.2	92.1	92.1	92.1	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6

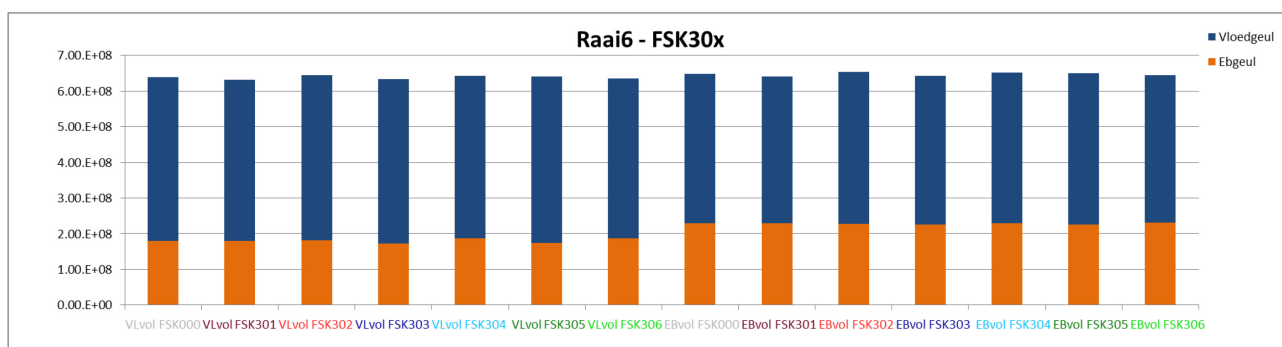
Scenario's macrocel 3

Figuur C 6 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 7 voor scenario's in macrocel 3



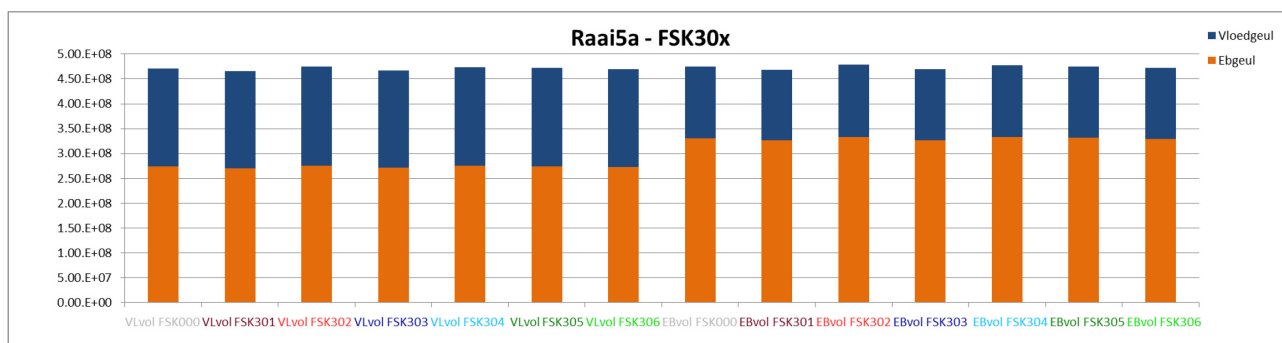
Raai7		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK301	FSK302	FSK303	FSK304	FSK305	FSK306	FSK000	FSK301	FSK302	FSK303	FSK304	FSK305	FSK306
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.6	101.0	99.1	100.6	100.3	99.5	100.0	98.7	101.0	99.1	100.6	100.3	99.5
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	104.2	95.8	90.7	107.4	86.5	111.6	100.0	105.5	95.7	90.7	107.2	86.5	112.7
	% tov totaal	59.1	62.5	56.1	54.2	63.1	51.0	66.3	49.0	52.4	46.4	44.9	52.2	42.2	55.5
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	90.5	108.5	111.2	90.8	120.4	82.1	100.0	92.1	106.1	107.0	94.2	113.6	86.8
	% tov totaal	40.9	37.5	43.9	45.8	36.9	49.0	33.7	51.0	47.6	53.6	55.1	47.8	57.8	44.5

Figuur C 7 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 6 voor scenario's in macrocel 3



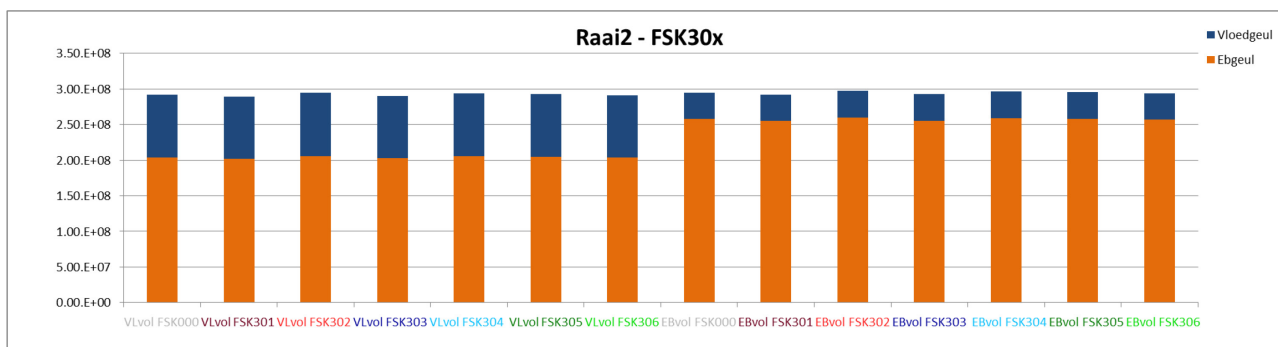
Raai6		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK301	FSK302	FSK303	FSK304	FSK305	FSK306	FSK000	FSK301	FSK302	FSK303	FSK304	FSK305	FSK306
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.8	100.8	99.2	100.5	100.3	99.5	100.0	98.8	100.9	99.2	100.5	100.3	99.5
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	98.4	101.0	100.8	99.2	101.9	97.8	100.0	98.1	101.5	99.3	100.4	101.2	98.7
	% tov totaal	71.7	71.5	71.9	72.9	70.8	72.9	70.5	64.7	64.3	65.1	64.8	64.7	65.3	64.2
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	99.8	100.4	95.3	103.7	96.2	103.9	100.0	100.1	99.7	99.0	100.6	98.8	101.0
	% tov totaal	28.3	28.5	28.1	27.1	29.2	27.1	29.5	35.3	35.7	34.9	35.2	35.3	34.7	35.8

Figuur C 8 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 5a voor scenario's in macrocel 3



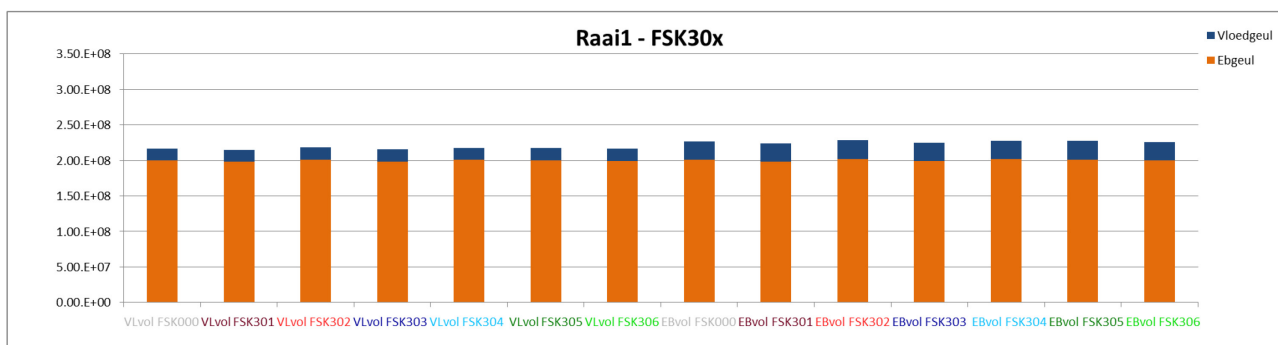
Raai5a		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK301	FSK302	FSK303	FSK304	FSK305	FSK306	FSK000	FSK301	FSK302	FSK303	FSK304	FSK305	FSK306
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.8	100.8	99.0	100.5	100.2	99.6	100.0	98.8	100.9	99.1	100.6	100.2	99.6
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	98.8	100.8	99.1	100.5	100.2	99.7	100.0	99.0	100.8	99.5	100.4	100.4	99.5
	% tov totaal	41.9	42.0	41.9	42.0	42.0	41.9	42.0	30.3	30.3	30.2	30.4	30.2	30.3	30.2
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	98.8	100.8	99.0	100.5	100.2	99.6	100.0	98.7	100.9	98.9	100.7	100.1	99.7
	% tov totaal	58.1	58.0	58.1	58.0	58.0	58.1	58.0	69.7	69.7	69.8	69.6	69.8	69.7	69.8

Figuur C 9 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 2 voor scenario's in macrocel 3



Raai2		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK301	FSK302	FSK303	FSK304	FSK305	FSK306	FSK000	FSK301	FSK302	FSK303	FSK304	FSK305	FSK306
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.9	100.8	99.2	100.5	100.2	99.6	100.0	98.9	100.7	99.1	100.5	100.2	99.6
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	98.8	101.0	99.1	100.6	100.3	99.5	100.0	99.3	100.4	99.7	100.1	100.3	99.6
	% tov totaal	30.1	30.1	30.2	30.1	30.2	30.2	30.1	12.6	12.7	12.6	12.7	12.6	12.6	12.6
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	99.0	100.7	99.2	100.5	100.2	99.7	100.0	98.8	100.8	99.0	100.6	100.2	99.7
	% tov totaal	69.9	69.9	69.8	69.9	69.8	69.8	69.9	87.4	87.3	87.4	87.3	87.4	87.4	87.4

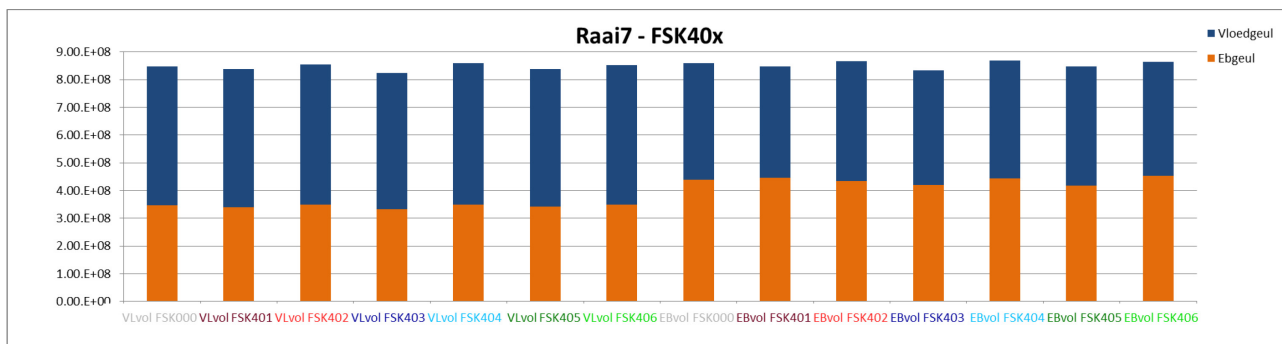
Figuur C 10 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 1 voor scenario's in macrocel 3



Raai1		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK301	FSK302	FSK303	FSK304	FSK305	FSK306	FSK000	FSK301	FSK302	FSK303	FSK304	FSK305	FSK306
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	99.0	100.7	99.2	100.5	100.2	99.7	100.0	98.9	100.6	99.2	100.4	100.2	99.7
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	98.7	101.1	98.9	100.6	100.4	99.6	100.0	99.5	100.4	99.7	100.2	100.2	99.9
	% tov totaal	7.9	7.8	7.9	7.8	7.9	7.9	7.9	11.4	11.5	11.4	11.5	11.4	11.4	11.4
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	99.0	100.7	99.2	100.4	100.2	99.7	100.0	98.9	100.7	99.1	100.4	100.2	99.7
	% tov totaal	92.1	92.2	92.1	92.2	92.1	92.1	92.1	88.6	88.5	88.6	88.5	88.6	88.6	88.6

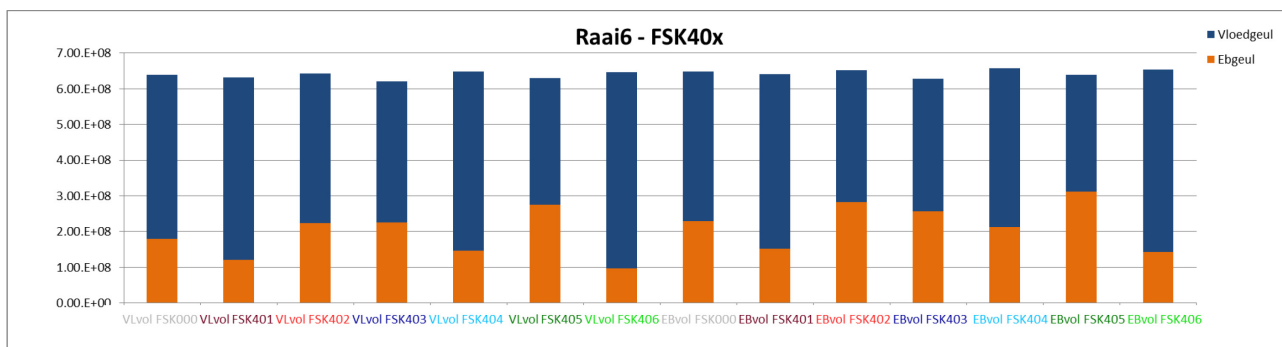
Scenario's macrocel 4

Figuur C 11 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 7 voor scenario's in macrocel 4



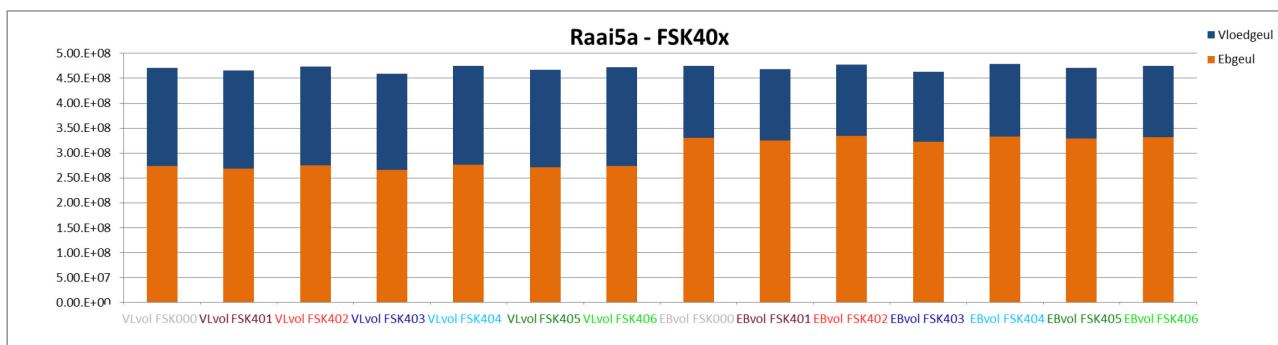
Raai7		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK401	FSK402	FSK403	FSK404	FSK405	FSK406	FSK000	FSK401	FSK402	FSK403	FSK404	FSK405	FSK406
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.6	100.7	97.1	101.2	98.8	100.5	100.0	98.6	100.7	97.1	101.1	98.8	100.5
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	99.0	100.7	97.6	101.4	98.7	100.5	100.0	95.6	102.3	98.4	101.0	102.2	97.5
	% tov totaal	59.1	59.4	59.1	59.5	59.3	59.1	59.1	49.0	47.5	49.8	49.7	48.9	50.7	47.5
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	98.1	100.9	96.2	100.9	98.8	100.5	100.0	101.6	99.2	95.8	101.3	95.5	103.3
	% tov totaal	40.9	40.6	40.9	40.5	40.7	40.9	40.9	51.0	52.5	50.2	50.3	51.1	49.3	52.5

Figuur C 12 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 6 voor scenario's in macrocel 4



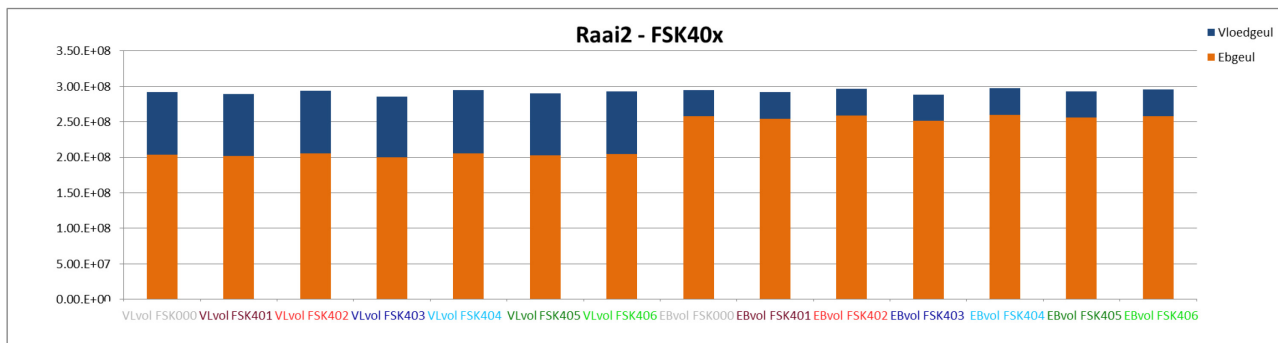
Raai6		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK401	FSK402	FSK403	FSK404	FSK405	FSK406	FSK000	FSK401	FSK402	FSK403	FSK404	FSK405	FSK406
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.9	100.6	97.0	101.4	98.6	101.0	100.0	98.8	100.6	97.0	101.4	98.6	101.0
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	111.4	91.4	85.9	109.3	77.4	119.7	100.0	116.5	88.1	88.7	105.8	77.9	122.0
	% tov totaal	71.7	80.8	65.1	63.5	77.3	56.3	85.0	64.7	76.3	56.7	59.2	67.6	51.1	78.2
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	67.1	124.2	125.2	81.4	152.5	53.5	100.0	66.5	123.5	112.3	93.2	136.7	62.4
	% tov totaal	28.3	19.2	34.9	36.5	22.7	43.7	15.0	35.3	23.7	43.3	40.8	32.4	48.9	21.8

Figuur C 13 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 5a voor scenario's in macrocel 4



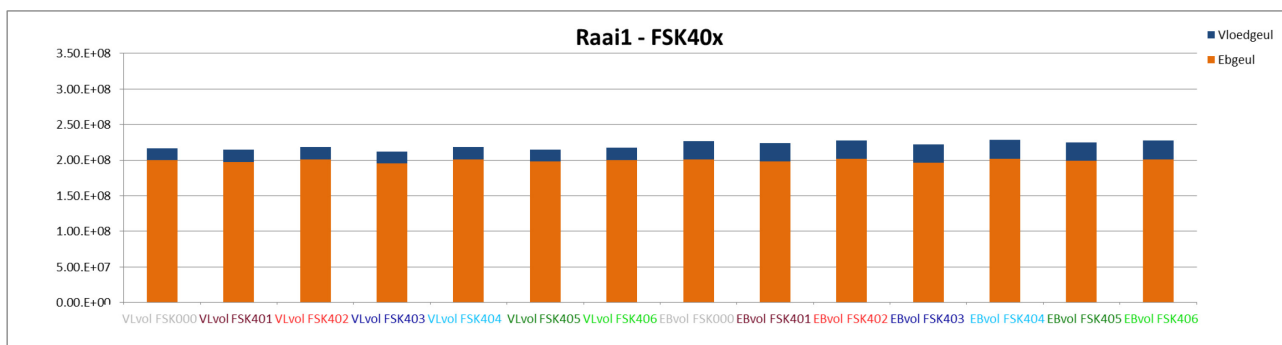
Raai5a		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK401	FSK402	FSK403	FSK404	FSK405	FSK406	FSK000	FSK401	FSK402	FSK403	FSK404	FSK405	FSK406
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.7	100.6	97.5	100.8	99.1	100.2	100.0	98.7	100.6	97.6	100.8	99.1	100.2
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	99.4	100.2	97.6	100.4	99.0	100.3	100.0	99.9	99.9	97.3	100.6	98.4	100.3
	% tov totaal	41.9	42.2	41.8	42.0	41.8	41.9	42.0	30.3	30.6	30.1	30.2	30.2	30.0	30.3
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	98.2	100.8	97.4	101.0	99.1	100.1	100.0	98.2	101.0	97.7	100.9	99.5	100.1
	% tov totaal	58.1	57.8	58.2	58.0	58.2	58.1	58.0	69.7	69.4	69.9	69.8	69.8	70.0	69.7

Figuur C 14 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 2 voor scenario's in macrocel 4



Raai2		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK401	FSK402	FSK403	FSK404	FSK405	FSK406	FSK000	FSK401	FSK402	FSK403	FSK404	FSK405	FSK406
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.9	100.5	97.7	100.7	99.1	100.2	100.0	98.8	100.5	97.8	100.7	99.2	100.1
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	98.8	100.7	97.3	100.8	99.0	100.3	100.0	99.3	100.1	98.5	100.2	99.2	100.0
	% tov totaal	30.1	30.1	30.2	30.0	30.2	30.1	30.2	12.6	12.7	12.6	12.7	12.5	12.6	12.6
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	98.9	100.5	97.9	100.7	99.2	100.1	100.0	98.8	100.6	97.7	100.8	99.2	100.2
	% tov totaal	69.9	69.9	69.8	70.0	69.8	69.9	69.8	87.4	87.3	87.4	87.3	87.5	87.4	87.4

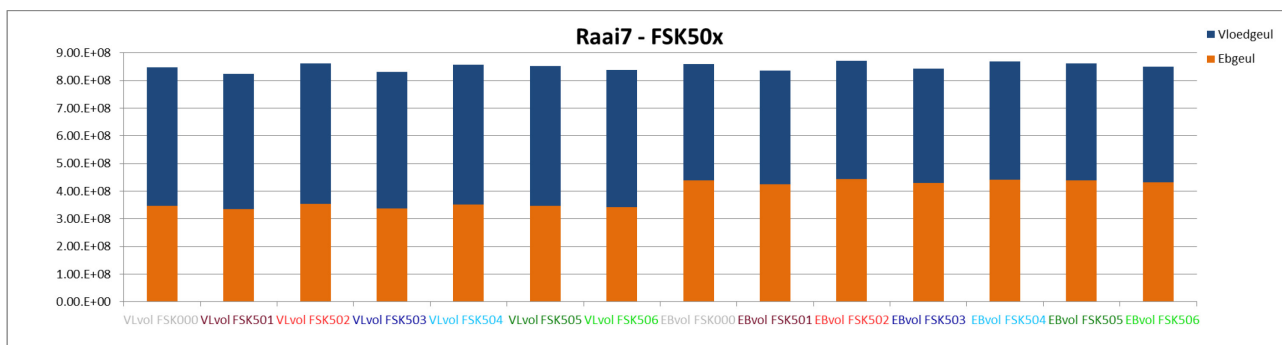
Figuur C 15 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en egeul ter hoogte van de raai 1 voor scenario's in macrocel 4



Raai1		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK401	FSK402	FSK403	FSK404	FSK405	FSK406	FSK000	FSK401	FSK402	FSK403	FSK404	FSK405	FSK406
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.9	100.5	97.9	100.7	99.2	100.2	100.0	98.9	100.5	97.9	100.7	99.2	100.2
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	98.4	100.9	97.4	100.7	99.4	100.2	100.0	99.4	100.3	99.2	101.1	99.7	100.8
	% tov totaal	7.9	7.8	7.9	7.8	7.9	7.9	7.9	11.4	11.5	11.4	11.5	11.4	11.5	11.5
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	98.9	100.5	97.9	100.7	99.2	100.2	100.0	98.8	100.5	97.7	100.6	99.1	100.1
	% tov totaal	92.1	92.2	92.1	92.2	92.1	92.1	92.1	88.6	88.5	88.6	88.5	88.6	88.5	88.5

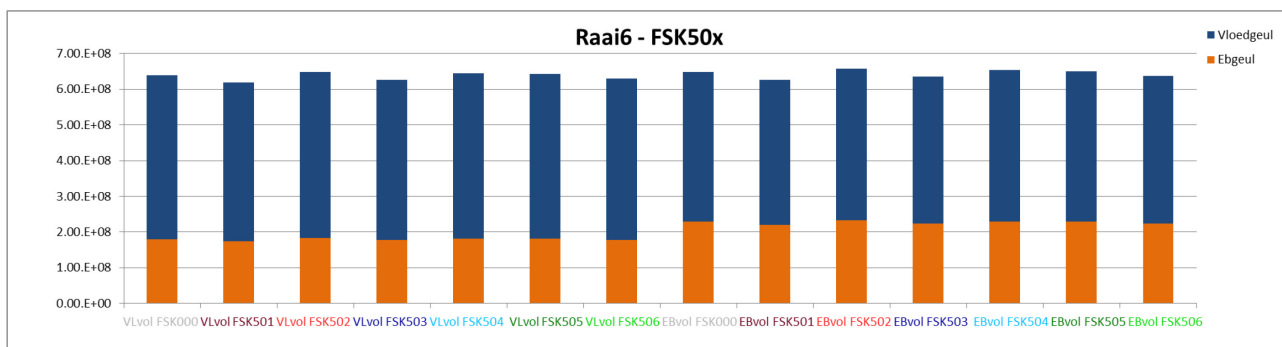
Scenario's macrocel 5 - 50.10⁶ m³

Figuur C 16 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en egeul ter hoogte van de raai 7 voor scenario's met 50.10⁶ m³ in macrocel 5



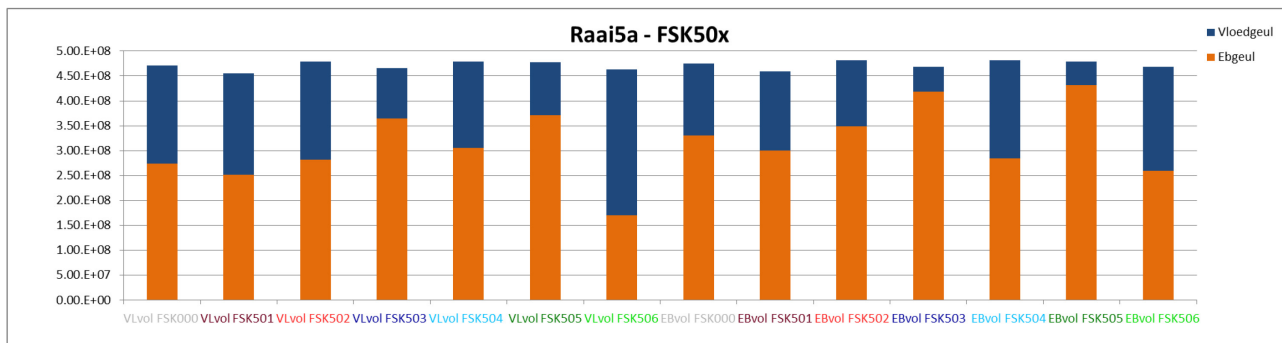
Raai7		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK501	FSK502	FSK503	FSK504	FSK505	FSK506	FSK000	FSK501	FSK502	FSK503	FSK504	FSK505	FSK506
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	97.1	101.4	98.0	101.0	100.3	98.9	100.0	97.1	101.4	98.1	101.0	100.3	98.9
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	97.5	101.1	98.4	100.7	100.3	99.0	100.0	97.3	101.5	98.2	101.2	100.4	99.1
	% tov totaal	59.1	59.4	59.0	59.4	59.0	59.1	59.2	49.0	49.1	49.0	49.0	49.0	49.0	49.1
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	96.5	101.9	97.5	101.4	100.3	98.7	100.0	96.9	101.4	97.9	100.9	100.3	98.7
	% tov totaal	40.9	40.6	41.0	40.6	41.0	40.9	40.8	51.0	50.9	51.0	51.0	51.0	51.0	50.9

Figuur C 17 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 6 voor scenario's met 50.10⁶ m³ in macrocel 5



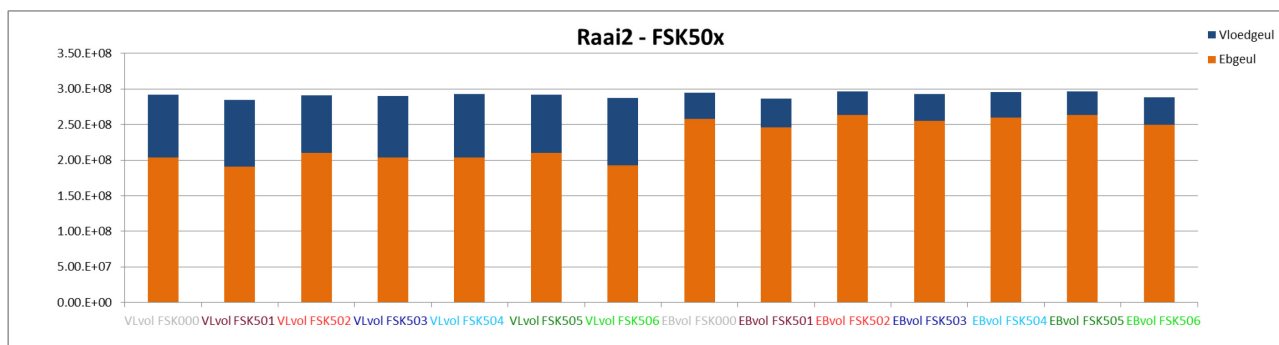
Raai6		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK501	FSK502	FSK503	FSK504	FSK505	FSK506	FSK000	FSK501	FSK502	FSK503	FSK504	FSK505	FSK506
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	96.7	101.5	98.0	100.9	100.5	98.4	100.0	96.7	101.5	98.0	100.9	100.4	98.4
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	96.6	101.6	97.8	101.0	100.4	98.5	100.0	96.8	101.4	98.1	101.1	100.4	98.6
	% tov totaal	71.7	71.7	71.8	71.6	71.8	71.7	71.8	64.7	64.8	64.7	64.8	64.9	64.7	64.9
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	96.9	101.5	98.4	100.6	100.7	98.3	100.0	96.6	101.7	97.9	100.5	100.5	98.0
	% tov totaal	28.3	28.3	28.2	28.4	28.2	28.3	28.2	35.3	35.2	35.3	35.2	35.1	35.3	35.1

Figuur C 18 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 5a voor scenario's met 50.10⁶ m³ in macrocel 5



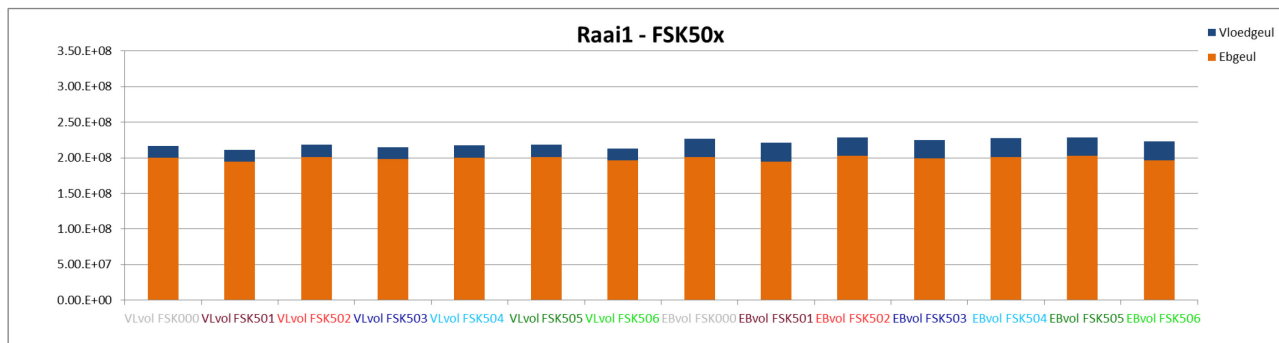
Raai5a		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK501	FSK502	FSK503	FSK504	FSK505	FSK506	FSK000	FSK501	FSK502	FSK503	FSK504	FSK505	FSK506
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	96.5	101.7	98.8	101.5	101.2	98.2	100.0	96.8	101.5	98.8	101.5	101.0	98.6
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	102.3	99.5	51.1	87.5	53.8	148.2	100.0	110.2	92.0	35.2	137.1	32.8	144.8
	% tov totaal	41.9	44.5	41.0	21.7	36.2	22.3	63.3	30.3	34.5	27.5	10.8	40.9	9.8	44.5
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	92.2	103.2	133.2	111.6	135.5	62.1	100.0	90.9	105.6	126.4	86.1	130.6	78.6
	% tov totaal	58.1	55.5	59.0	78.3	63.8	77.7	36.7	69.7	65.5	72.5	89.2	59.1	90.2	55.5

Figuur C 19 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 2 voor scenario's met 50.10⁶ m³ in macrocel 5



Raai2		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK501	FSK502	FSK503	FSK504	FSK505	FSK506	FSK000	FSK501	FSK502	FSK503	FSK504	FSK505	FSK506
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	97.2	99.7	99.2	100.1	99.7	98.2	100.0	97.0	100.5	99.2	100.1	100.6	97.9
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	105.6	92.3	98.1	101.1	92.0	107.3	100.0	108.6	89.3	99.8	97.1	89.8	104.8
	% tov totaal	30.1	32.7	27.9	29.8	30.4	27.8	33.0	12.6	14.1	11.2	12.7	12.2	11.3	13.5
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	93.6	102.9	99.7	99.7	103.1	94.2	100.0	95.3	102.1	99.1	100.6	102.1	96.9
	% tov totaal	69.9	67.3	72.1	70.2	69.6	72.2	67.0	87.4	85.9	88.8	87.3	87.8	88.7	86.5

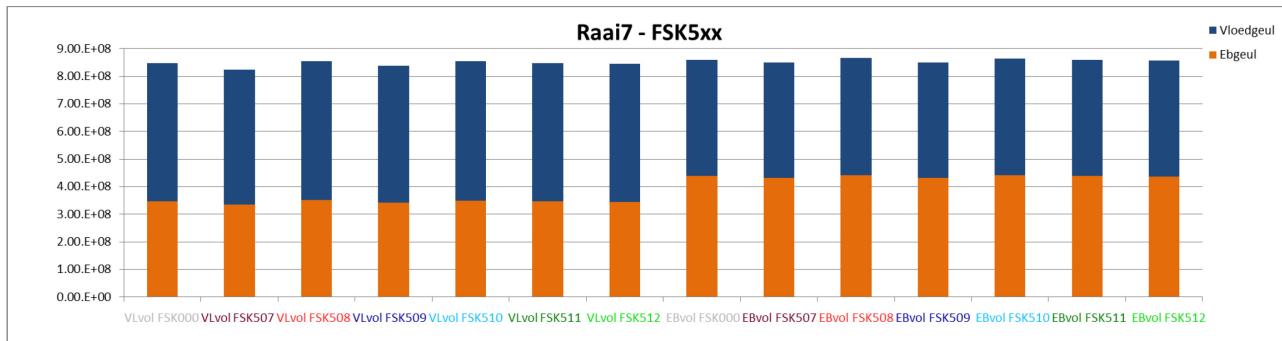
Figuur C 20 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 1 voor scenario's met 50.10⁶ m³ in macrocel 5



Raai1		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK501	FSK502	FSK503	FSK504	FSK505	FSK506	FSK000	FSK501	FSK502	FSK503	FSK504	FSK505	FSK506
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	97.4	100.8	99.1	100.1	100.7	98.2	100.0	97.5	100.6	99.2	100.2	100.6	98.3
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	95.4	102.8	98.0	99.2	102.4	95.4	100.0	101.1	96.9	100.4	102.0	97.4	102.6
	% tov totaal	7.9	7.7	8.0	7.8	7.8	8.0	7.6	11.4	11.8	11.0	11.5	11.6	11.0	11.9
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	97.5	100.6	99.2	100.2	100.5	98.4	100.0	97.0	101.1	99.1	100.0	101.0	97.8
	% tov totaal	92.1	92.3	92.0	92.2	92.2	92.0	92.4	88.6	88.2	89.0	88.5	88.4	89.0	88.1

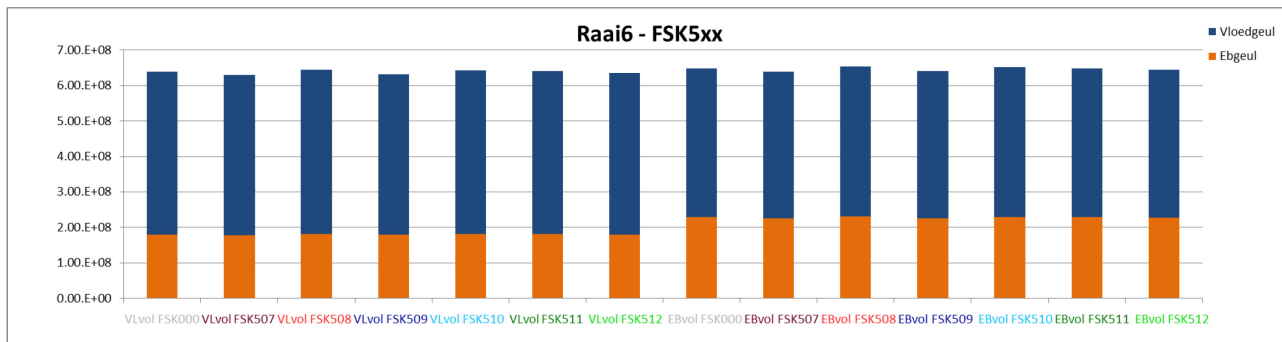
Scenario's macrocel 5 - 25.10⁶ m³

Figuur C 21 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en egeul ter hoogte van de raai 7 voor scenario's met 25.10⁶ m³ in macrocel 5



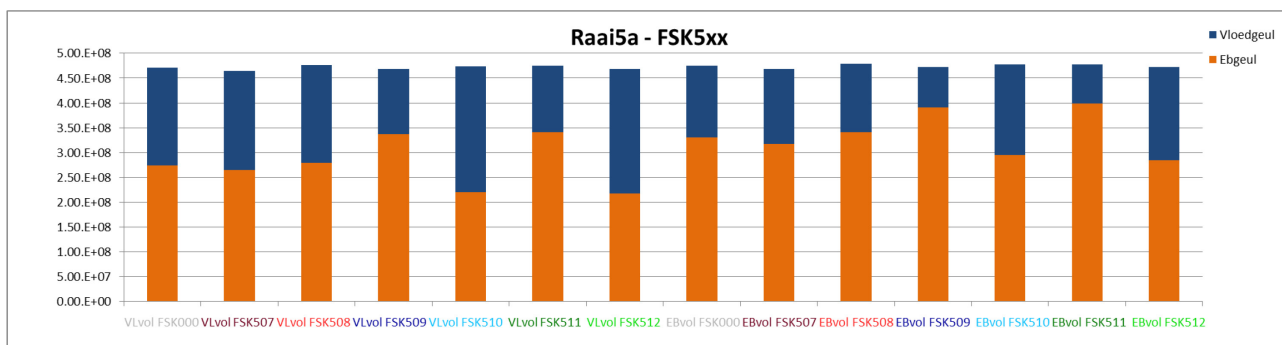
Raai7		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK507	FSK508	FSK509	FSK510	FSK511	FSK512	FSK000	FSK507	FSK508	FSK509	FSK510	FSK511	FSK512
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	97.1	100.8	98.8	100.7	100.0	99.7	100.0	98.8	100.8	98.8	100.7	100.0	99.7
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	97.5	100.7	99.1	100.5	100.0	99.7	100.0	98.9	100.9	98.9	100.7	100.0	99.8
	% tov totaal	59.1	59.4	59.0	59.3	59.1	59.2	59.2	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	96.5	101.1	98.5	100.9	99.9	99.6	100.0	98.8	100.8	98.8	100.7	100.0	99.6
	% tov totaal	40.9	40.6	41.0	40.7	40.9	40.8	40.8	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0

Figuur C 22 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en egeul ter hoogte van de raai 6 voor scenario's met 25.10⁶ m³ in macrocel 5



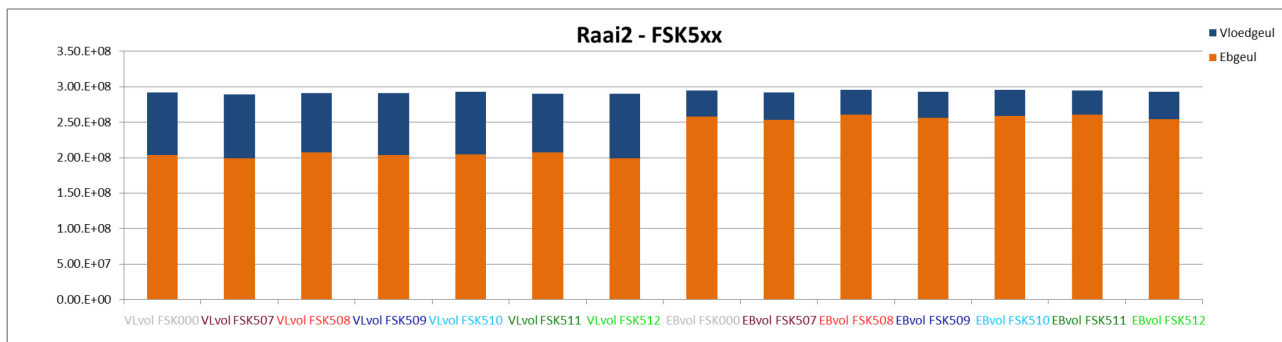
Raai6		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK507	FSK508	FSK509	FSK510	FSK511	FSK512	FSK000	FSK507	FSK508	FSK509	FSK510	FSK511	FSK512
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.7	100.9	98.8	100.6	100.2	99.5	100.0	98.7	100.9	98.9	100.6	100.1	99.5
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	98.6	101.0	98.8	100.7	100.1	99.6	100.0	98.7	100.9	98.9	100.6	100.1	99.6
	% tov totaal	71.7	71.7	71.8	71.7	71.8	71.7	71.8	64.7	64.7	64.7	64.8	64.7	64.7	64.8
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	98.8	100.8	99.0	100.3	100.3	99.2	100.0	98.6	101.0	98.8	100.5	100.1	99.4
	% tov totaal	28.3	28.3	28.2	28.3	28.2	28.3	28.2	35.3	35.3	35.3	35.2	35.3	35.3	35.2

Figuur C 23 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 5a voor scenario's met 25.10⁶ m³ in macrocel 5



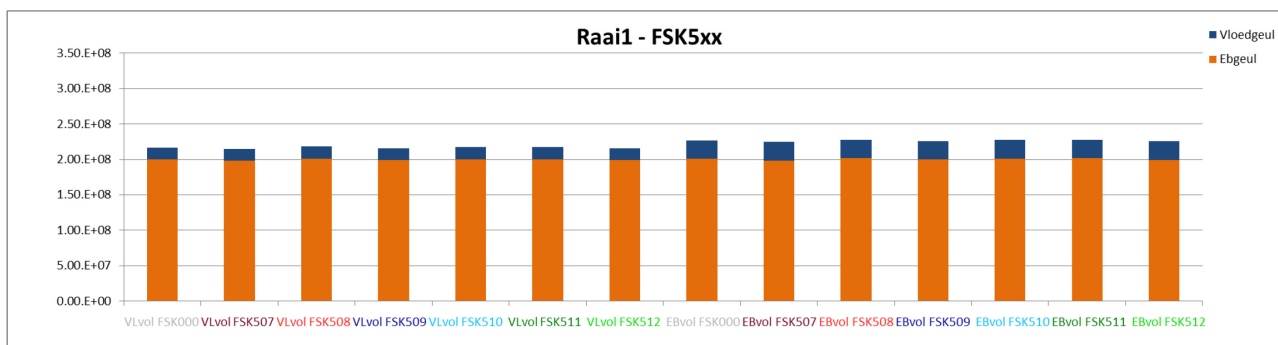
Raai5a		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK507	FSK508	FSK509	FSK510	FSK511	FSK512	FSK000	FSK507	FSK508	FSK509	FSK510	FSK511	FSK512
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.6	100.9	99.4	100.5	100.8	99.2	100.0	98.7	100.9	99.5	100.5	100.8	99.4
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	100.9	99.6	66.4	128.3	68.1	126.6	100.0	104.8	95.9	56.9	126.5	55.1	130.4
	% tov totaal	41.9	42.9	41.4	28.0	53.6	28.3	53.5	30.3	32.1	28.8	17.3	38.1	16.5	39.7
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	96.9	101.9	123.3	80.4	124.4	79.5	100.0	96.1	103.0	118.0	89.3	120.6	86.0
	% tov totaal	58.1	57.1	58.6	72.0	46.4	71.7	46.5	69.7	67.9	71.2	82.7	61.9	83.5	60.3

Figuur C 24 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 2 voor scenario's met 25.10⁶ m³ in macrocel 5



Raai2		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK507	FSK508	FSK509	FSK510	FSK511	FSK512	FSK000	FSK507	FSK508	FSK509	FSK510	FSK511	FSK512
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	99.0	99.4	99.5	100.2	99.3	99.4	100.0	98.8	100.2	99.4	100.2	100.0	99.2
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	102.4	94.3	98.7	100.4	93.5	103.1	100.0	104.0	92.7	100.1	98.9	92.6	102.8
	% tov totaal	30.1	31.2	28.6	29.9	30.2	28.4	31.3	12.6	13.3	11.7	12.7	12.4	11.7	13.1
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	97.5	101.6	99.8	100.2	101.8	97.7	100.0	98.1	101.2	99.3	100.4	101.1	98.7
	% tov totaal	69.9	68.8	71.4	70.1	69.8	71.6	68.7	87.4	86.7	88.3	87.3	87.6	88.3	86.9

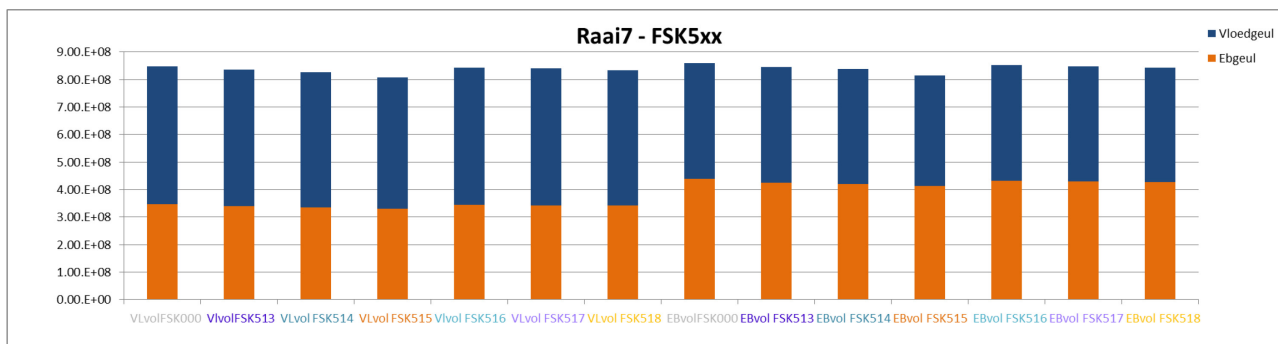
Figuur C 25 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 1 voor scenario's met 25.10⁶ m³ in macrocel 5



Raai1		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK507	FSK508	FSK509	FSK510	FSK511	FSK512	FSK000	FSK507	FSK508	FSK509	FSK510	FSK511	FSK512
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	99.0	100.5	99.5	100.2	100.3	99.5	100.0	99.0	100.4	99.5	100.2	100.3	99.6
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	98.1	101.5	98.5	100.0	100.5	98.1	100.0	100.8	98.8	100.6	101.6	99.5	102.6
	% tov totaal	7.9	7.8	7.9	7.8	7.9	7.9	7.8	11.4	11.6	11.2	11.5	11.6	11.3	11.7
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	99.1	100.4	99.6	100.3	100.3	99.6	100.0	98.8	100.6	99.3	100.1	100.4	99.2
	% tov totaal	92.1	92.2	92.1	92.2	92.1	92.1	92.2	88.6	88.4	88.8	88.5	88.4	88.7	88.3

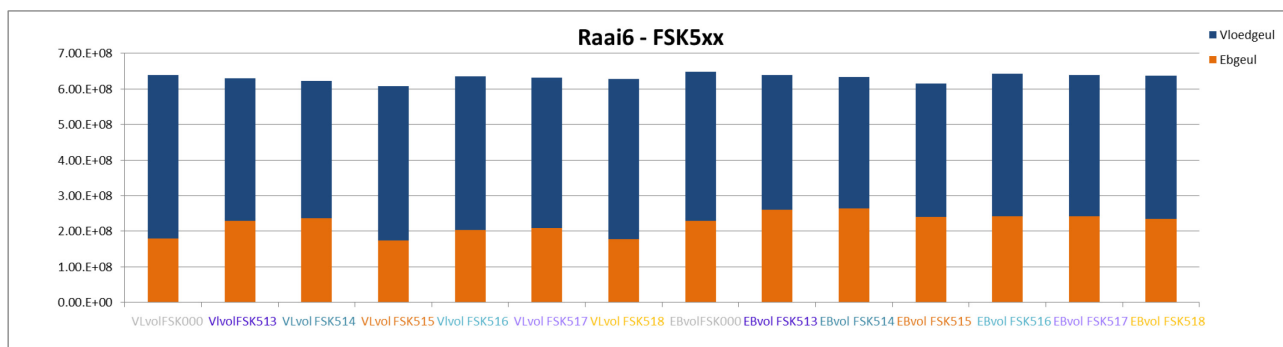
Vervolgscenario's

Figuur C 26 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 7 voor vervolgscenario's



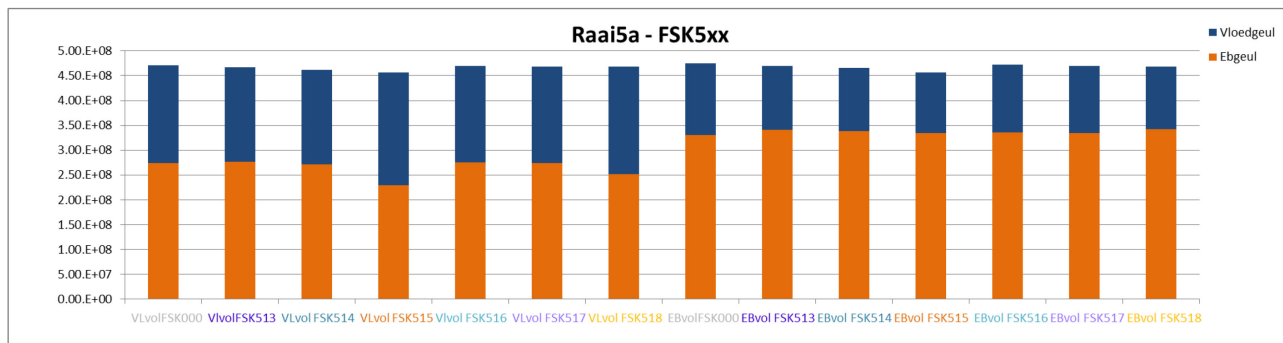
Raai7		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK513	FSK514	FSK515	FSK516	FSK517	FSK518	FSK000	FSK513	FSK514	FSK515	FSK516	FSK517	FSK518
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.4	97.3	95.1	99.3	98.9	98.3	100.0	98.4	97.6	94.9	99.2	98.7	98.1
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	98.7	97.6	95.0	99.3	98.9	98.1	100.0	99.8	99.6	95.9	99.8	99.6	98.6
	% tov totaal	59.1	59.3	59.3	59.1	59.1	59.1	59.0	49.0	49.7	50.0	49.5	49.3	49.4	49.2
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	98.1	96.9	95.2	99.4	98.9	98.7	100.0	97.1	95.7	94.0	98.6	97.9	97.7
	% tov totaal	40.9	40.7	40.7	40.9	40.9	40.9	41.0	51.0	50.3	50.0	50.5	50.7	50.6	50.8

Figuur C 27 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 6 voor vervolgsenario's



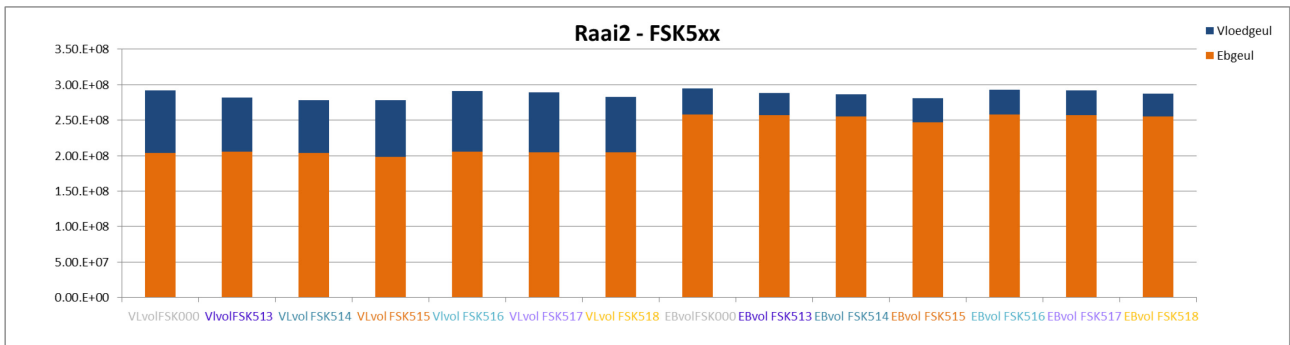
Raai6		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK513	FSK514	FSK515	FSK516	FSK517	FSK518	FSK000	FSK513	FSK514	FSK515	FSK516	FSK517	FSK518
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.5	97.4	95.1	99.4	98.9	98.4	100.0	98.5	97.7	94.9	99.2	98.7	98.2
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	87.3	84.1	94.5	94.2	92.4	98.3	100.0	90.0	88.1	89.4	95.6	94.7	95.8
	% tov totaal	71.7	63.6	62.0	71.3	68.0	67.0	71.7	64.7	59.1	58.4	60.9	62.4	62.1	63.1
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	127.0	131.0	96.6	112.5	115.5	98.6	100.0	114.1	115.2	105.1	105.8	106.1	102.7
	% tov totaal	28.3	36.4	38.0	28.7	32.0	33.0	28.3	35.3	40.9	41.6	39.1	37.6	37.9	36.9

Figuur C 28 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 5a voor vervolgsenario's



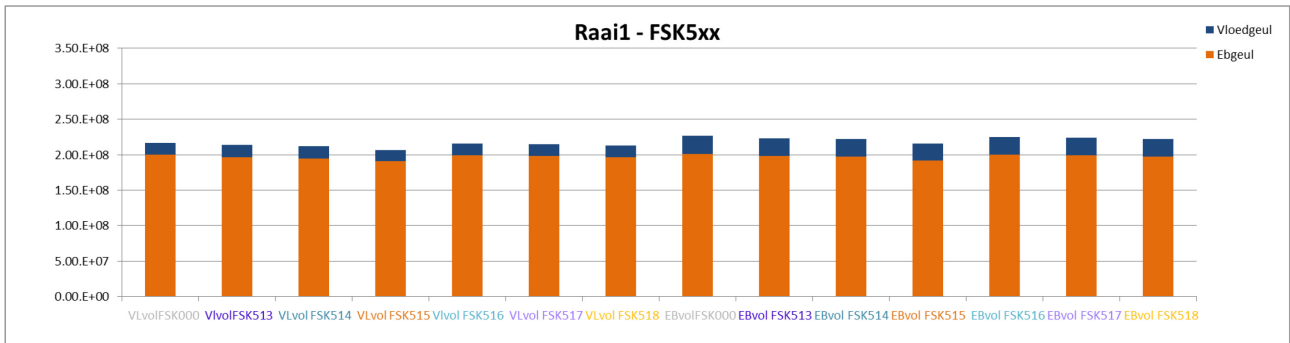
Raai5a		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK513	FSK514	FSK515	FSK516	FSK517	FSK518	FSK000	FSK513	FSK514	FSK515	FSK516	FSK517	FSK518
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	99.2	98.0	96.8	99.7	99.3	99.4	100.0	99.0	98.2	96.1	99.4	99.0	98.8
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	96.7	96.1	114.5	98.3	98.2	109.8	100.0	89.3	88.9	84.7	94.2	93.8	88.4
	% tov totaal	41.9	40.9	41.1	49.6	41.4	41.5	46.3	30.3	27.3	27.4	26.7	28.7	28.7	27.1
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	100.9	99.4	84.0	100.6	100.0	91.9	100.0	103.2	102.2	101.1	101.7	101.3	103.3
	% tov totaal	58.1	59.1	58.9	50.4	58.6	58.5	53.7	69.7	72.7	72.6	73.3	71.3	71.3	72.9

Figuur C 29 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 2 voor vervolgsenario's



Raai2		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK513	FSK514	FSK515	FSK516	FSK517	FSK518	FSK000	FSK513	FSK514	FSK515	FSK516	FSK517	FSK518
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	96.4	95.3	95.0	99.4	99.0	96.8	100.0	97.8	97.0	95.2	99.4	99.0	97.6
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	86.2	85.0	90.7	96.8	96.3	89.2	100.0	84.7	84.2	90.1	95.2	94.9	87.4
	% tov totaal	30.1	27.0	26.9	28.8	29.3	29.3	27.8	12.6	10.9	10.9	11.9	12.1	12.1	11.3
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	100.7	99.7	96.9	100.5	100.2	100.1	100.0	99.7	98.9	95.9	100.0	99.6	99.0
	% tov totaal	69.9	73.0	73.1	71.2	70.7	70.7	72.2	87.4	89.1	89.1	88.1	87.9	87.9	88.7

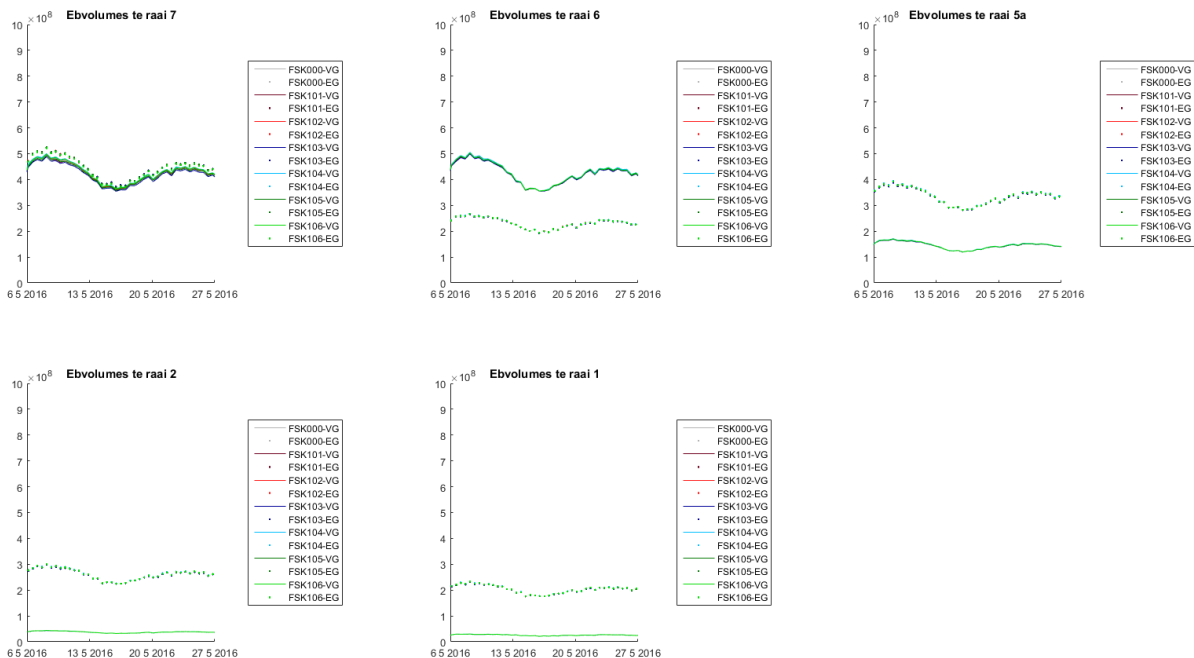
Figuur C 30 – Vloed- en ebvolumes in vloed- en ebgeul ter hoogte van de raai 1 voor vervolgsenario's



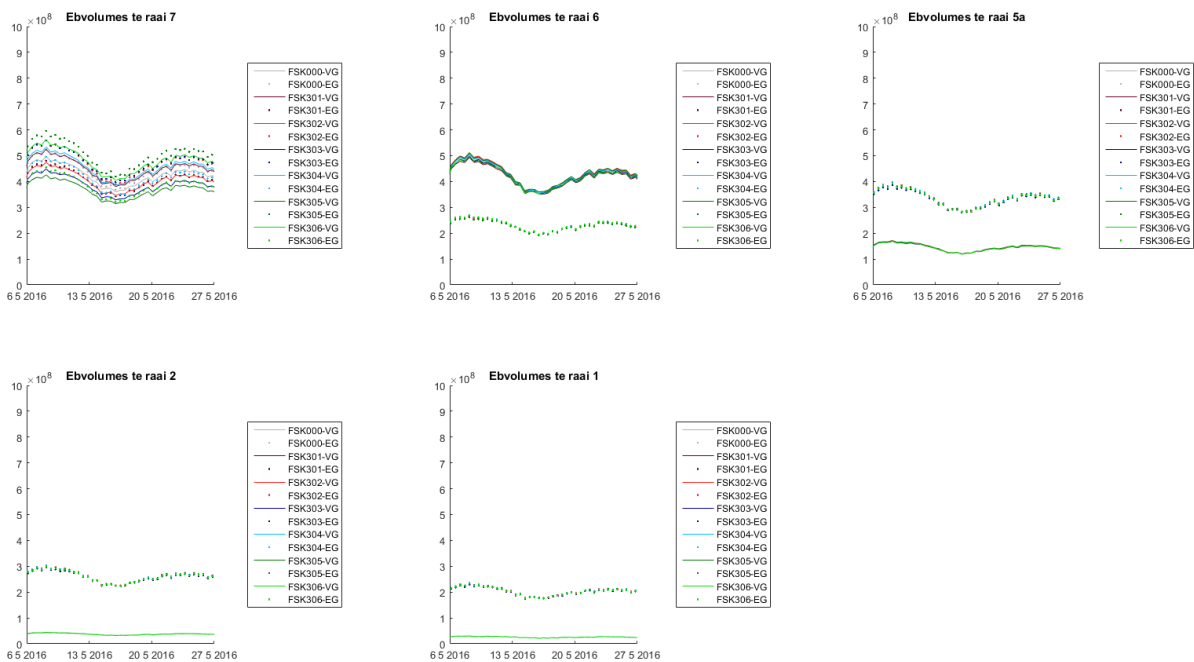
Raai1		VLOEDVOLUME							EBVOLUME						
		FSK000	FSK513	FSK514	FSK515	FSK516	FSK517	FSK518	FSK000	FSK513	FSK514	FSK515	FSK516	FSK517	FSK518
TOTAAL	% tov FSK000	100.0	98.6	97.6	95.3	99.4	99.1	98.0	100.0	98.5	97.8	95.2	99.3	98.9	97.9
VLOED-GEUL	% tov FSK000	100.0	99.7	98.3	94.6	99.6	99.1	98.1	100.0	96.0	95.5	93.7	97.9	97.7	94.7
	% tov totaal	7.9	8.0	7.9	7.8	7.9	7.9	7.9	11.4	11.1	11.1	11.2	11.2	11.3	11.0
EBGEUL	% tov FSK000	100.0	98.5	97.5	95.4	99.4	99.1	98.0	100.0	98.8	98.1	95.4	99.5	99.1	98.3
	% tov totaal	92.1	92.0	92.1	92.2	92.1	92.1	92.1	88.6	88.9	88.9	88.8	88.8	88.7	89.0

Ebvolumes – mei 2016

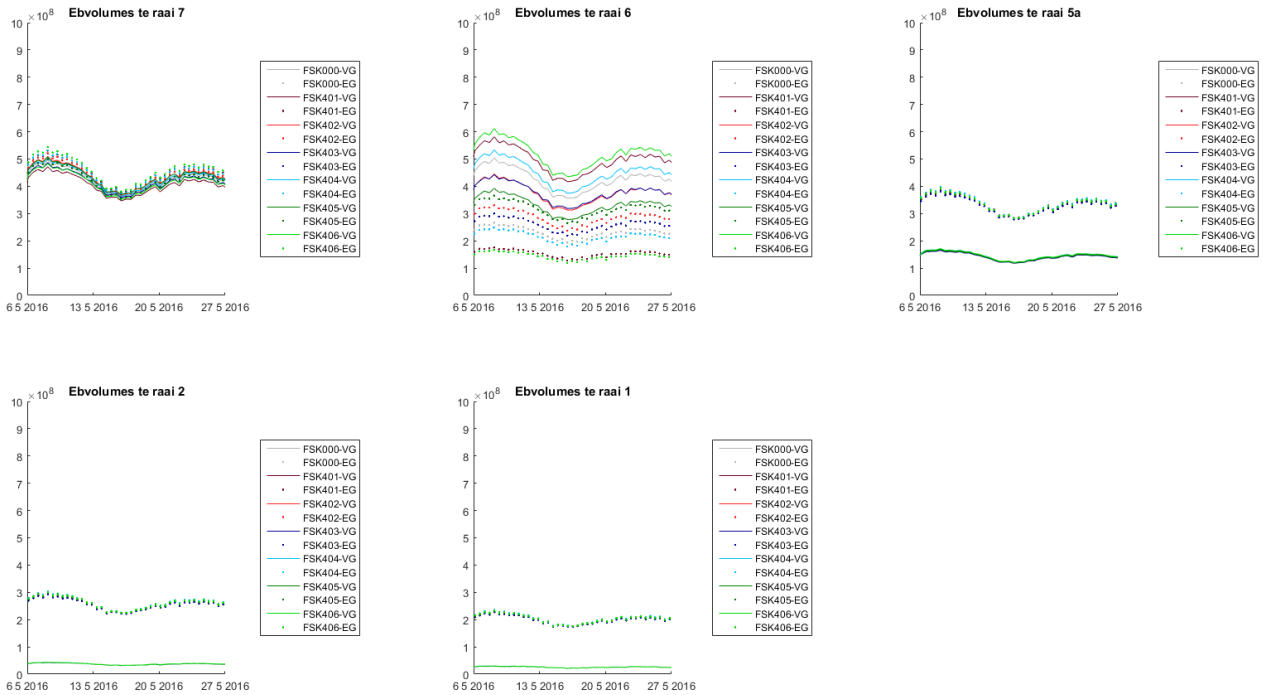
Figuur C 31 – Ebvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 1 – mei 2016



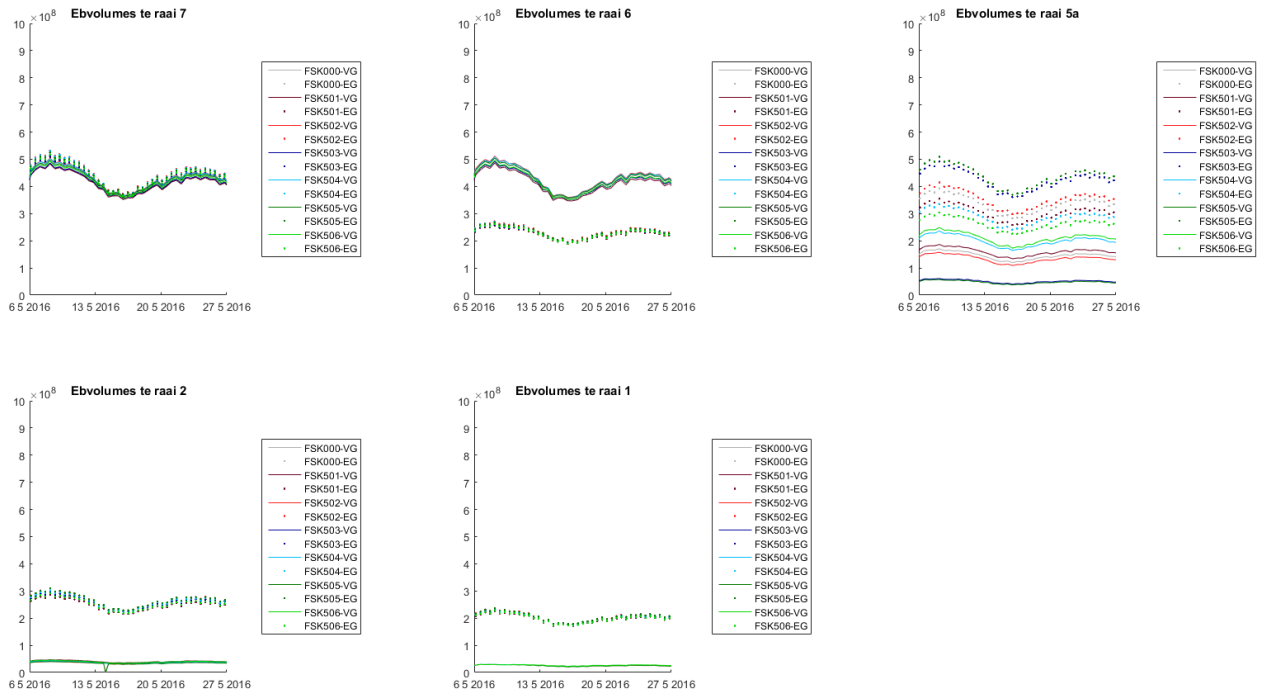
Figuur C 32 – Ebvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 3 – mei 2016



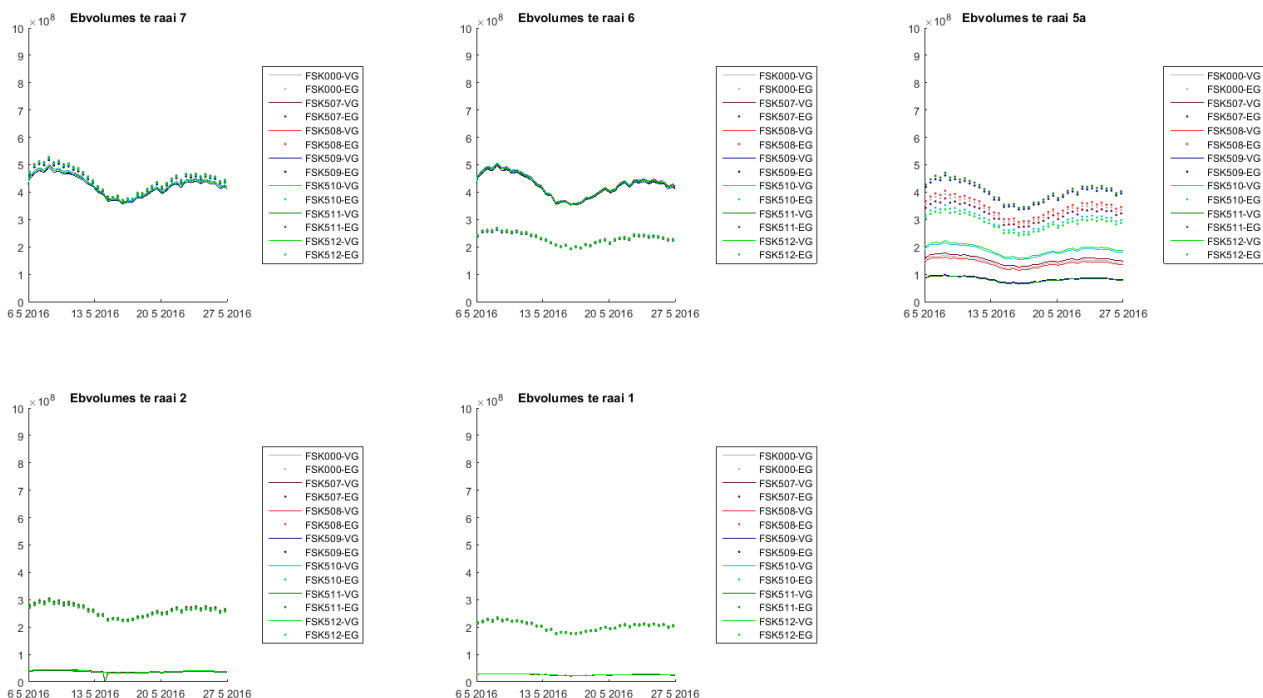
Figuur C 33 – Ebvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 4 – mei 2016



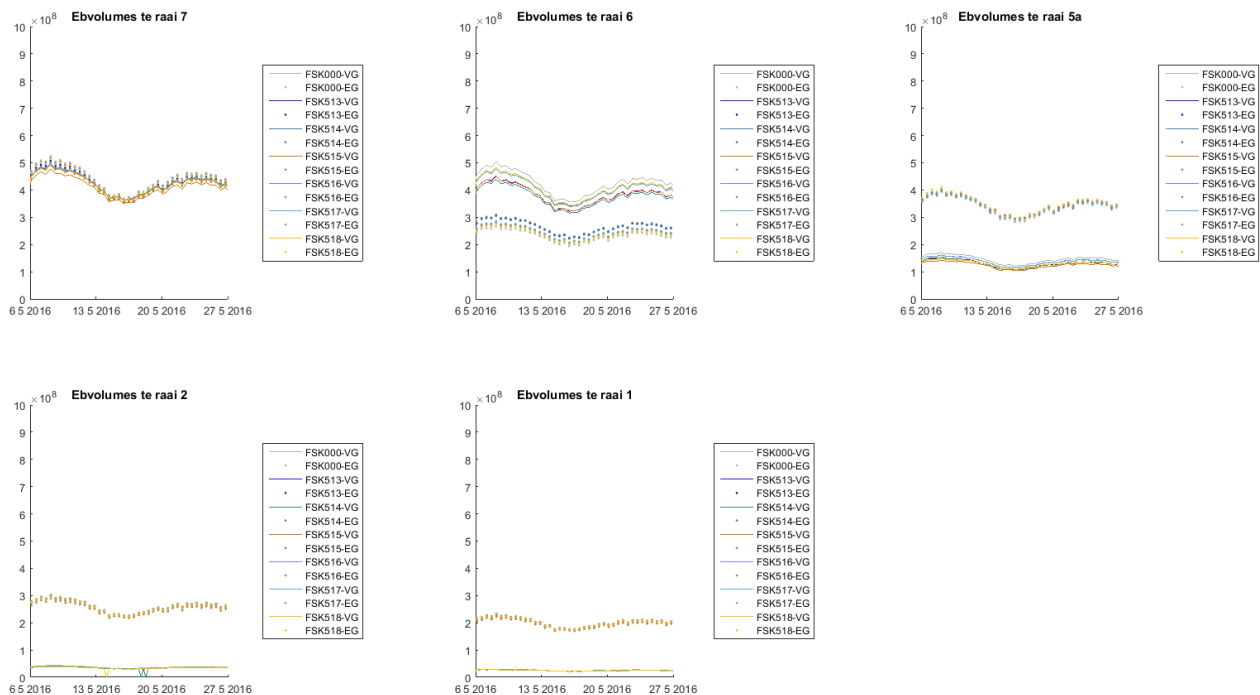
Figuur C 34 – Ebvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 5 met $50 \cdot 10^6$ m³ – mei 2016



Figuur C 35 – Ebvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 5 met 25.10⁶ m³ – mei 2016

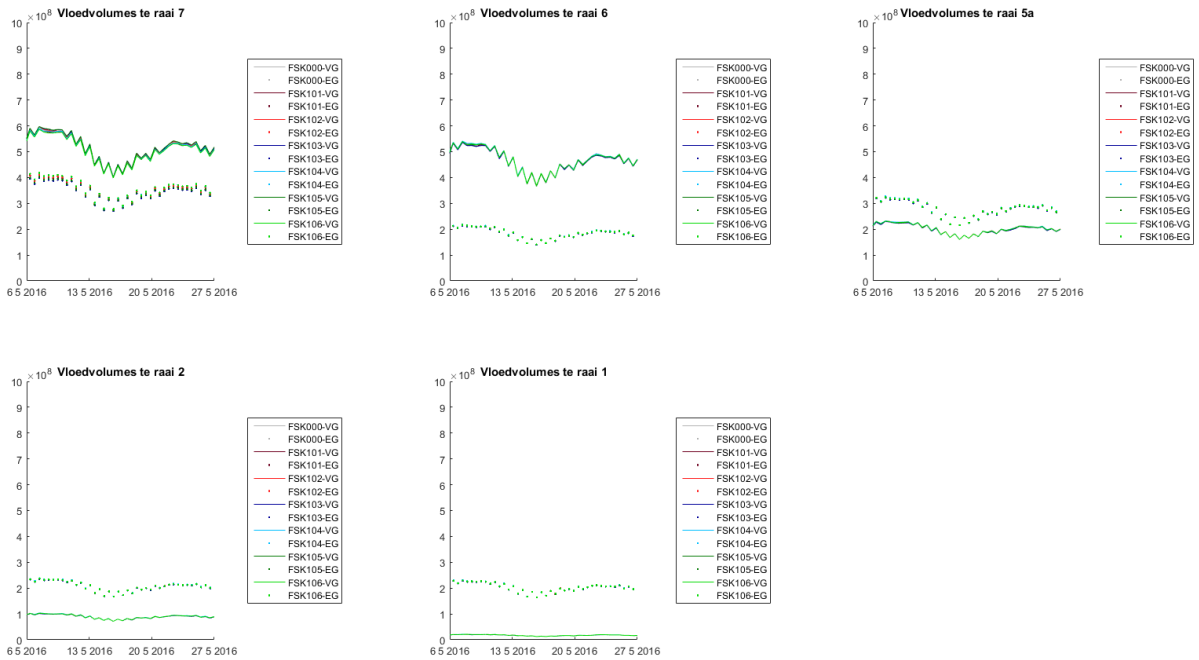


Figuur C 36 – Ebvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – vervolgsenario 's – mei 2016

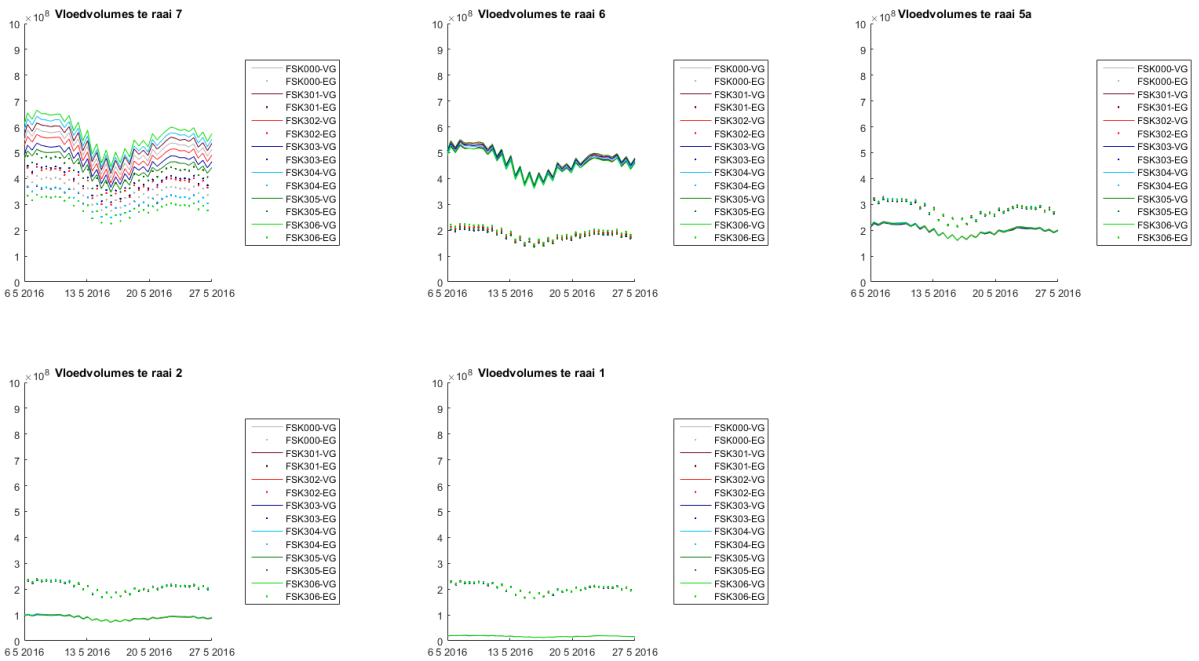


Vloedvolumes – mei 2016

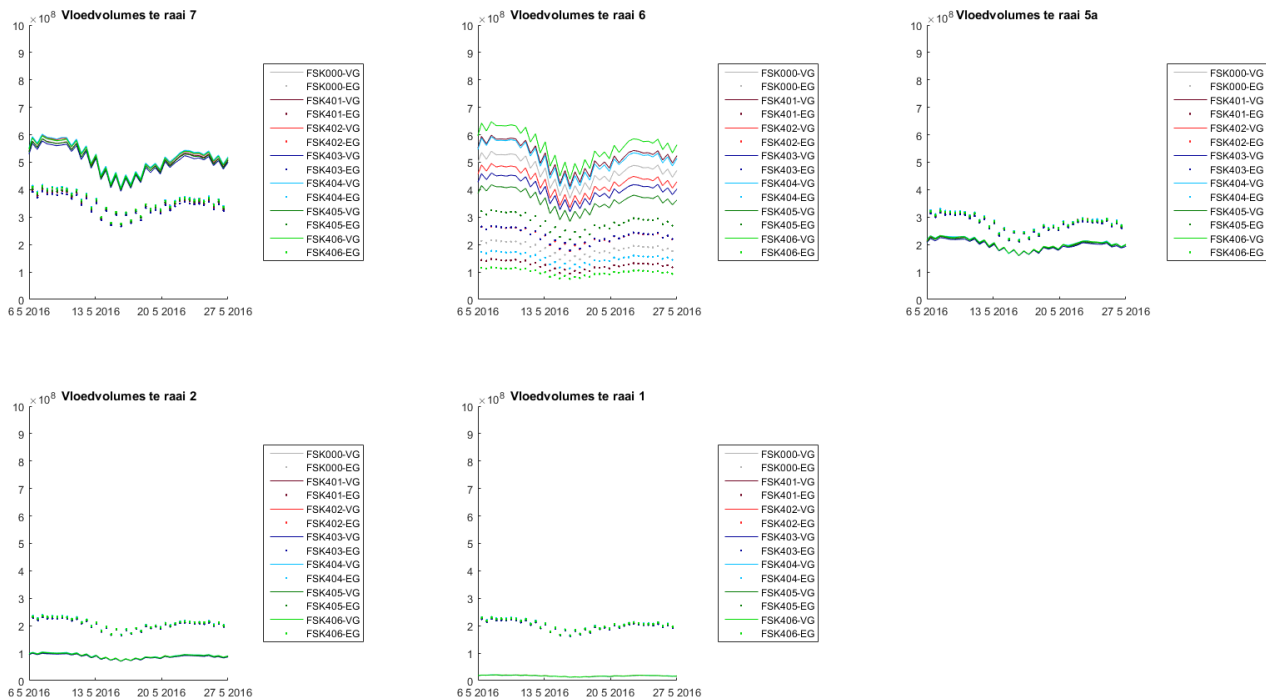
Figuur C 37 – Vloedvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 1 – mei 2016



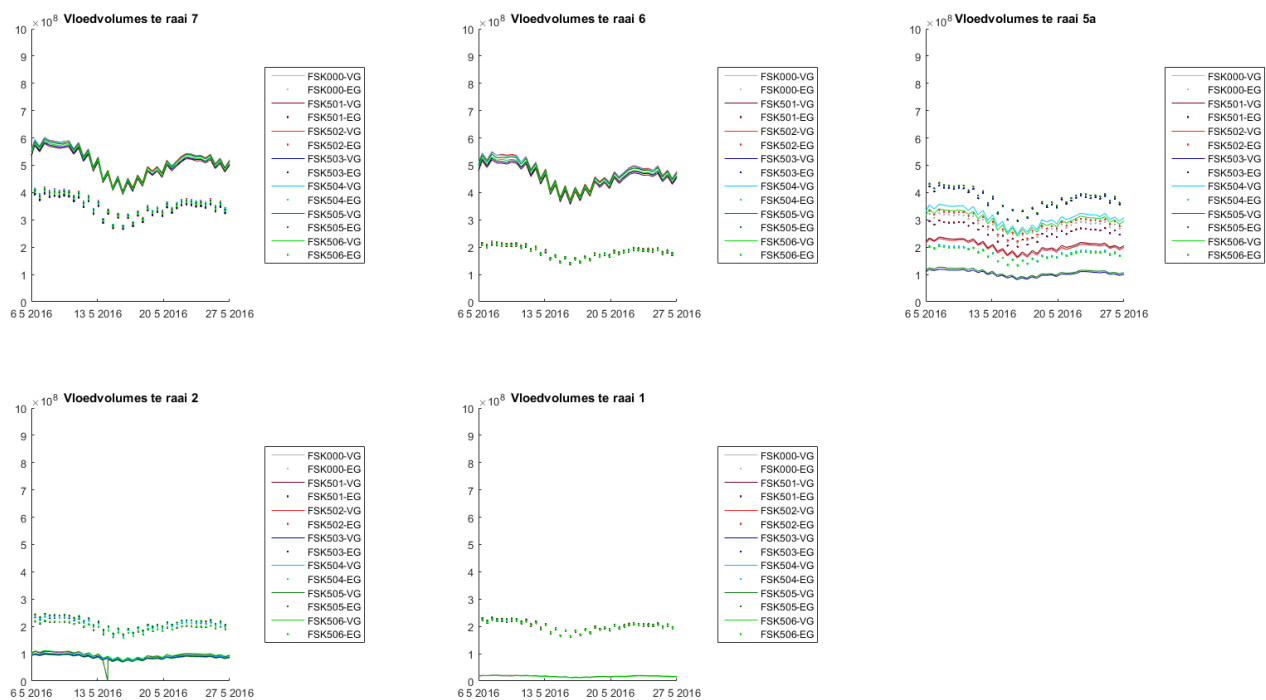
Figuur C 38 – Vloedvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 3 – mei 2016



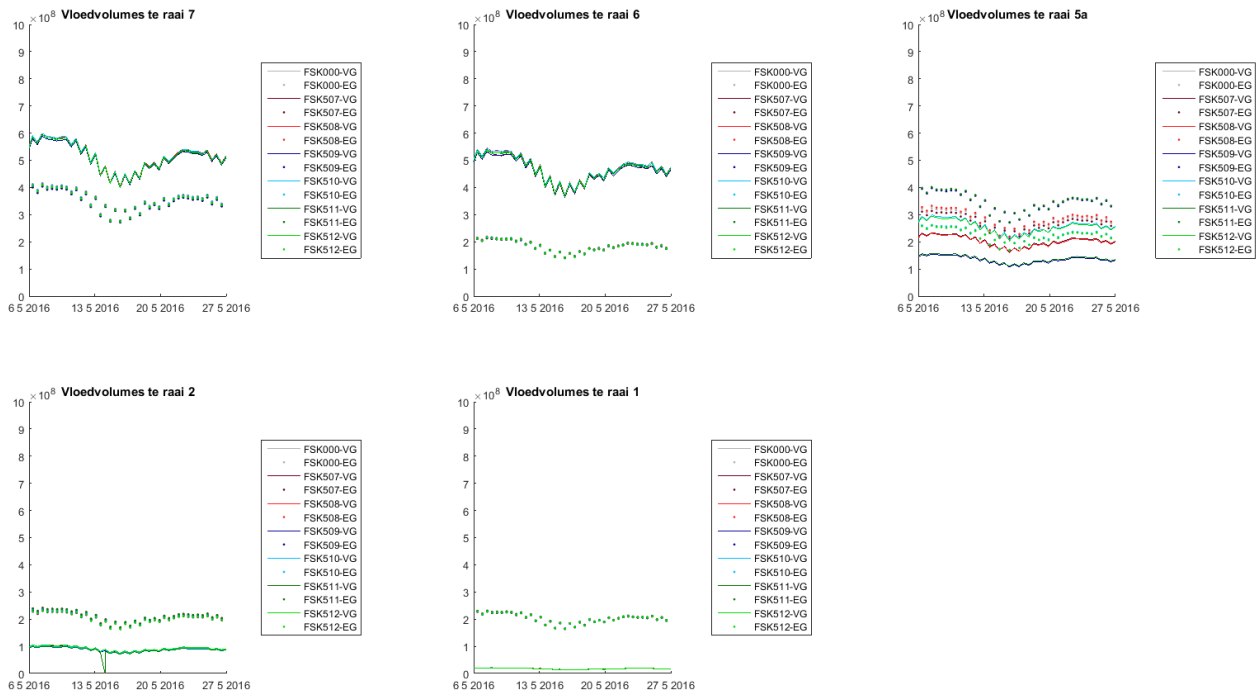
Figuur C 39 – Vloedvolumes in eb- enloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 4 – mei 2016



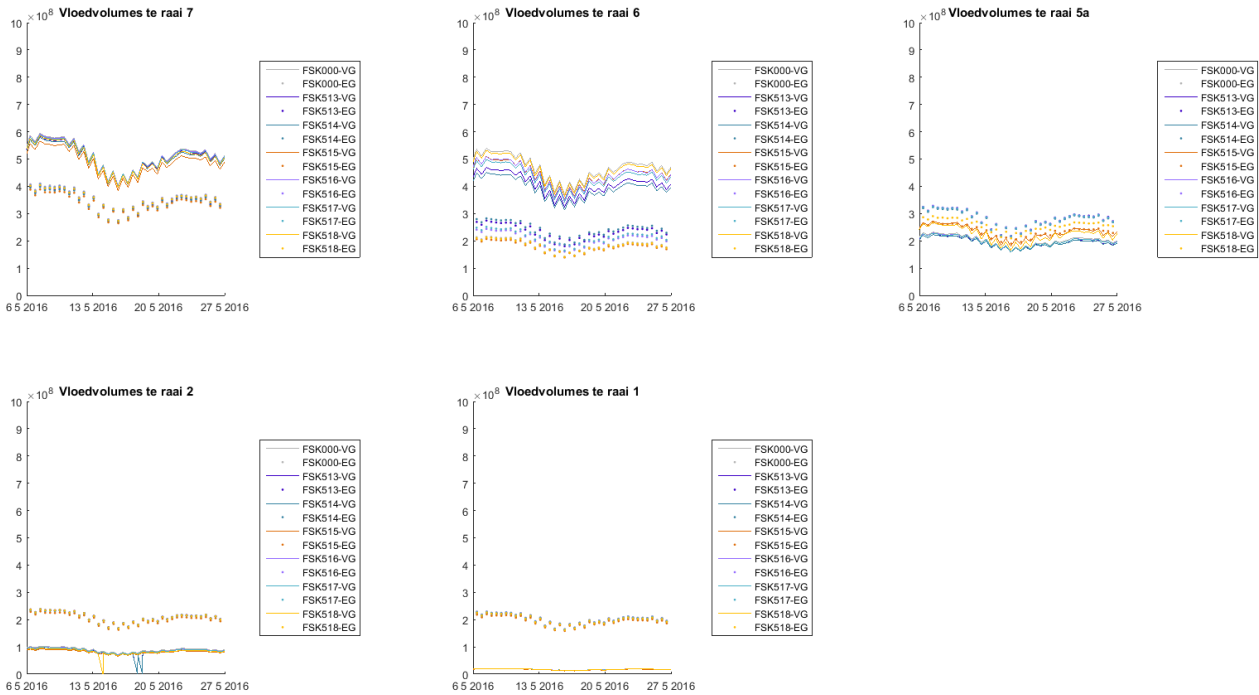
Figuur C 40 – Vloedvolumes in eb- enloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 5 met $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – mei 2016



Figuur C 41 – Vloedvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – scenario 's in macrocel 5 met $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ – mei 2016

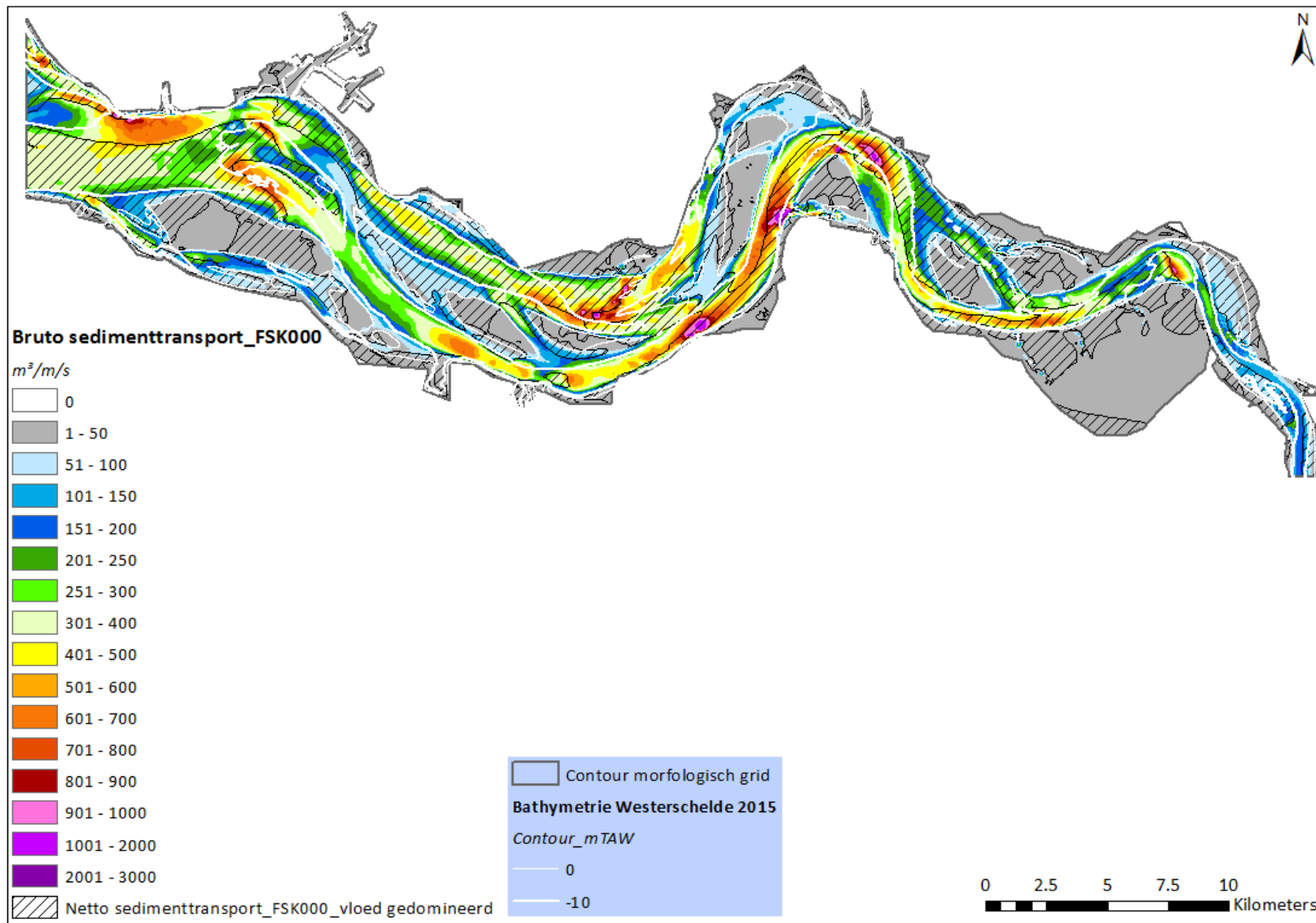


Figuur C 42 – Vloedvolumes in eb- en vloedgeul thv meetraaien – vervolgsenario 's – mei 2016

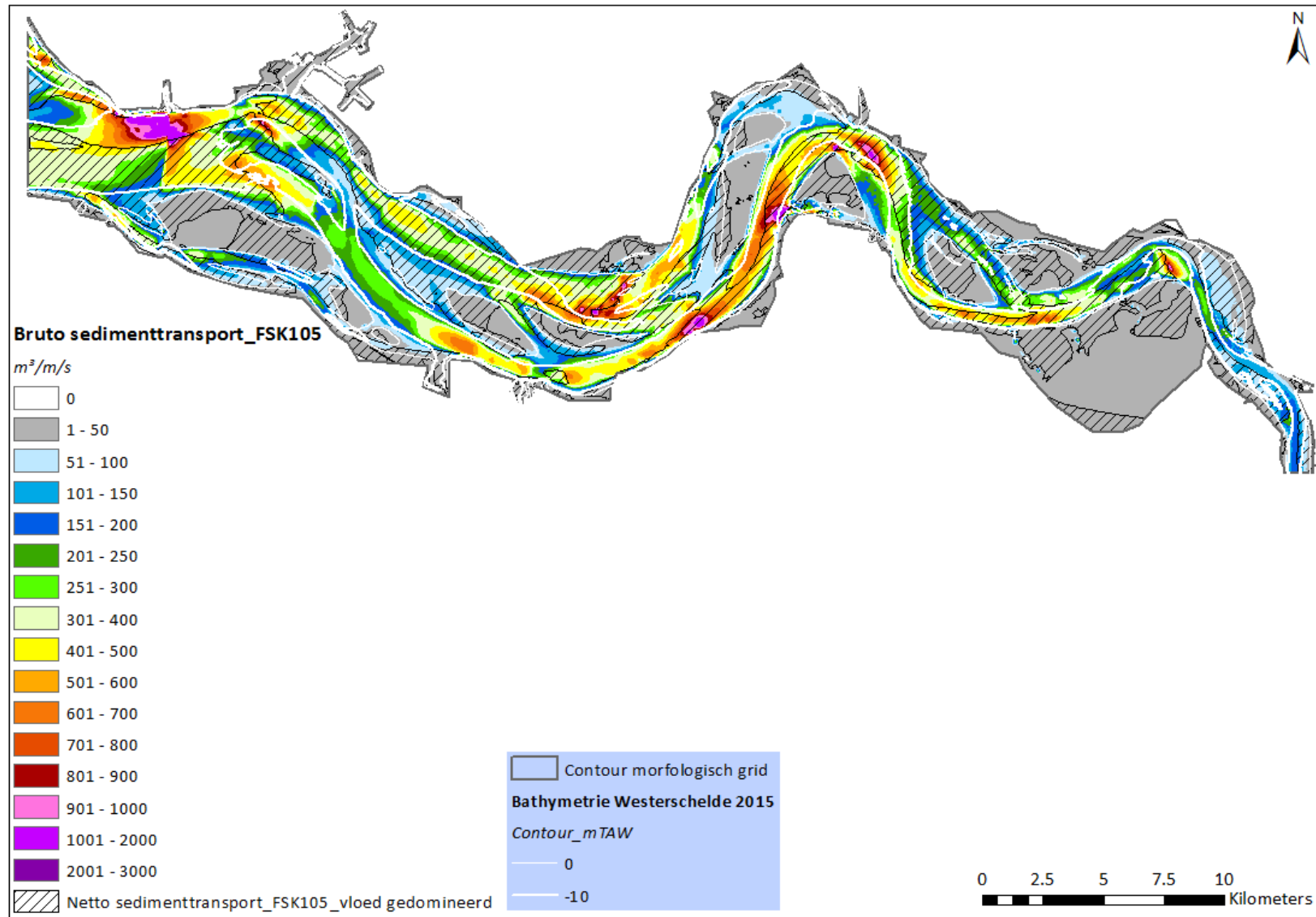


BIJLAGE D - Kaarten sedimenttransport

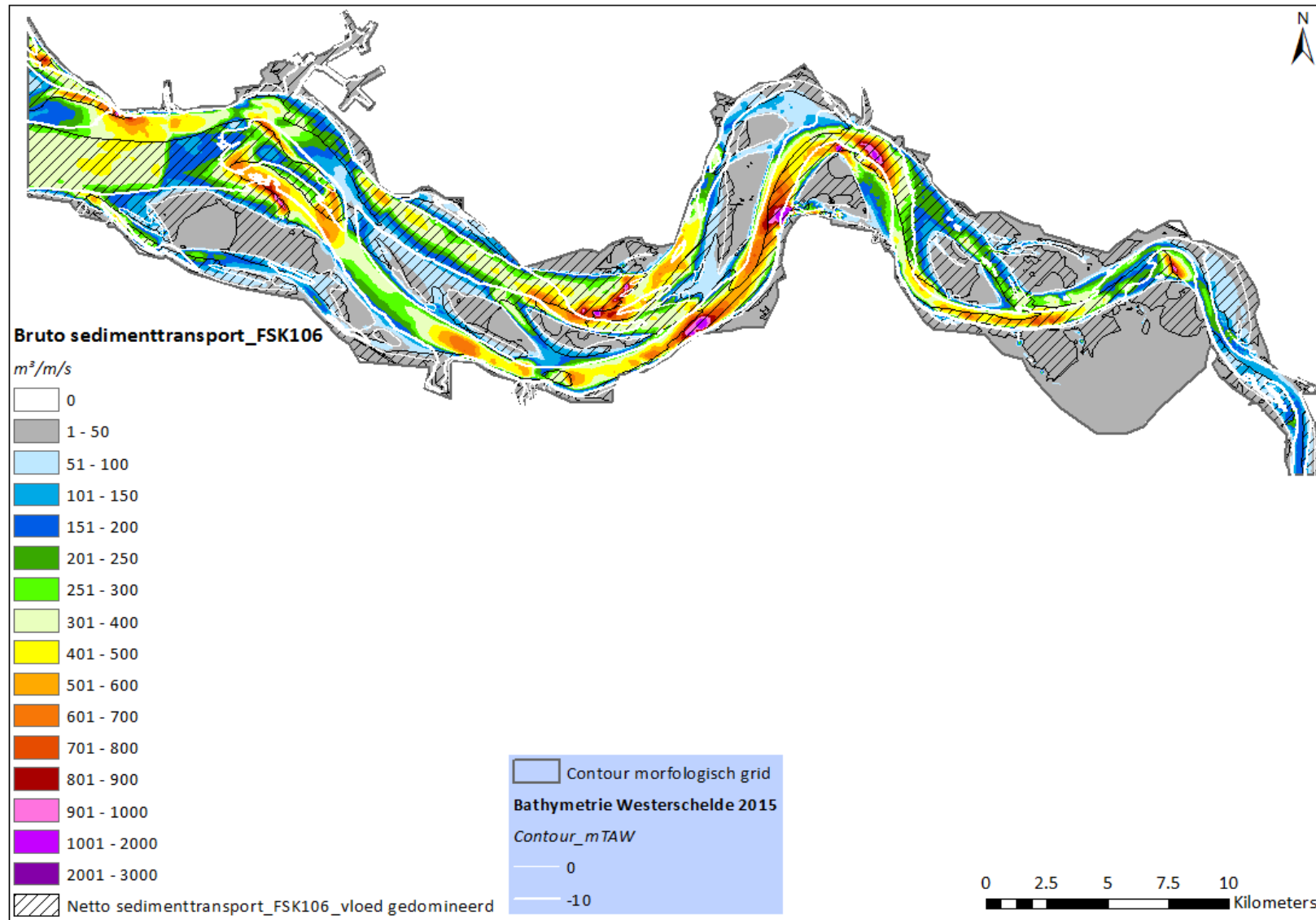
Figuur D 1 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde – referentiescenario FSK000



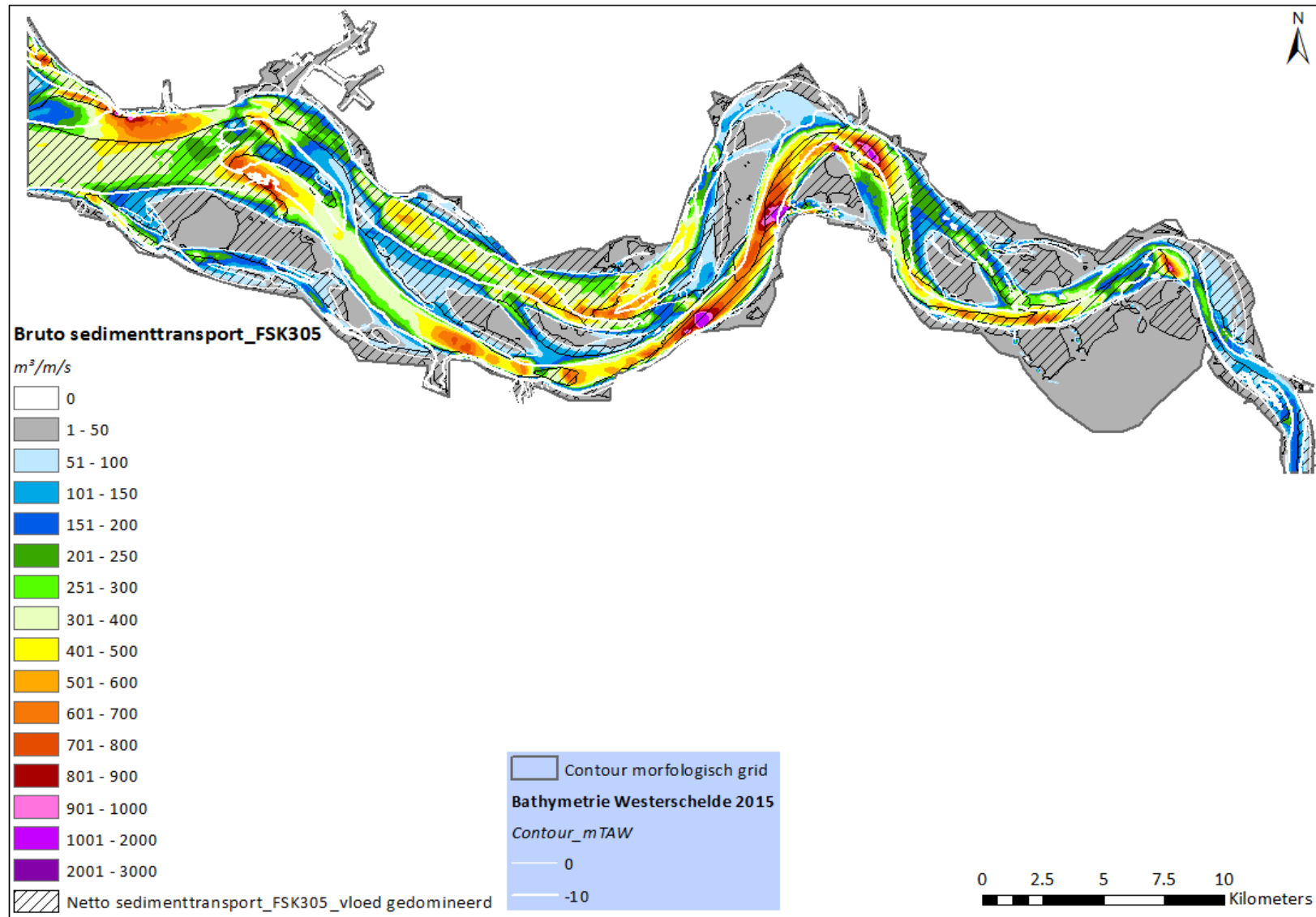
Figuur D 2 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK105



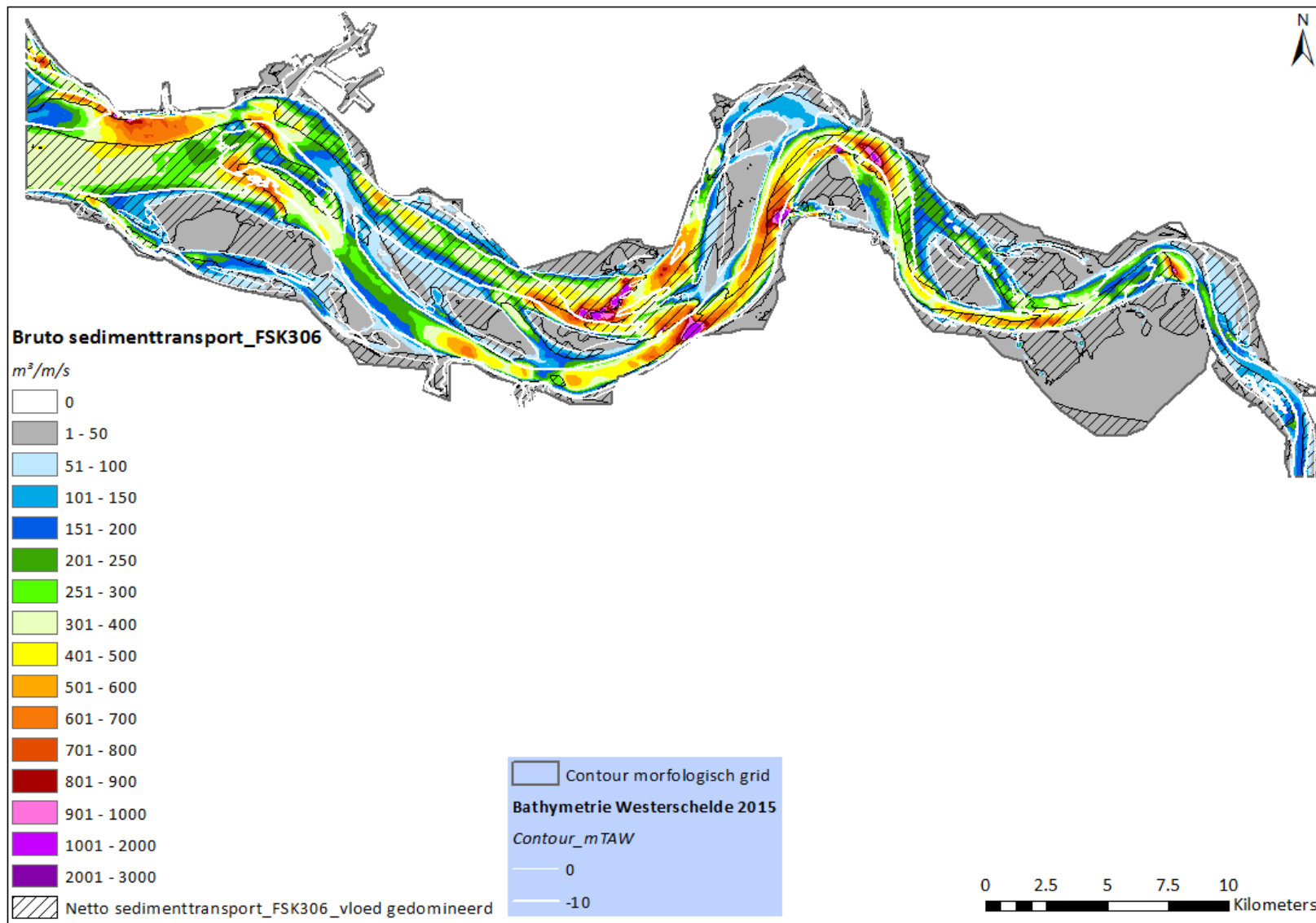
Figuur D 3 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK106



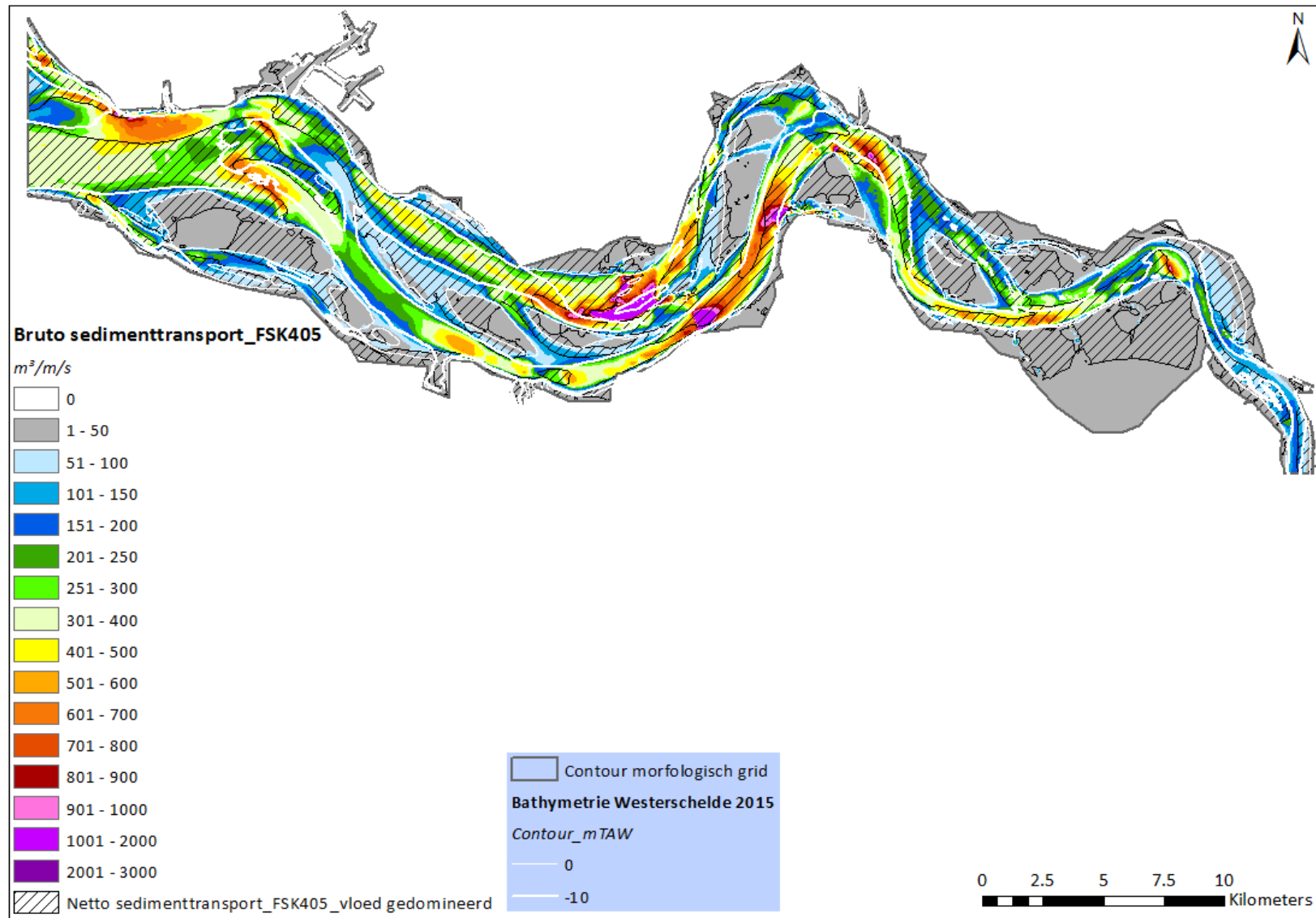
Figuur D 4 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK305



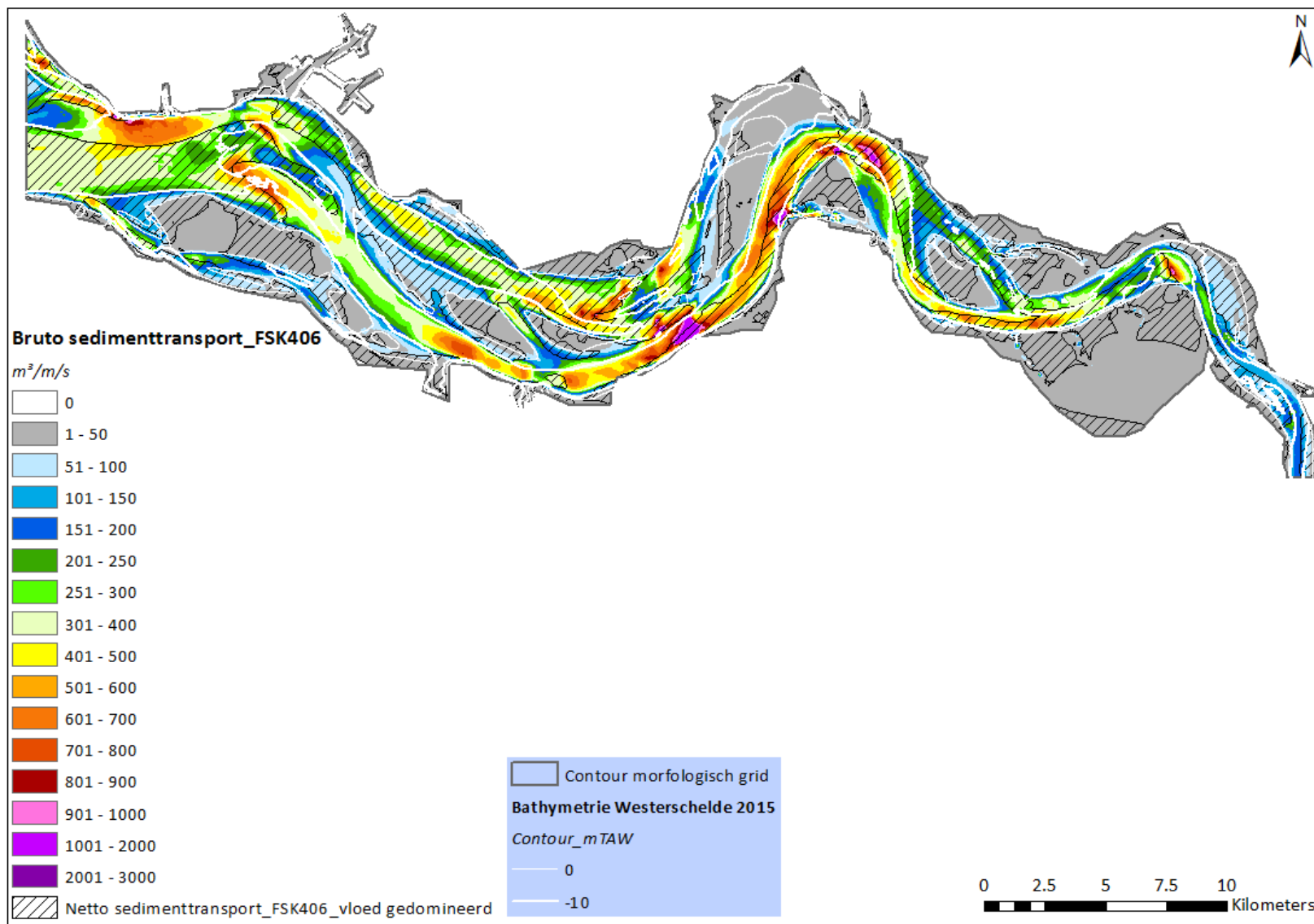
Figuur D 5 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK306



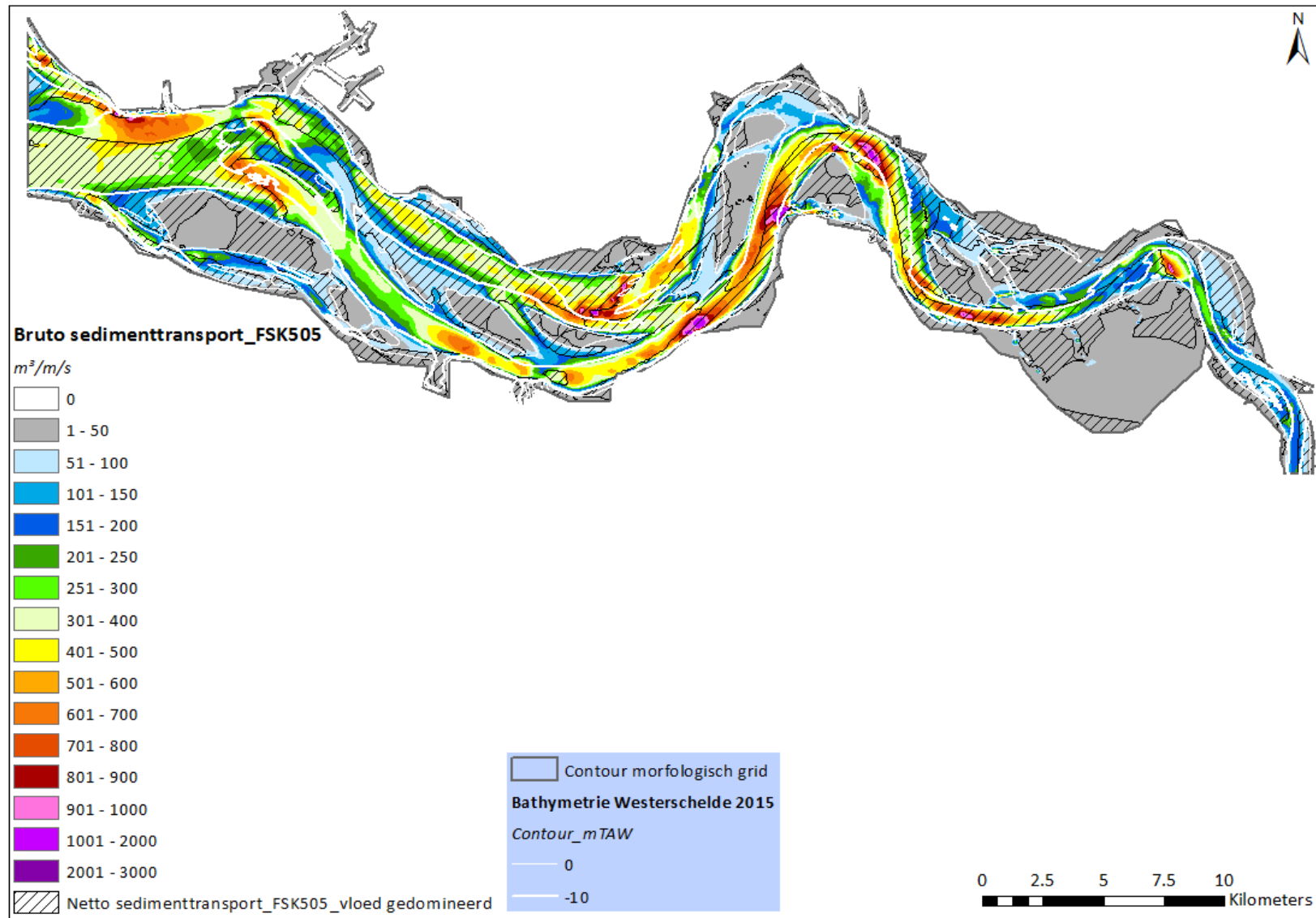
Figuur D 6 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK405



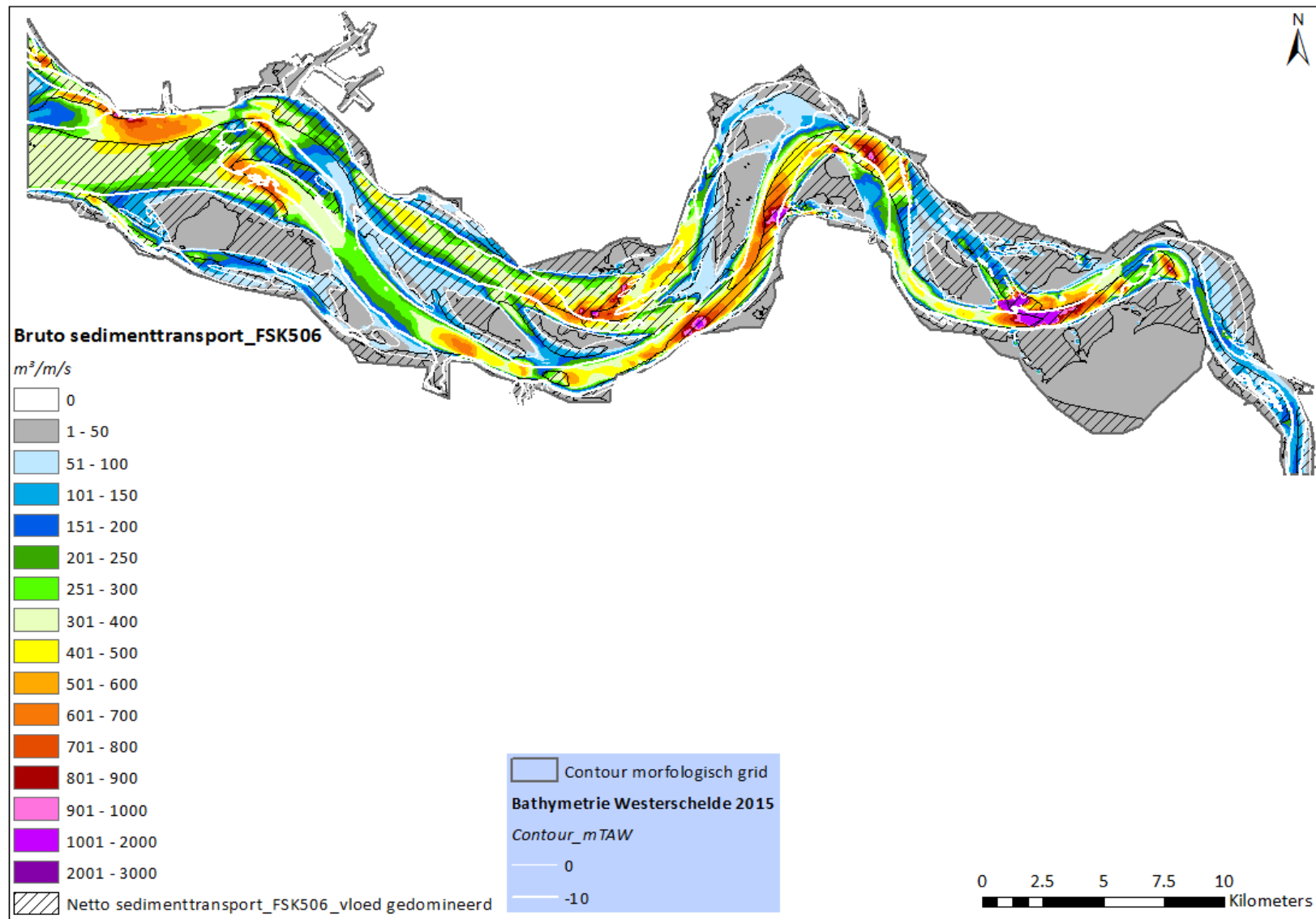
Figuur D 7 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK406



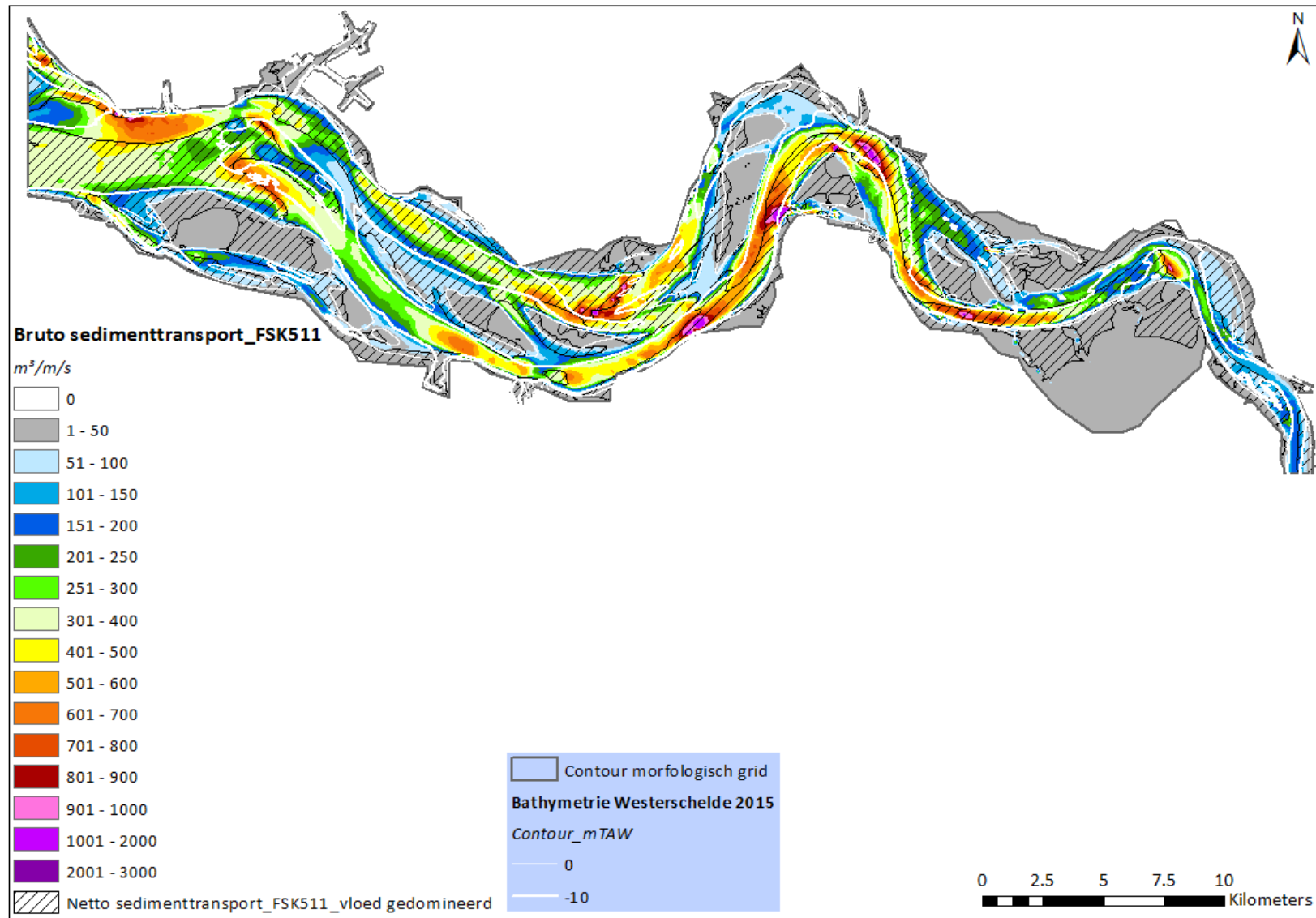
Figuur D 8 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK505



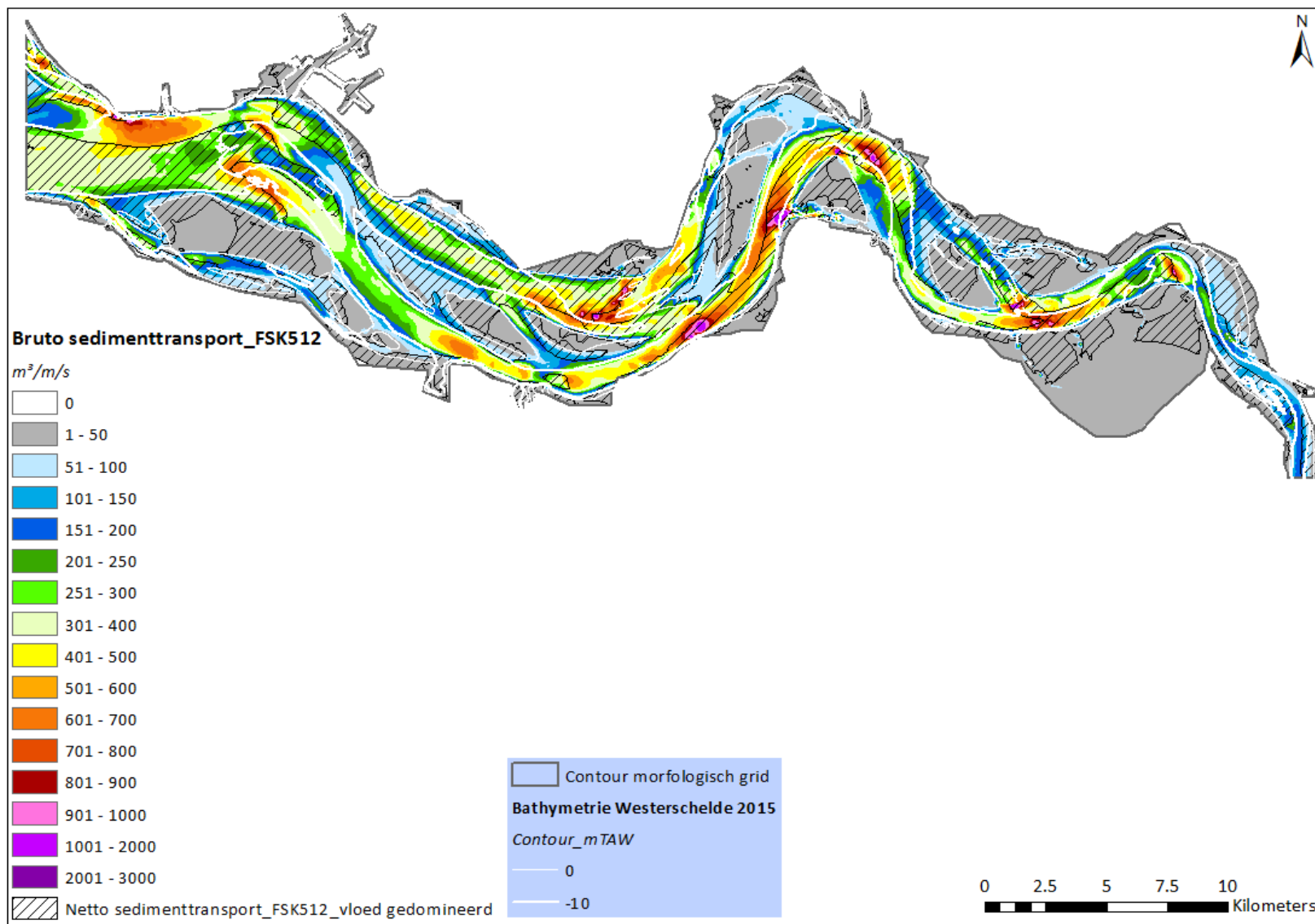
Figuur D 9 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK506



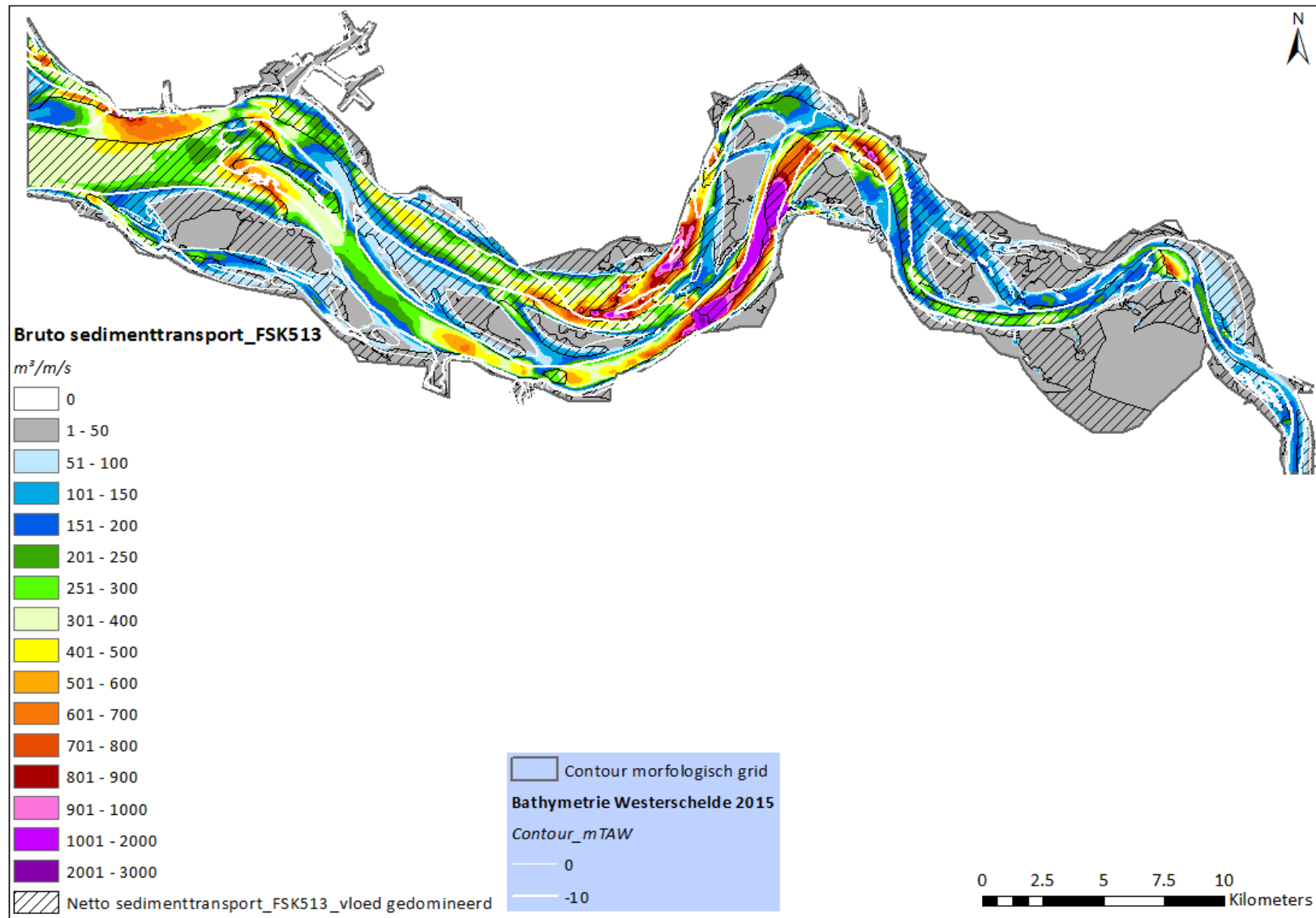
Figuur D 10 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK511



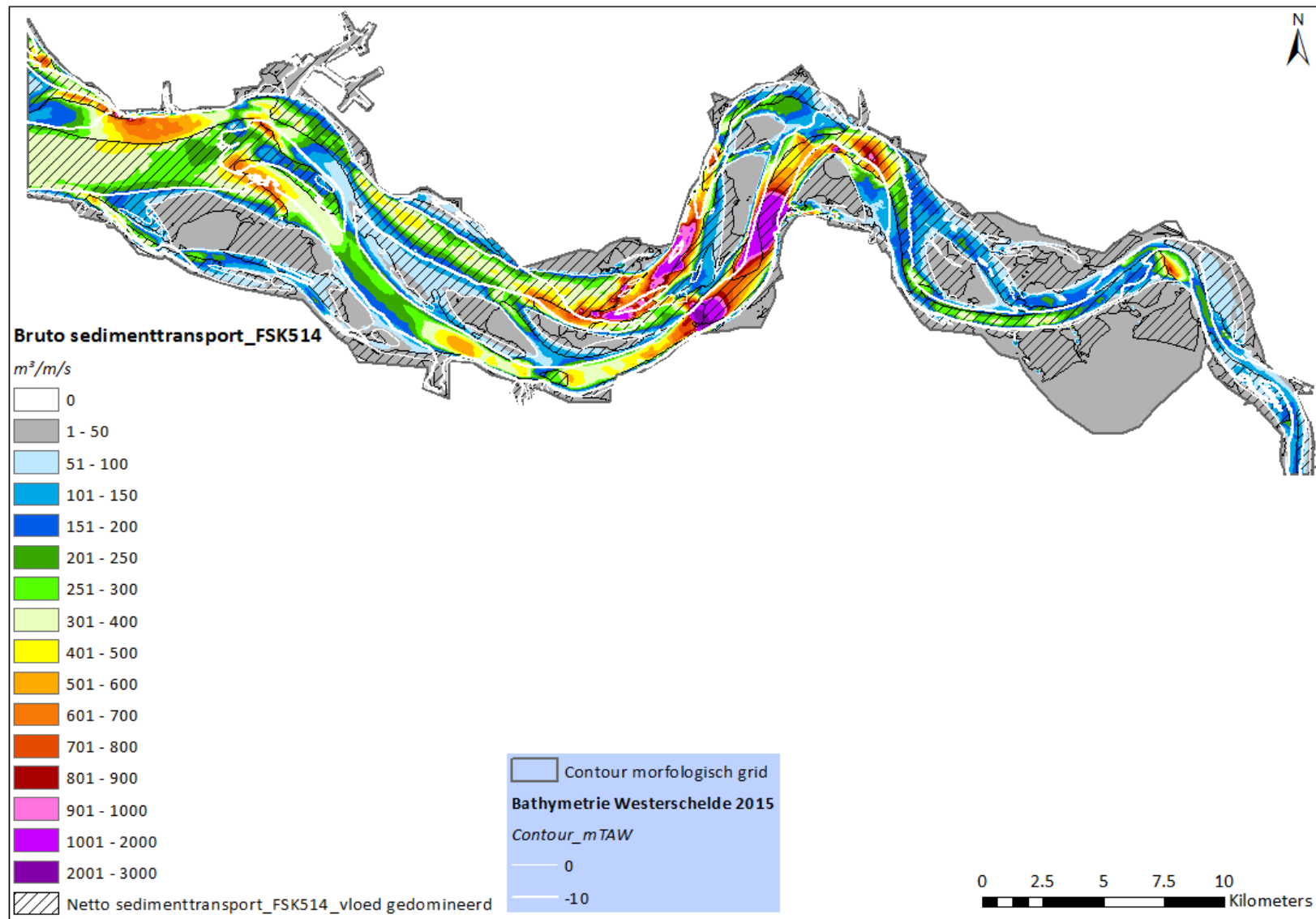
Figuur D 11 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK512



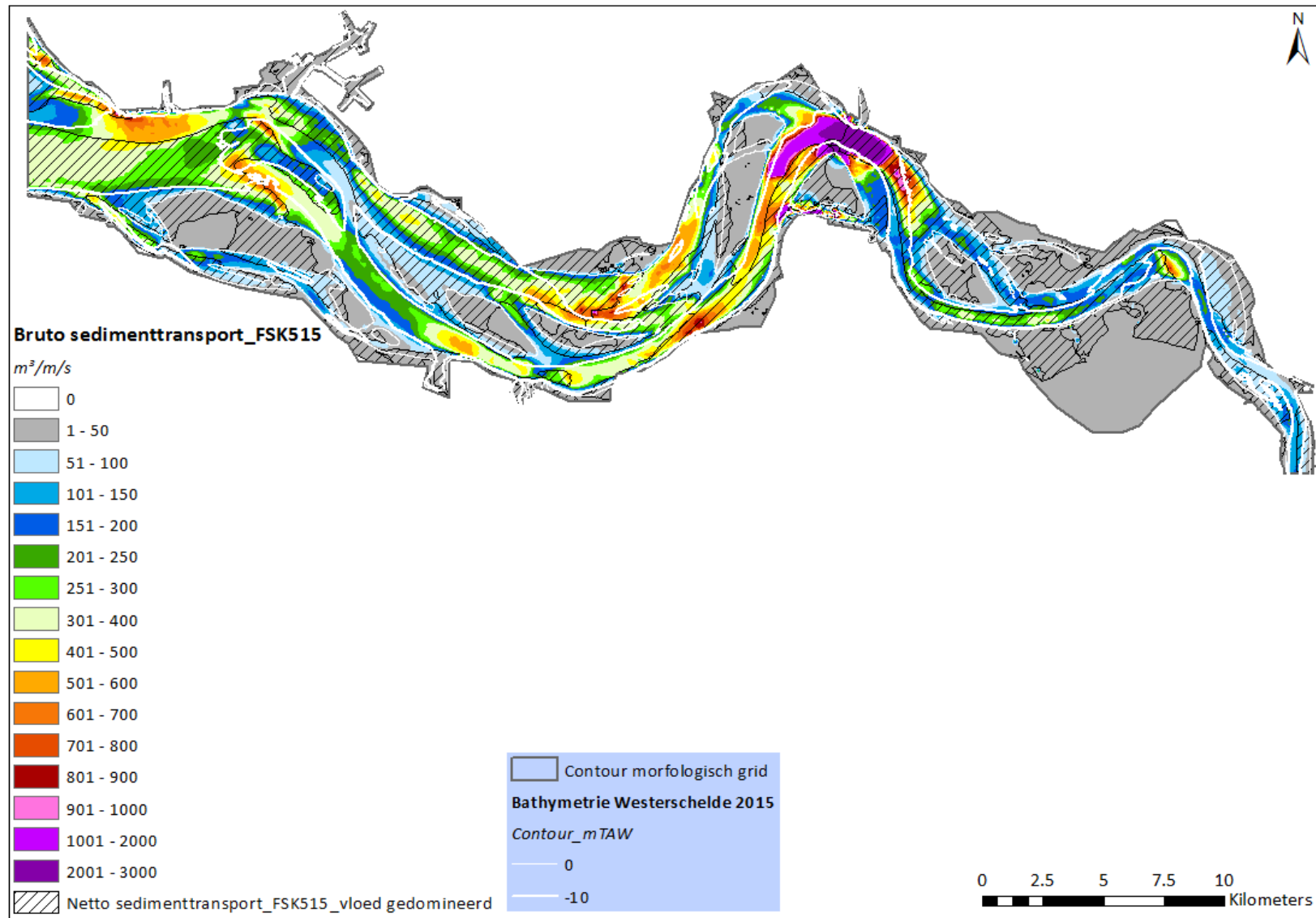
Figuur D 12 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK513



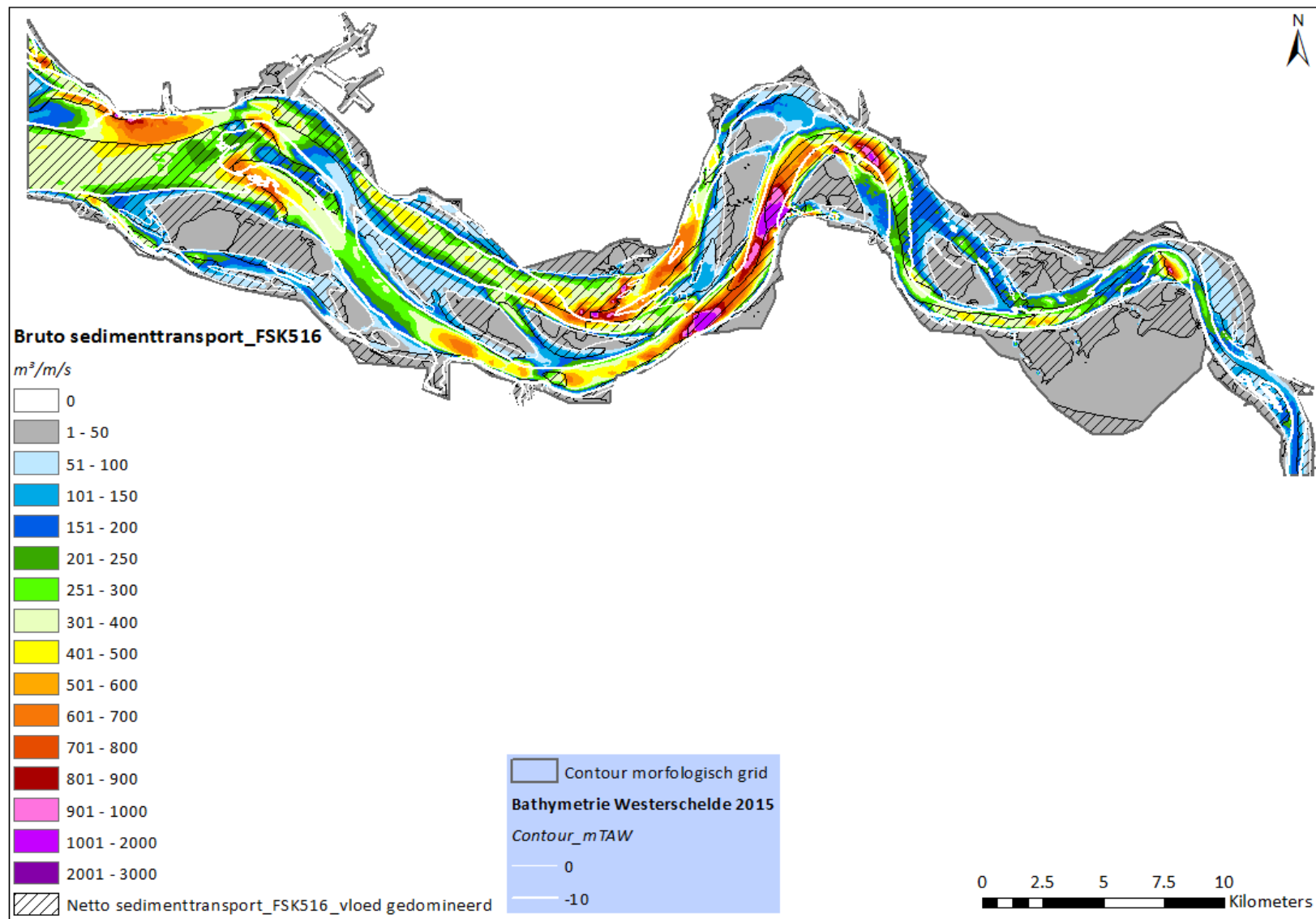
Figuur D 13 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK514



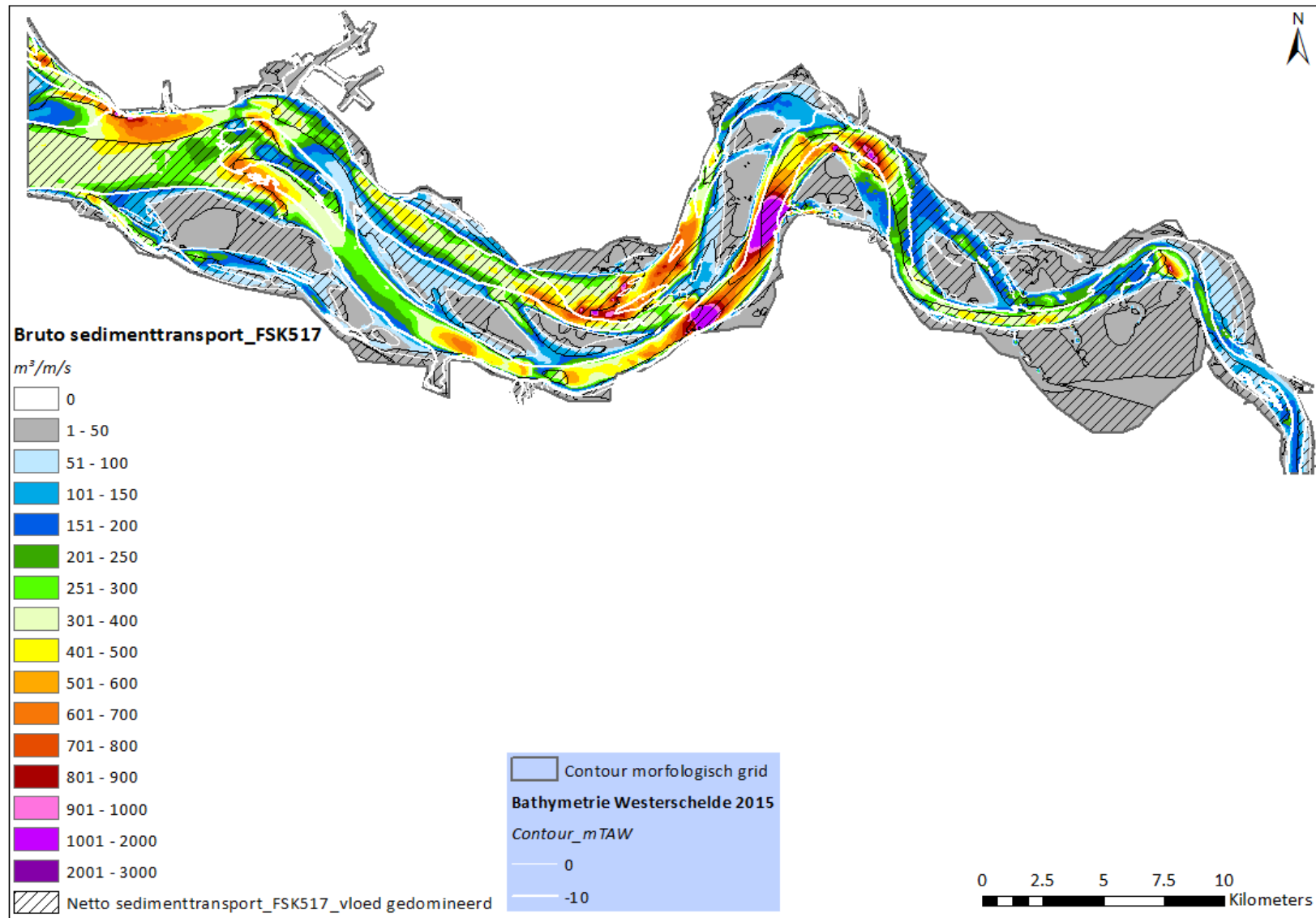
Figuur D 14 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK515



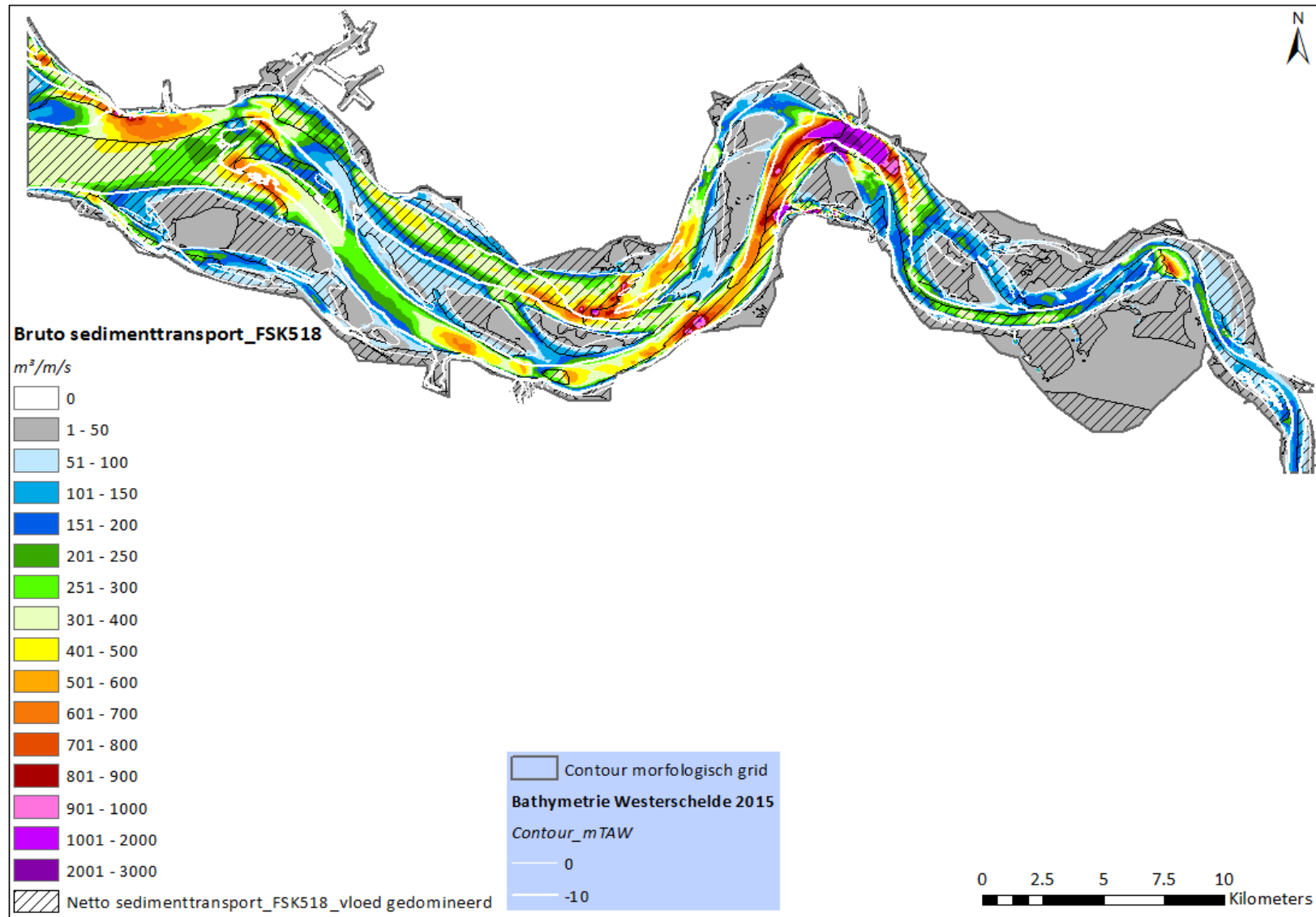
Figuur D 15 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK516



Figuur D 16 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK517



Figuur D 17 – Bruto en netto sedimenttransport in de Westerschelde –scenario FSK518



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