



Vlaanderen
is wetenschap

00_031_25
WL rapporten

Overleg Flexibel Storten

Deelrapport 25
Sedimentbalans ter hoogte van de Hooge Platen

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Overleg Flexibel Storten

Deelrapport 25 – Sedimentbalans ter hoogte van de Hooge Platen

Goossens, M.; Van Holland, G.; Plancke, Y.; 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/2019/3241/121

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Goossens, M.; Van Holland, G.; Plancke, Y.; Mostaert, F. (2019). Overleg Flexibel Storten: Deelrapport 25 – Sedimentbalans ter hoogte van de Hooge Platen. Versie 3.0. WL Rapporten, 00_031_25. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.



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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Overleg Flexibel Storten	Ref.:	WL2019R00_031_25
Keywords (3-5):	Zandbalans, storten, Schelde-estuarium		
Tekst (p.):	24	Bijlagen (p.):	61
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s):	Goossens, M.
------------	--------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Van Holland, G.	Gijsbert van Holland (Signature)  Digitally signed by Gijsbert van Holland (Signature) Date: 2019.10.07 11:28:04 +02'00'
Projectleider:	Plancke, Y.	 <small>Gelekd door: Yves Plancke (Signature) Gelekd op: 2019-10-22 15:56:37 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small>

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	 <small>Gelekd door: Frank Mostaert (Signature) Gelekd op: 2019-10-08 12:22:59 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small>
-----------------	--------------	--



Abstract

In het kader van de onderhoudsbaggerwerken van de vaargeul in de Westerschelde wordt het sediment teruggestort deels in de hoofdgeulen, deels in de nevengeulen en deels langs een aantal plaatranden. Bij de opvolging van deze stortstrategie worden jaarlijks een aantal kwaliteitsparameters getoetst. In macrocel 1 werd er bezorgdheid geuit rond de mogelijke invloed van de plaatrandstortingen op de ophoging van de Hooge Platen.

Om deze bezorgdheden te onderzoeken, wordt in dit rapport een analyse uitgevoerd van de zandbalans ter hoogte van de stortzone Hooge Platen West. Algemeen verloopt het berekend sedimenttransport over de plaatrand in de richting van de vloedstroming, enkel nabij de grens met het Vaarwater langs Hoofdplaat domineert ebgericht transport. Op de plaatrandstortzone worden regelmatig stortingen uitgevoerd op het westelijke, diepe deel van de plaatpunt. Dit heeft steeds een verhoogde sedimentflux ter hoogte van de stortingen tot gevolg. Een deel van het gestort volume wordt meegenomen door de vloedstroom in opwaartse richting, en dit zowel in het jaar van de stortingen zelf als in de jaren erna. Opwaarts van de stortingen komt vaak een daling van de sedimentflux voor, een deel van het sediment dat meegenomen werd ter hoogte van de stortingen wordt verder opwaarts afgezet. In verschillende gevallen geven de variaties in sedimentflux aan dat het sediment het jaar nadien opnieuw erodeert en verder opwaarts wordt afgezet of uit de plaatrandstortzone verdwijnt. Ook is regelmatig een laterale invloed van de stortingen op te merken, waarbij het sediment dat in een rekenrij wordt gestort ook invloed heeft op de sedimentflux ten noorden en ten zuiden ervan. De wisselwerking tussen de sedimentflux en de bathymetrie is evident. Wanneer de netto sedimentflux afneemt komt sedimentatie voor en neemt de bathymetrische diepte af. Voor het noordelijke deel van plaatrand is de vereenvoudiging van de transportrichting een goede benadering van de werkelijkheid. Voor het zuidelijke deel van de plaatrandstortzone is de gemaakte vereenvoudiging minder waarheidsgetrouw. In sommige zones en tijdens sommige periodes is een laterale invloed in vooral zuidelijke richting op te merken, maar een tweedimensionale benadering zou hier beter zijn.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	IV
Lijst van de tabellen.....	V
Lijst van de figuren	VI
1 Inleiding	1
1.1 Situering.....	1
1.2 Doel.....	2
2 Methodologie	5
2.1 Berekening van de zandbalansen	5
2.2 Definiëren van de randvoorwaarden	6
2.2.1 Methodologie	6
2.2.2 Resultaten.....	7
3 Data	9
3.1 Gebruikte peilingen	9
3.2 Gebruikte modelresultaten	10
4 Resultaten.....	11
4.1 Rekenrijen.....	11
4.2 Gebiedsdekkende resultaten.....	21
5 Conclusies	23
6 Referenties	24
7 Bijlagen	B25
7.1 Evolutie doorheen de tijd	B25
7.2 Vergelijking van de randvoorwaarden per tijdsstap	B30
7.2.1 Rij 12	B30
7.2.2 Rij 13	B34
7.2.3 Rij 14	B38
7.2.4 Rij 15	B42
7.2.5 Rij 16	B46
7.3 Aanvullende zandbalansen – gemiddelden.....	B50
7.4 Aanvullende zandbalansen – diverse randvoorwaarden	B68

Lijst van de tabellen

Tabel 1: Overzicht van de gebruikte data voor de zandbalansen	9
Tabel 2: Overzicht van de gebruikte modelruns	10

Lijst van de figuren

Figuur 1: Situering van plaatrandstortzone Hooge Platen West.....	2
Figuur 2: Tijdsverloop van het volume gestort materiaal en het cumulatieve verschilvolume uit de peilingen voor de complete stortzone voor Hooge Platen West. (IMDC, 2017)	3
Figuur 3: Plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de morfologische entiteiten (boven) en de punten waar de randvoorwaarde werd toegepast (onder).	4
Figuur 4: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 8/02/2012 en 13/02/2013 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.	8
Figuur 5: Sedimentbalans voor vergunningsjaar 1 (2010-2011) langs rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen in die periode	13
Figuur 6: Sedimentbalans voor de vergunningsjaar 2 (2011-2012) langs rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen in die periode	14
Figuur 7: Sedimentbalans voor de vergunningsjaar 3 (2012-2013) langs rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen in die periode	14
Figuur 8: Sedimentbalans voor de vergunningsjaar 4 (2013-2014) langs rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen in die periode	15
Figuur 9: Sedimentbalans voor de vergunningsjaar 5 (2014-2015) langs rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen in die periode	15
Figuur 10: Sedimentbalans voor vergunningsjaar 6 (2015-2016) langs rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen in die periode	16
Figuur 11: Evolutie van de sedimentbalans langs rij 12 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen.....	16
Figuur 12: Evolutie van de sedimentbalans langs rij 13 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen.....	17
Figuur 13: Evolutie van de sedimentbalans langs rij 14 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen.....	17
Figuur 14: Evolutie van de sedimentbalans langs rij 15 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen.....	18
Figuur 15: Evolutie van de sedimentbalans langs rij 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen.....	18
Figuur 16: Morfologische veranderingen tussen 2010 en 2016 langsheen rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West.....	19
Figuur 17: Erosie en sedimentatie tussen 2010 en 2016 langsheen rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West.....	20
Figuur 18: Gebiedsdekkende sedimentflux voor de jaren 2010 en 2011	21
Figuur 19: Gebiedsdekkende sedimentflux voor de jaren 2012 en 2013	22
Figuur 20: Gebiedsdekkende sedimentflux voor de jaren 2014 en 2015	22

Figuur 21: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 12.....	B25
Figuur 22: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 13.....	B26
Figuur 23: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 14.....	B27
Figuur 24: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 15.....	B28
Figuur 25: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 16.....	B29
Figuur 26: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 12 tussen 4/02/2010 en 16/02/2011 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B30
Figuur 27: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 12 tussen 16/02/2011 en 8/02/2012 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B31
Figuur 28: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 12 tussen 8/02/2012 en 13/02/2013 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B31
Figuur 29: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 12 tussen 13/02/2013 en 31/01/2014 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B32
Figuur 30: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 12 tussen 31/01/2014 en 4/02/2015 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B32
Figuur 31: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 12 tussen 4/02/2015 en 24/01/2016 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B33
Figuur 32: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 13 tussen 4/02/2010 en 16/02/2011 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B34
Figuur 33: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 13 tussen 16/02/2011 en 8/02/2012 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B35
Figuur 34: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 13 tussen 8/02/2012 en 13/02/2013 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B35
Figuur 35: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 13 tussen 13/02/2013 en 31/01/2014 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B36
Figuur 36: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 13 tussen 31/01/2014 en 4/02/2015 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B36
Figuur 37: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 13 tussen 4/02/2015 en 24/01/2016 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B37
Figuur 38: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 14 tussen 4/02/2010 en 16/02/2011 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B38
Figuur 39: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 14 tussen 16/02/2011 en 8/02/2012 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B39
Figuur 40: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 14 tussen 8/02/2012 en 13/02/2013 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B39
Figuur 41: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 14 tussen 13/02/2013 en 31/01/2014 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B40
Figuur 42: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 14 tussen 31/01/2014 en 4/02/2015 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B40
Figuur 43: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 14 tussen 4/02/2015 en 24/01/2016 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.....	B41

Figuur 44: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 15 tussen 4/02/2010 en 16/02/2011 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde. B42

Figuur 45: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 15 tussen 16/02/2011 en 8/02/2012 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde. B43

Figuur 46: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 15 tussen 8/02/2012 en 13/02/2013 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde. B43

Figuur 47: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 15 tussen 13/02/2013 en 31/01/2014 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde. B44

Figuur 48: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 15 tussen 31/01/2014 en 4/02/2015 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde. B44

Figuur 49: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 15 tussen 4/02/2015 en 24/01/2016 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde. B45

Figuur 50: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 4/02/2010 en 16/02/2011 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde. B46

Figuur 51: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 16/02/2011 en 8/02/2012 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde. B47

Figuur 52: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 8/02/2012 en 13/02/2013 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde. B47

Figuur 53: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 13/02/2013 en 31/01/2014 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde. B48

Figuur 54: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 31/01/2014 en 4/02/2015 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde. B48

Figuur 55: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 4/02/2015 en 24/01/2016 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde. B49

Figuur 56: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 3 B50

Figuur 57: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 4 B51

Figuur 58: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 5 B52

Figuur 59: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 6 B53

Figuur 60: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 7 B54

Figuur 61: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 8 B55

Figuur 62: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 9 B56

Figuur 63: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 10 B57

Figuur 64: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 11 B58

Figuur 65: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 17 B59

Figuur 66: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 18 B60

Figuur 67: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 19 B61

Figuur 68: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 20 B62

Figuur 69: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 21 B63

Figuur 70: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 22 B64

Figuur 71: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 23 B65

Figuur 72: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 24.....	B66
Figuur 73: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 25.....	B67
Figuur 74: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 3.....	B68
Figuur 75: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 4.....	B69
Figuur 76: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 5.....	B70
Figuur 77: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 6.....	B71
Figuur 78: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 7.....	B72
Figuur 79: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 8.....	B73
Figuur 80: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 9.....	B74
Figuur 81: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 10.....	B75
Figuur 82: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 11.....	B76
Figuur 83: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 17.....	B77
Figuur 84: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 18.....	B78
Figuur 85: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 19.....	B79
Figuur 86: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 20.....	B80
Figuur 87: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 21.....	B81
Figuur 88: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 22.....	B82
Figuur 89: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 23.....	B83
Figuur 90: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 24.....	B84
Figuur 91: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 25.....	B85

1 Inleiding

In het kader van de verruiming van de vaargeul in de Westerschelde en de Beneden-Zeeschelde werd een stortstrategie ontwikkeld waarbij de onderhoudsspecie deels in de hoofdgeulen, deels in de nevengeulen en deels langs een aantal plaatranden wordt teruggestort. Deze strategie werd ook na het aflopen van de vergunningstermijn van 5 jaar verdergezet in de vigerende vergunning. Een intensief monitoringprogramma “MONEOS-T” (Schrijver & Plancke, 2008) levert de benodigde informatie om de effecten van de stortstrategie te beoordelen. Dit gebeurt aan de hand van een aantal kwaliteitsparameters, die in het zgn. “Protocol voorwaarden flexibel storten – kwaliteitsparameters” (Rijkswaterstaat Zeeland *et al.*, 2008) zijn vastgelegd. Jaarlijks worden deze kwaliteitsparameters getoetst binnen het overleg Flexibel Storten. De stortstrategie kan (uit voorzorg) worden aangepast wanneer bepaalde criteria (dreigen) overschreden (te) worden.

Naar aanleiding van een aantal bezorgdheden rond de plaatrandstortingen, werd voorgesteld om naar analogie met Vandenbruwaene *et al.* (2012a) de sedimentdynamica in beeld te brengen aan de hand van een zandbalans. Voorliggend rapport gaat in op de berekening van deze zandbalans ter hoogte van de stortlocatie Hooge Platen West (HPW). In (Goossens *et al.*, s.d.) wordt een gelijkaardige analyse gemaakt voor de Plaat van Walsoorden.

1.1 Situering

De stortzone HPW betreft een vergunde plaatrandstortzone ter hoogte van de westelijke plaatrand van de Hooge Platen (Figuur 1). In het kader van de stortstrategie “flexibel storten” worden hier stortwerkzaamheden uitgevoerd met specie afkomstig van de aanleg tijdens en het onderhoud sinds de derde verruiming van de Westerschelde. De specie wordt steeds aangebracht op het meest westelijke, diepe deel van de plaatrandstortzone. De eerste stortingen vonden plaats in februari-mei 2010, tijdens de aanlegbaggerwerken in het kader van de verruiming van de vaargeul. Er werd ca. 1 953 000 m³ baggerspecie aangebracht op het westelijke deel van de plaatrandstortzone. Een tweede stortcampagne is uitgevoerd in mei-juli 2011. Ca. 580 000 m³ “niet-bezinkbare¹” specie afkomstig van de Drempel van Borssele werd geklept in het meest westelijke en diepe deel van de plaatpunt. In een derde campagne is ca. 128 000 m³ baggerspecie op het westelijke deel van de plaatrandstortzone aangebracht in juni 2013. Na de derde stortcampagne van juni 2013 werd er gedurende 2 jaar zeer weinig gestort. Sinds september 2015 worden opnieuw regelmatig stortingen uitgevoerd op het westelijke deel van de plaatrand. Een volledig verloop van de stortingen in de plaatrandstortzone wordt gegeven in Figuur 2. De stortingen per morfologische deelzone (Figuur 3) worden in meer detail beschreven in de kwartaalanalyses van de maandelijkse monitoringsrapporten (e.g. IMDC, 2017).

Sinds het begin van de stortingen is er vooral sedimentatie opgetreden op het centrale en zuidelijke deel van de stortzone, en ter hoogte van de aansluiting naar de plaatrandstortzone Hooge Platen Noord in de noordoostelijke punt van de stortzone. De sedimentatie in het centrale en zuidelijke deel is een direct gevolg van de opwaartse migratie van de stortingen die op het diepe deel van de plaatpunt werden uitgevoerd. Een deel van dit sediment is gemigreerd in zuidoostelijke richting waardoor verondieping is opgetreden op en rond het Plaatje van Breskens en in de zuidoostelijke punt van de stortzone. Het meest opvallende gevolg hiervan is dat het Plaatje van Breskens, en met name het gedeelte boven 0 m NAP, sterk in omvang is toegenomen, en een sikkelvorm heeft aangenomen. De oostelijke arm van het Plaatje van Breskens verplaatst zich, samen met het nabijgelegen geultje, verder in oostelijke richting.

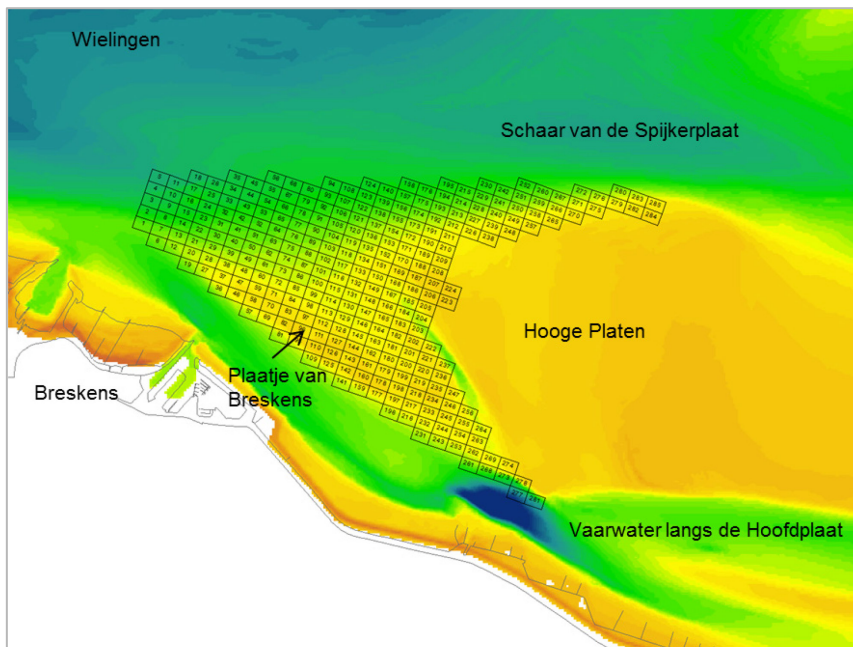
¹ Volgens de beschrijving in baggeropdrachten, echter werd deze specie na de stortingen wel teruggevonden op de plaatrand (IMDC, 2011).

Gelijktijdig ontwikkelt de vloodschaar, die zich tussen de twee armen van het Plaatje van Breskens heeft gevormd, zich verder. De geometrie van het geheel evolueert naar een patroon met een elkaar ontwijkende vloed- en ebschaar.

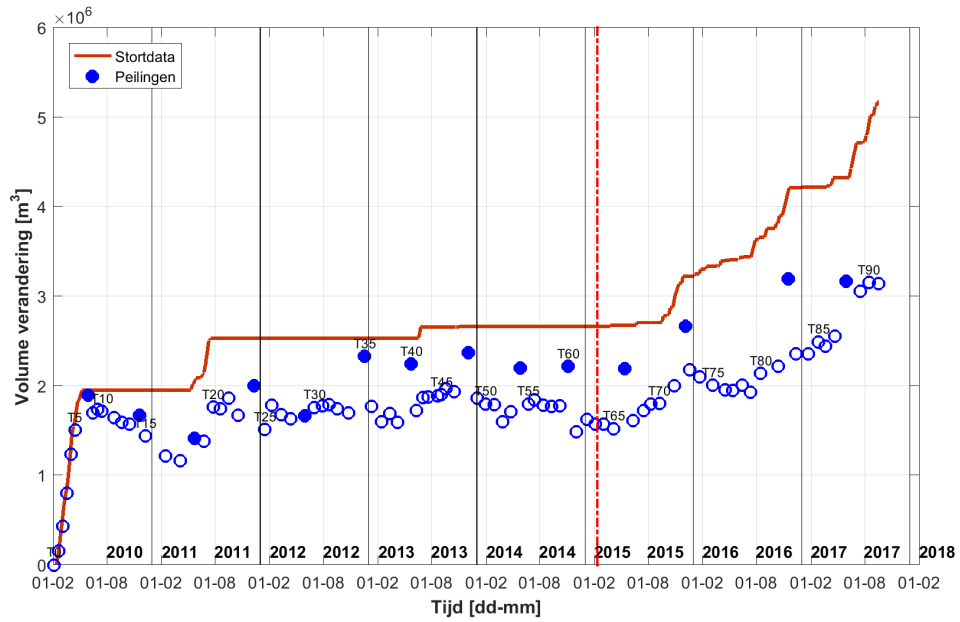
1.2 Doel

Om het gedrag en transport van eventuele bijkomende stortingen beter te kunnen inschatten, wordt in voorliggend rapport het sedimenttransport geanalyseerd op basis van een zandbalans ter hoogte van de plaatrandstortzone. In voorliggend rapport wordt enerzijds gekeken naar de verschillende methodes voor het bepalen van de benodigde randvoorwaarde en anderzijds naar de berekende sedimentflux ter hoogte van een aantal doorsnedes in de plaatrandstortzone.

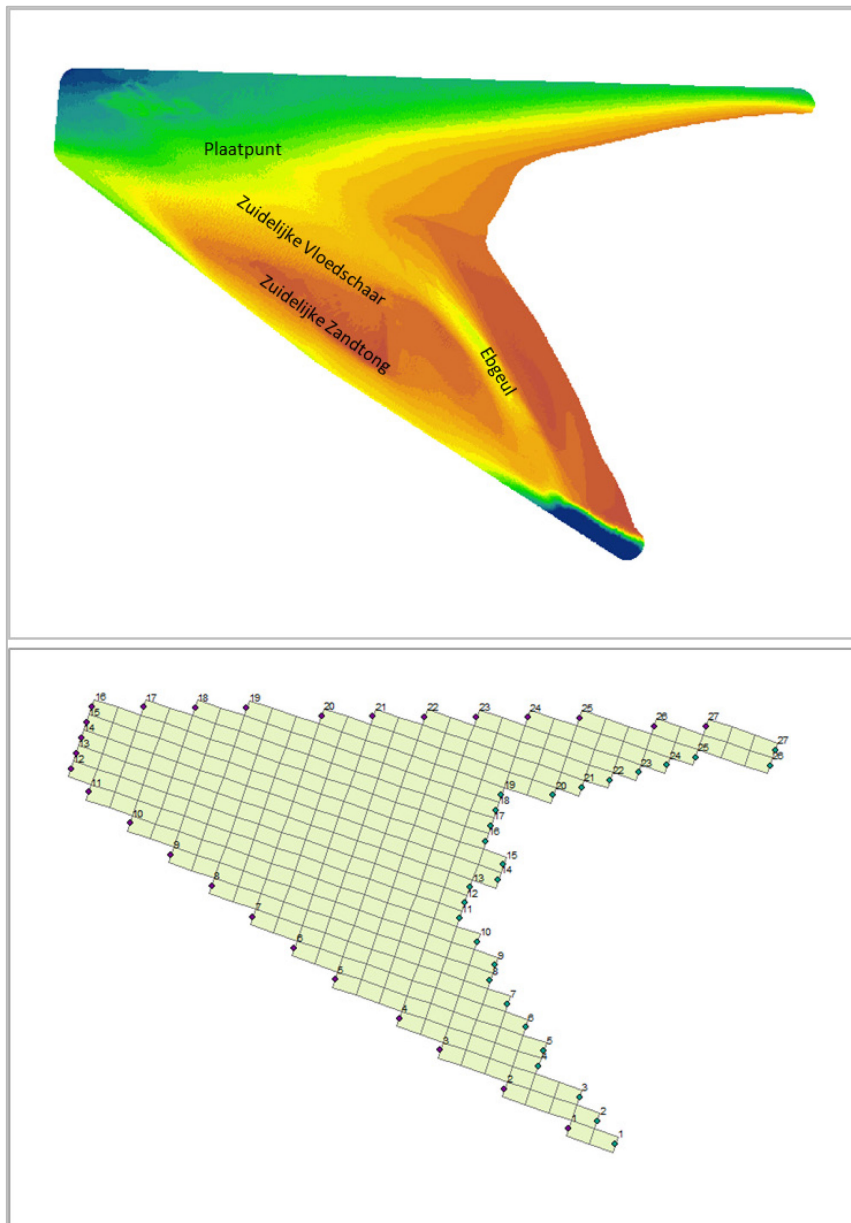
Figuur 1: Situering van plaatrandstortzone Hooge Platen West



Figuur 2: Tijdsverloop van het volume gestort materiaal en het cumulatieve verschilvolume uit de peilingen voor de complete stortzone voor Hooge Platen West. (IMDC, 2017)



Figuur 3: Plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de morfologische entiteiten (boven) en de punten waar de randvoorwaarde werd toegepast (onder).



2 Methodologie

In Vandenbruwaene *et al.* (2012) werd de methodologie voor het bepalen van sedimenttransporten op basis van een één-dimensionale zandbalans reeds toegepast. Dezelfde methodiek wordt binnen voorliggend rapport toegepast. Daar waar de zandbalans gebruik maakt van zowel de opeenvolgende topobathymetrische opnames als de menselijke ingrepen (baggeren, zandwinning, stortingen, zie § 2.1) om de volumeveranderingen te berekenen, is tevens een randvoorwaarde nodig om de zandbalans te kunnen berekenen (§2.2). Dit wordt in volgende paragrafen verder toegelicht.

2.1 Berekening van de zandbalansen

Bij het berekenen van zandbalansen wordt gebruik gemaakt van topo-bathymetrische opnames waarop volumeberekeningen worden uitgevoerd. Het hiervoor gebruikte rekenrooster komt overeen met de individuele stortvakken en is gelegen volgens de dominante stroomrichting (Figuur 3). De opeenvolging van deze vakken zal de “ketting” of “rekenrij” vormen waarover de zandbalans wordt berekend. Indien er stortingen uitgevoerd zijn in het beschouwde tijdsinterval worden deze ook meegenomen in de balansberekeningen.

In functie van de berekeningen werden volgende vereenvoudiging aangenomen:

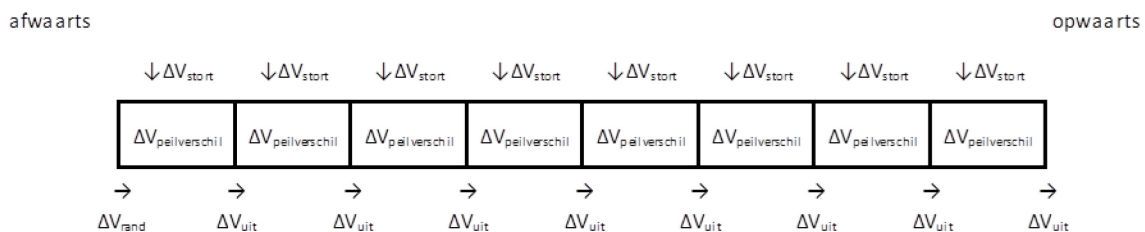
- Alle transport wordt verondersteld te gebeuren in de richting van de lijnen van stortvakken²;
- Netto opwaarts transport door de vloedstroming is positief, netto afwaarts transport in ebrichting is negatief.

Onderstaand model en formule werden toegepast bij het berekenen van de sedimentbalans voor de individuele stortvakjes. Hierbij geldt:

ΔV_{uit} is negatief wanneer de netto migratie afwaarts gebeurt

ΔV_{uit} is positief wanneer de netto migratie opwaarts gebeurt

ΔV_{rand} is gelijk aan ΔV_{uit} van het vakje afwaarts van het vak waarvoor de berekening wordt uitgevoerd



$$\Delta V_{uit} = \Delta V_{rand} + \Delta V_{stort} - \Delta V_{peilverschil}$$

Door de zandbalansen van alle rekenrijen aaneen te schakelen, worden berekeningen uitgevoerd over de gehele plaatrandstortzone.

² Merk op dat het transport in werkelijkheid in meerdere dimensies zal verlopen.

2.2 Definiëren van de randvoorwaarden

2.2.1 Methodologie

Bij de verkennende berekening van de zandbalans werd een constante afwaartse sedimentflux ($0,01 \text{ m}^3/\text{m}/\text{dag}$) als randvoorwaarde opgelegd. Echter, deze waarde is niet realistisch. Om een beter beeld te krijgen van de evolutie van de randvoorwaarden doorheen de tijd (2010 – 2016), werd gebruik gemaakt van de resultaten van de jaarlijkse stromingsmodelleringen uitgevoerd in kader van de opvolging van de plaatrandstortingen (o.a. Vos *et al.*, 2012a, 2016 en Goossens *et al.*, 2017).

De numerieke modellering (Vos *et al.*, 2012a) beslaat een periode van twee springtij-doodtij-cycli waarbij enerzijds ter hoogte van een beperkt aantal punten tijdreeksen (o.a. waterstand, stroomsnelheid met tijdsinterval van 10') over de volledige periode worden weggeschreven (history-files) en anderzijds ruimtelijke velden (map-files – ook hier o.a. waterstand, stroomsnelheid met tijdsinterval van 10') worden weggeschreven over 2 getijcycli tijdens een springtij. Aangezien het numerieke model enkel de hydrodynamica beschrijft, werd ervoor gekozen om het sedimenttransport offline te berekenen.

De formule van Engelund-Hansen (Engelund & Hansen, 1967) werd gebruikt om het sedimenttransport te berekenen voor elke tijdstap op basis van de input uit de modellering. In een tweede stap werden de resultaten hiervan uitgemiddeld naar een dagelijkse sedimentflux. Deze oefening werd zowel voor de opwaartse als afwaartse rand uitgevoerd, zodat voor elk jaar een op- en een afwaartse randvoorwaarde werden berekend.

De formule van Englund-Hansen:

$$qt = \frac{0.05 * U^5}{(S - 1)^2 * d50 * \sqrt{g} * Cd^3}$$

Met:

$$Cd = \left(\frac{1}{0.029} \right) * D^{(1/6)}$$

Met constante waarden:

$$D_{50} = 175 \mu\text{m}$$

$$S = 2.65$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}$$

Bovenstaande formules maken gebruik van volgende parameters uit de numerieke modelsimulaties:

U: diepte gemiddelde snelheid [m/s]

D: waterdiepte [m]

Aangezien de punten aan de op- en afwaartse rand van de rekenrijen niet als history-punten opgenomen waren, is voor de jaren 2011 tot 2016 enkel informatie beschikbaar uit de map-files. Deze informatie geeft enkel een beeld tijdens een springtij, waarbij de stroomsnelheden en de sedimenttransporten aanzienlijk hoger liggen dan bij gemiddeld of doodtij. Om deze afwijking te elimineren, werd een extra simulatie uitgevoerd. Voor deze simulatie werden uitvoerpunten gedefinieerd ter hoogte van de op- en afwaartse rand van de rekenrijen van de zandbalans (Figuur 3). Voor de situatie begin 2017 werd de stroomsnelheid en de waterdiepte gemodelleerd voor 2 volledige springtij-doodtij-cycli (4018 tijdsstappen van 10 minuten).

Om de resultaten van de voorgaande jaren te corrigeren werd een omrekeningsfactor toegepast. Deze factor werd berekend door de sedimentflux voor springtij voor het jaar 2017 te delen door de gemiddelde sedimentflux over twee springtij-doodtijcycli voor het jaar 2017 voor hetzelfde punt. Met behulp van deze factor werden de op- en afwaartse randvoorwaarden doorheen de tijd berekend voor de verschillende beschouwde rekenrijen.

Er dient opgemerkt te worden dat de berekeningen voor de opwaartse randvoorwaarden telkens gebeurd zijn voor het laatste stortvak van de rekenrij. Echter, onder meer door gebrek aan bathymetrische data werden deze telkens toegepast op het voorlaatste stortvak van de rekenrij. Uit analyse van de modelresultaten voor 2017 blijkt dat het verschil tussen de twee randvoorwaarden voor de meerderheid van de rekenrijen kleiner is dan 1 m³/m/dag. Door het toepassen van een correctiefactor en uitmiddelen met de afwaartse randvoorwaarde, neemt de invloed van deze aberratie nog verder af. Er wordt dan ook aangenomen dat het effect van de verschuiving tussen de twee posities op de berekende sedimentflux minimaal is. Eventuele uitzonderingen vormen rekenrijen 1 en 21 tot en met 24, waar het berekende verschil in 2017 groter dan 1 m³/m/dag is.

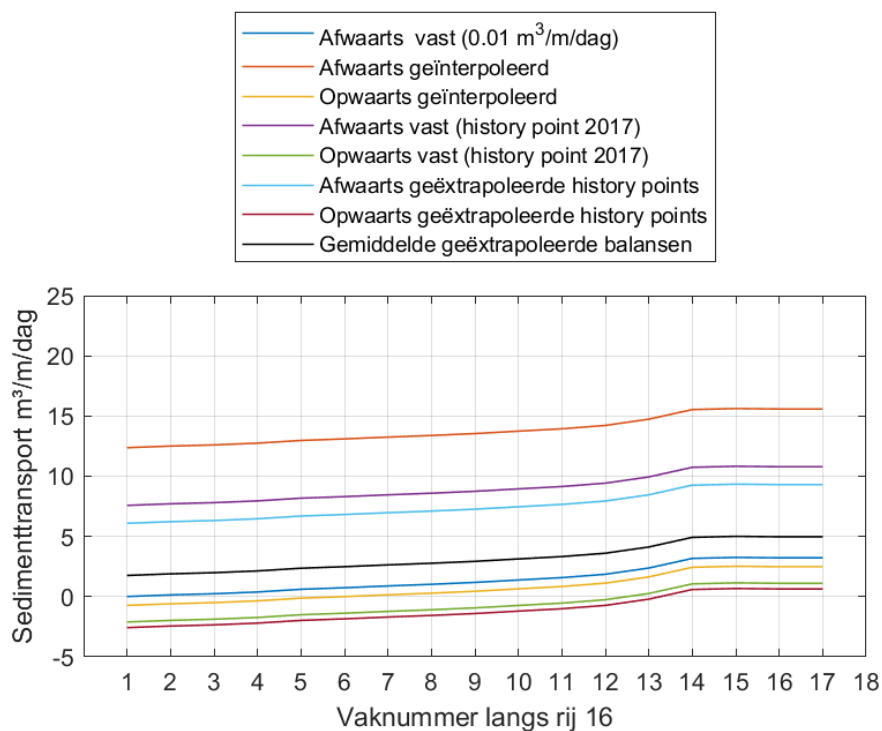
2.2.2 Resultaten

Per rekenrij werden de sedimentbalansen berekend voor de verschillende jaren en de verschillende opgelegde op- en afwaartse randvoorwaarden. De resulterende sedimentbalansen verschillen sterk van elkaar. Figuur 4 toont de sedimentbalansen tijdens het eerste rekenjaar, berekend met verschillende randvoorwaarden voor rij 16, alsook de sedimentbalans die het gemiddelde houdt tussen de balansen met geëxtrapoleerde randvoorwaarden. Volgende randvoorwaarden zijn opgenomen in de vergelijking:

- Een opgelegde afwaartse sedimentflux die constant blijft doorheen de tijd, vastgelegd op 0.01 m³/m/dag;
- Een opgelegde afwaartse sedimentflux gebaseerd op de jaarlijks geïnterpoleerde waarden van de ruimtelijke stroomsnelheidsvelden (map-files) gemodelleerd over 2 getijcycli tijdens een springtij (zie 2.2.1);
- Een opgelegde opwaartse sedimentflux gebaseerd op de jaarlijks geïnterpoleerde waarden van de ruimtelijke stroomsnelheidsvelden (map-files) gemodelleerd over 2 getijcycli tijdens een springtij (zie 2.2.1);
- Een opgelegde afwaartse sedimentflux gebaseerd op de stroomsnelheidswaarden berekend over 2 springtij-doodtij cycli in 2017 die constant gehouden wordt doorheen de tijd (zie 2.2.1);
- Een opgelegde opwaartse sedimentflux gebaseerd op de stroomsnelheidswaarden berekend over 2 springtij-doodtij cycli in 2017 die constant gehouden wordt doorheen de tijd (zie 2.2.1);
- Een opgelegde afwaartse sedimentflux gebaseerd op de stroomsnelheidswaarden berekend over 2 springtij-doodtij cycli in 2017 en geëxtrapoleerd naar de voorgaande rekenjaren (zie 2.2.1);
- Een opgelegde opwaartse sedimentflux gebaseerd op de stroomsnelheidswaarden berekend over 2 springtij-doodtij cycli in 2017 en geëxtrapoleerd naar de voorgaande rekenjaren (zie 2.2.1).

Net als in Vandenbruwaene *et al.* (2012a) wordt een gemiddelde van de sedimentbalansen met op- en afwaartse opgelegde sedimentflux gebaseerd op de stroomsnelheidswaarden berekend over 2 springtij-doodtij cycli in 2017 en geëxtrapoleerd naar de voorgaande rekenjaren, als meest realistisch beschouwd. Deze gemiddelde sedimentbalansen worden verder beschreven in Hoofdstuk 3. Figuren in Bijlage 7.2 geven de vergelijking van de sedimentbalansen berekend met verschillende randvoorwaarden en voor verschillende rekenjaren voor de rijen 12 tot en met 16. De vergelijking met de balansen op basis van de op- en afwaarts geëxtrapoleerde randvoorwaarden voor deze rijen zijn ook opgenomen in Bijlage 7.1. In Bijlage 7.4 worden gelijkaardige figuren weergegeven voor de overige rekenrijen.

Figuur 4: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 8/02/2012 en 13/02/2013 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



3 Data

3.1 Gebruikte peilingen

Een overzicht van de gebruikte peilingen voor het berekenen van de zandbalansen is opgenomen in Tabel 1. De ontbrekende bathymetrische data ter hoogte van het Plaatje van Breskens werd voor elke peiling opgevuld met data afkomstig van de vakloding van het betreffende peiljaar. Consistent met de afspraken gemaakt bij de aanvang van de monitoring van de flexibele stortstrategie, wordt ook hier met vergunningsjaren gewerkt. Verder in het rapport zal als vereenvoudiging enkel het jaartal of het vergunningsjaar worden vermeld. Vermelde stortvolumes betreffen steeds de in-situ volumes gegroepeerd per vergunningsjaar.

Tabel 1: Overzicht van de gebruikte data voor de zandbalansen

Vergunningsjaar	Jaartal	Datum Peiling
Referentiesituatie	2010	4/02/2010
Vergunningsjaar 1	2011	16/02/2011
Vergunningsjaar 2	2012	8/02/2012
Vergunningsjaar 3	2013	13/02/2013
Vergunningsjaar 4	2014	31/01/2014
Vergunningsjaar 5	2015	4/02/2015
Vergunningsjaar 6	2016	24/01/2016

3.2 Gebruikte modelresultaten

Een overzicht van de gebruikte modelruns voor het bepalen van de randvoorwaarden wordt weergegeven in Tabel 2. Deze runs zijn uitgevoerd in kader van de opvolging van de plaatrandstortingen (o.a. Vos *et al.*, 2012c, 2016 en Goossens *et al.*, 2017). Uit de resultaten van run 004, run 102, run 107, run 110, run 114, run 117 en run 118 werden randvoorwaarden voor de sedimentbalans bij springtij geïnterpoleerd. De resultaten van run 119 werden uitsluitend gebruikt om de conversiefactor te berekenen om de resultaten van de aangepaste run voor twee springtij-doodtijcycli te extrapoleren naar de voorgaande jaren en zo ook getijgemiddelde randvoorwaarden te verkrijgen voor de jaren 2010 tot en met 2016.

Tabel 2: Overzicht van de gebruikte modelruns

Vergunningsjaar	Jaartal	Datum Peiling
Referentiesituatie	2010	run 004
Vergunningsjaar 1	2011	run 102
Vergunningsjaar 2	2012	run 107
Vergunningsjaar 3	2013	run 110
Vergunningsjaar 4	2014	run 114
Vergunningsjaar 5	2015	run 117
Vergunningsjaar 6	2016	run 118
Vergunningsjaar 7	2017	run 119

4 Resultaten

Hieronder worden de resultaten beschreven van de berekende sedimentbalansen voor rijen 12 tot en met 16 van de plaatrandstortzone HPW. De balansen van de overige rijen zijn opgenomen in Bijlage 7.3 en 7.4. De beschreven jaarlijkse sedimentbalansen betreffen het gemiddelde van de balansen met op- en afwaarts geëxtrapoleerde randvoorwaarden. De vijf rekenrijen grenzen aan elkaar en liggen in een morfologisch gelijkaardig gebied. De resultaten van de vijf rijen worden hieronder beschreven. Daarnaast worden ook de gebiedsdekkende kaarten van de sedimentflux besproken die werden bekomen door de sedimentbalansen van alle rekenrijen te combineren per jaar.

4.1 Rekenrijen

Rij 12 tot en met 16 zijn centraal gelegen binnen de plaatrandstortzone HPW. Het westelijke deel van de rekenrijen is gelegen op de diepe plaatpunt, meer naar het oosten gaat die over in de ondiepe plaatpunt. Figuur 11 tot Figuur 15 geven de evolutie van de sedimentfluxen en de stortingen weer tussen 2010 en 2016 per rekenrij. Figuur 5 tot Figuur 10 vergelijken de sedimentbalansen voor de verschillende rekenrijen per jaar. Op Figuur 16 worden de morfologische veranderingen afgebeeld en Figuur 17 geeft voor elk jaarinterval de zones van erosie en sedimentatie aan. Tussen de referentiesituatie in 2010 en 2016 wordt de bathymetrie vooral ter hoogte van de rijen 12, 13 en 14 ondieper. Ook het centrale deel van rijen 15 en in mindere mate 16 kennen ophoging, terwijl het westelijke en oostelijke uiteinde van deze rijen beperkt in diepte afnemen of lokaal erosie ondergaan. Rekenrijen 12 tot en met 14 ondervinden in het opwaartse eind ook de invloed van de sedimentdynamica rond de oostwaarts bewegende oostelijke arm van het Plaatje van Breskens en het geultje ten oosten ervan. Rekenrijen 15 en 16 hebben te maken met westwaartse uitbouw van het westelijke deel van de Hooge Platen.

De sedimentfluxen zijn overwegend positief, i.e. vloed-dominant. Enkel ter hoogte van de afwaartse rand wordt sporadisch sediment in afwaartse richting getransporteerd. Regelmatig worden stortingen uitgevoerd op het westelijke deel van de rekenrijen. Dit heeft steeds een stijging van de sedimentflux ter hoogte van, en net opwaarts van de stortingen tot gevolg. Deze stijging wijst erop dat een deel van het aangebrachte sediment kort na het aanbrengen reeds in opwaartse richting migreert. Verder opwaarts daalt de sedimentflux vaak, wat aangeeft dat hier depositie plaatsvindt. In vergunningsjaar 1 (Figuur 5) wordt een groot volume aangebracht op het westelijke, diepe deel van de plaatrandstortzone HPW. Overeenkomstig met de verwachtingen stijgt de sedimentflux ter hoogte van de zone van de stortingen op het afwaartse deel van de rekenrijen. Ook speelt een lateraal effect waardoor de rekenrijen aan de beide zijden van de stortvakjes waar stortingen in worden uitgevoerd ook een stijging van de sedimentflux ervaren. Opwaarts van de stortzone vertonen alle rekenrijen een afname van de sedimentflux. Deze afname duidt op depositie van sediment. Een stijging van de sedimentflux aan het opwaartse uiteinde van rijen 12 tot en met 14, ter hoogte van het ebgeultje ten oosten van het Plaatje van Breskens, wijst op erosie. Deze is het gevolg van de oostwaartse migratie van het geultje.

Het daaropvolgende jaar (Figuur 6) worden slechts beperkte volumes sediment gestort in de meest afwaarts gelegen vakken van de beschouwde rekenrijen. De algemene sedimentflux ligt lager in vergunningsjaar 2 in vergelijking met deze van het voorgaande jaar. Ook hier kunnen we uit de reactie van de sedimentflux op de stortingen concluderen dat een deel van het gestorte sediment erodeert en opwaarts van de gebruikte stortvakken wordt afgezet. Verder opwaarts stijgt de sedimentflux opnieuw licht, wellicht is dit het gevolg van aanhoudende opwaartse migratie van de stortingen uitgevoerd in vergunningsjaar 1. In de meest opwaarts gelegen vakken van de rekenrijen loopt de sedimentflux voor de verschillende rekenrijen uiteen.

Bij rekenrijen 12 en 13 stijgt de sedimentflux en ondervinden deze vakken erosie, bij rekenrijen 14 en 15 blijft de sedimentflux stabiel, terwijl de sedimentflux bij rij 16 sterk daalt met sedimentatie op de westelijke rand van de Hooge Platen tot gevolg.

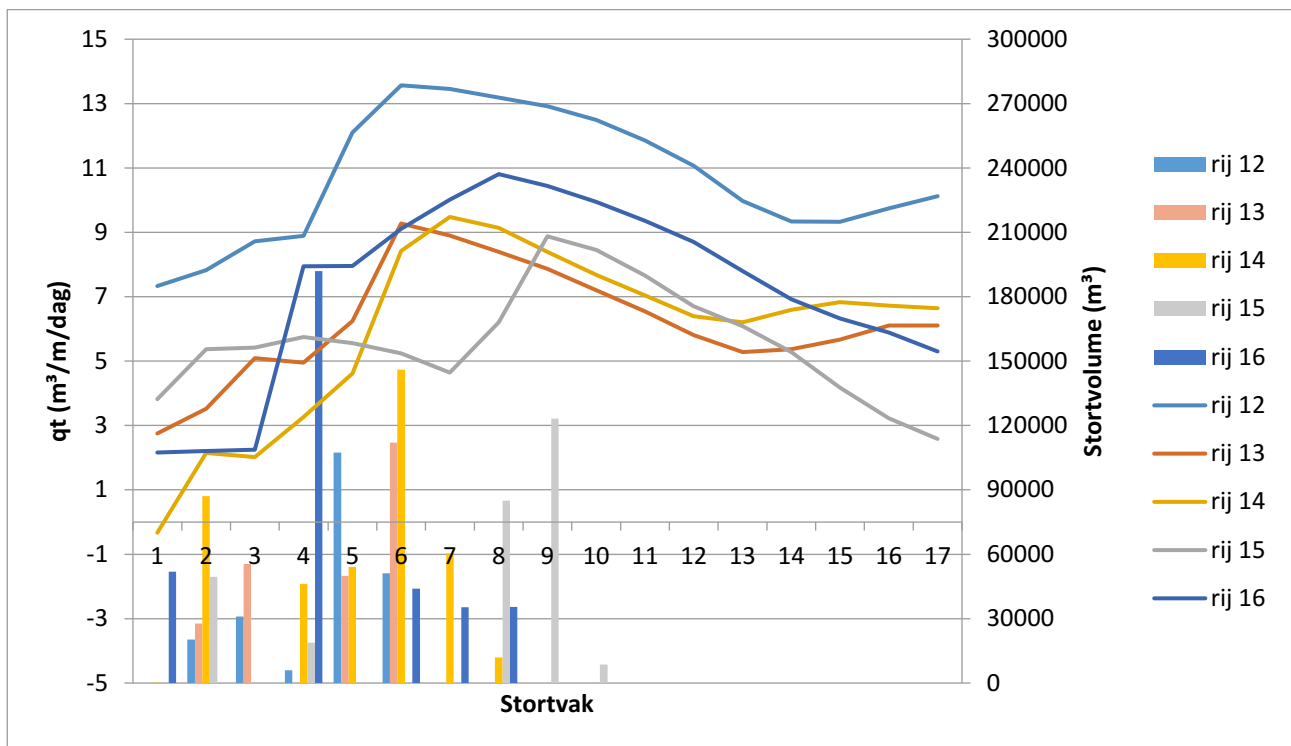
In vergunningsjaar 3 (Figuur 7) worden geen stortingen uitgevoerd in de plaatrandstortzone Hooge Platen West. De sedimentflux langs de beschouwde rekenrijen wordt gekenmerkt door stijging en erosie overheerst. Op het meer afwaarts gelegen deel van rekenrij 12, en in minder mate ook van rekenrij 13, daalt de sedimentflux, wat wijst op autonome sedimentatie en sedimentaanvoer van buitenaf. Verder opwaarts vertonen beide rekenrijen een lichte stijging van de sedimentflux, wellicht het gevolg van de voortgaande opwaartse migratie van eerder uitgevoerde stortingen. Ter hoogte van de oostelijke arm van het Plaatje van Breskens daalt de sedimentflux en wordt sediment afgezet. De daling van de sedimentflux is het sterkst bij rekenrij 12. Verder opwaarts stijgt de sedimentflux licht door erosie in het geultje ten oosten van het Plaatje van Breskens. Langs rekenrij 14 en 15 stijgt de sedimentflux langzaam op het afwaartse deel van de plaatrand, gevolgd door een zone met een stabiele sedimentflux in het meer opwaartse gedeelte. Ook bij rekenrij 16 stijgt de sedimentflux in het afwaartse gedeelte. Hier houdt de stijging aan tot op het westelijke uiteinde van de Hooge Platen, waar de sedimentflux stabiliseert.

Tijdens het vierde vergunningsjaar (Figuur 8) worden enkel stortingen uitgevoerd in enkele stortvakjes op het afwaartse deel van rekenrij 13. Afwaarts van de stortingen komt sedimentatie voor ten gevolge van sediment dat de rekenrij binnenkomt via de afwaartse rand. Ter hoogte van de stortingen stijgt de sedimentflux sterk, een deel van het gestorte volume migreert opwaarts ten gevolge van de dominante vloedstroming. Opwaarts van de zone van de stortingen zijn de veranderingen in sedimentflux beperkt. Opvallend is dat hier geen daling van de sedimentflux voorkomt, en er bijgevolg ook geen sediment wordt afgezet. Een deel van het gestort sediment komt wellicht in rekenrij 12, ten zuiden van de stortingen, en in rekenrij 14, ten noorden van de stortingen terecht. In beide zones lateraal aan het stortgebied daalt de sedimentflux. De sterkste daling komt voor in rekenrij 12. Uit eerder onderzoek (eg. IMDC, 2017) is bekend dat het sedimenttransport hier voornamelijk in zuidoostelijke richting gebeurt, en niet in de richting van de rekenrijen. Opwaarts van de stortzone stijgt de sedimentflux in rij 12 en rij 14 licht. In deze zone komt beperkte erosie voor. Het meest opwaartse deel van de rekenrijen kent een beperkt variabele sedimentflux ten gevolge van de sedimentdynamiek ter hoogte van de oostelijke arm van het Plaatje van Breskens en het ebeultje ten oosten ervan. De sedimentbalans van rekenrij 15 wordt gekenmerkt door een stijgende sedimentflux over de gehele lengte van de rij. Het gevolg hiervan is dat de stortvakken langs rij 15 beperkte netto erosie ervaren. Ook bij rekenrij 16 stijgt de sedimentflux over de hele lengte van de rij beperkt, met lichte erosie als gevolg.

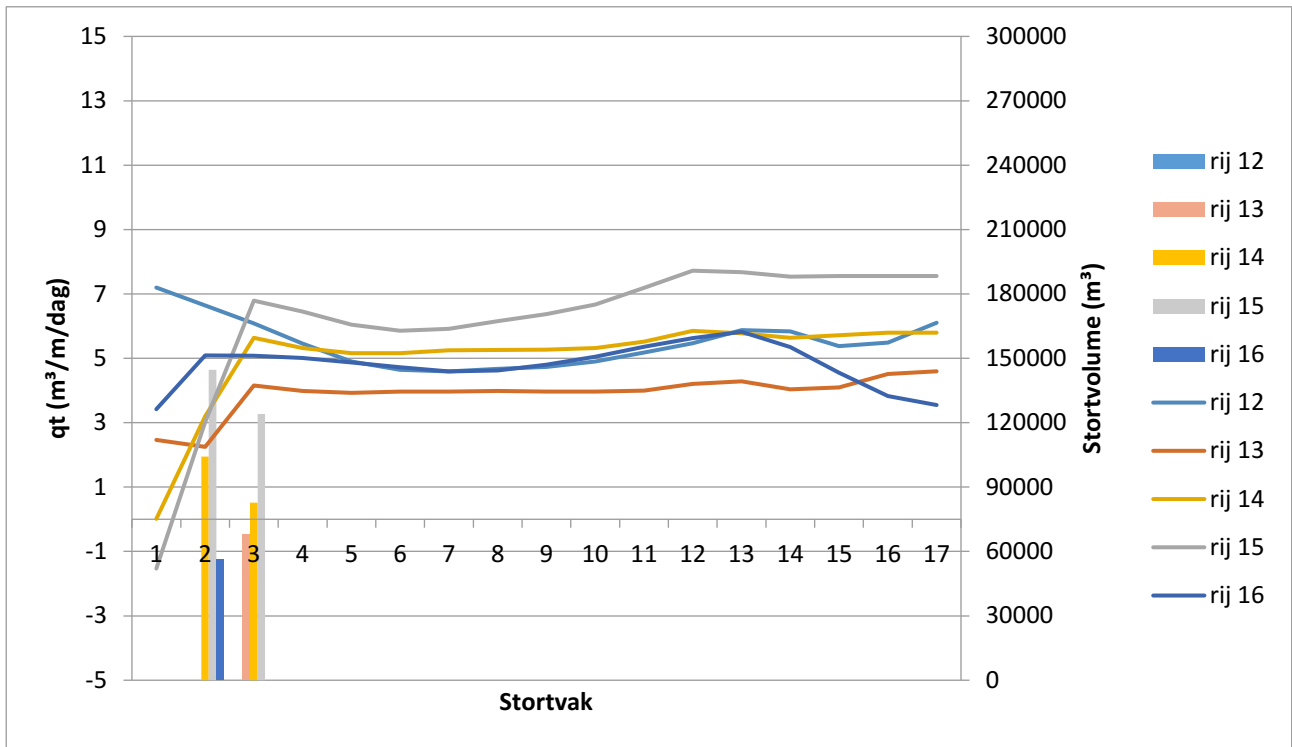
In het vijfde vergunningsjaar (Figuur 9) worden geen stortingen uitgevoerd in de beschouwde rekenrijen. Met uitzondering van rekenrij 12, die afwaarts van de oostelijke arm van het Plaatje van Breskens een langzame daling van de sedimentflux kent, ondervinden alle rekenrijen een negatieve sedimentbalans met stijgende sedimentfluxen in opwaartse richting. In het afwaartse deel van rekenrij 13 wordt nog sediment afgezet, maar verder opwaarts stijgt de sedimentflux snel en overheerst erosie. Waar rekenrij 13 de oostelijke arm van het Plaatje van Breskens kruist stabiliseert de sedimentflux. Op de oostelijke flank van deze arm daalt de sedimentflux en wordt materiaal afgezet, aan de oostrand van het geultje ten oosten ervan stijgt de sedimentflux en komt erosie voor. Bij rekenrij 14 heeft de sedimentflux een gelijkaardig verloop als rekenrij 13, maar de netto sedimentflux ligt algemeen lager en de veranderingen spelen zich meer afwaarts af. Ook is de sedimentdynamica rond het geultje ten oosten van de oostelijk arm van het Plaatje van Breskens minder sterk, en de schommelingen in sedimentflux zijn hier lager. Rekenrij 15 kent een langzame toename van de sedimentflux in opwaartse richting. De sterkste stijging komt voor ter hoogte van de erosieve zone ten westen van het oostelijke uiteinde van de Hooge Platen. Op de Hooge Platen zelf is de sedimentflux nagenoeg constant. Bij rekenrij 16 ligt de netto sedimentflux hoger dan bij rekenrij 15. In het afwaartse deel stijgt de sedimentflux en ondervindt de plaatrand erosie. Ter hoogte van het centrale deel en het opwaartse ondiepe deel is de sedimentflux constant. Hiertussen komt een zone van erosie voor gekenmerkt door een sterke toename van de sedimentflux.

Ook tijdens vergunningsjaar 6 (Figuur 10) worden de hoogste sedimentfluxen waargenomen langs rekenrij 12. De veranderingen langs deze rij zijn echter beperkt, in het centrale gedeelte daalt de sedimentflux en wordt sediment afgezet. Doordat het sediment in deze zone eerder in zuidoostelijke richting migreert (eg. IMDC, 2017) dan in de richting van de stortvakjes, is het plausibel dat het sediment dat hier neerslaat afkomstig is van de stortingen in rekenrijen 13, 14 en 15. Ter hoogte van de oostelijke arm van het Plaatje van Breskens is de sedimentflux langs rekenrij 12 variabel. Netto erosie en netto volumetoename wisselen elkaar af. In het afwaartse gedeelte van rekenrij 13, maar vooral in het afwaartse gedeelte van rekenrij 14 en 15 worden in het zesde vergunningsjaar stortingen uitgevoerd. Ter hoogte van deze stortingen daalt de sedimentflux. De waarschijnlijke verklaring hiervoor is dat de gebruikte eindpeiling voor vergunningsjaar 6 midden in een intensieve stortperiode valt, en dat die eindpeiling niet exact samenvalt met het einde van het vergunningsjaar (zie 3.1). De daling is sterker ter hoogte van rekenrij 14 en 15 dan bij rekenrij 13. Een deel van het gestorte sediment wordt meegenomen door de vloedstroming en wordt verder opwaarts afgezet. Dit gaat samen met een daling van de sedimentflux. Rekenrij 16 ondervindt een laterale invloed van de stortingen, waardoor er in het afwaartse gedeelte ook een daling van de sedimentflux voorkomt. Verder opwaarts kent de sedimentflux voor alle rekenrijen een relatief stabiel verloop. Ter hoogte van het noordelijke uiteinde van het geultje ten oosten van de oostelijke arm van het Plaatje van Breskens komt een erosieve zone voor, de gereflecteerd wordt in een stijging van de sedimentflux in rekenrijen 12 tot en met 16.

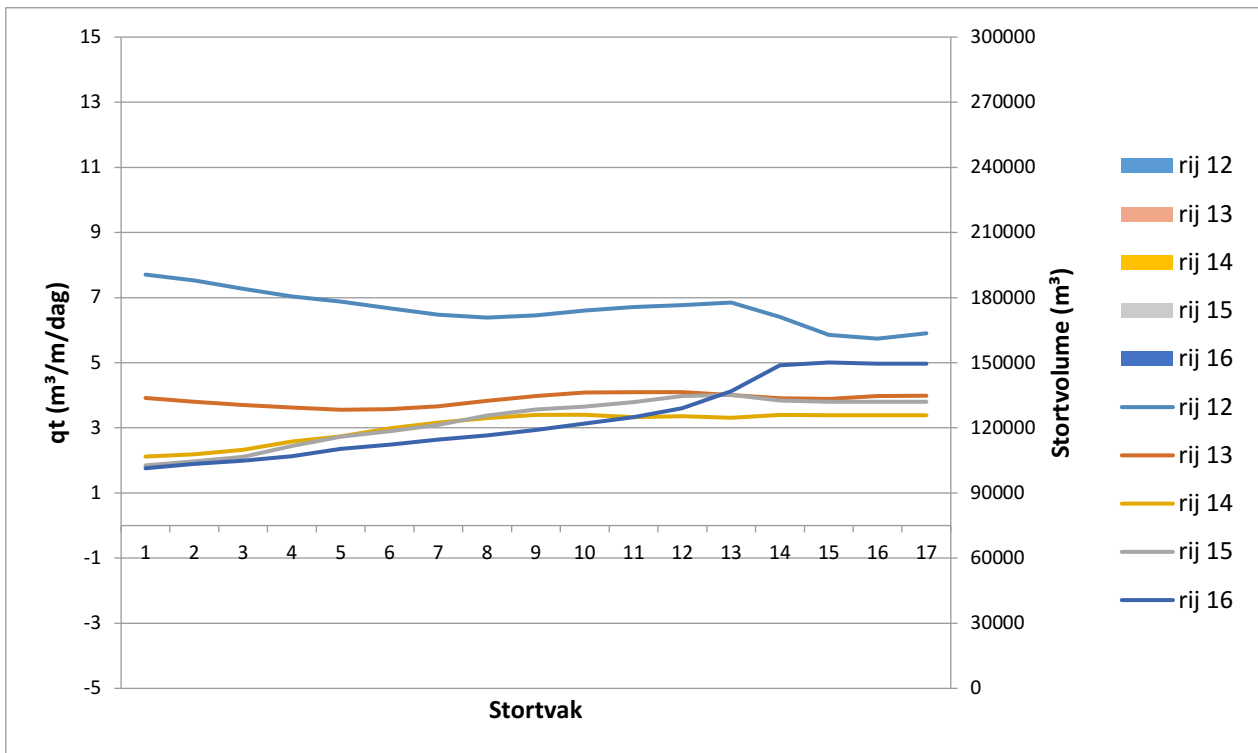
Figuur 5: Sedimentbalans voor vergunningsjaar 1 (2010-2011) langs rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen in die periode



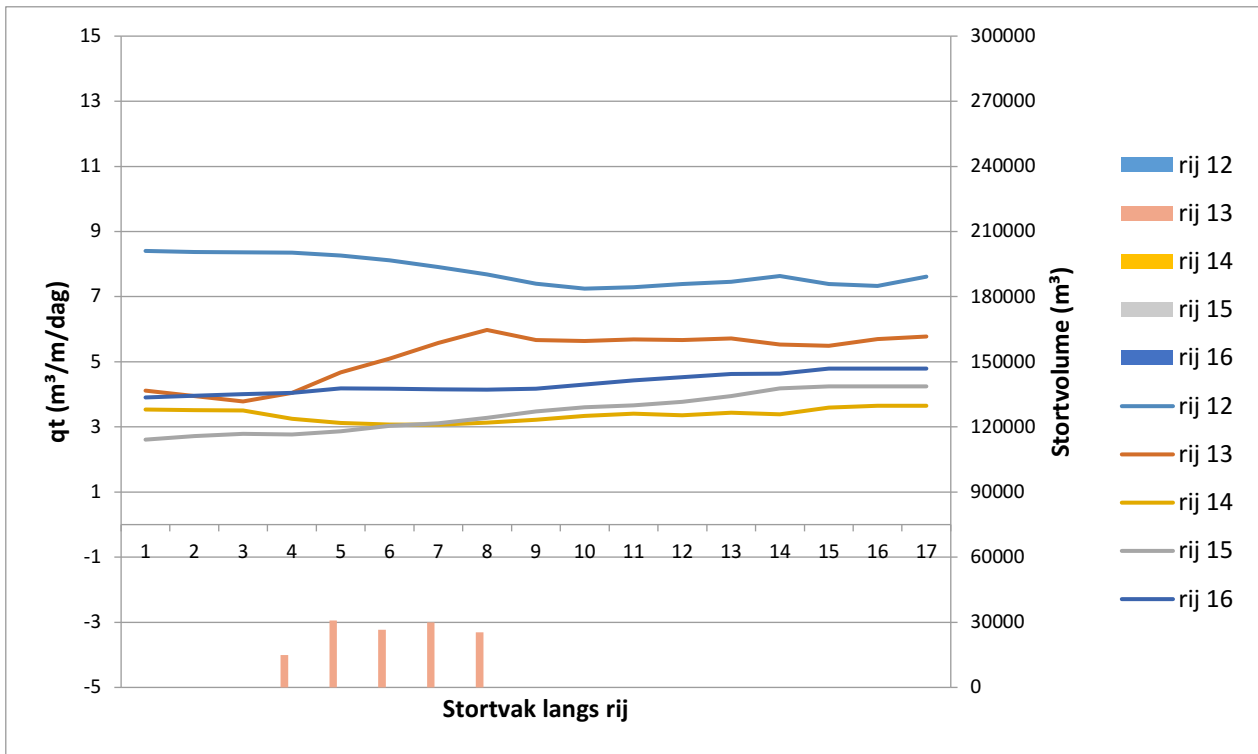
Figuur 6: Sedimentbalans voor de vergunningsjaar 2 (2011-2012) langs rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen in die periode



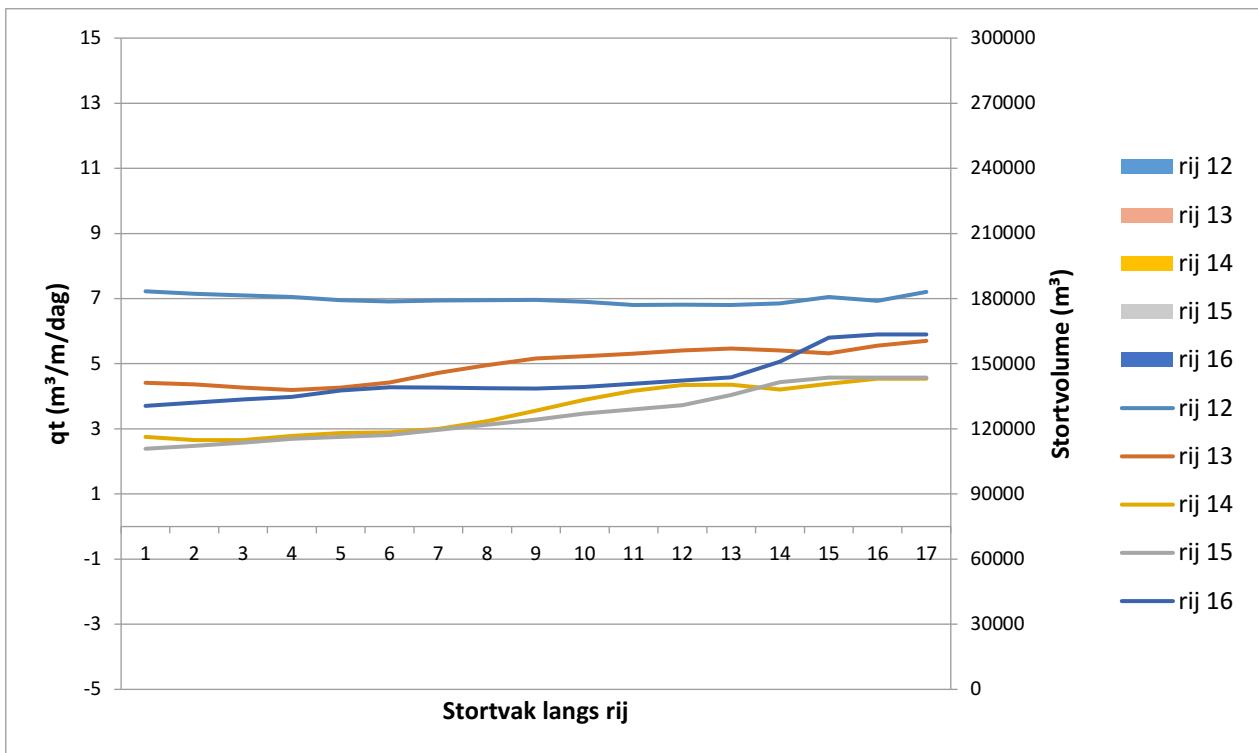
Figuur 7: Sedimentbalans voor de vergunningsjaar 3 (2012-2013) langs rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen in die periode



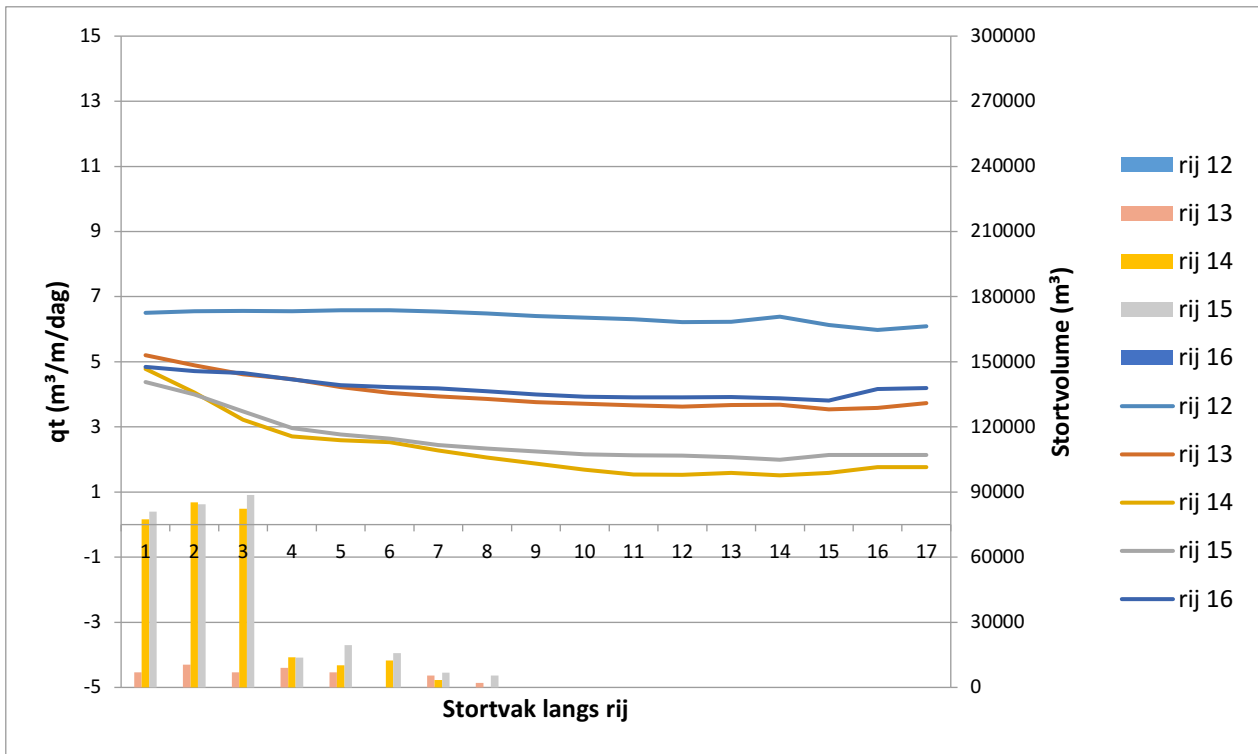
Figuur 8: Sedimentbalans voor de vergunningsjaar 4 (2013-2014) langs rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen in die periode



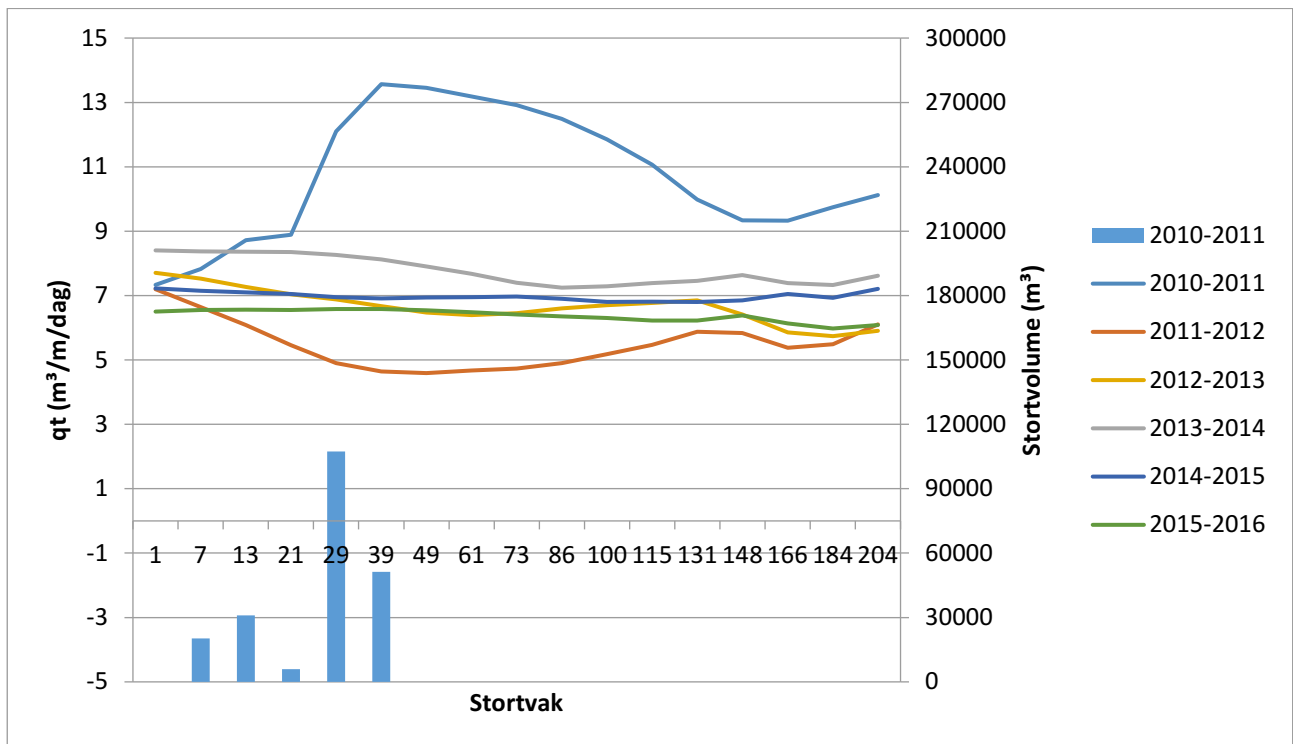
Figuur 9: Sedimentbalans voor de vergunningsjaar 5 (2014-2015) langs rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen in die periode



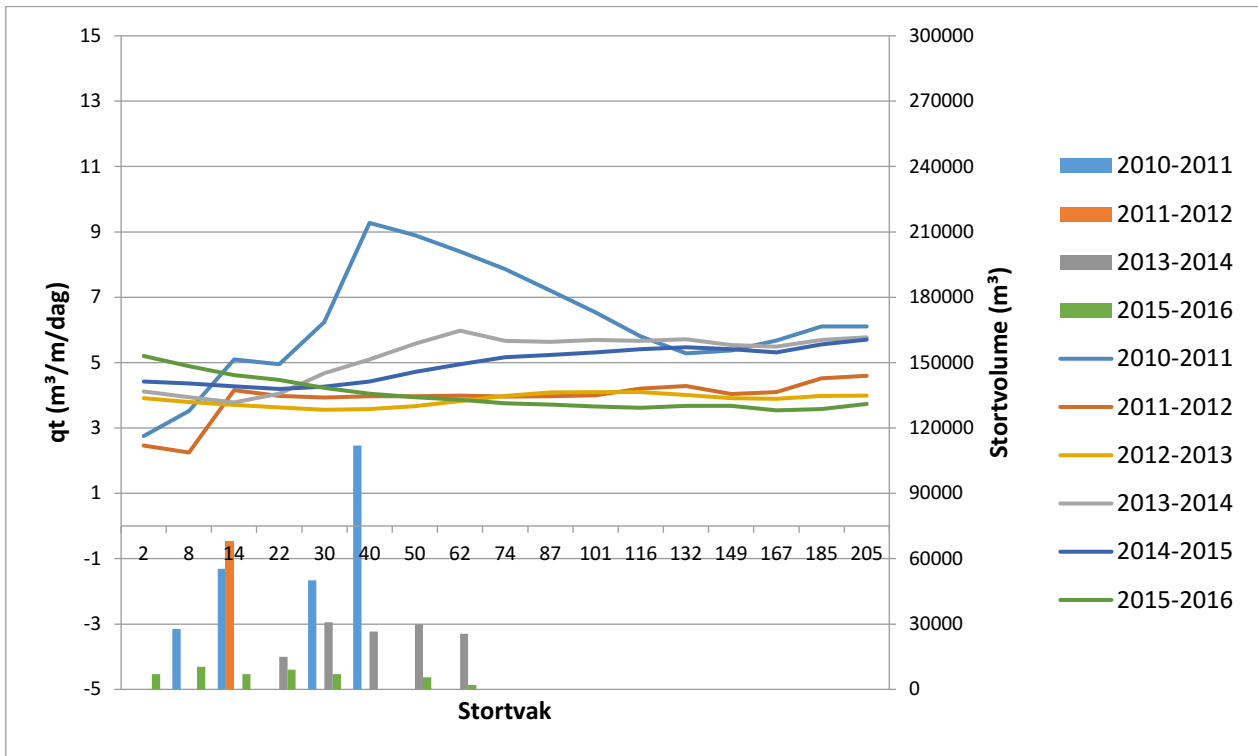
Figuur 10: Sedimentbalans voor vergunningsjaar 6 (2015-2016) langs rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen in die periode



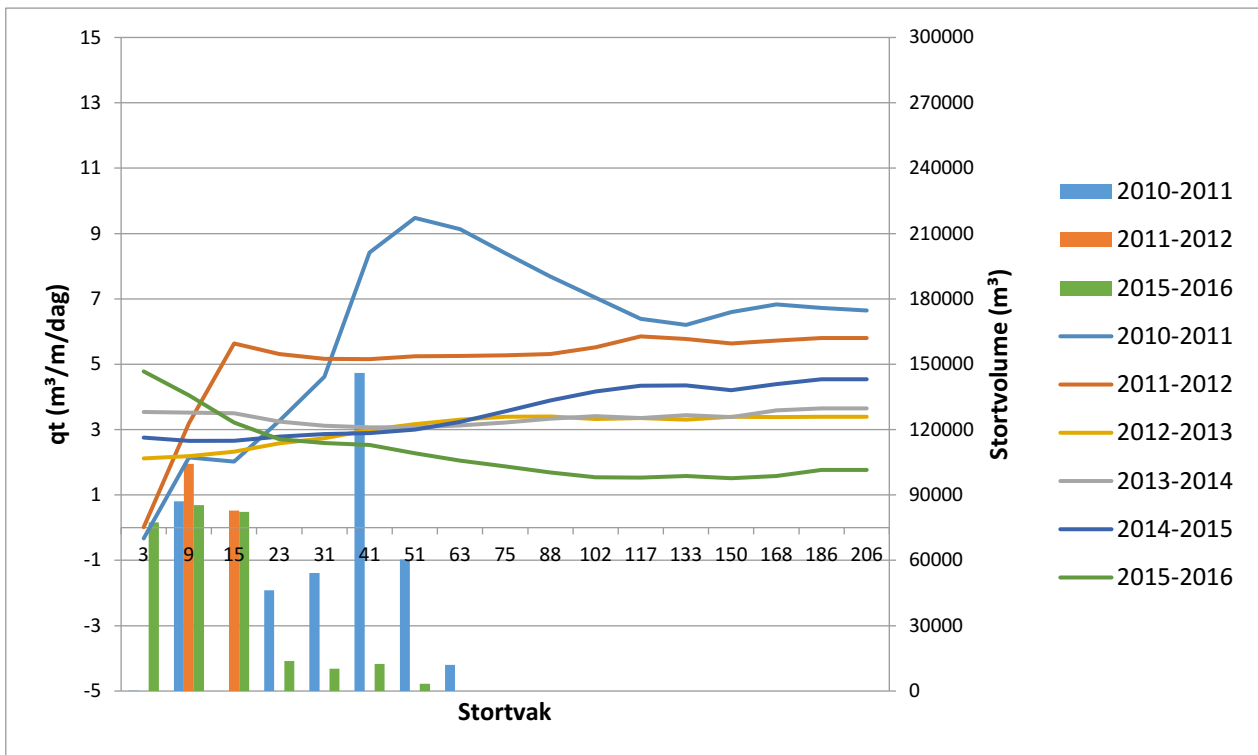
Figuur 11: Evolutie van de sedimentbalans langs rij 12 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen



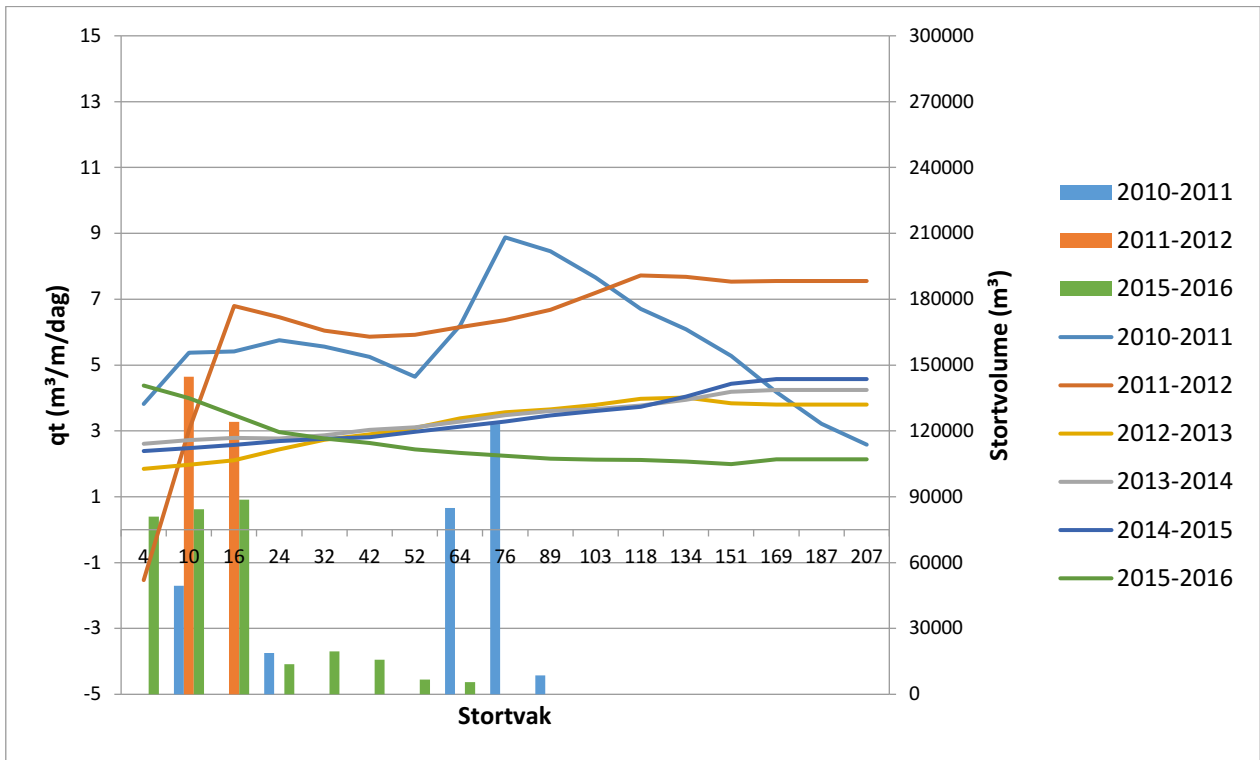
Figuur 12: Evolutie van de sedimentbalans langs rij 13 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen



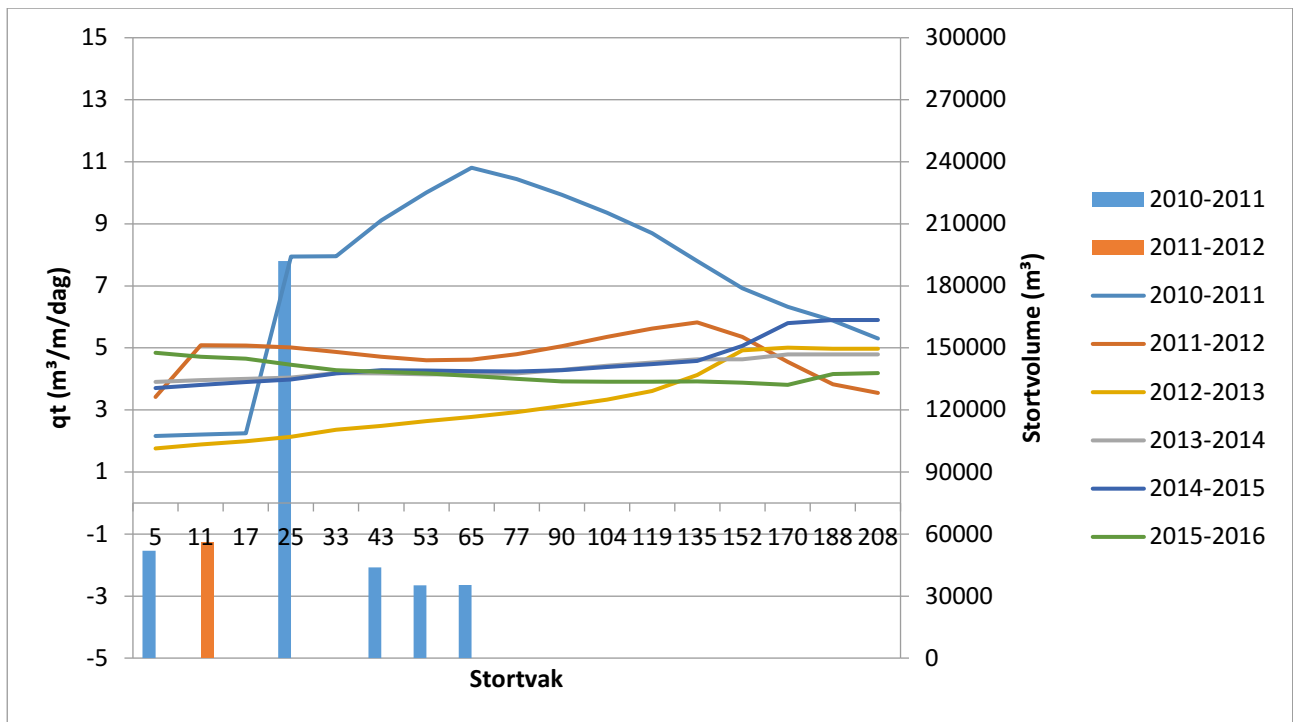
Figuur 13: Evolutie van de sedimentbalans langs rij 14 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen



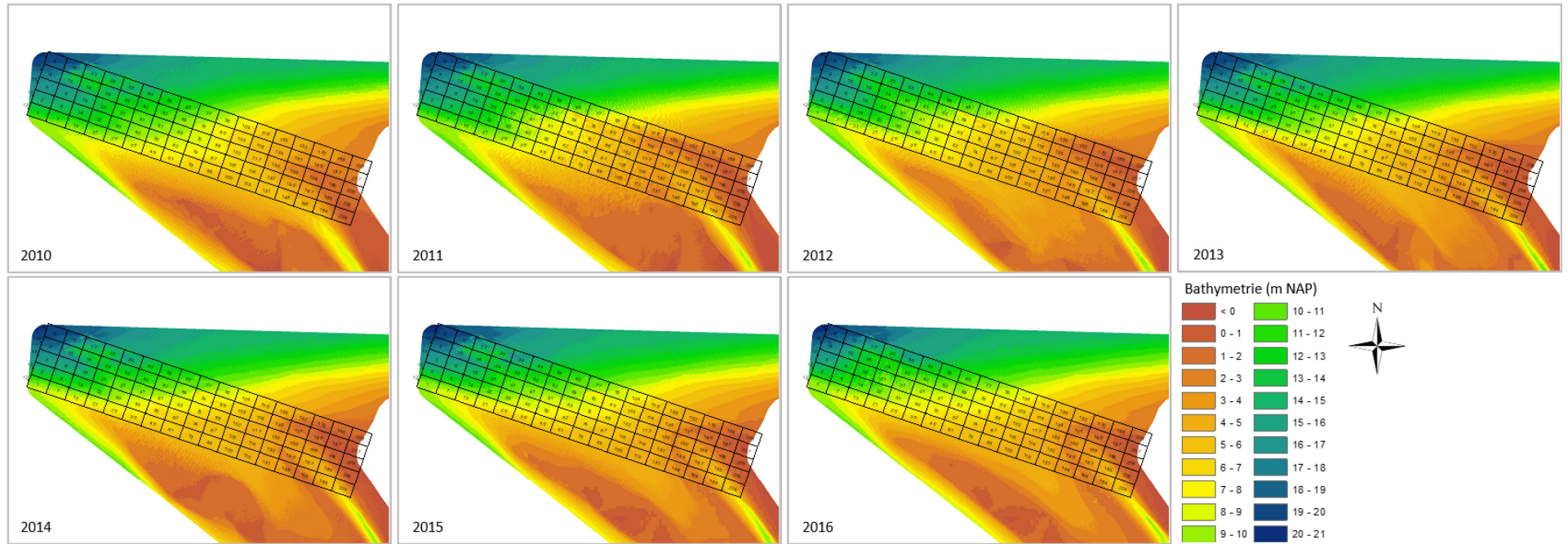
Figuur 14: Evolutie van de sedimentbalans langs rij 15 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen



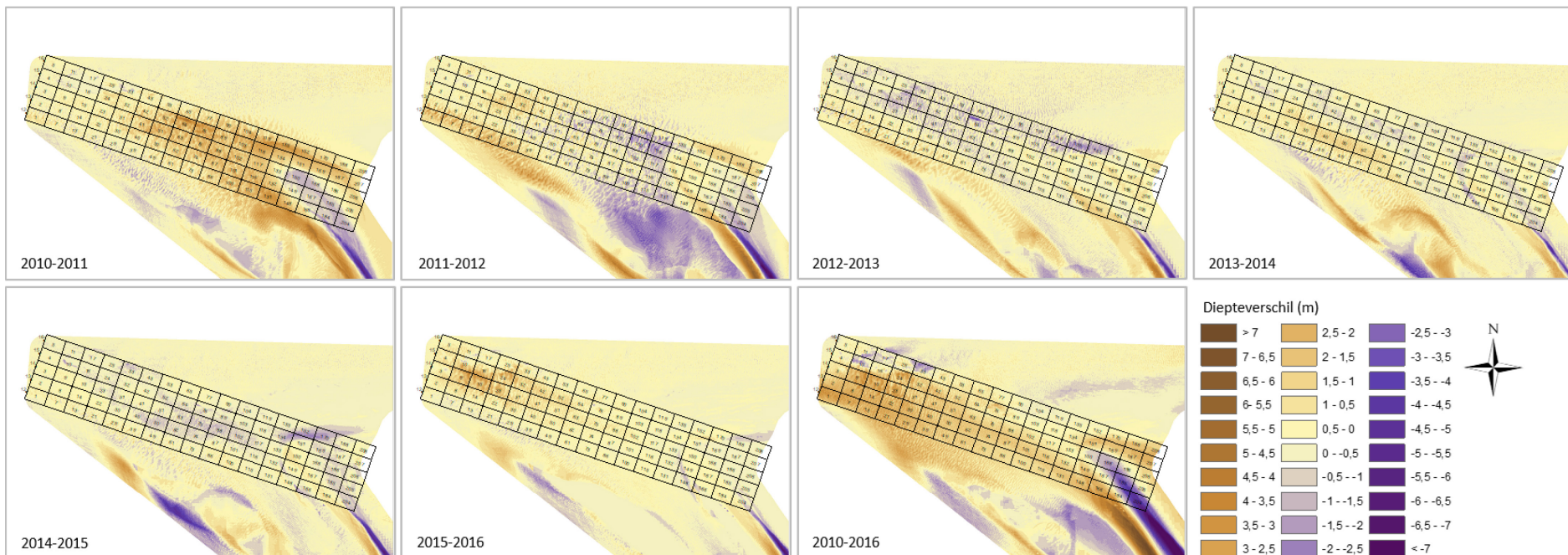
Figuur 15: Evolutie van de sedimentbalans langs rij 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West met aanduiding van de stortingen



Figuur 16: Morfologische veranderingen tussen 2010 en 2016 langsheen rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West



Figuur 17: Erosie en sedimentatie tussen 2010 en 2016 langsheen rijen 12 tot en met 16 van plaatrandstortzone Hooge Platen West



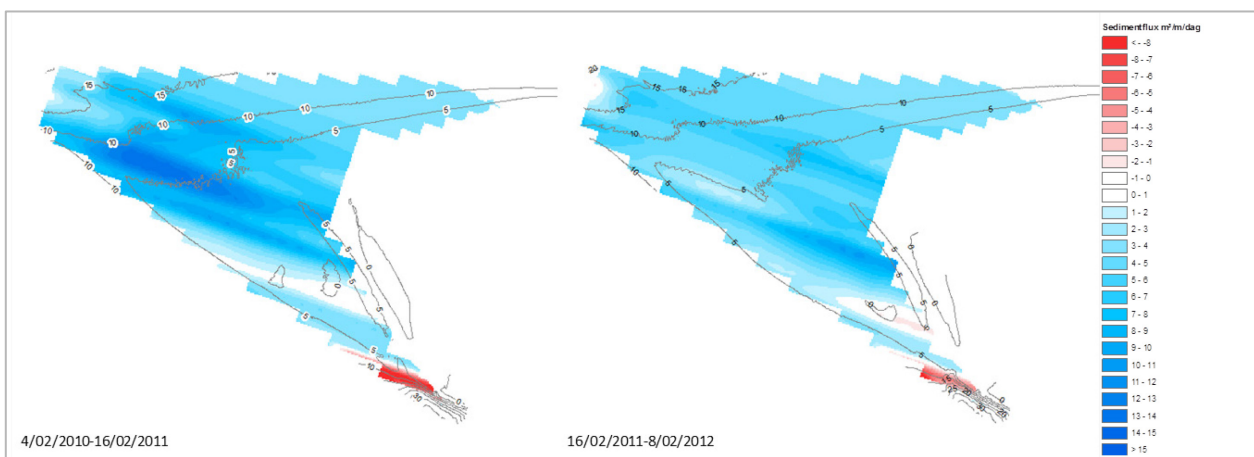
4.2 Gebiedsdekkende resultaten

De gebiedsdekkende kaarten zijn opgemaakt door alle individuele rekenrijen te combineren. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de weergegeven sedimentflux steeds lineair berekend wordt, in de lengterichting van de rekenrijen. Deze gemaakte vereenvoudiging ligt, samen met de verschillen in randvoorwaarde, aan de basis van de sterke laterale variatie die in de gebiedsdekkende resultaten naar voor komt.

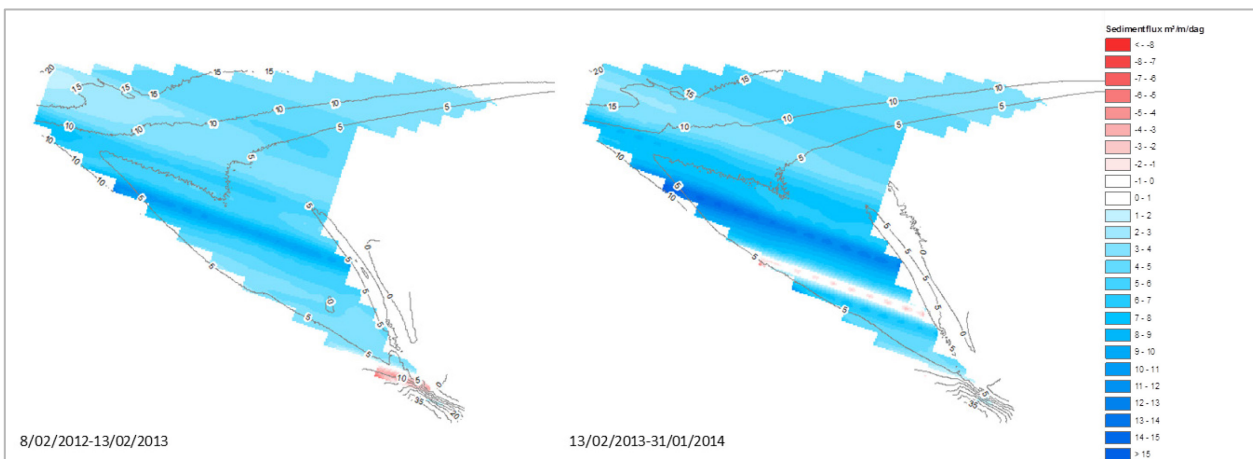
Het sedimenttransport op de plaatrandstortzone HPW verloopt overwegend opwaarts, in de richting van vloedstroming. Uit (IMDC, 2017) is af te leiden dat de sedimentflux op de noordelijke plaatpunt quasi parallel aan de richting van de rekenrijen verloopt. In deze zone varieert de berekende sedimentflux tussen 3 en 5 m³/m/dag. Binnen het geanalyseerde tijdsvenster worden op de noordelijke plaatpunt geen grote variaties opgemerkt. Op de zuidelijke helft van de plaatrandstortzone verloopt het sedimenttransport vanop het westelijke diepe deel van de plaatpunt in zuidoostelijke richting door de vloedschaar en nadien over het Plaatje van Breskens naar het Vaarwater langs Hoofdplaat (IMDC, 2017). Daarnaast is ook de morfologie van deze zone sterk veranderd doorheen de analyseperiode. Desalniettemin kan de berekende sedimentflux ons ook voor deze zones informatie verschaffen. In de eerste twee jaren van de analyseperiode domineert de ebstroming het sedimenttransport aan de opwaartse zijde van rekenrij 5. Wellicht is dit het effect van het ebgeultje dat toen in deze zone gelegen was. Later is het geultje onder invloed van de oostwaartse uitbouw van het Plaatje van Breskens en de bijhorende vloedschaar verder naar het oosten weggedrukt, en verdwijnt de ebdominantie aan het opwaartse uiteinde van rekenrij 5. De meest zuidelijke rekenrijen liggen op de grens tussen de plaatrand en het Vaarwater langs Hoofdplaat. Hier wordt tijdens de analyseperiode doorlopend een ebgedomineerd sedimenttransport geregistreerd.

Het effect van de stortingen langsheen rijen 12 tot en met 16 werd reeds in paragraaf 4.1 uiteengezet. Echter, doordat het sedimenttransport in deze zone niet zuiver lineair in de richting van de rekenrijen verloopt, straalt dit effect ook uit naar de rijen die zuidelijk van de zone waar de stortingen worden uitgevoerd gelegen zijn. Ter hoogte van rekenrij 11 wordt een gelijkaardige respons op de initiële stortingswerkzaamheden berekend als ter hoogte van rij 12. Verder naar het zuiden, valt de hoge opwaartse sedimentflux ter hoogte van rij 9 op. De oorzaak van deze hoge fluxen ligt voornamelijk bij de afwaartse randvoorwaarde. Het afwaartse uiteinde van rekenrij 9 is gelegen aan het westelijke uiteinde van het Plaatje van Breskens, in een gebied waar een sterke stroomsterkte heerst. Verder naar het zuiden neemt de sedimentflux ter hoogte van rekenrij 6 en 7 langzaam af wanneer het Plaatje van Breskens ondieper wordt. In 2015 is het netto sedimenttransport langs deze rijen miniem.

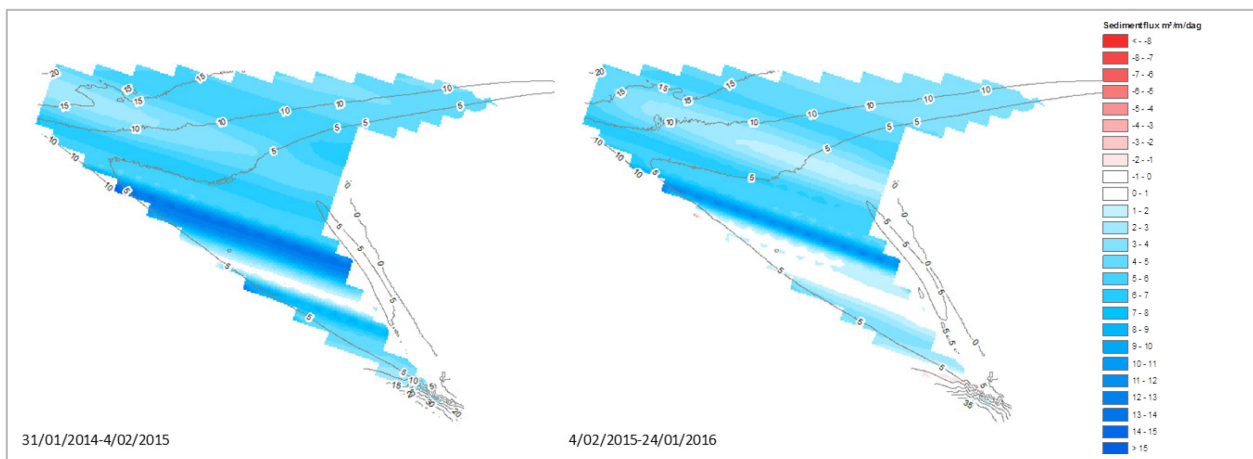
Figuur 18: Gebiedsdekkende sedimentflux voor de jaren 2010 en 2011



Figuur 19: Gebiedsdekkende sedimentflux voor de jaren 2012 en 2013



Figuur 20: Gebiedsdekkende sedimentflux voor de jaren 2014 en 2015



5 Conclusies

Algemeen overheerst een netto opwaarts sedimenttransport op de plaatrandstortzone HPW. Enkel in het uiterste zuiden van de plaatrandstortzone, op de rand van het Vaarwater langs Hoofdplaat, blijft ebgedomineerd sedimenttransport bestaan tot het einde van de analyseperiode. Op plaatrandstortzone Hooge Platen West worden regelmatig stortingen uitgevoerd op het westelijke, diepe deel van de plaatpunt. Dit heeft steeds een verhoogde sedimentflux ter hoogte van de stortingen tot gevolg. Een deel van het gestort volume wordt meegenomen door de vloedstroom in opwaartse richting, en dit zowel in het jaar van de stortingen zelf als in de jaren erna. Opwaarts van de stortingen komt vaak een daling van de sedimentflux voor, een deel van het sediment dat meegenomen werd ter hoogte van de stortingen wordt verder opwaarts afgezet. In verschillende gevallen geven de variaties in sedimentflux aan dat het sediment het jaar nadien opnieuw erodeert en verder opwaarts wordt afgezet of uit de plaatrandstortzone verdwijnt. Ook is regelmatig een laterale invloed van de stortingen op te merken, waarbij het sediment dat in een rekenrij wordt gestort ook invloed heeft op de sedimentflux ten noorden en ten zuiden ervan. De wisselwerking tussen de sedimentflux en de bathymetrie is evident. Wanneer een zone ondieper wordt, neemt de netto sedimentflux af en komt vaak sedimentatie voor.

Voor het noordelijke deel van HPW is de vereenvoudiging van de transportrichting een goede benadering van de werkelijkheid. De berekende sedimentfluxen blijven relatief stabiel doorheen de tijd en het sediment wordt opwaarts getransporteerd in de lengterichting van de rekenrijen. Voor het zuidelijke deel van de plaatrandstortzone is de gemaakte benadering minder waarheidsgetrouw. Het sedimenttransport verloopt hier vanop de westelijke diepe plaatpunt door de vloodschaar en over het Plaatje van Breskens in de richting van het Vaarwater langs Hoofdplaat. Dit patroon valt minder goed af te leiden uit de lineaire analyse van de sedimentflux, desalniettemin is in sommige zones en tijdens periodes een duidelijke laterale invloed in voornamelijk zuidelijke richting op te merken. Interessant zou zijn om tijdens verder onderzoek een 2D-aanpak toe te passen. Op basis van de gebiedsdekkende kaarten van de verschillende componenten van de sedimentflux en de afgeleide gradiënt hiervan, kan een meer realistische analyse van de sedimentbeweging over de plaatrand worden gemaakt. Waar de lineaire aanpak wel volstaat kan het nuttig zijn om de randvoorwaarden te normaliseren en zo meer aandacht te geven aan de veranderingen van de sedimentflux doorheen de jaren. Ook hier kan de afgeleide gradiënt een nuttige aanvulling zijn. Ten slotte kan het ook interessant zijn om de relatie van de sedimentflux tot de veranderende bathymetrie meer aandacht te geven.

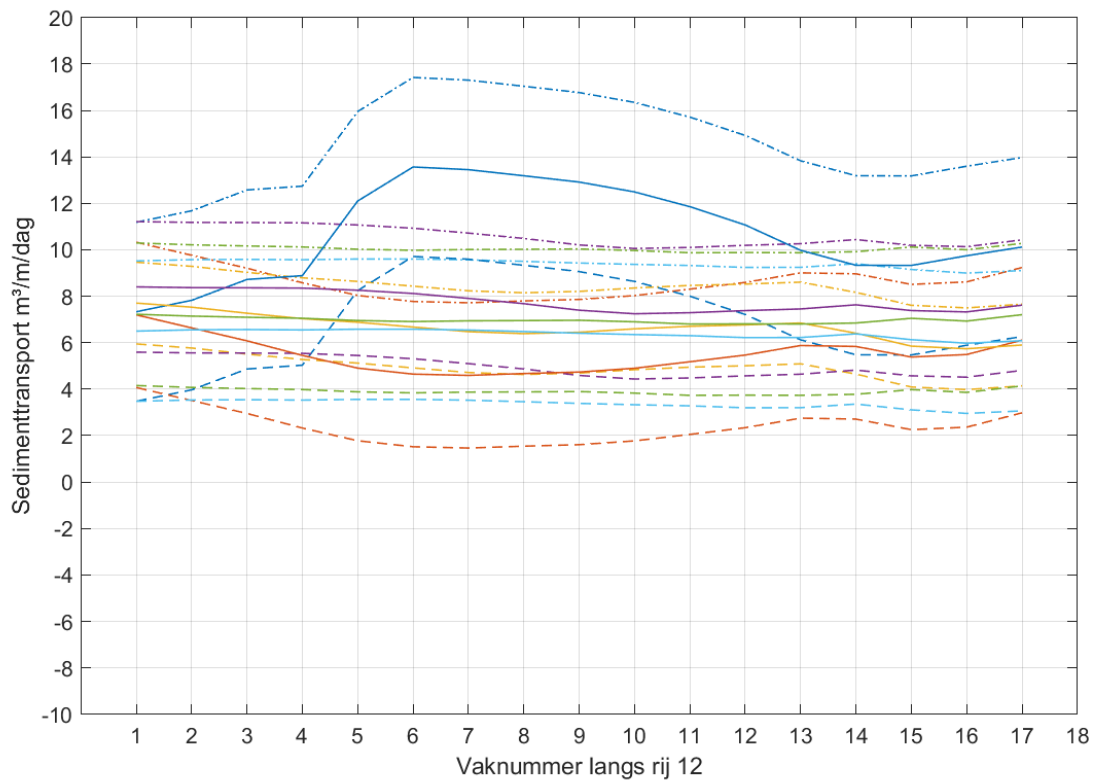
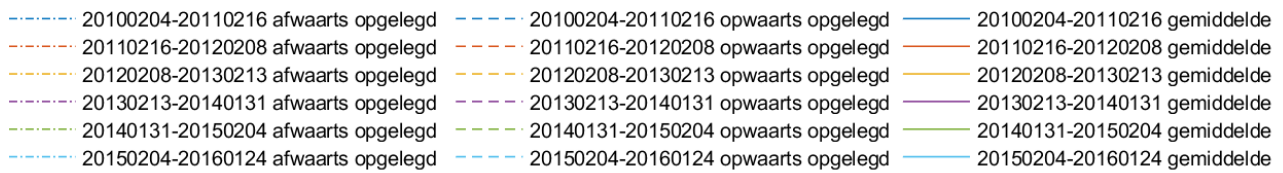
6 Referenties

- Engelund, F.; Hansen, E.** (1967). A monograph on sediment transport in alluvial streams: Copenhagen, Denmark. Available at: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:81101b08-04b5-4082-9121-861949c336c9?collection=research>
- Goossens, M.; Depreiter, D.; Plancke, Y.; Mostaert, F.** (S.d.). Overleg Flexibel Storten: Deelrapport 26 – Sedimentbalans ter hoogte van de Plaat van Walsoorden
- Goossens, M.; Vos, G.; Plancke, Y.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2017). Opvolgingsrapport 14 – Periode januari 2016 – januari 2017: Antwerpen
- IMDC.** (2011). Monitoringprogramma flexibel storten. Tweemaandelijks rapportage plaatrandstortingen juli-augustus 2011
- IMDC.** (2017). Maandelijks Rapportage Plaatrandstortingen periode augustus - september 2017: Antwerpen
- Rijkswaterstaat Zeeland; Departement Mobiliteit en Openbare Werken, afdeling M.; Toegang.** (2008). Protocol voorwaarden voor flexibel storten – Kwaliteitsparameters. 6 pp.
- Schrijver, M.; Plancke, Y.** (2008). Uitvoeringsplan MONEOS-T 2008 - 2018. Rijkswaterstaat Zeeland/Vlaamse Overheid. Departement voor Mobiliteit en Openbare Werken: Middelburg. 44 pp.
- Vandenbruwaene, W.; Vos, G.; Plancke, Y.; Mostaert, F.** (2012a). Werkgroep O&M - Projectgroep Veiligheid en Toegankelijkheid: onderzoek naar de morfologie op meso-schaal ter hoogte van stortlocaties. *RPRT. WL Rapporten, 791_10a*. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen
- Vos, G.; Plancke, Y.; Mostaert, F.** (2012a). Overleg flexibel storten: methodologie opvolging plaatrandstortingen. *RPRT. WL Rapporten, 00_031*. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen
- Vos, G.; Plancke, Y.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2016). Overleg flexibel storten: opvolgingsrapport 12. Periode juli 2014 - januari 2015. *RPRT. WL Rapporten, 00_031*. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

7 Bijlagen

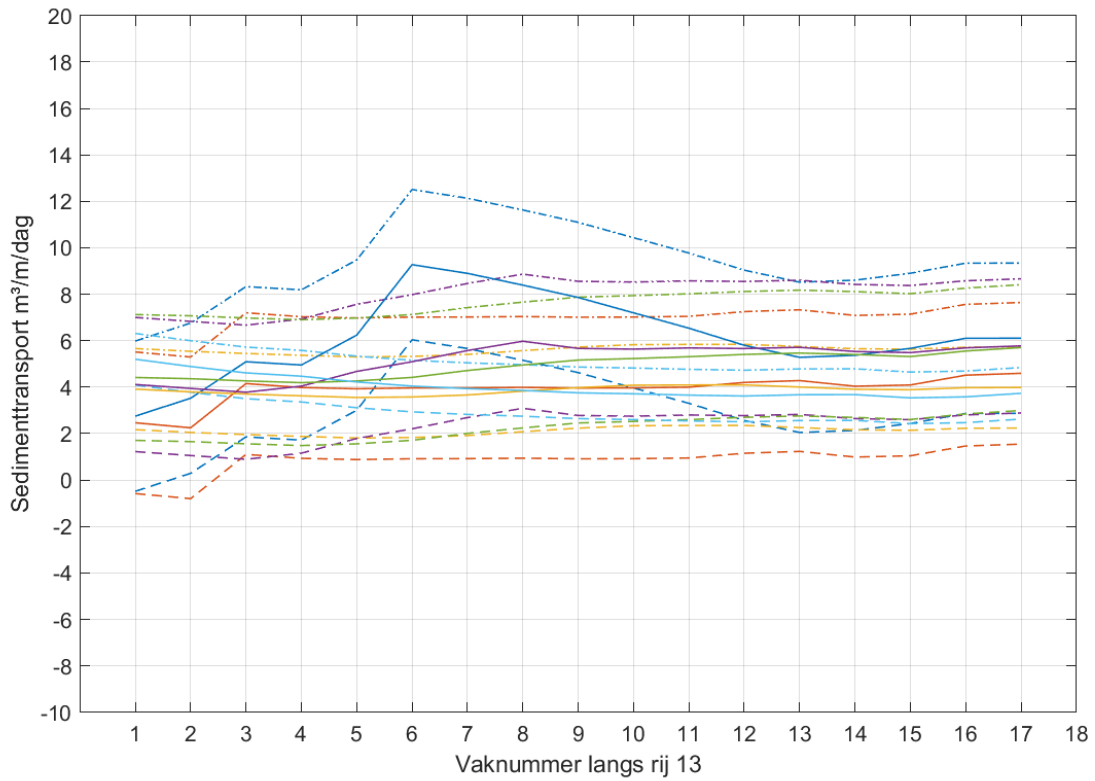
7.1 Evolutie doorheen de tijd

Figuur 21: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 12.



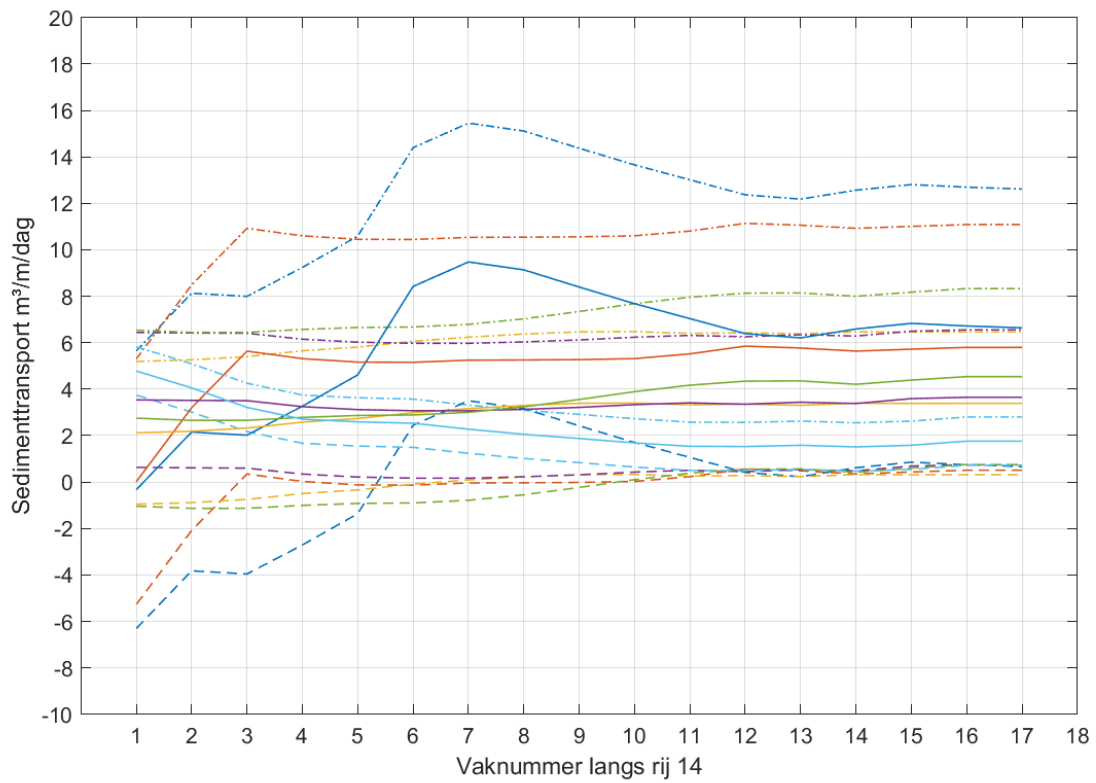
Figuur 22: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 13

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 20100204-20110216 afwaarts opgelegd | 20100204-20110216 opwaarts opgelegd | 20100204-20110216 gemiddelde |
| 20110216-20120208 afwaarts opgelegd | 20110216-20120208 opwaarts opgelegd | 20110216-20120208 gemiddelde |
| 20120208-20130213 afwaarts opgelegd | 20120208-20130213 opwaarts opgelegd | 20120208-20130213 gemiddelde |
| 20130213-20140131 afwaarts opgelegd | 20130213-20140131 opwaarts opgelegd | 20130213-20140131 gemiddelde |
| 20140131-20150204 afwaarts opgelegd | 20140131-20150204 opwaarts opgelegd | 20140131-20150204 gemiddelde |
| 20150204-20160124 afwaarts opgelegd | 20150204-20160124 opwaarts opgelegd | 20150204-20160124 gemiddelde |



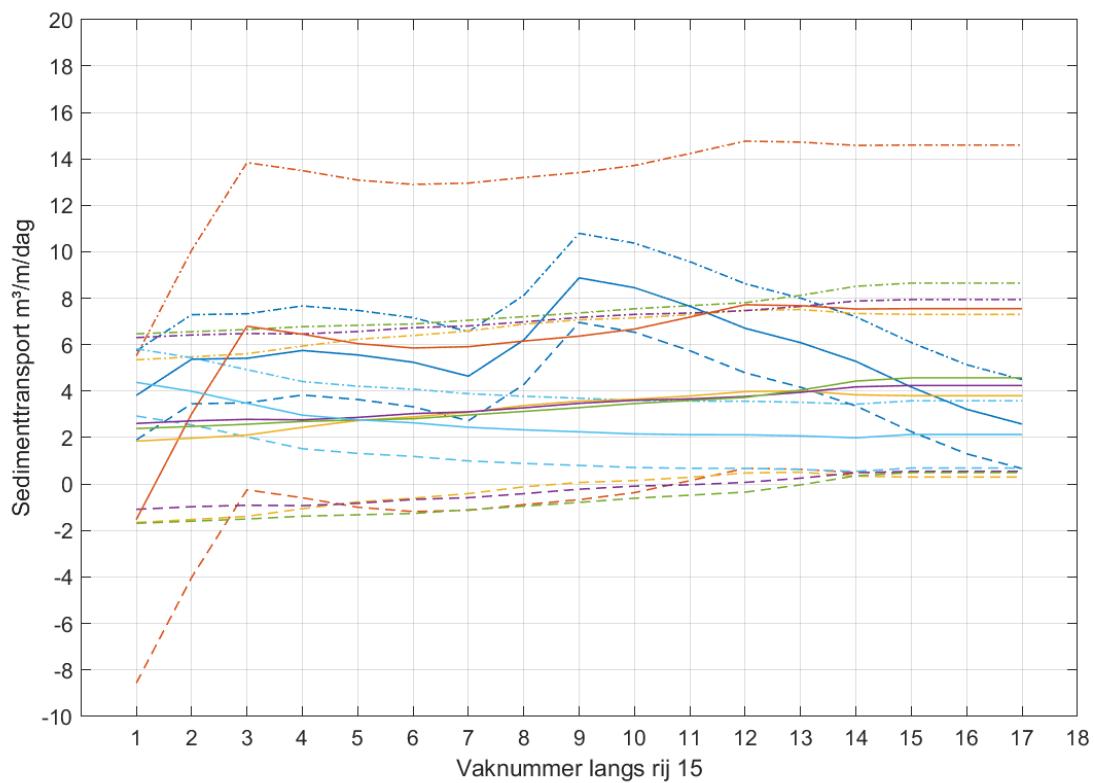
Figuur 23: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 14

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 20100204-20110216 afwaarts opgelegd | 20100204-20110216 opwaarts opgelegd | 20100204-20110216 gemiddelde |
| 20110216-20120208 afwaarts opgelegd | 20110216-20120208 opwaarts opgelegd | 20110216-20120208 gemiddelde |
| 20120208-20130213 afwaarts opgelegd | 20120208-20130213 opwaarts opgelegd | 20120208-20130213 gemiddelde |
| 20130213-20140131 afwaarts opgelegd | 20130213-20140131 opwaarts opgelegd | 20130213-20140131 gemiddelde |
| 20140131-20150204 afwaarts opgelegd | 20140131-20150204 opwaarts opgelegd | 20140131-20150204 gemiddelde |
| 20150204-20160124 afwaarts opgelegd | 20150204-20160124 opwaarts opgelegd | 20150204-20160124 gemiddelde |



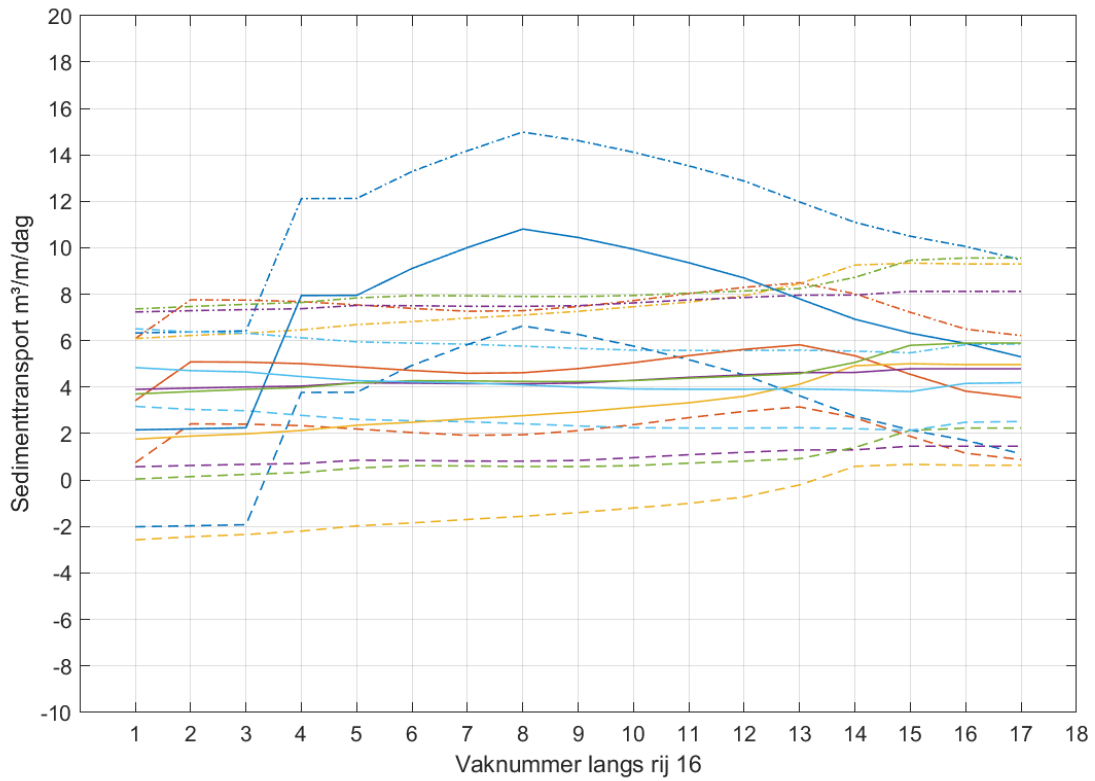
Figuur 24: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 15

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



Figuur 25: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 16

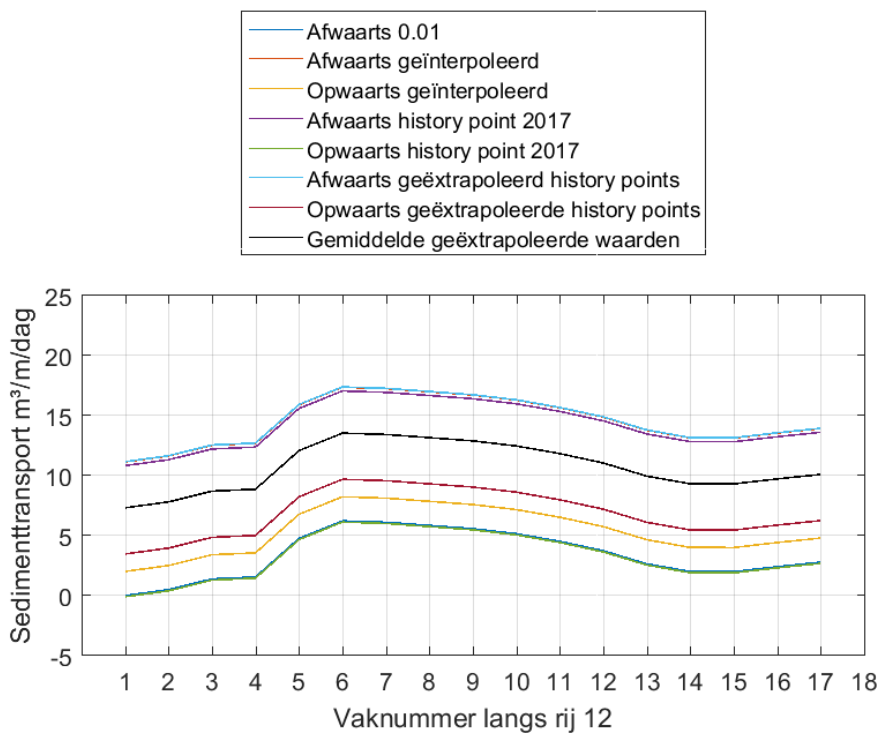
- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 20100204-20110216 afwaarts opgelegd | 20100204-20110216 opwaarts opgelegd | 20100204-20110216 gemiddelde |
| 20110216-20120208 afwaarts opgelegd | 20110216-20120208 opwaarts opgelegd | 20110216-20120208 gemiddelde |
| 20120208-20130213 afwaarts opgelegd | 20120208-20130213 opwaarts opgelegd | 20120208-20130213 gemiddelde |
| 20130213-20140131 afwaarts opgelegd | 20130213-20140131 opwaarts opgelegd | 20130213-20140131 gemiddelde |
| 20140131-20150204 afwaarts opgelegd | 20140131-20150204 opwaarts opgelegd | 20140131-20150204 gemiddelde |
| 20150204-20160124 afwaarts opgelegd | 20150204-20160124 opwaarts opgelegd | 20150204-20160124 gemiddelde |



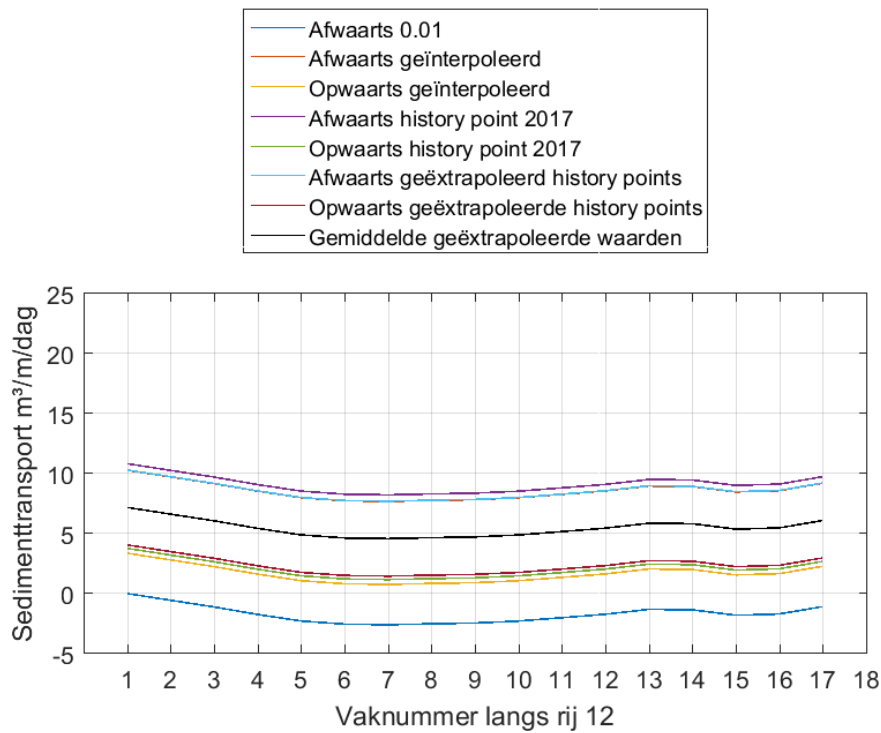
7.2 Vergelijking van de randvoorwaarden per tijdstap

7.2.1 Rij 12

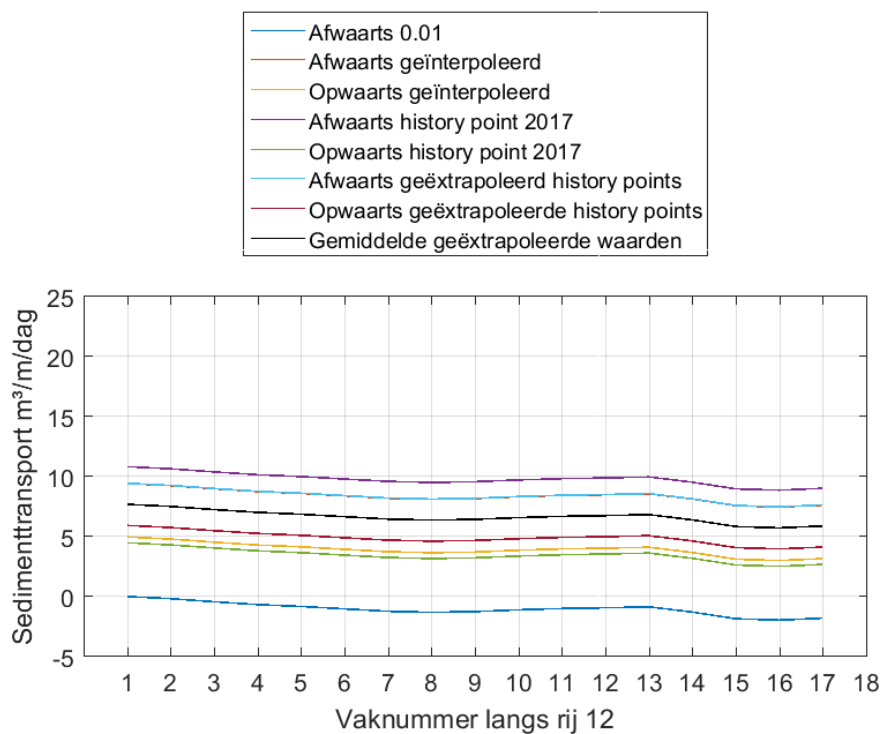
Figuur 26: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 12 tussen 4/02/2010 en 16/02/2011 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



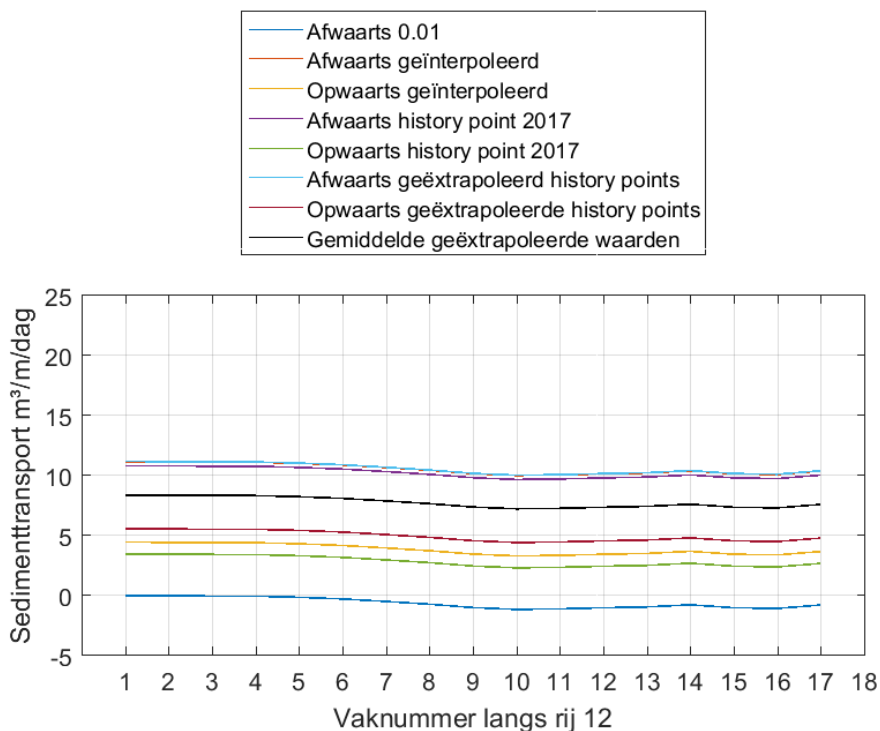
Figuur 27: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 12 tussen 16/02/2011 en 8/02/2012 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



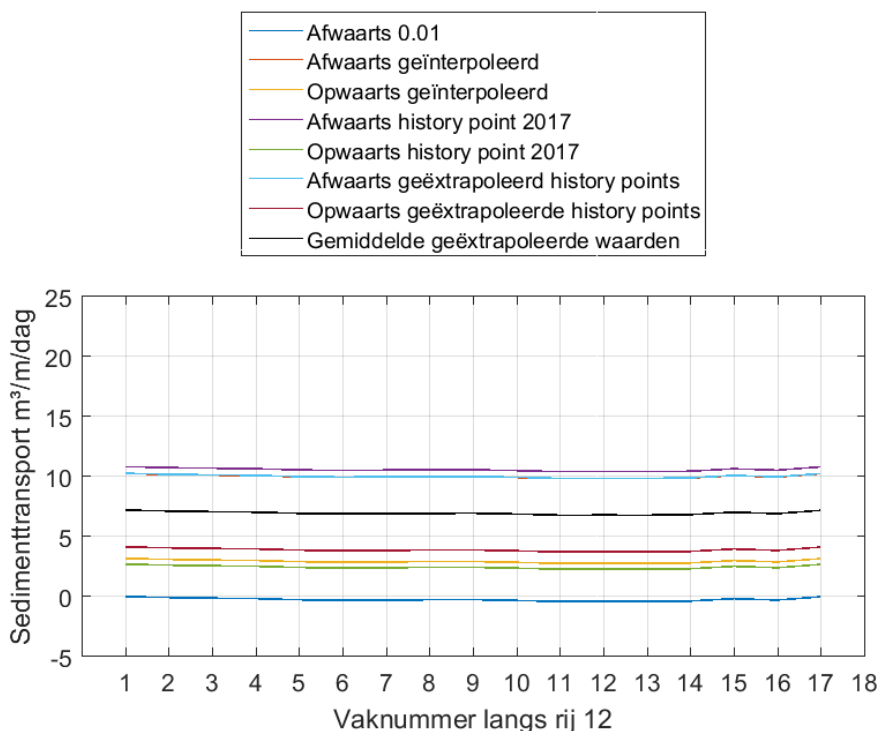
Figuur 28: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 12 tussen 8/02/2012 en 13/02/2013 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



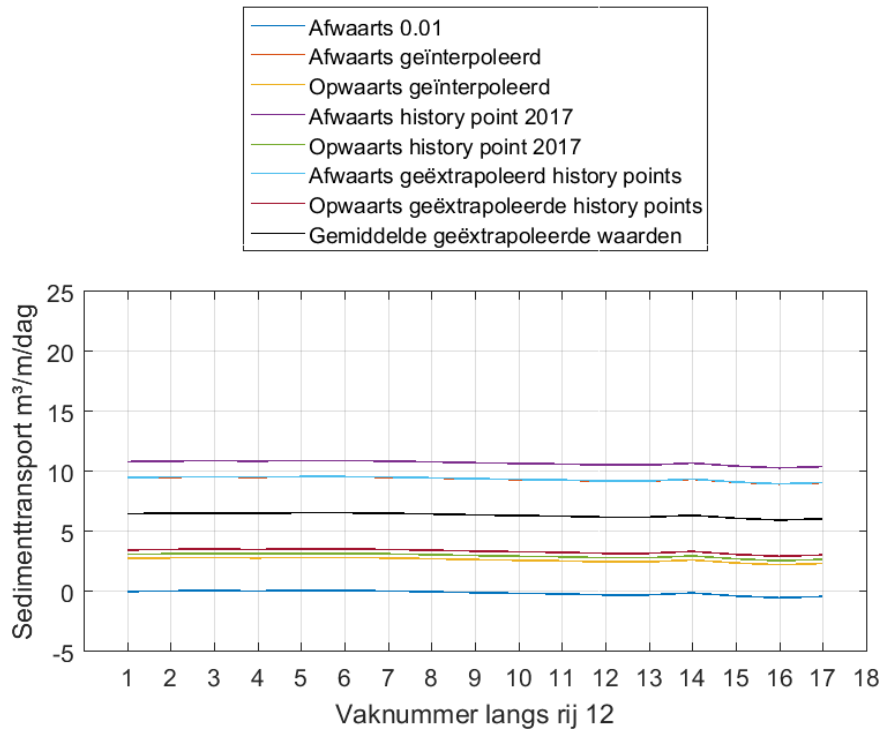
Figuur 29: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 12 tussen 13/02/2013 en 31/01/2014 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



Figuur 30: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 12 tussen 31/01/2014 en 4/02/2015 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.

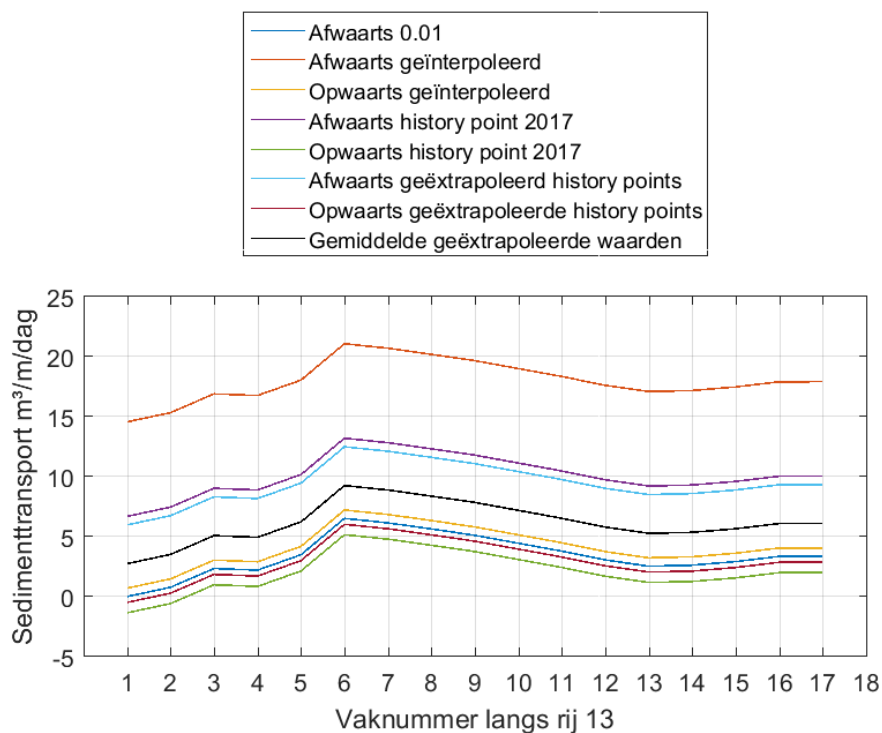


Figuur 31: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 12 tussen 4/02/2015 en 24/01/2016 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.

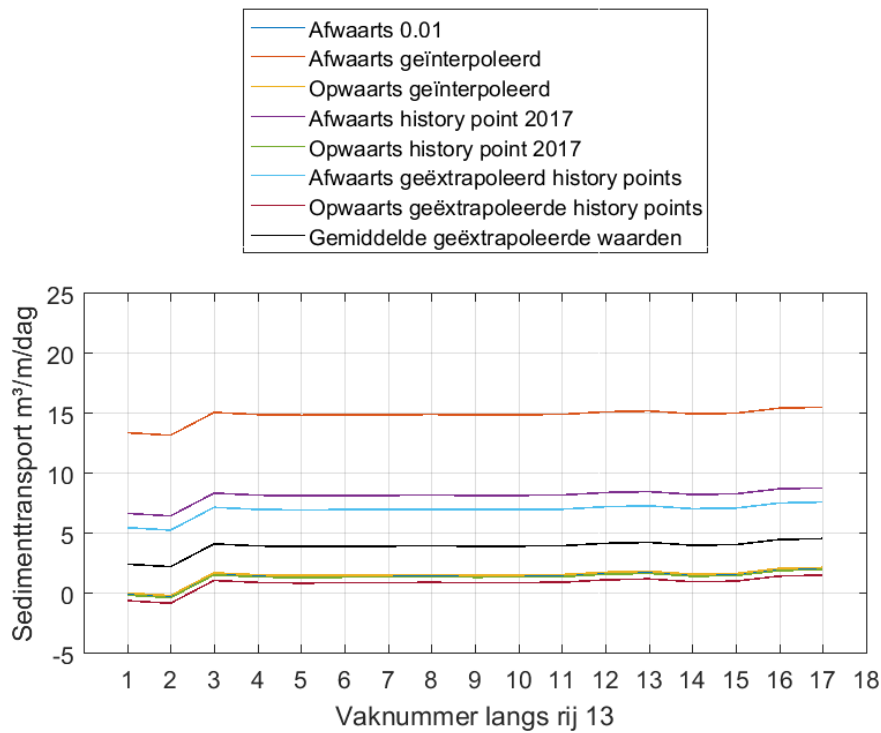


7.2.2 Rij 13

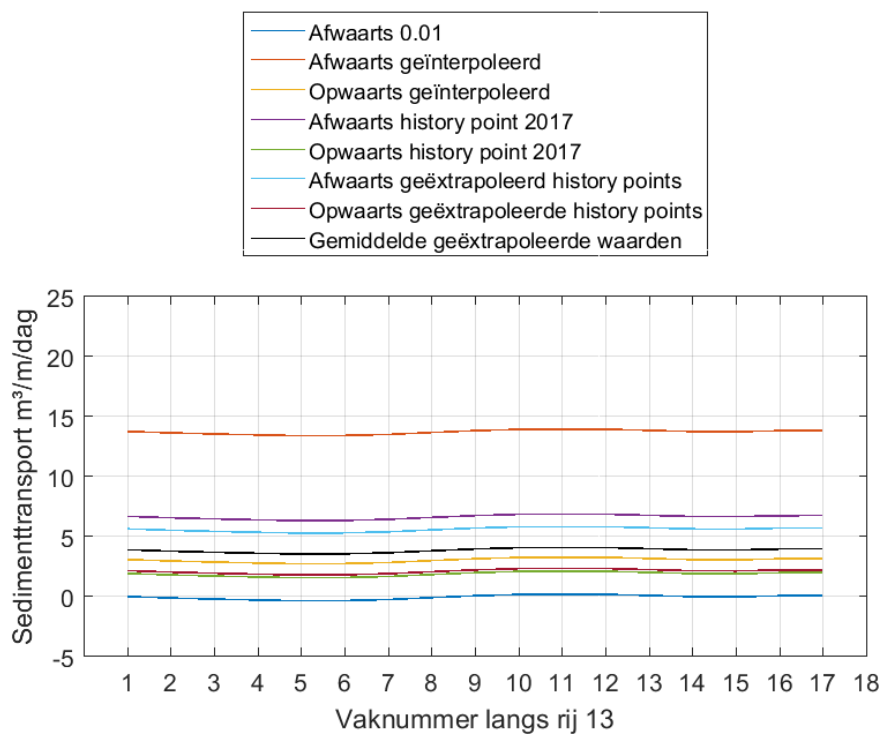
Figuur 32: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 13 tussen 4/02/2010 en 16/02/2011 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



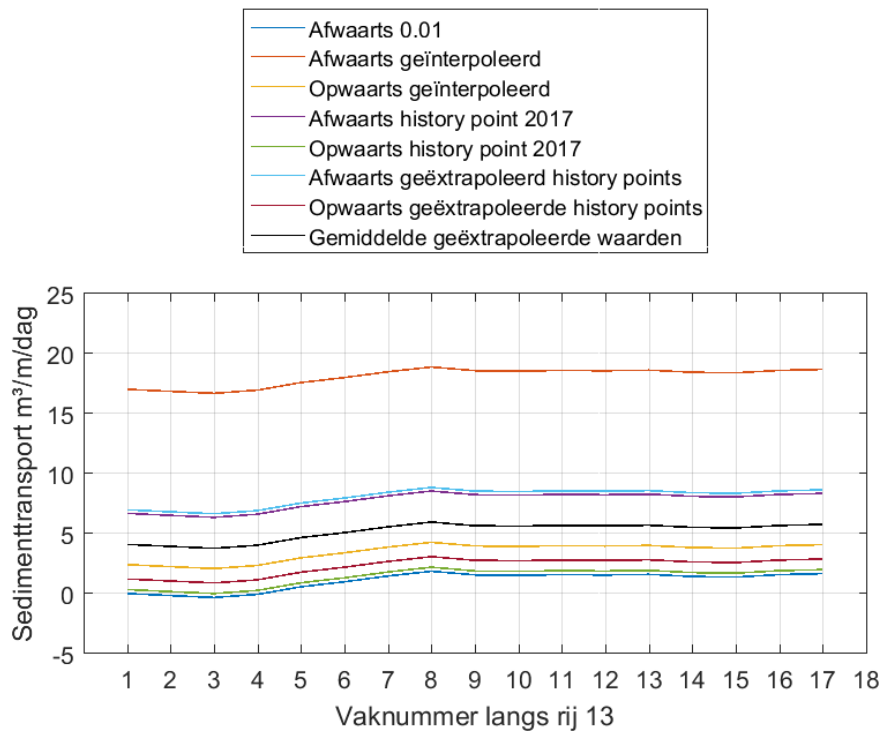
Figuur 33: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 13 tussen 16/02/2011 en 8/02/2012 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



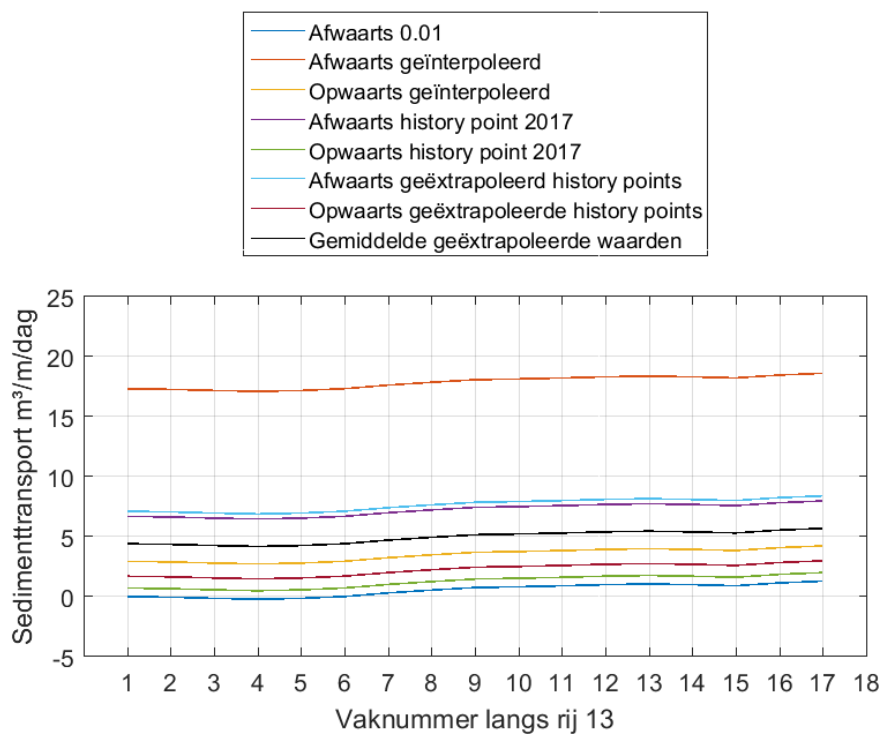
Figuur 34: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 13 tussen 8/02/2012 en 13/02/2013 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



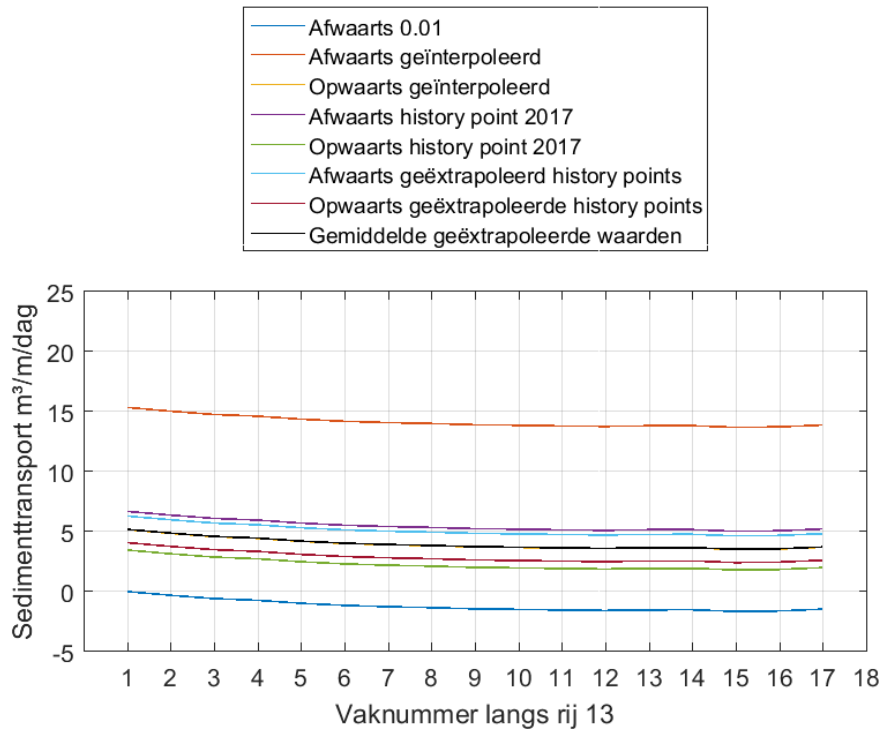
Figuur 35: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 13 tussen 13/02/2013 en 31/01/2014 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



Figuur 36: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 13 tussen 31/01/2014 en 4/02/2015 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.

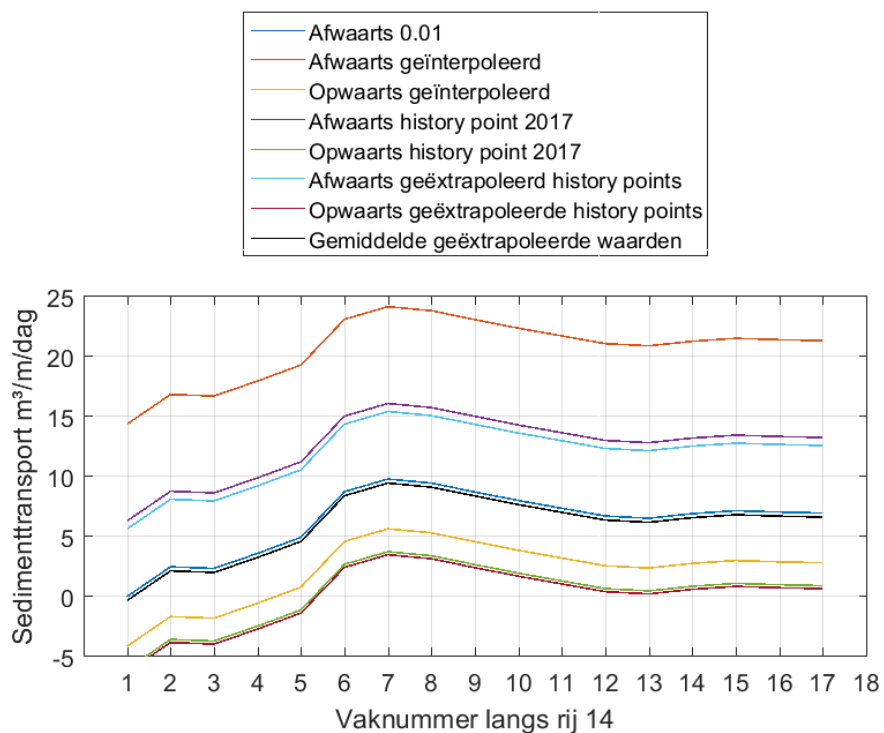


Figuur 37: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 13 tussen 4/02/2015 en 24/01/2016 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.

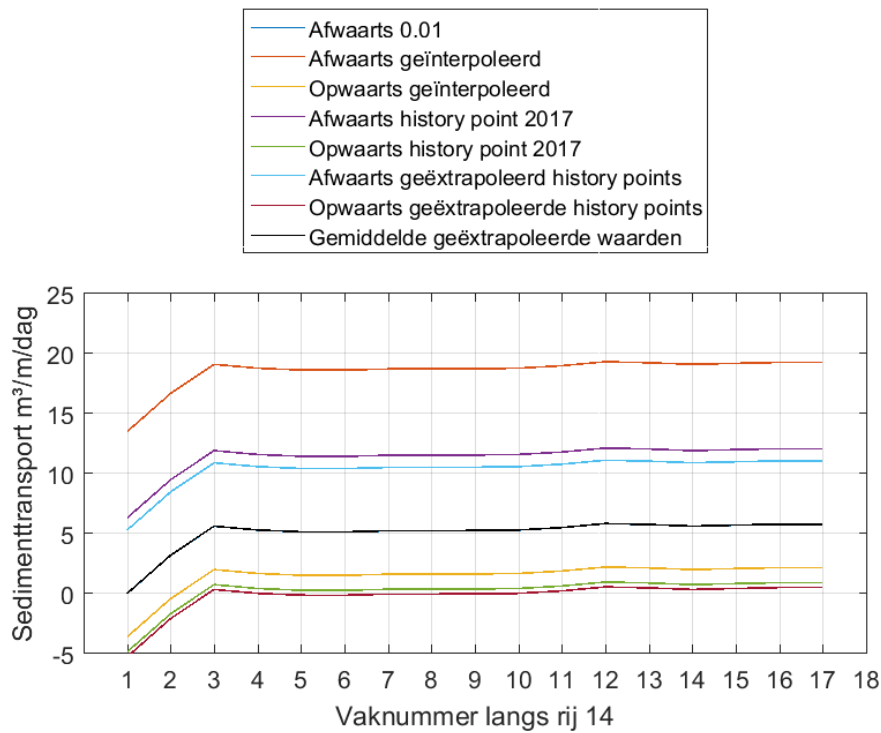


7.2.3 Rij 14

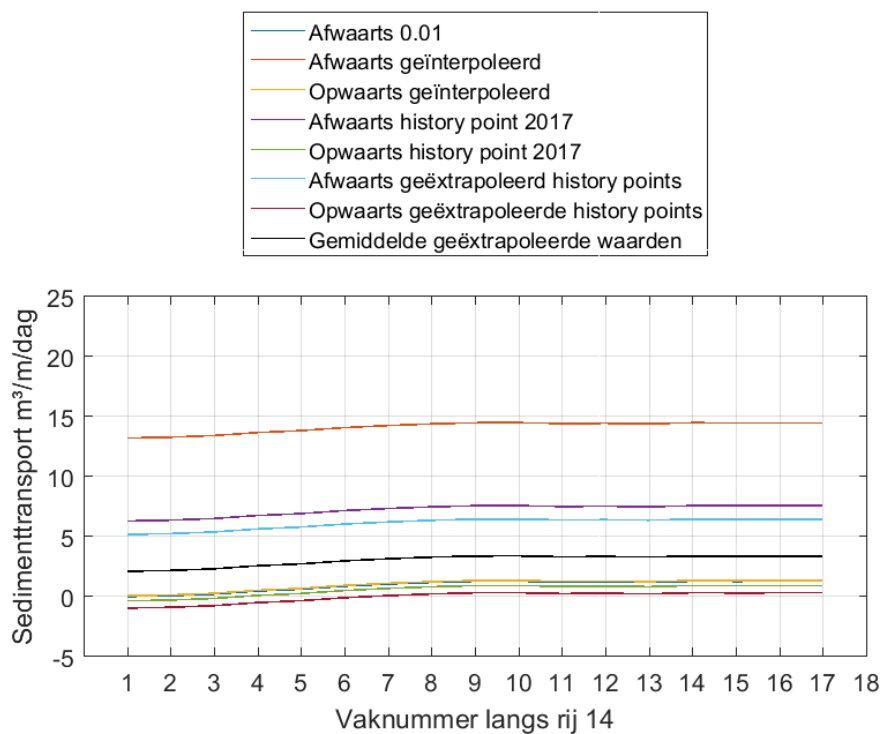
Figuur 38: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 14 tussen 4/02/2010 en 16/02/2011 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



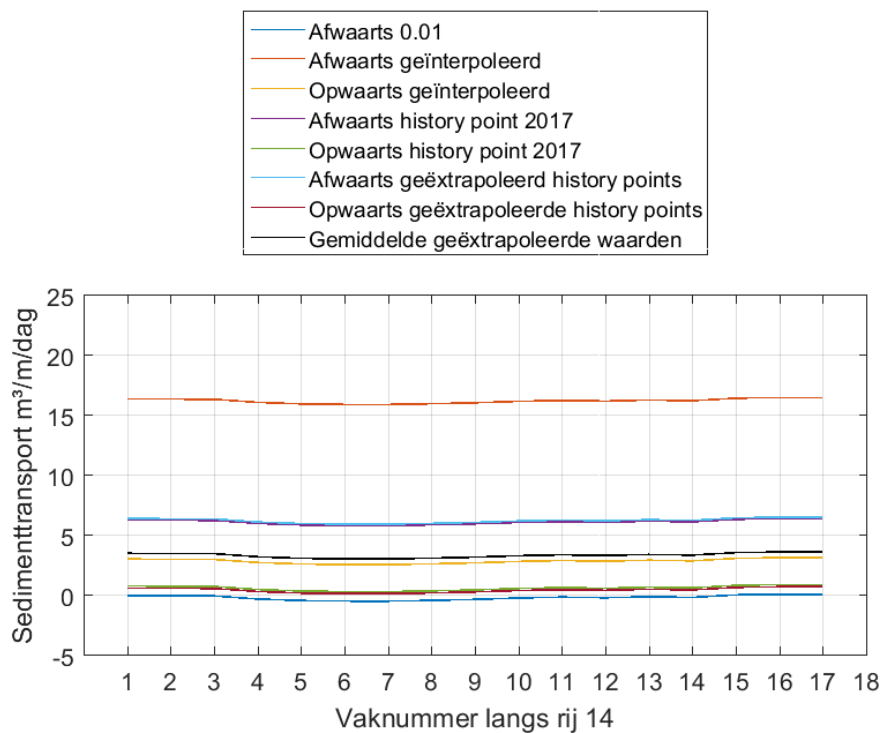
Figuur 39: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 14 tussen 16/02/2011 en 8/02/2012 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



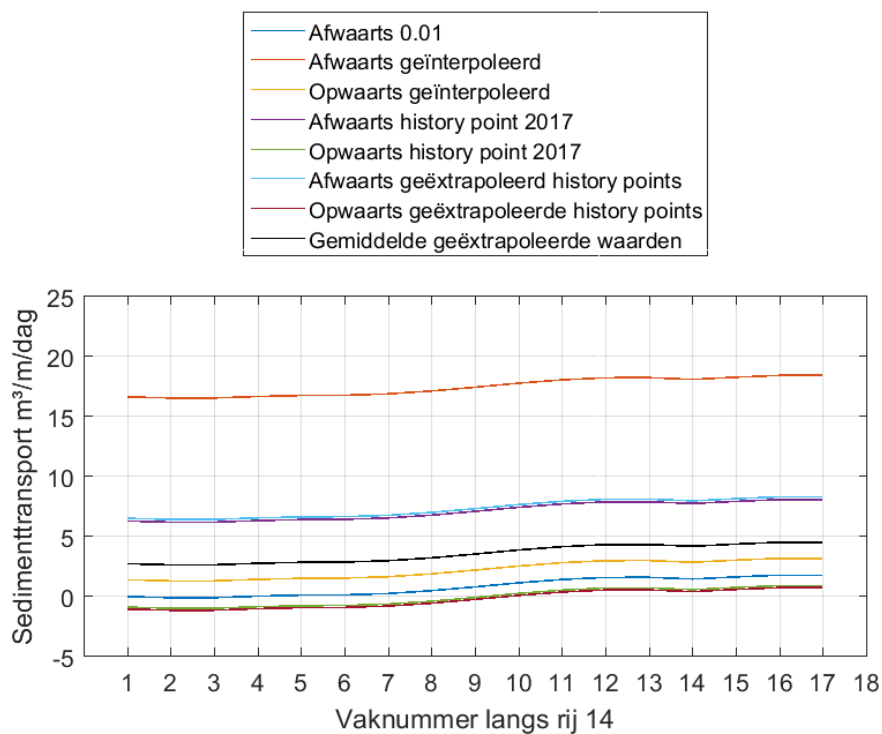
Figuur 40: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 14 tussen 8/02/2012 en 13/02/2013 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



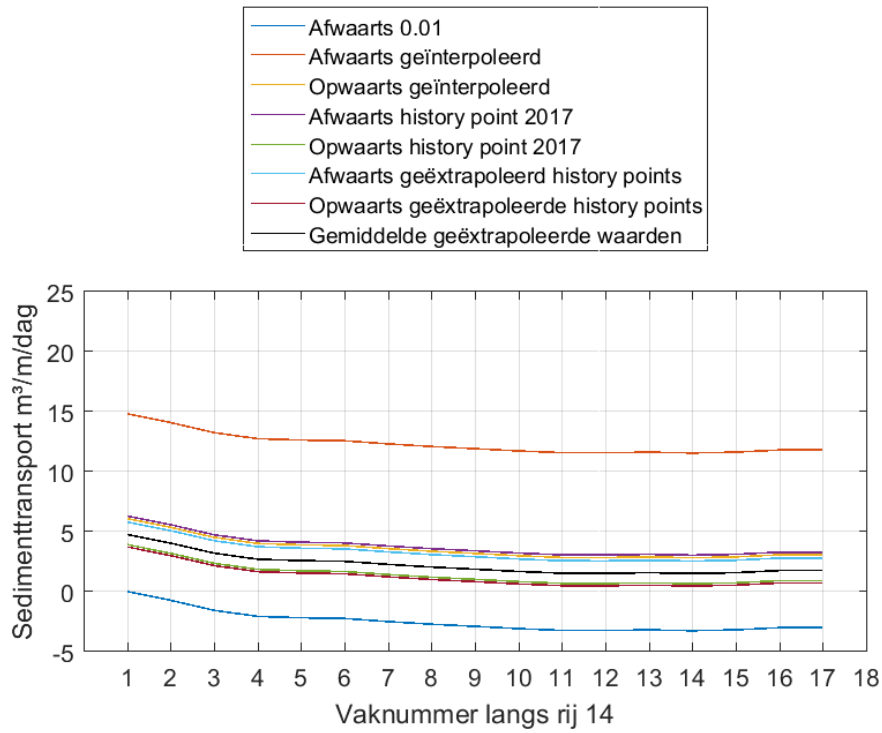
Figuur 41: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 14 tussen 13/02/2013 en 31/01/2014 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



Figuur 42: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 14 tussen 31/01/2014 en 4/02/2015 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.

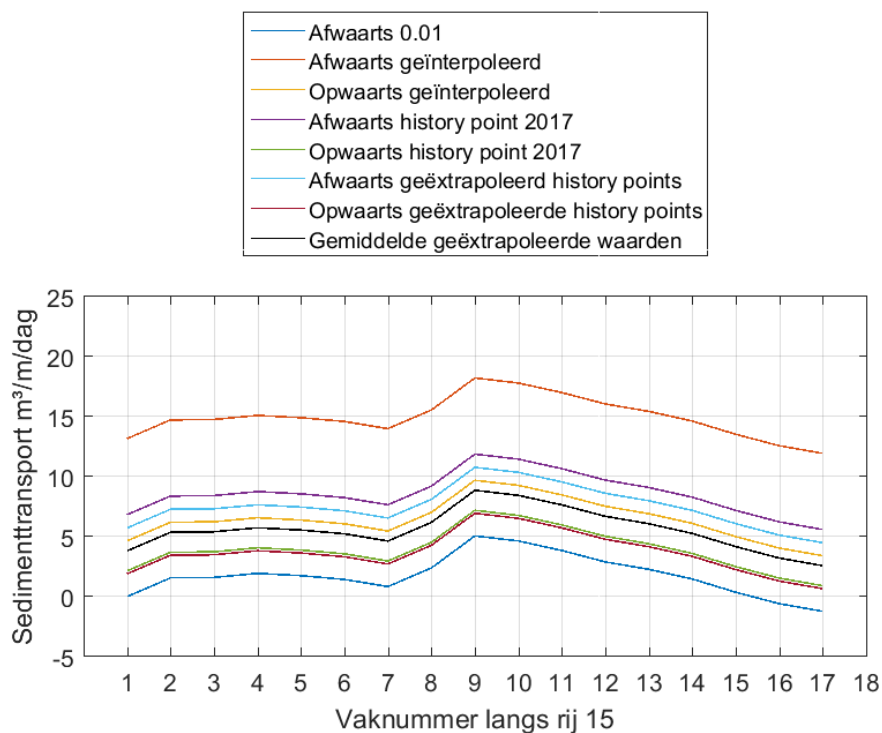


Figuur 43: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 14 tussen 4/02/2015 en 24/01/2016 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.

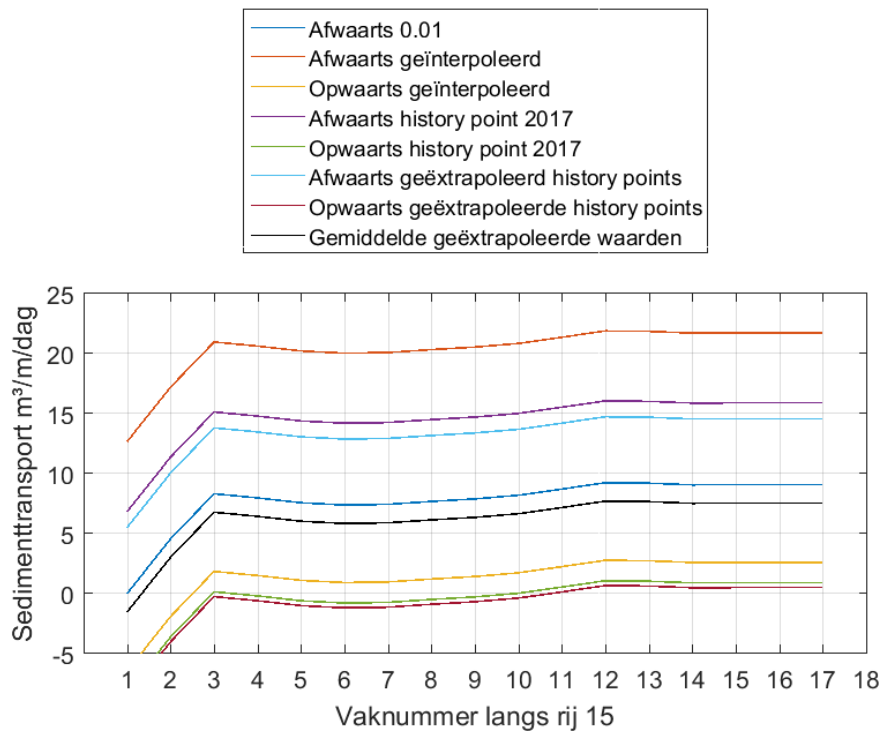


7.2.4 Rij 15

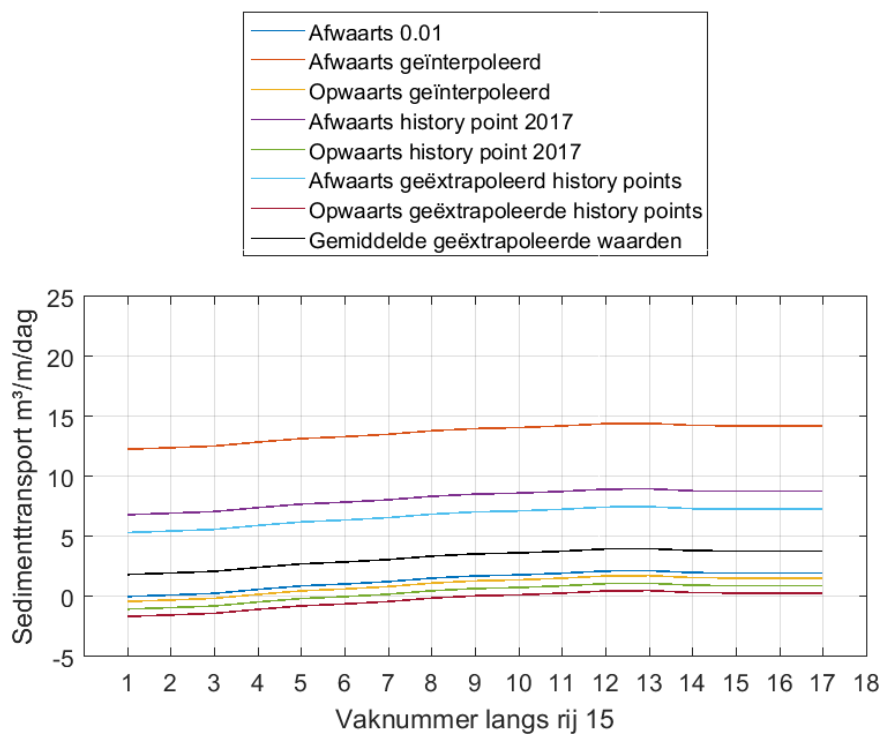
Figuur 44: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 15 tussen 4/02/2010 en 16/02/2011 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



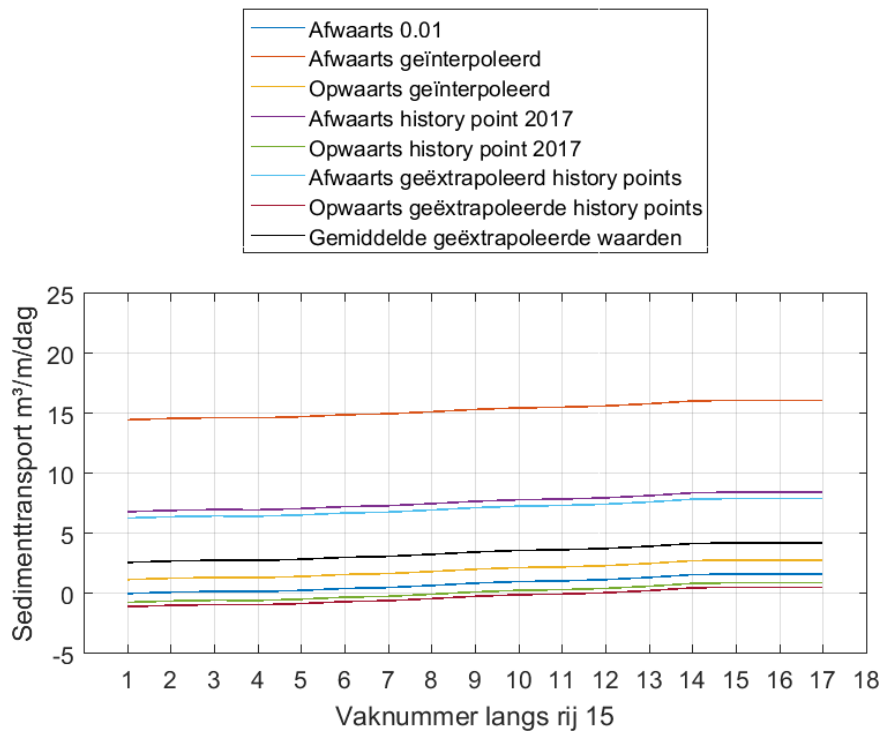
Figuur 45: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 15 tussen 16/02/2011 en 8/02/2012 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



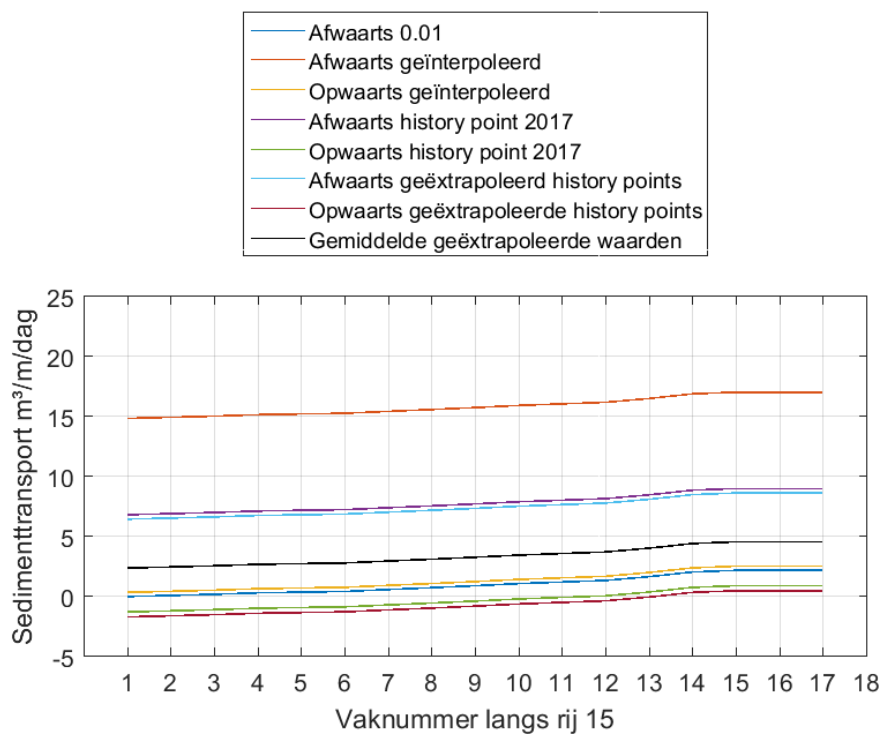
Figuur 46: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 15 tussen 8/02/2012 en 13/02/2013 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



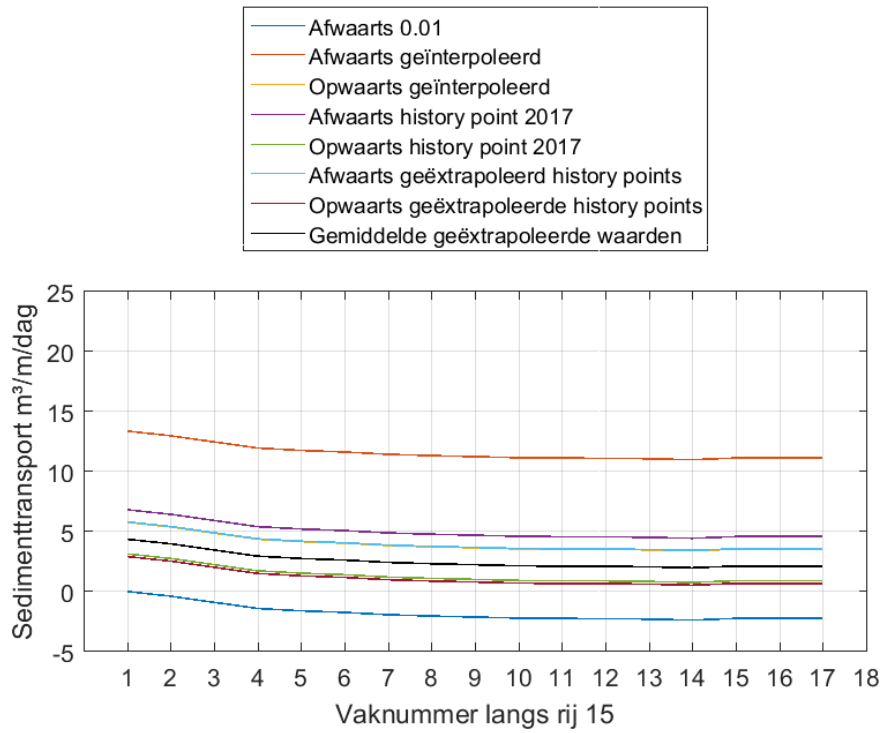
Figuur 47: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 15 tussen 13/02/2013 en 31/01/2014 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



Figuur 48: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 15 tussen 31/01/2014 en 4/02/2015 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.

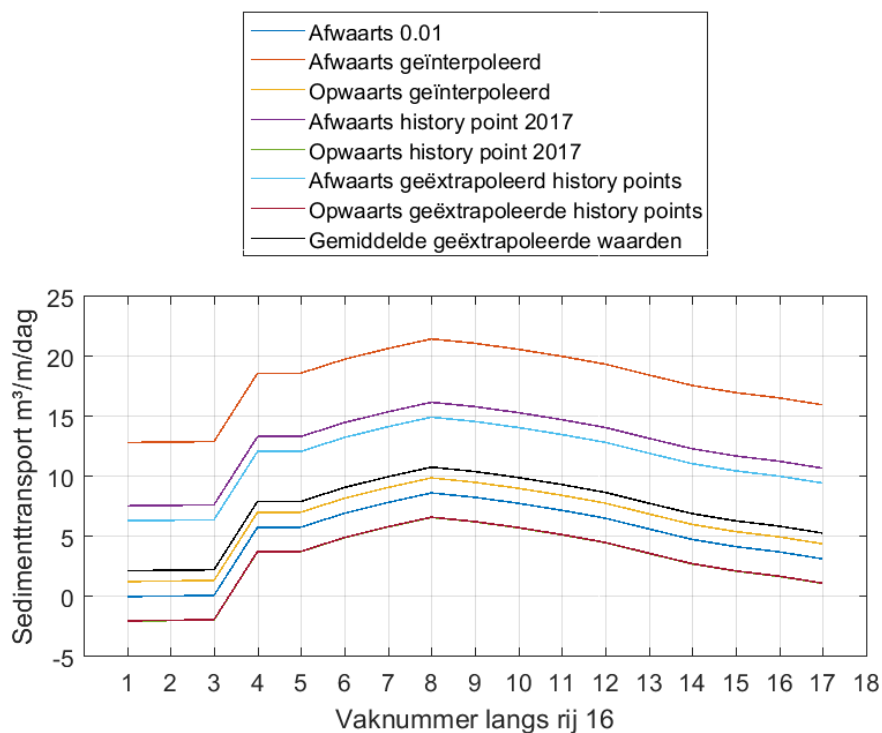


Figuur 49: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 15 tussen 4/02/2015 en 24/01/2016 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.

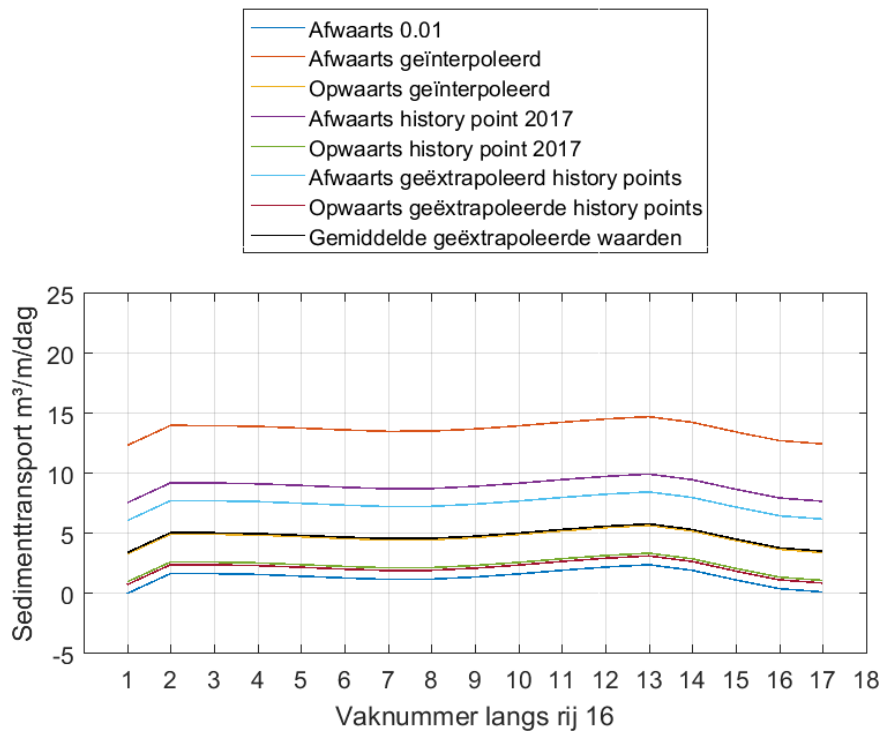


7.2.5 Rij 16

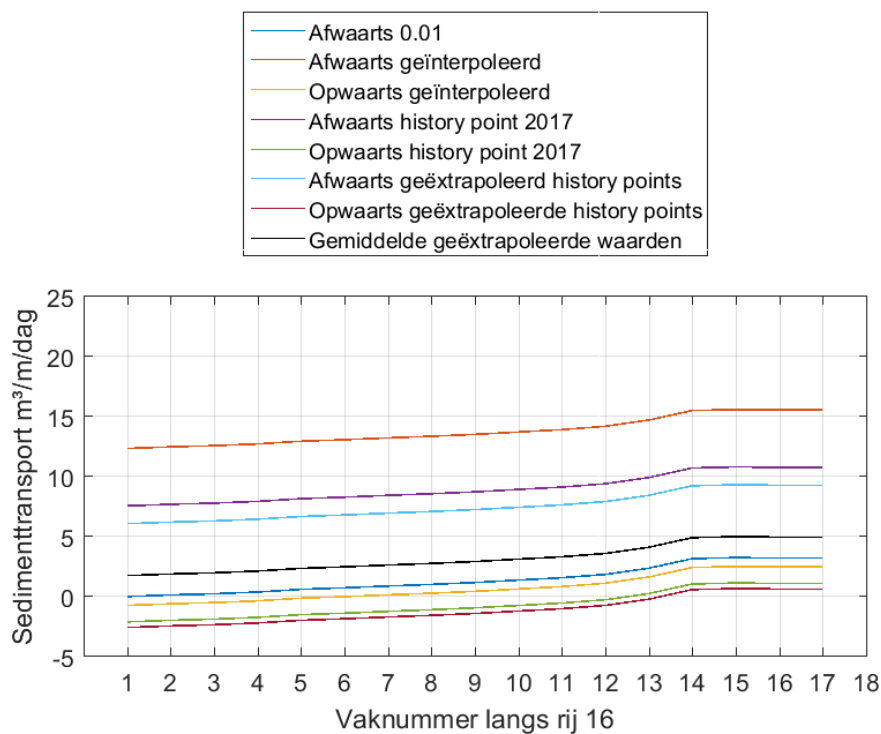
Figuur 50: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 4/02/2010 en 16/02/2011 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



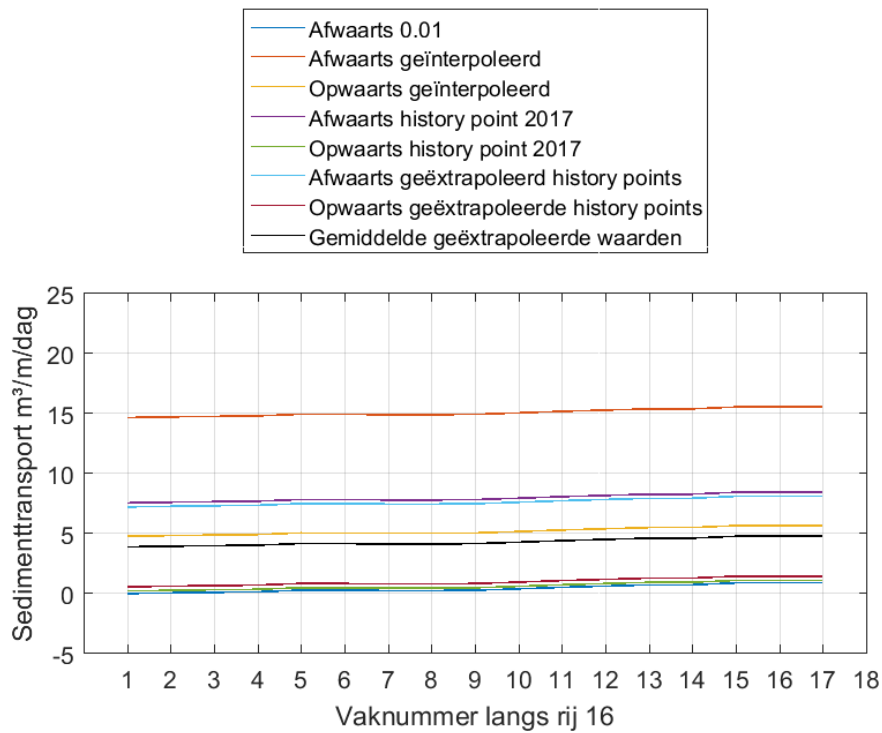
Figuur 51: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 16/02/2011 en 8/02/2012 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



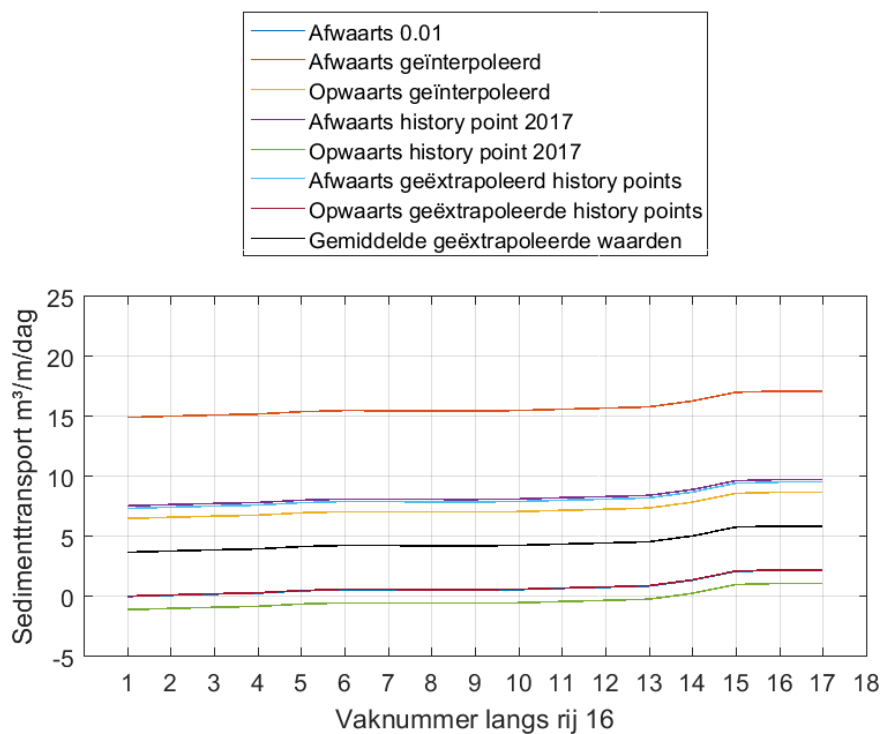
Figuur 52: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 8/02/2012 en 13/02/2013 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



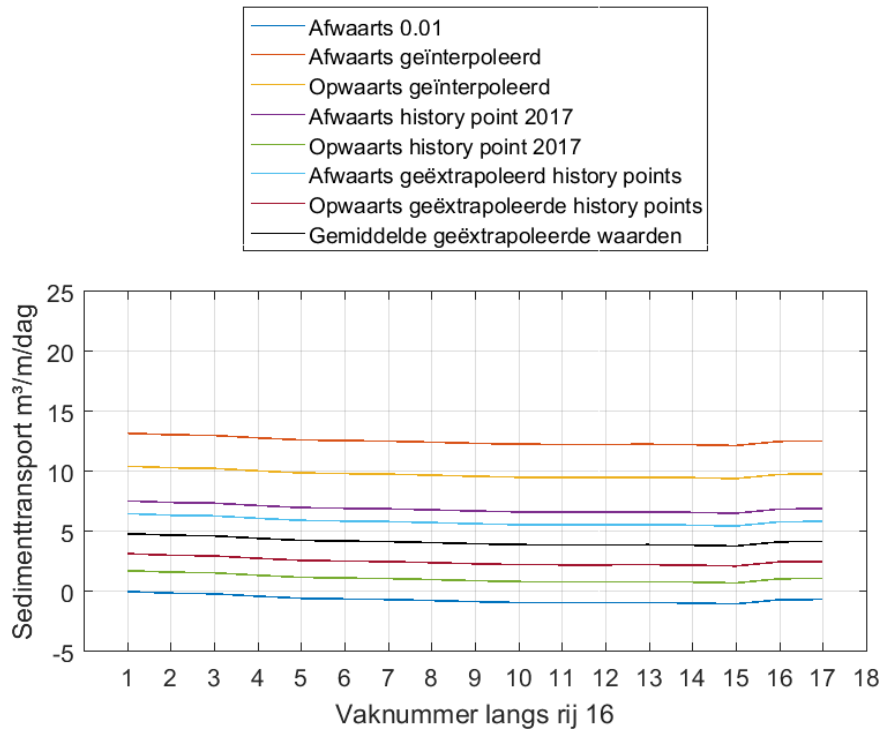
Figuur 53: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 13/02/2013 en 31/01/2014 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.



Figuur 54: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 31/01/2014 en 4/02/2015 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.

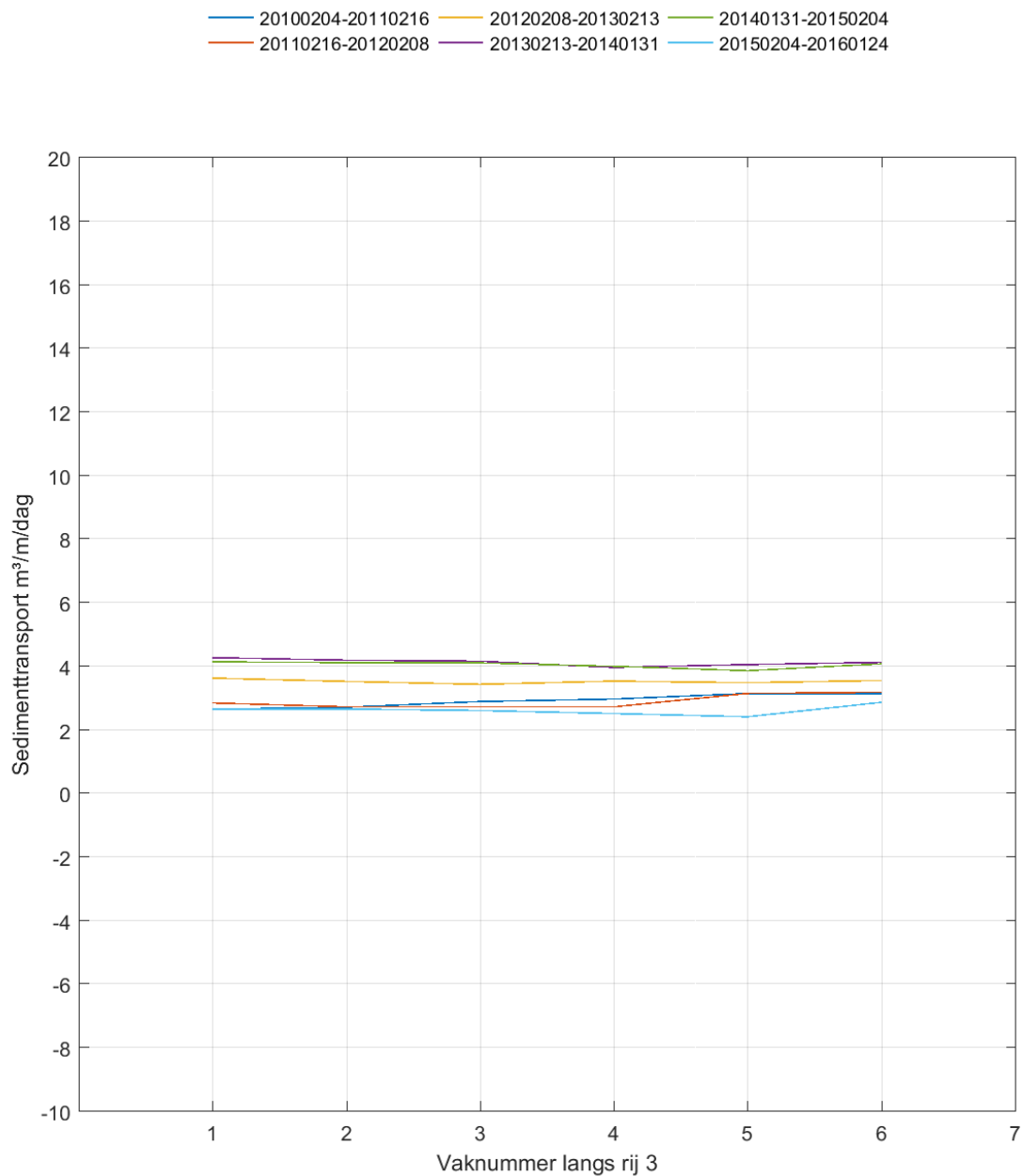


Figuur 55: Vergelijking van de zandbalansen berekend voor rij 16 tussen 4/02/2015 en 24/01/2016 met verschillende op- of afwaarts opgelegde sedimentfluxen als randvoorwaarde.

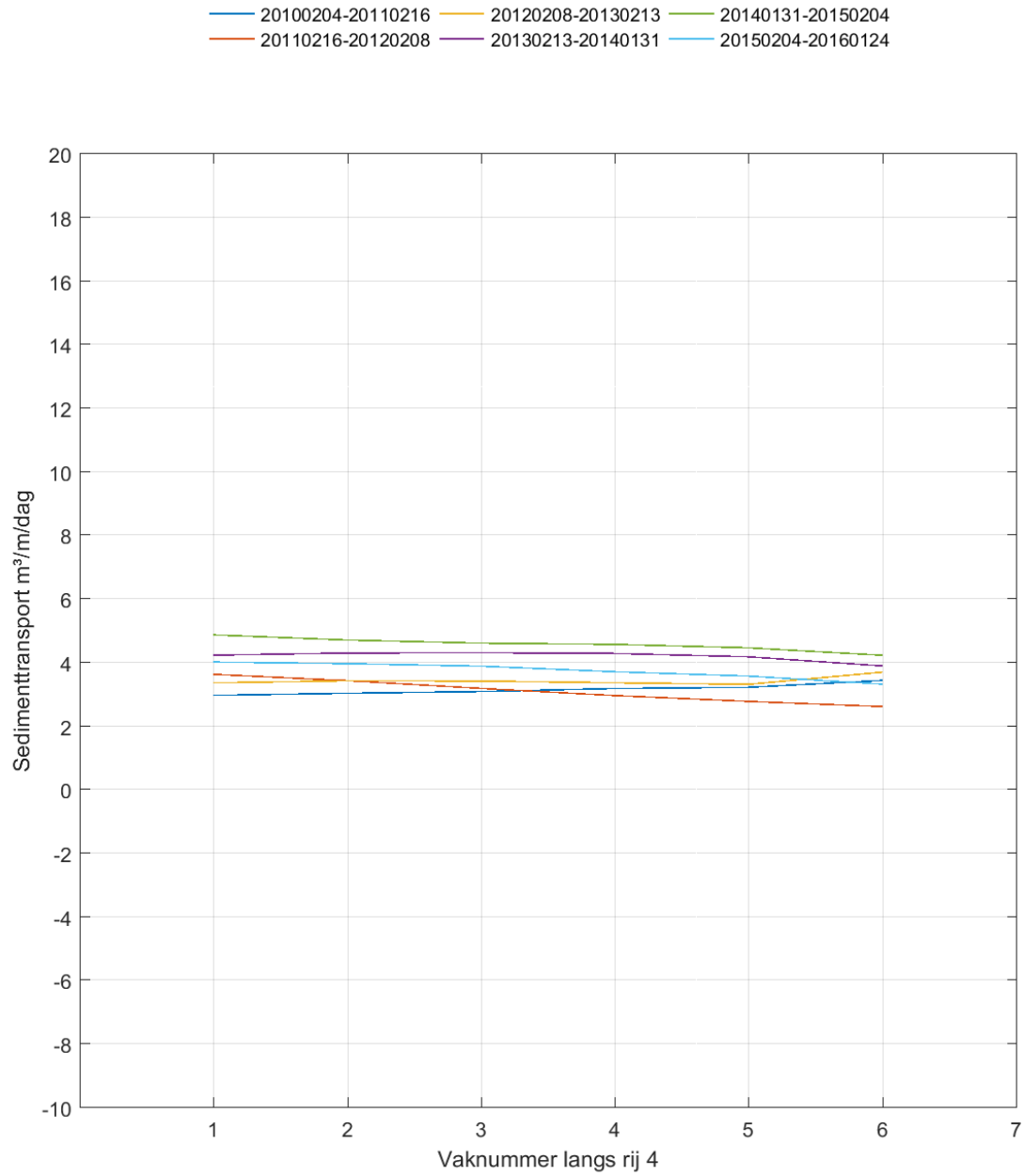


7.3 Aanvullende zandbalansen – gemiddelden

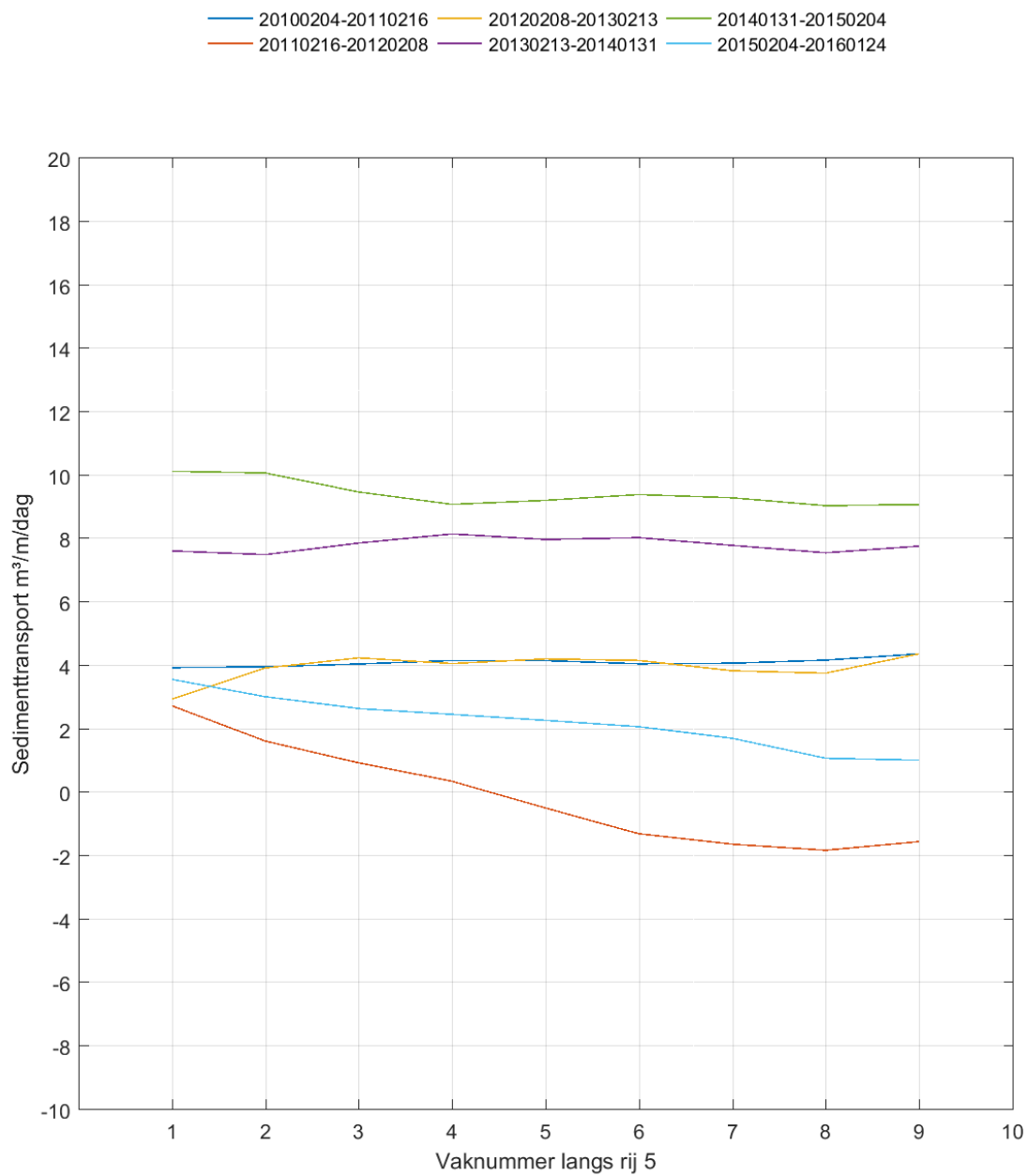
Figuur 56: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 3



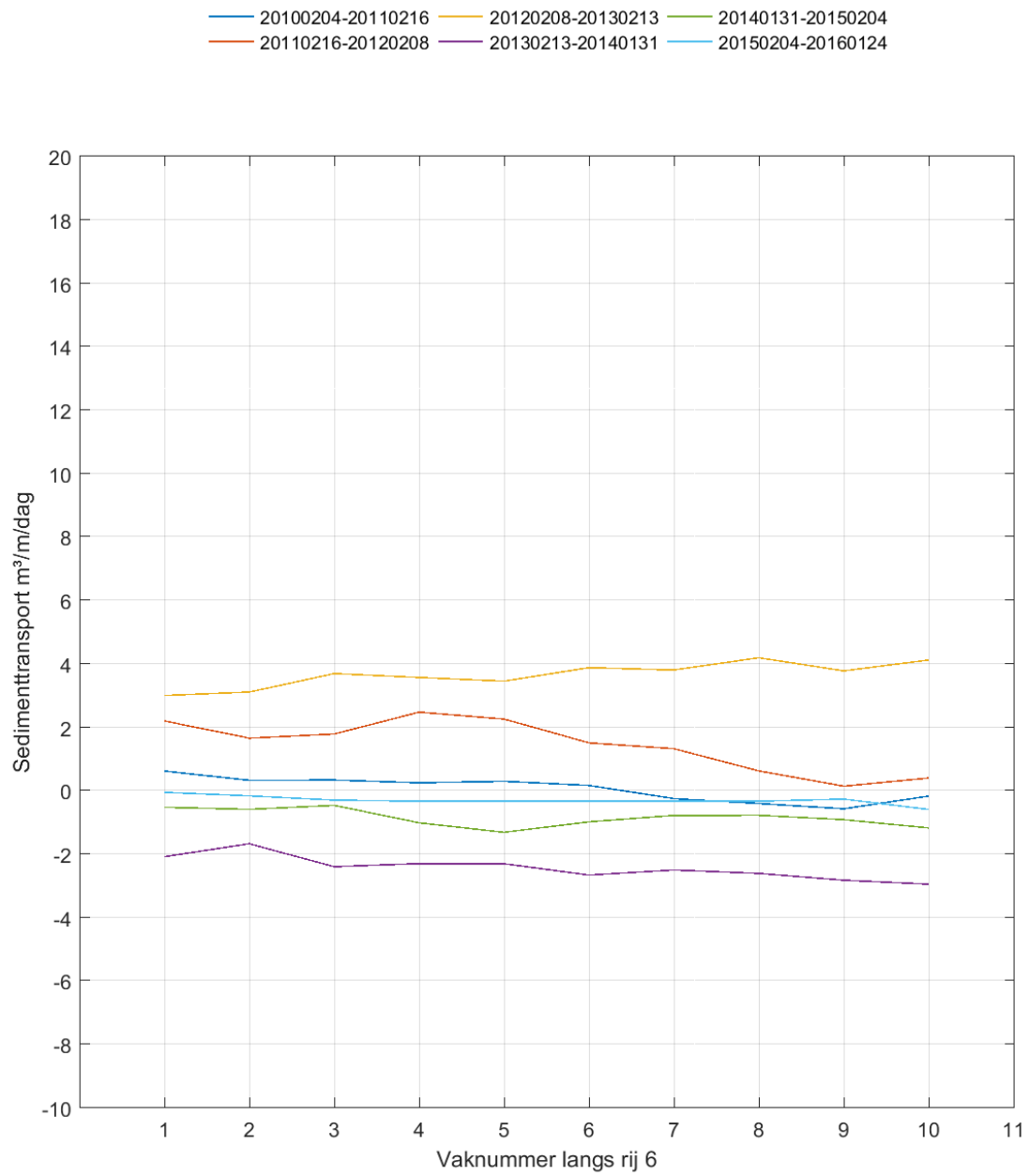
Figuur 57: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 4



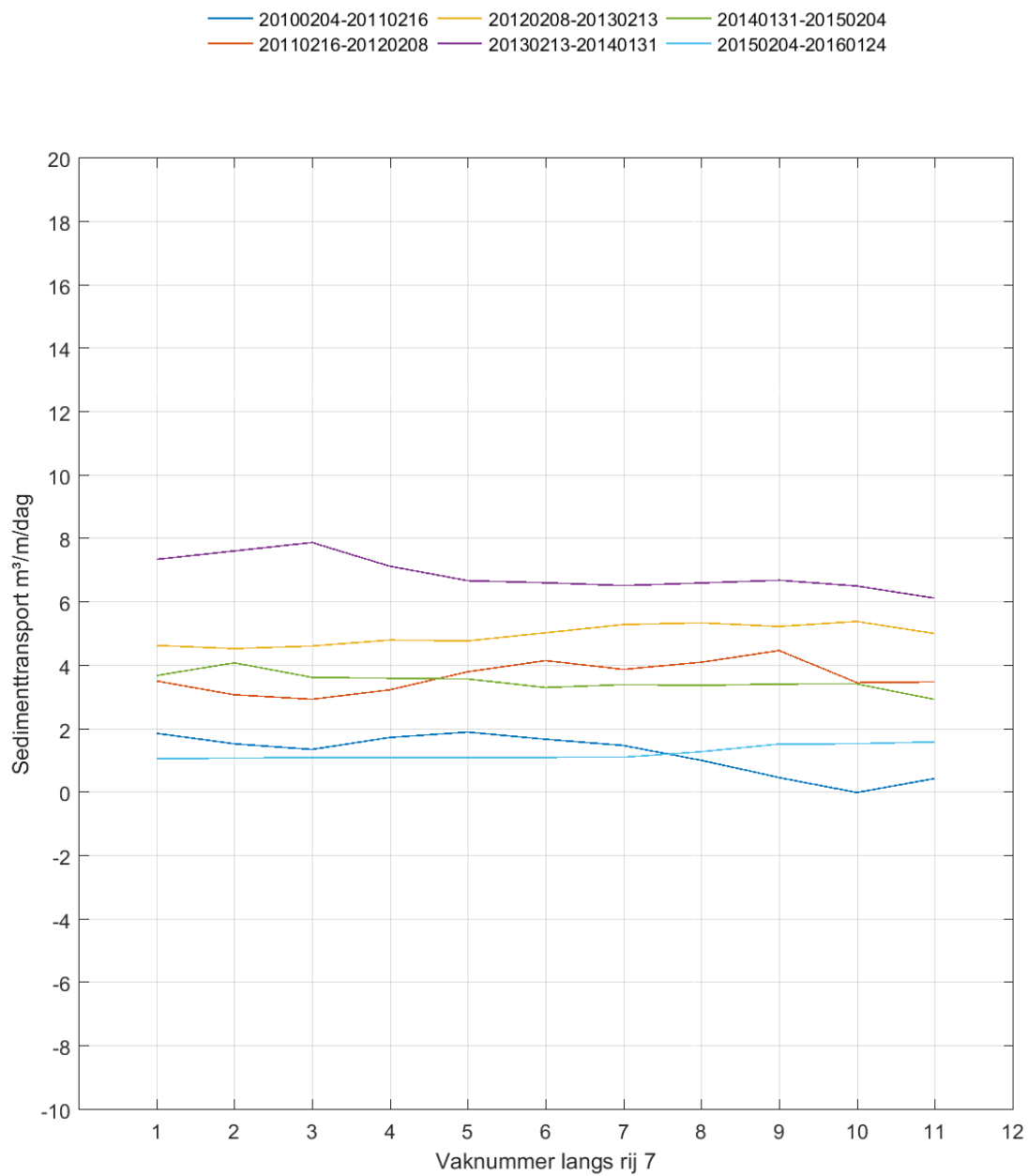
Figuur 58: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 5



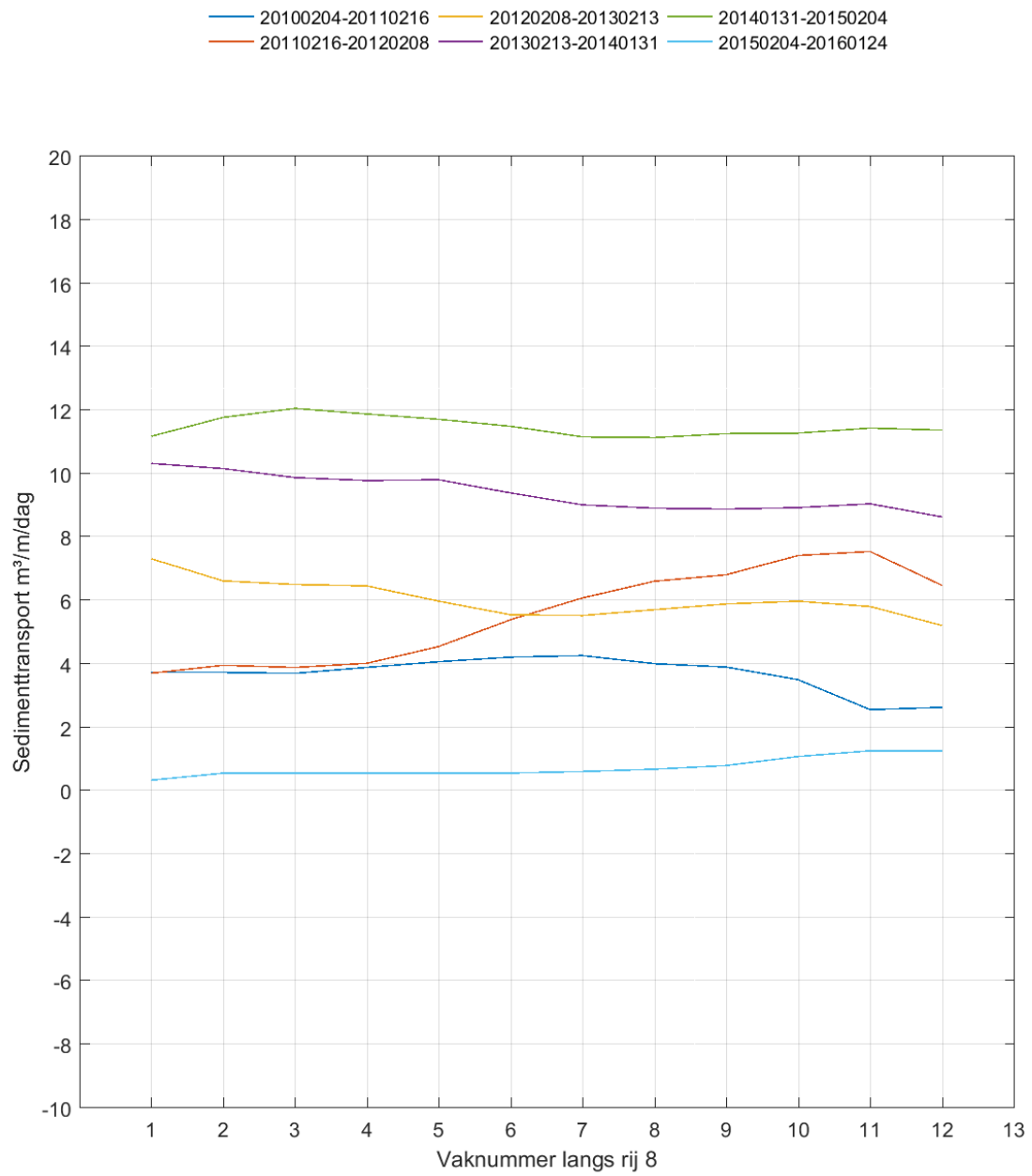
Figuur 59: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 6



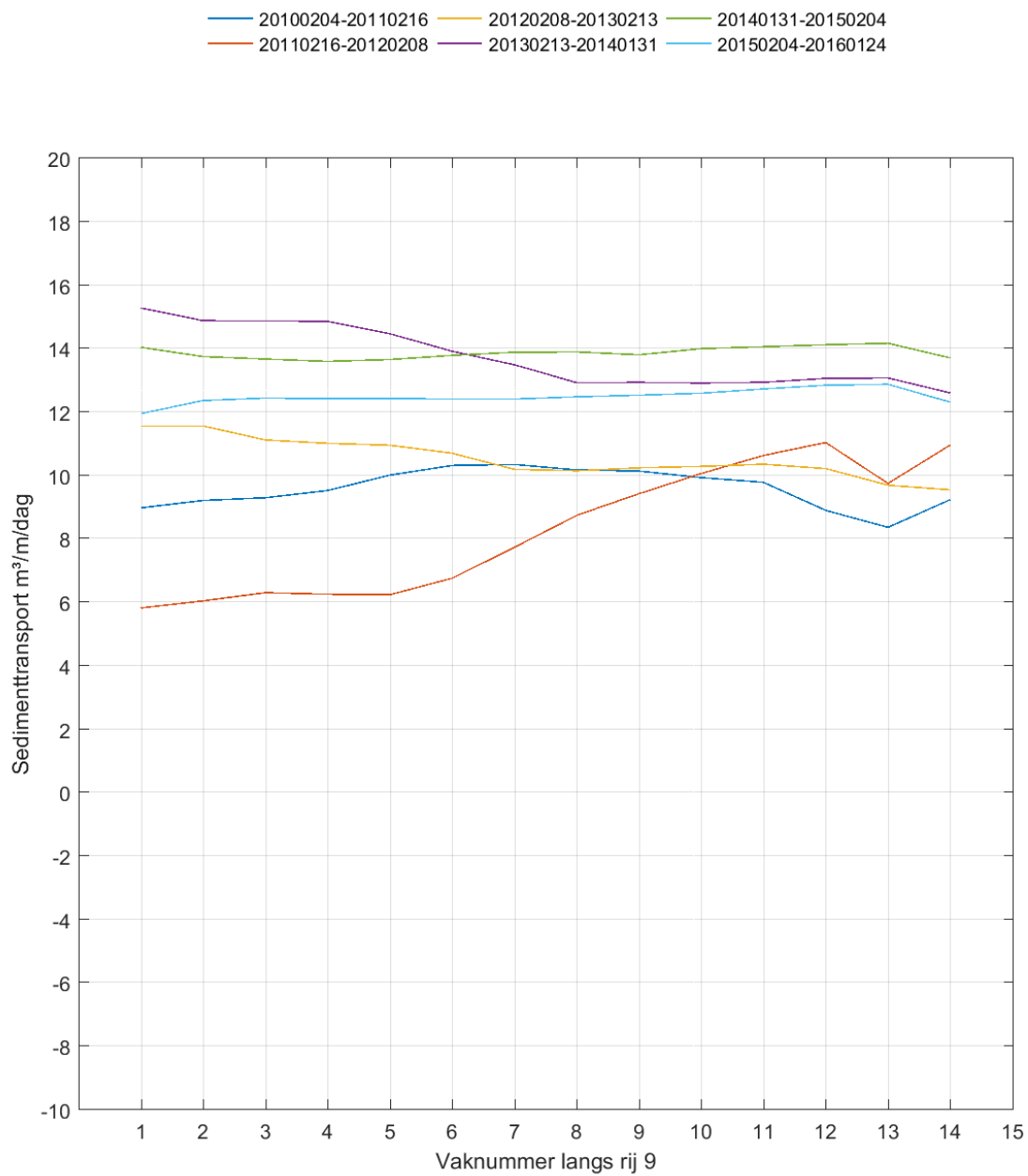
Figuur 60: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 7



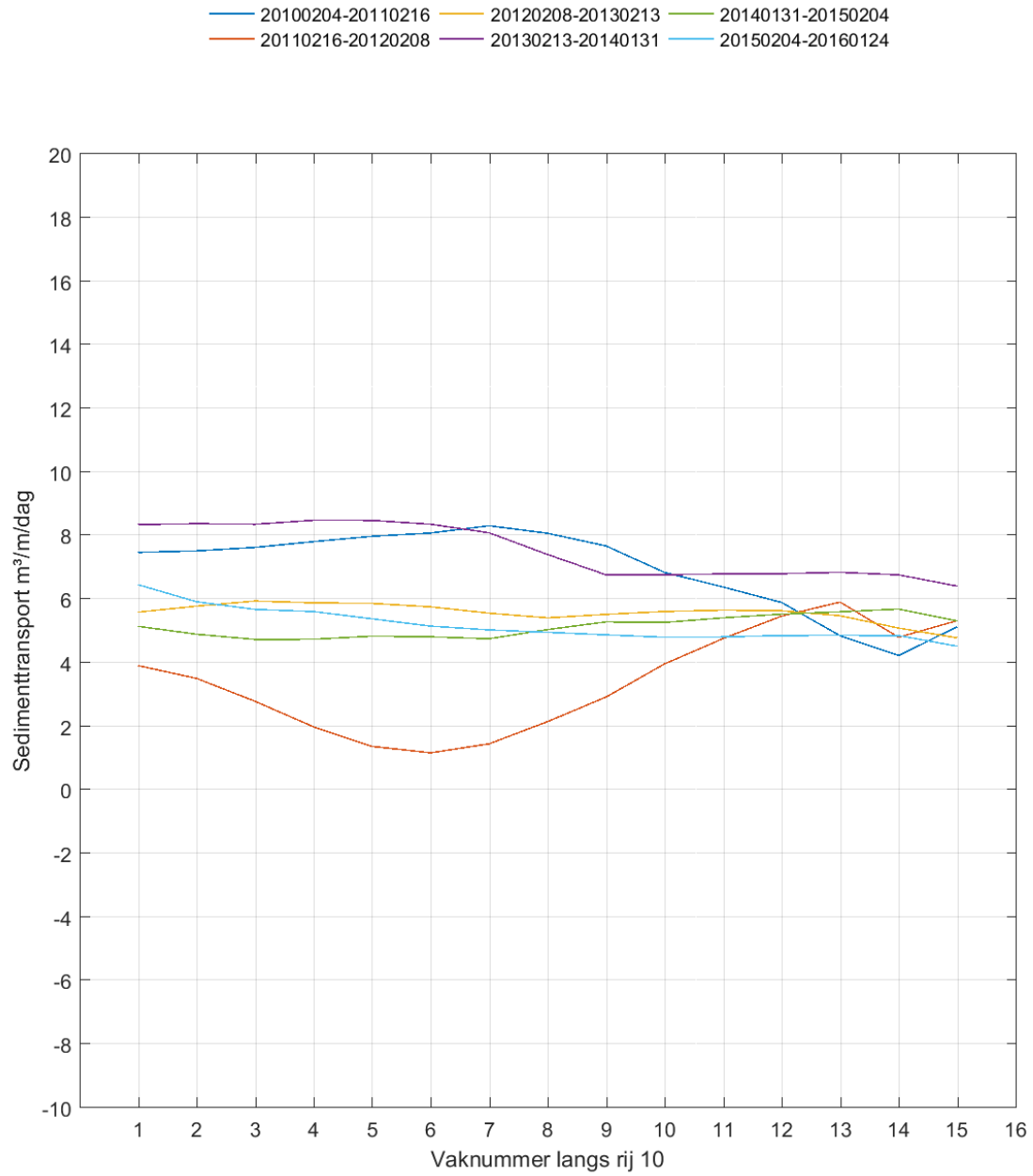
Figuur 61: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 8



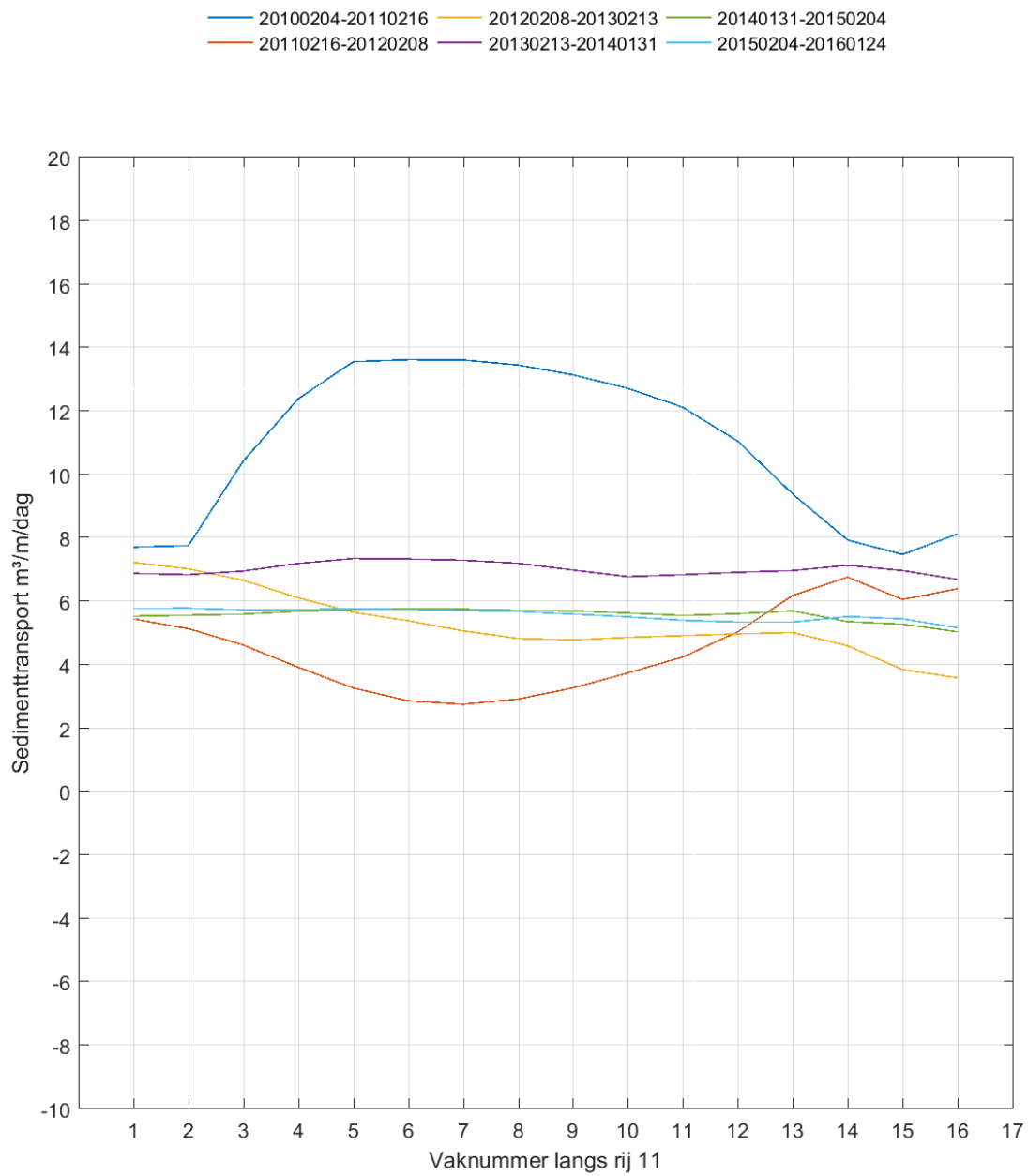
Figuur 62: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 9



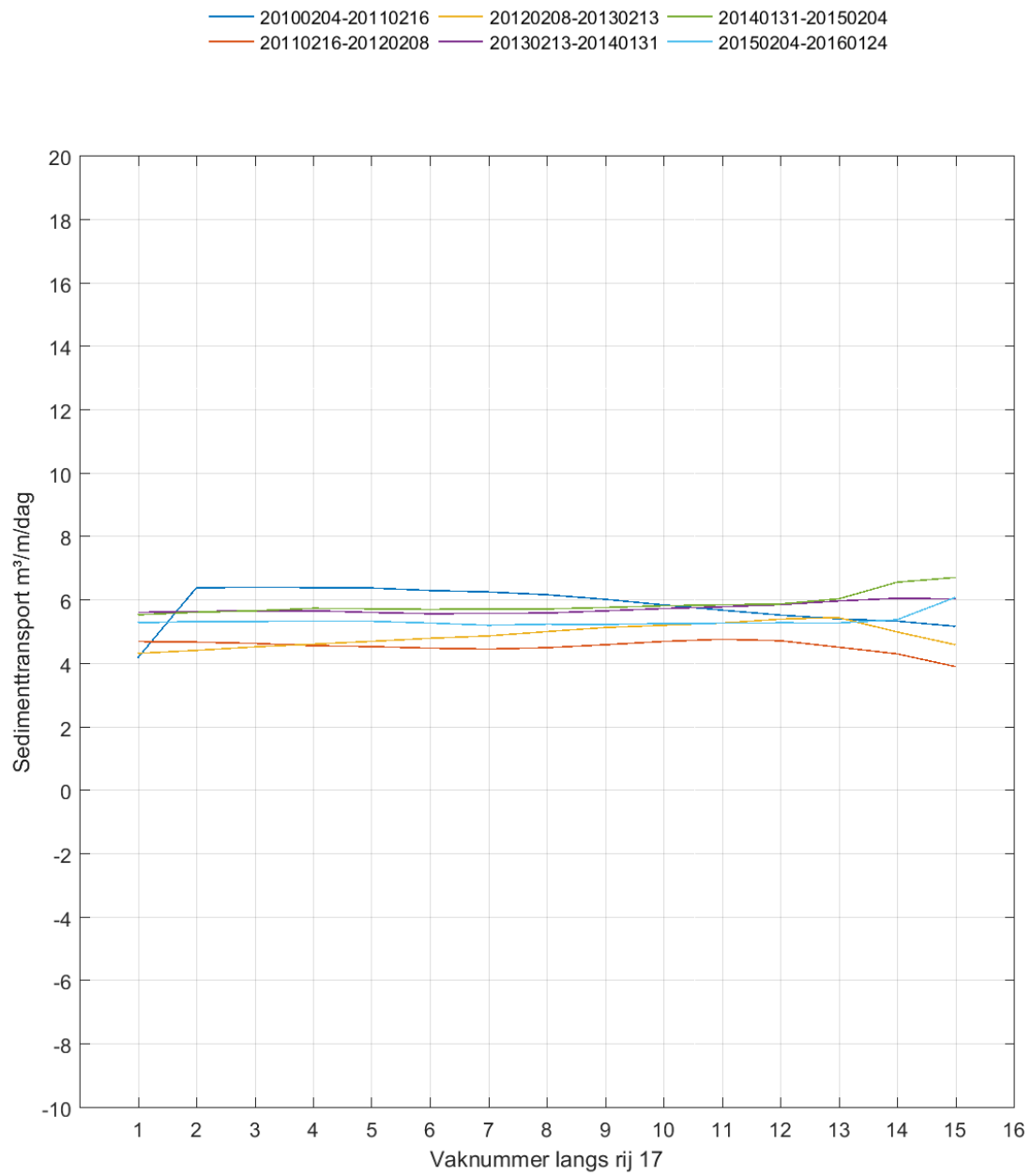
Figuur 63: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 10



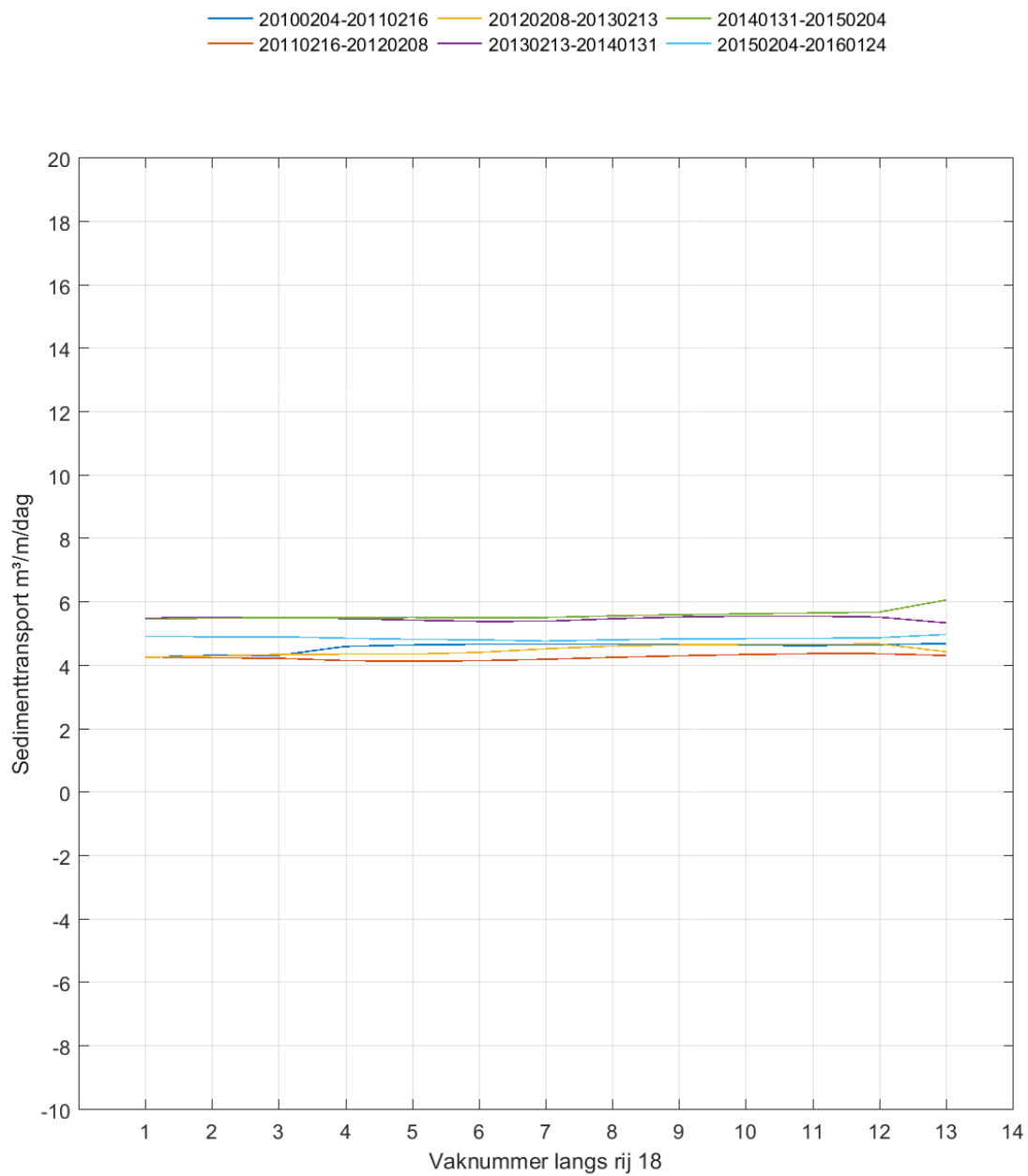
Figuur 64: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 11



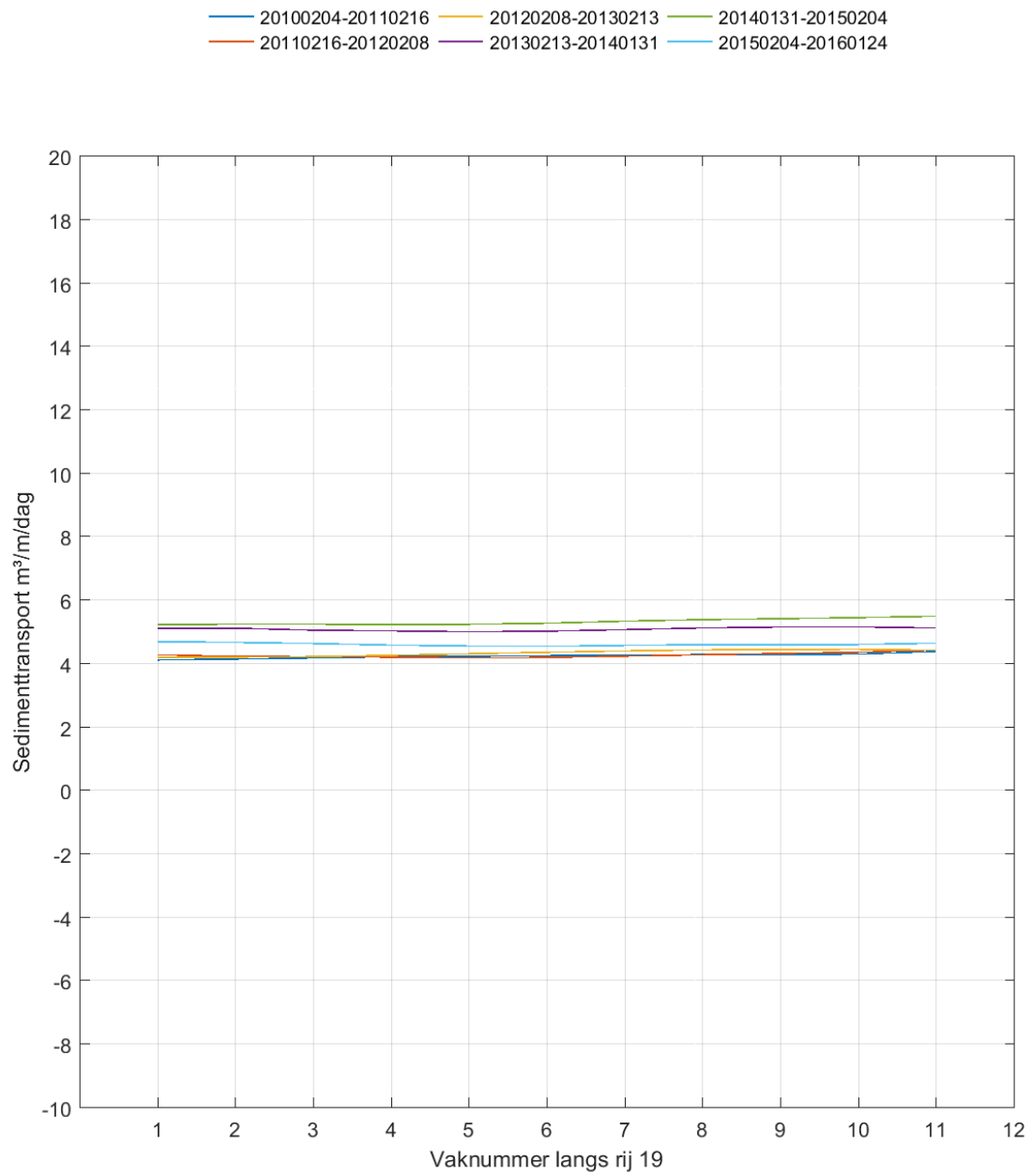
Figuur 65: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 17



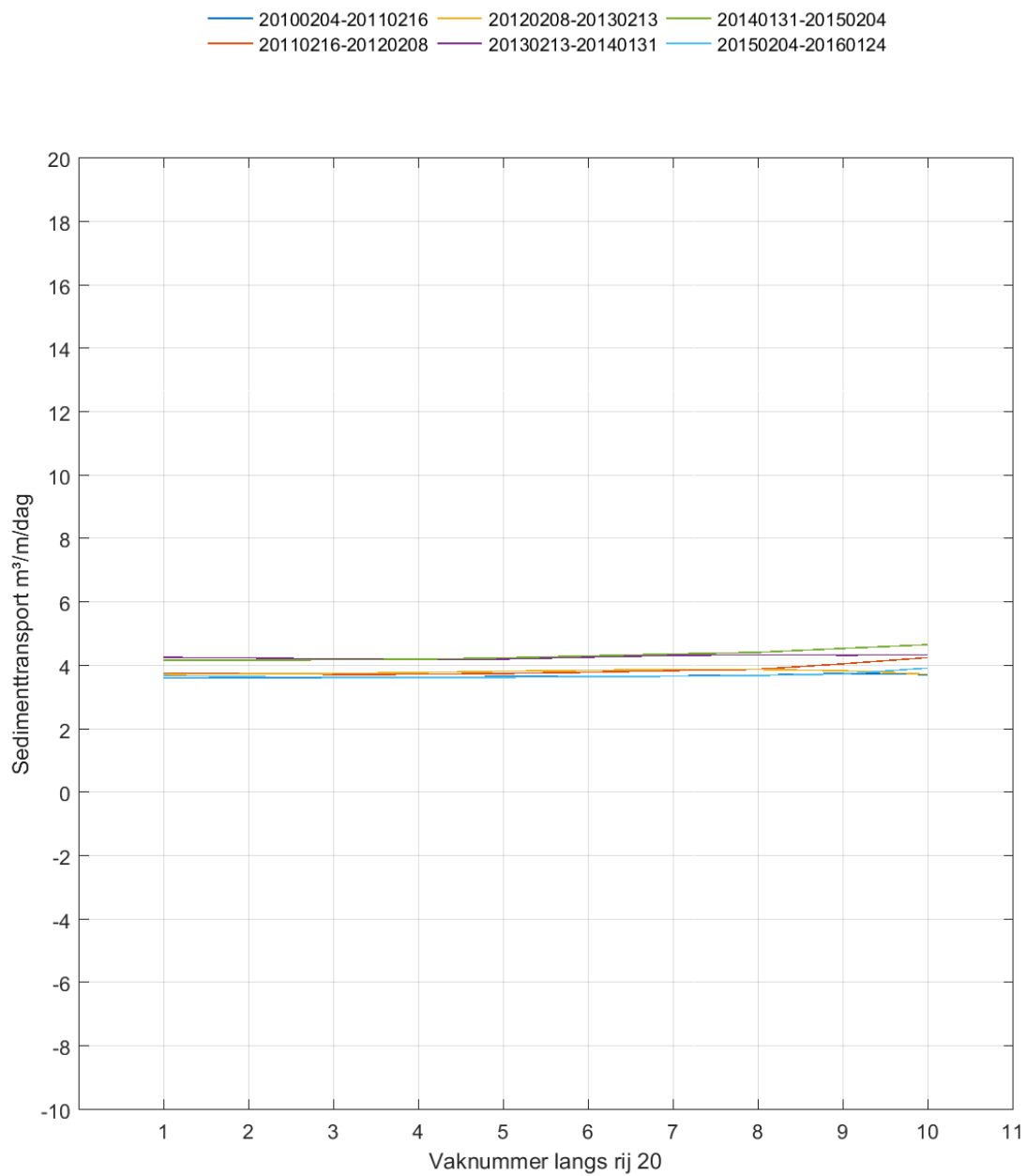
Figuur 66: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 18



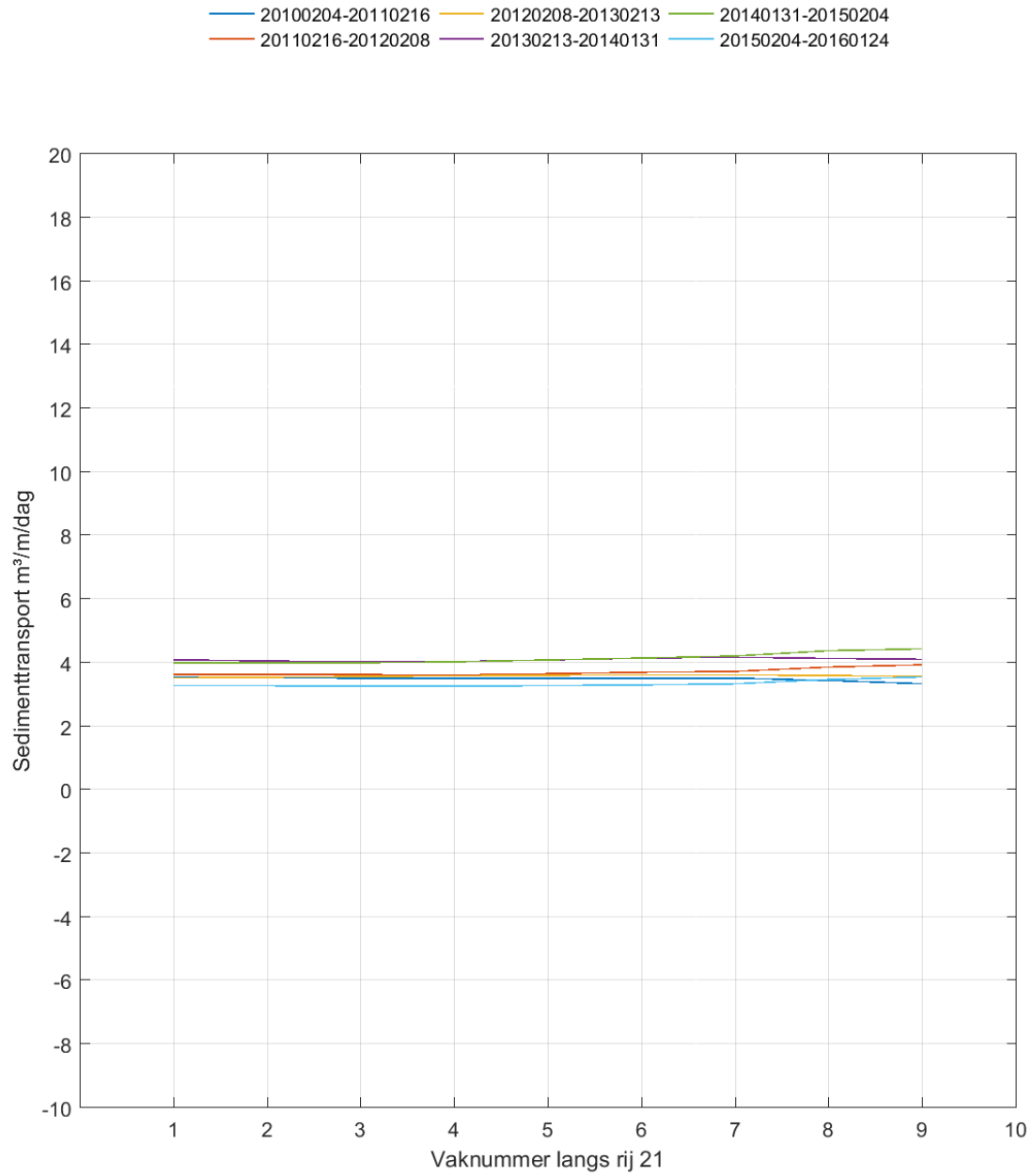
Figuur 67: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 19



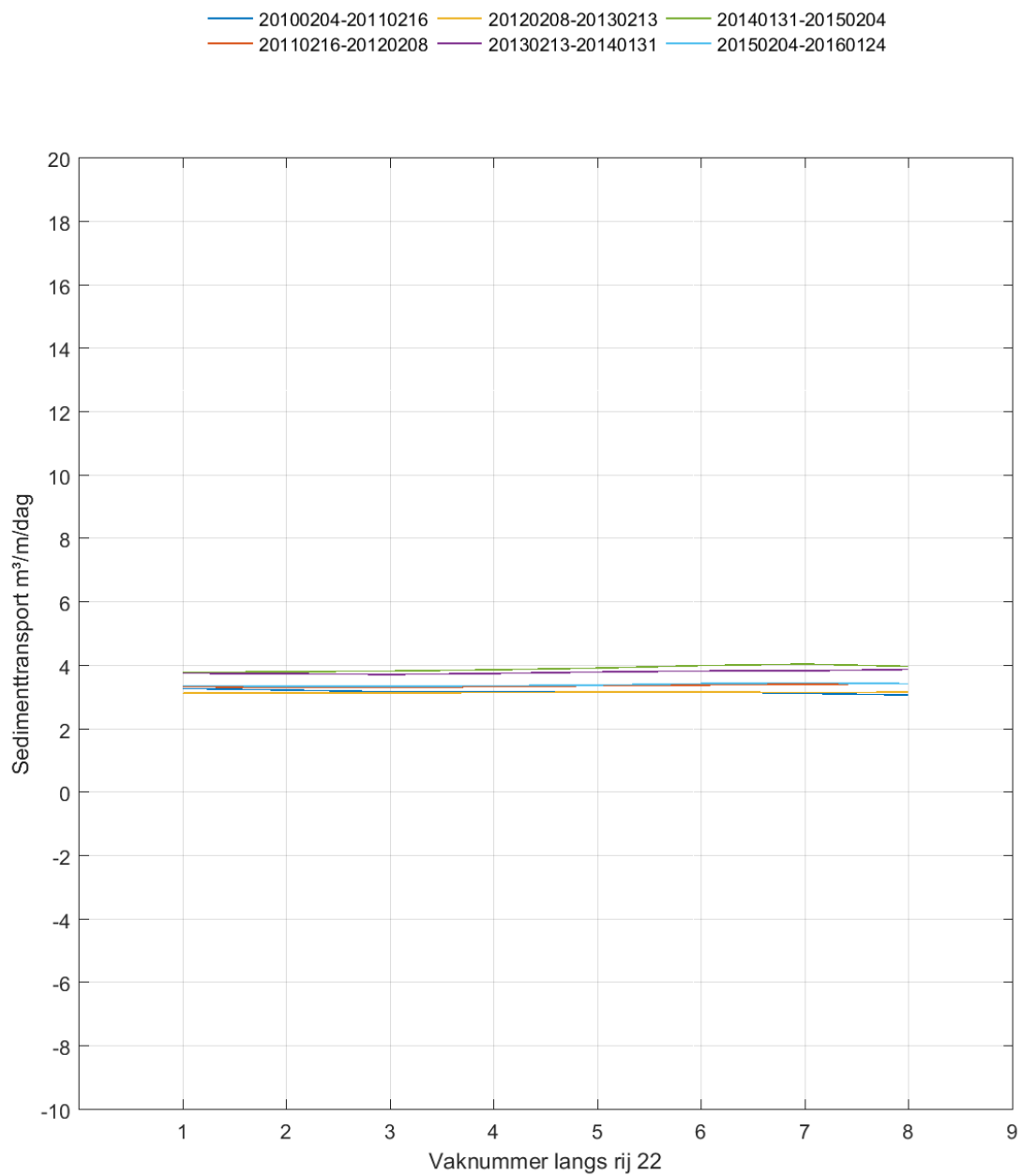
Figuur 68: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 20



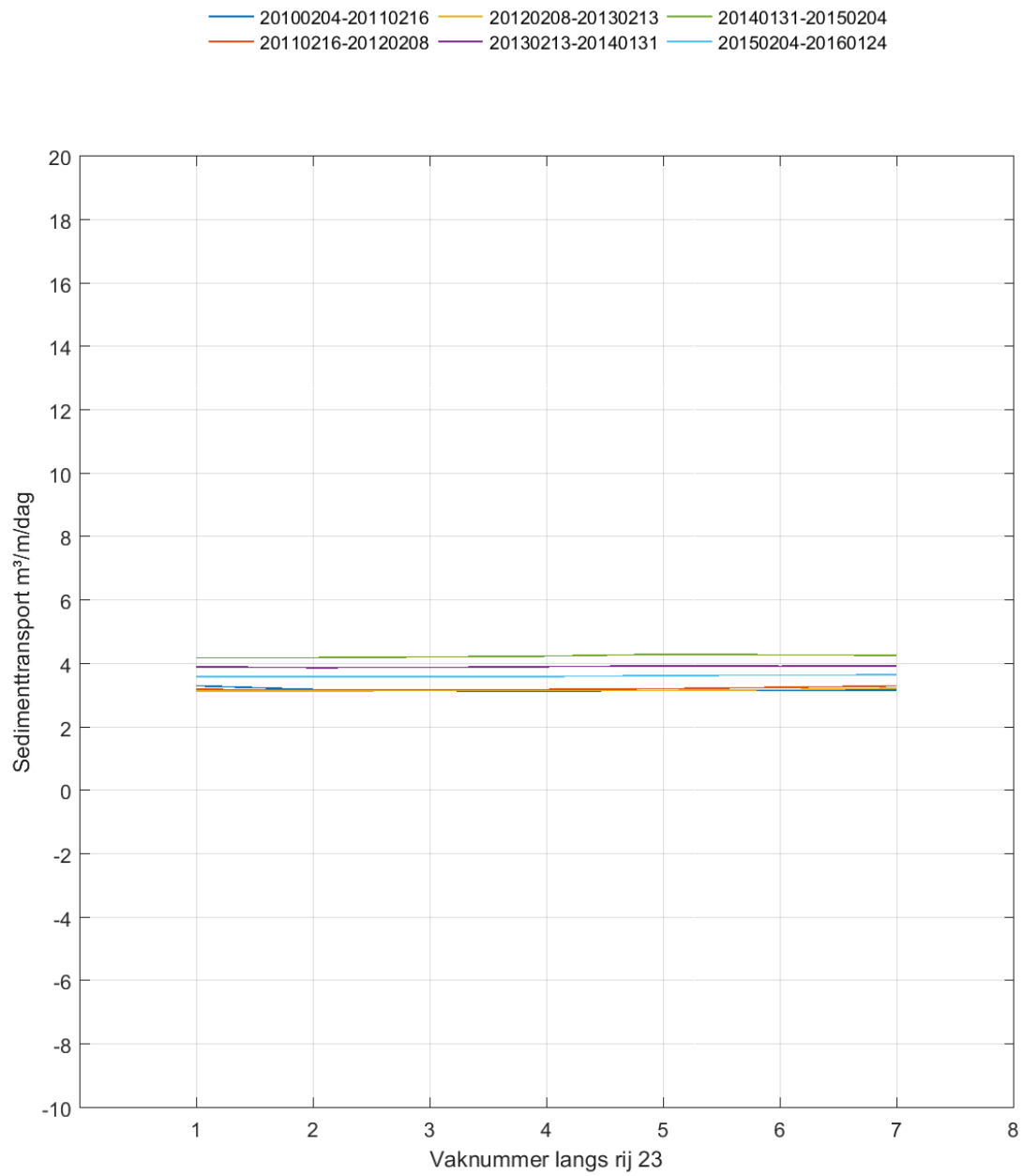
Figuur 69: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 21



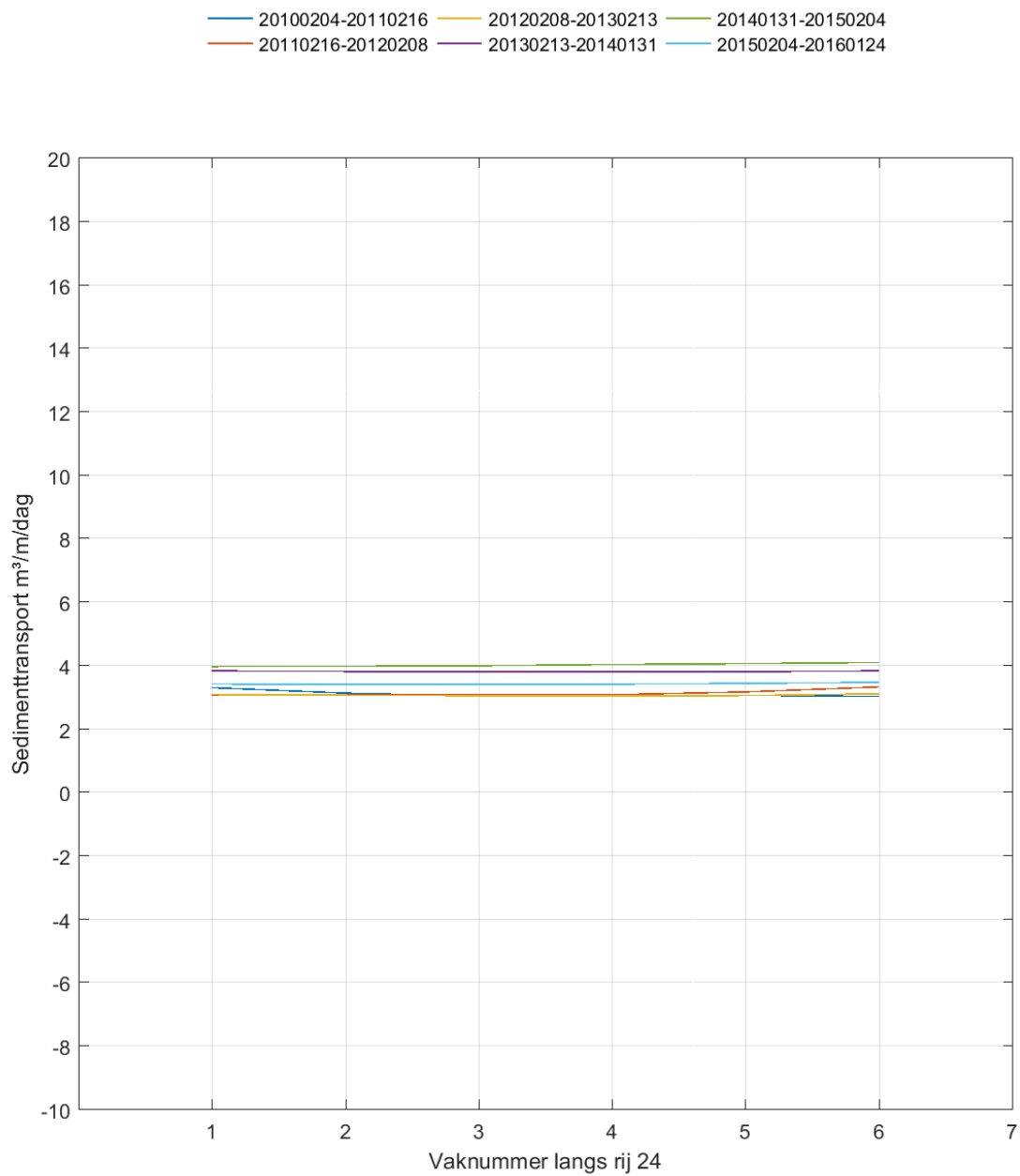
Figuur 70: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 22



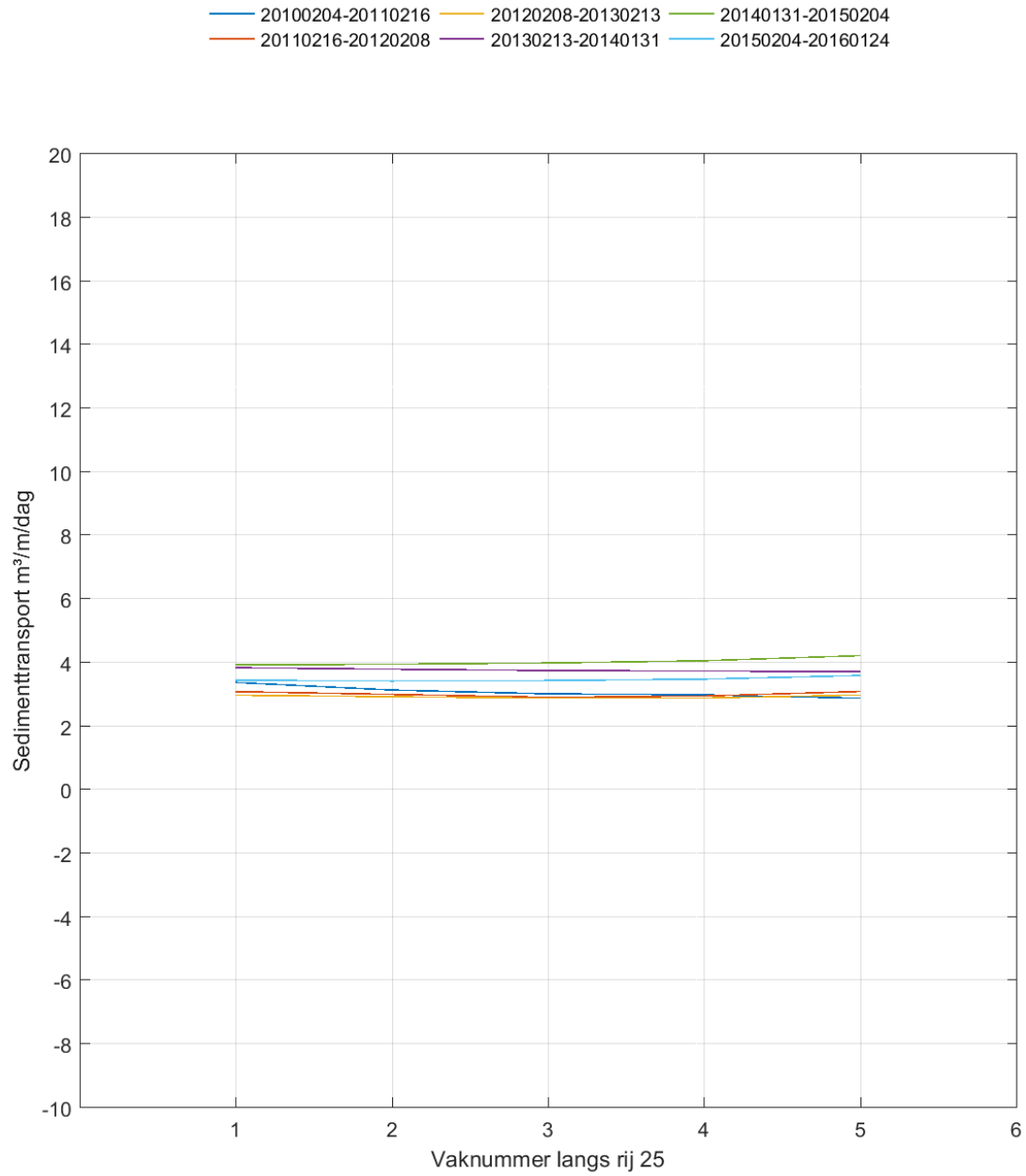
Figuur 71: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 23



Figuur 72: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 24



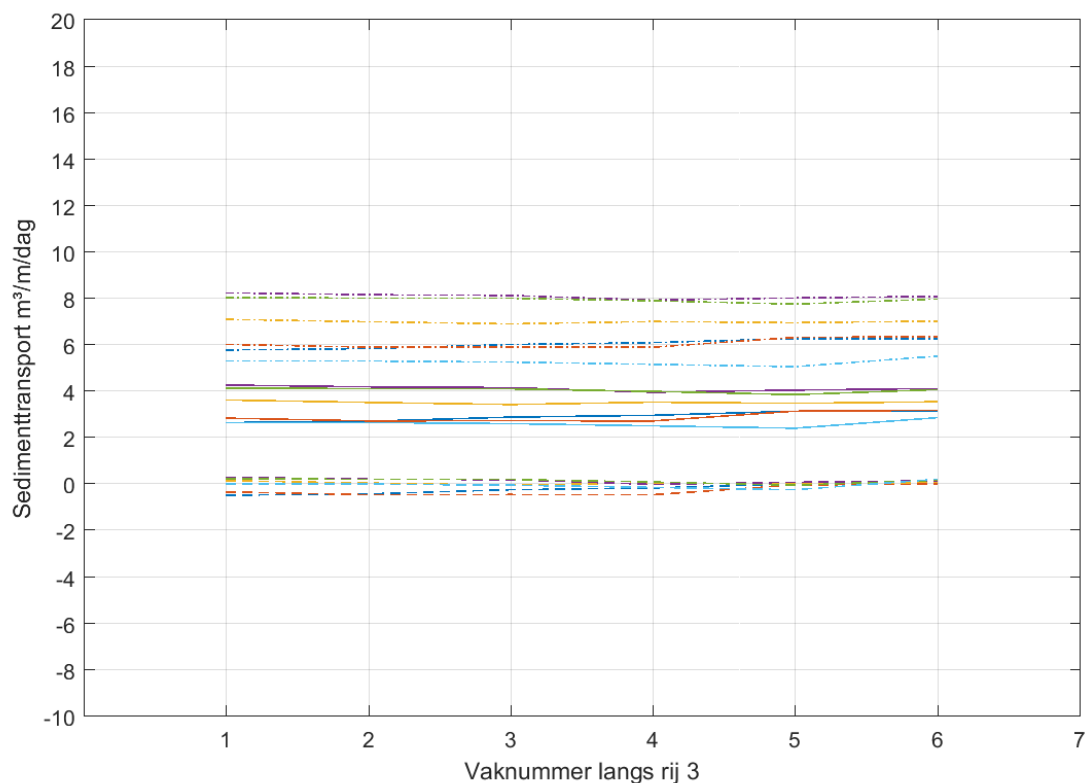
Figuur 73: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 25



7.4 Aanvullende zandbalansen – diverse randvoorwaarden

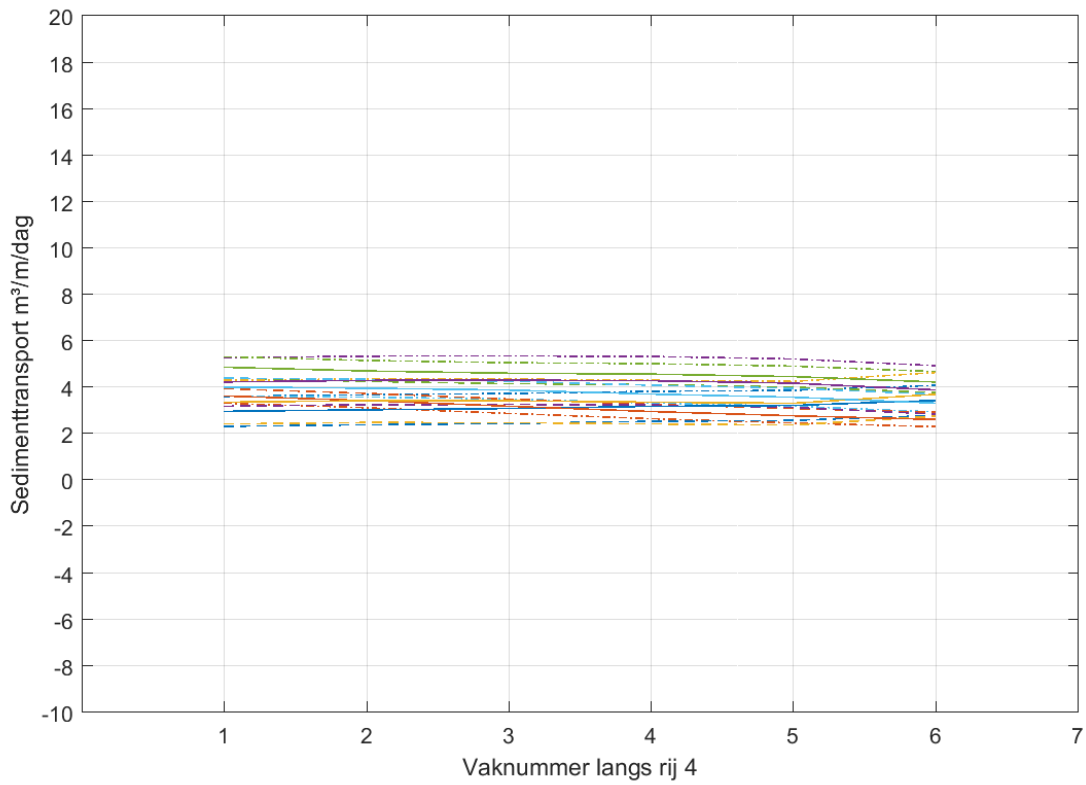
Figuur 74: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 3

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 20100204-20110216 afwaarts opgelegd | 20100204-20110216 opwaarts opgelegd | 20100204-20110216 gemiddelde |
| 20110216-20120208 afwaarts opgelegd | 20110216-20120208 opwaarts opgelegd | 20110216-20120208 gemiddelde |
| 20120208-20130213 afwaarts opgelegd | 20120208-20130213 opwaarts opgelegd | 20120208-20130213 gemiddelde |
| 20130213-20140131 afwaarts opgelegd | 20130213-20140131 opwaarts opgelegd | 20130213-20140131 gemiddelde |
| 20140131-20150204 afwaarts opgelegd | 20140131-20150204 opwaarts opgelegd | 20140131-20150204 gemiddelde |
| 20150204-20160124 afwaarts opgelegd | 20150204-20160124 opwaarts opgelegd | 20150204-20160124 gemiddelde |



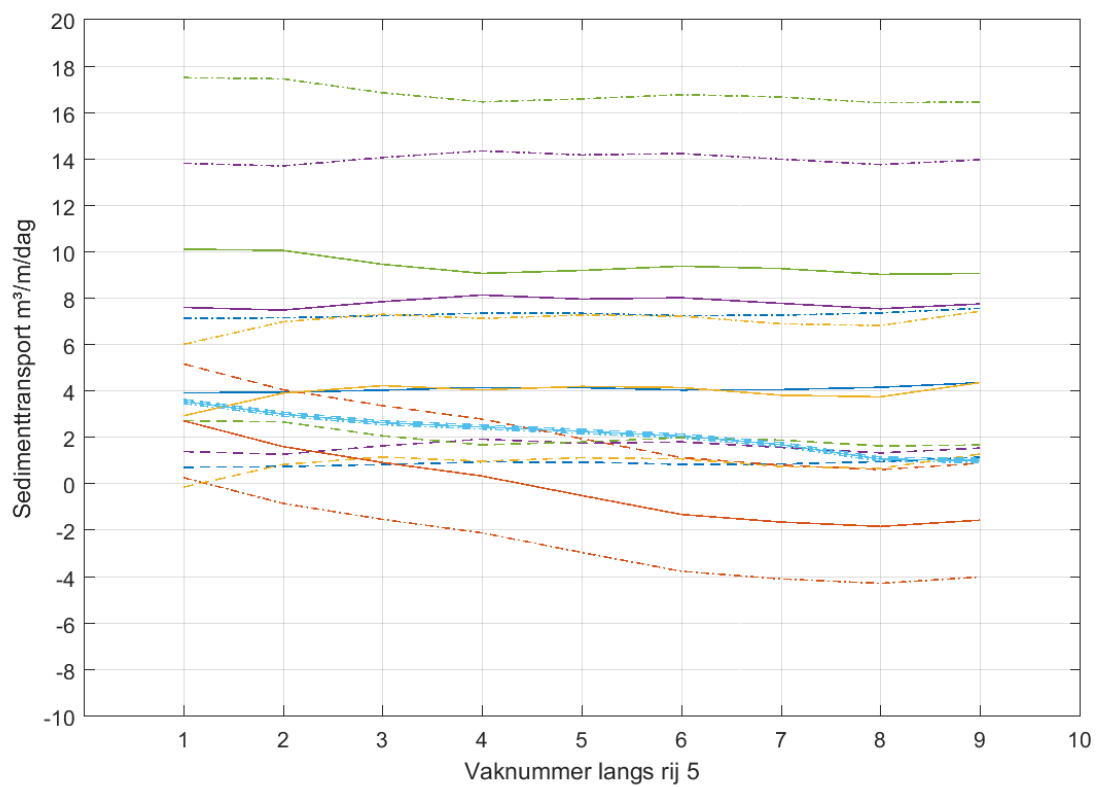
Figuur 75: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 4

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



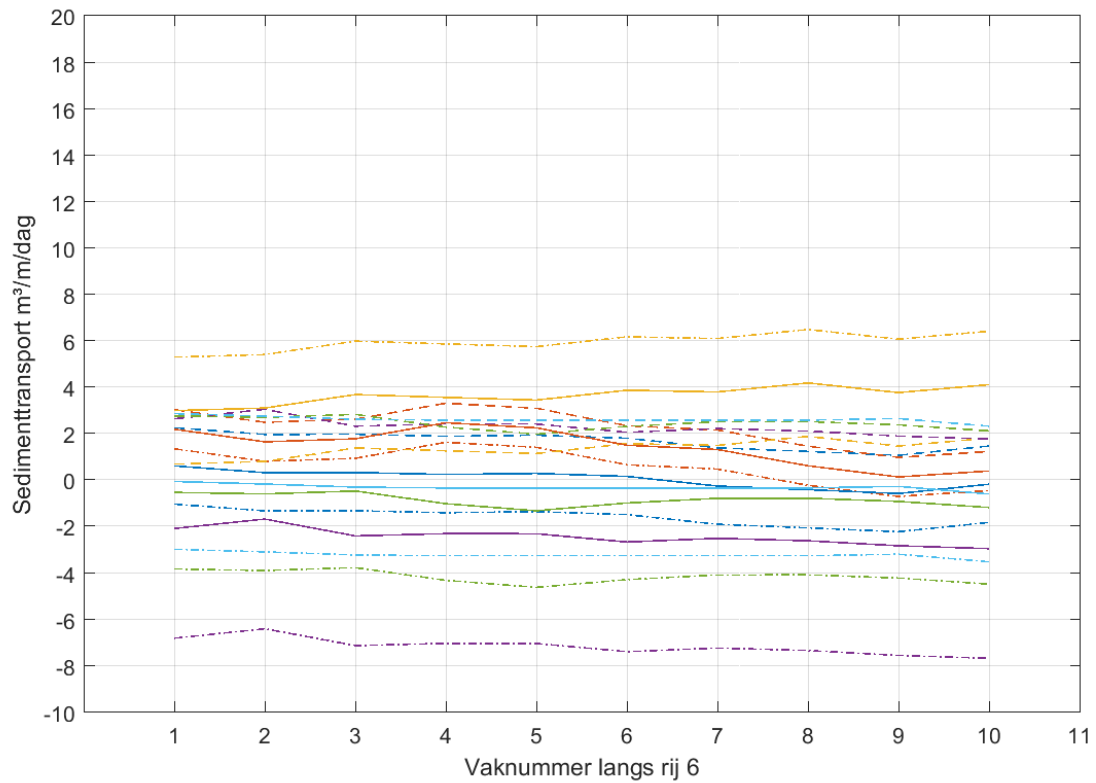
Figuur 76: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 5

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



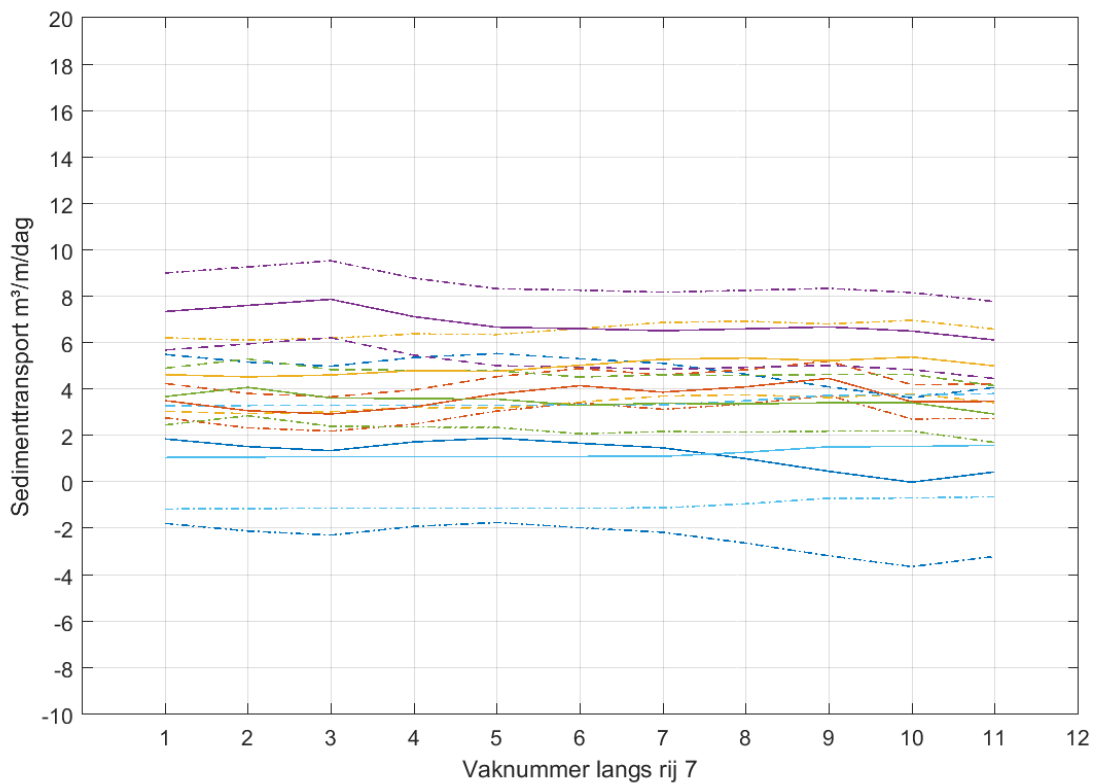
Figuur 77: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 6

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



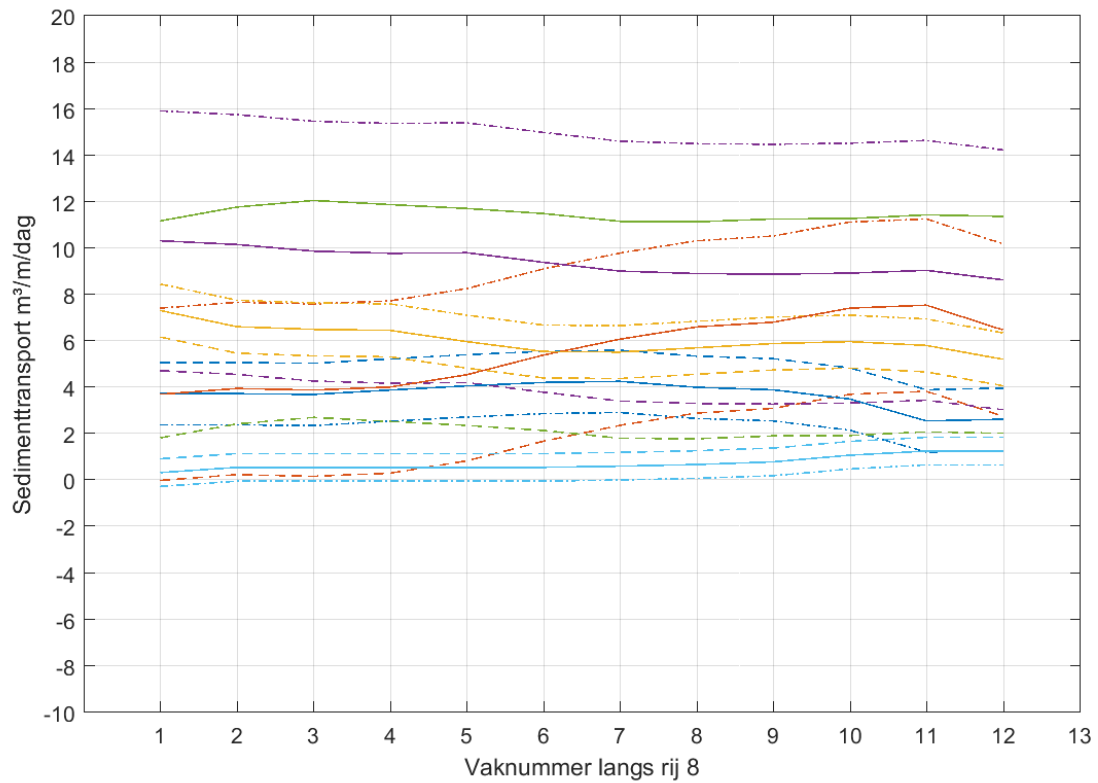
Figuur 78: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 7

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



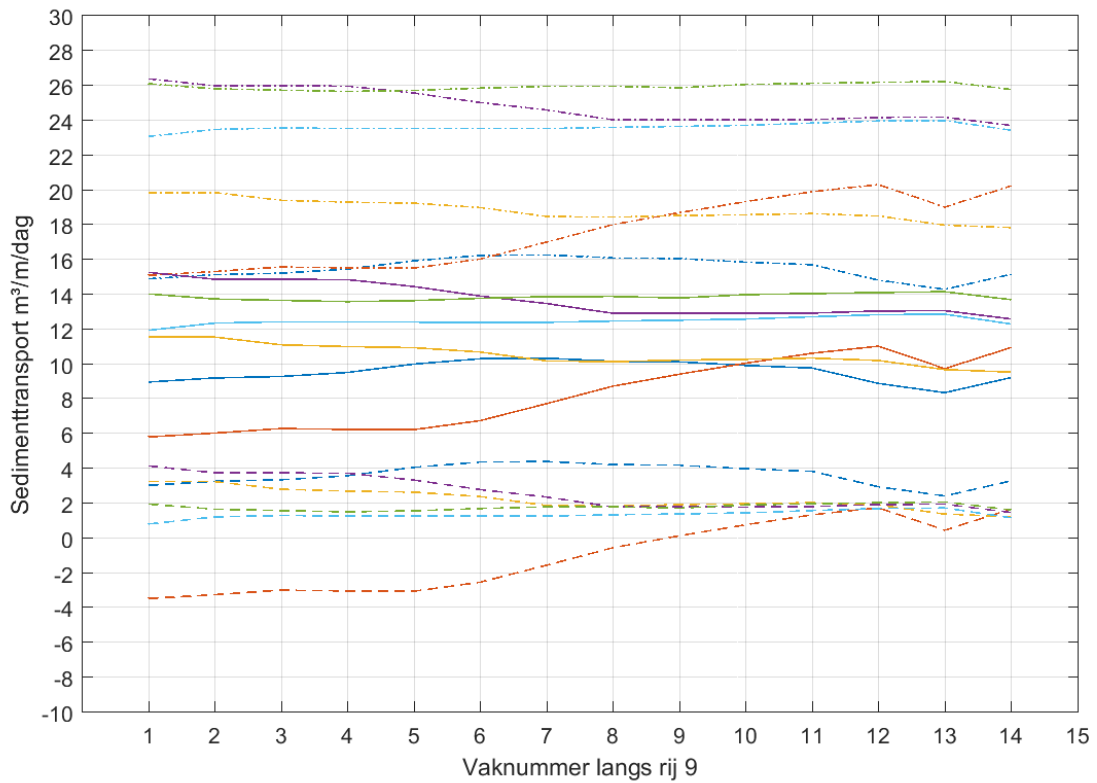
Figuur 79: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 8

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



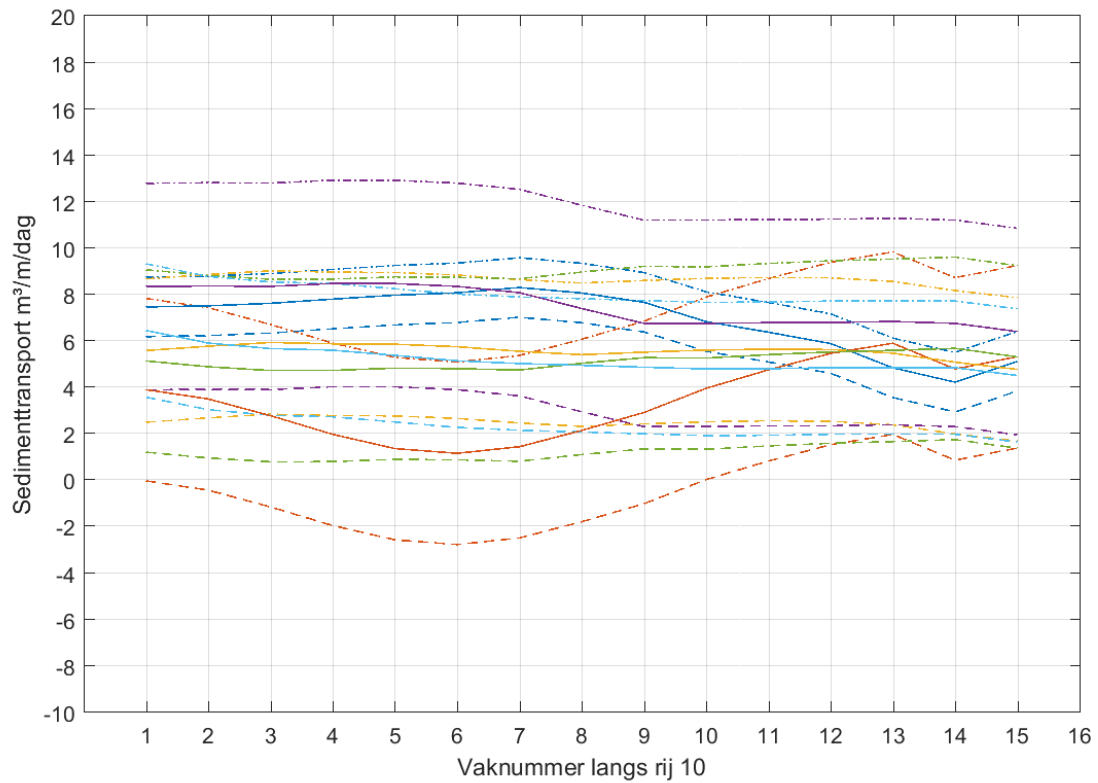
Figuur 80: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 9

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



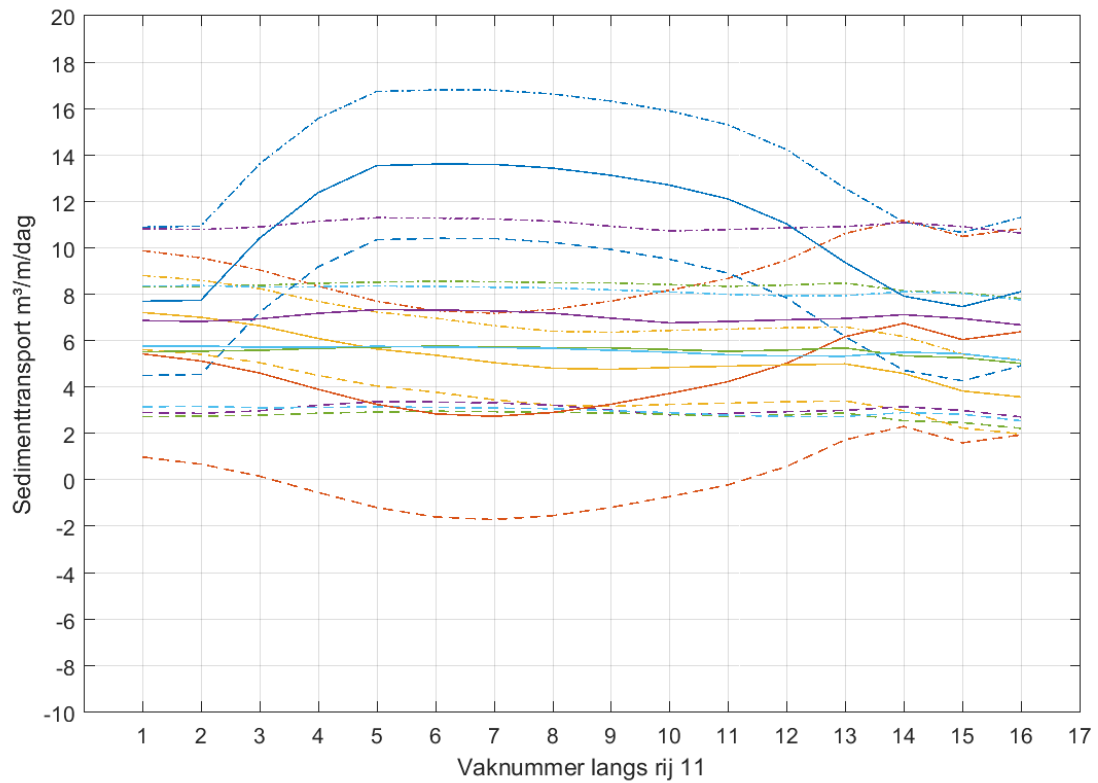
Figuur 81: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 10

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



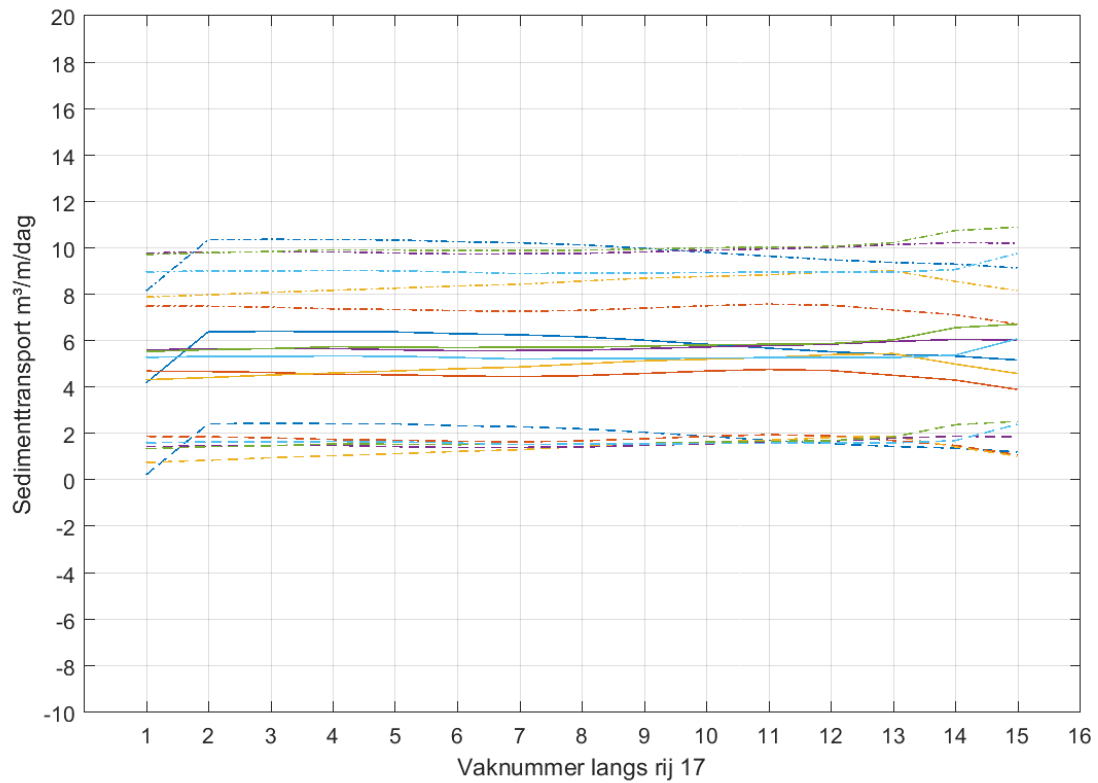
Figuur 82: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 11

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



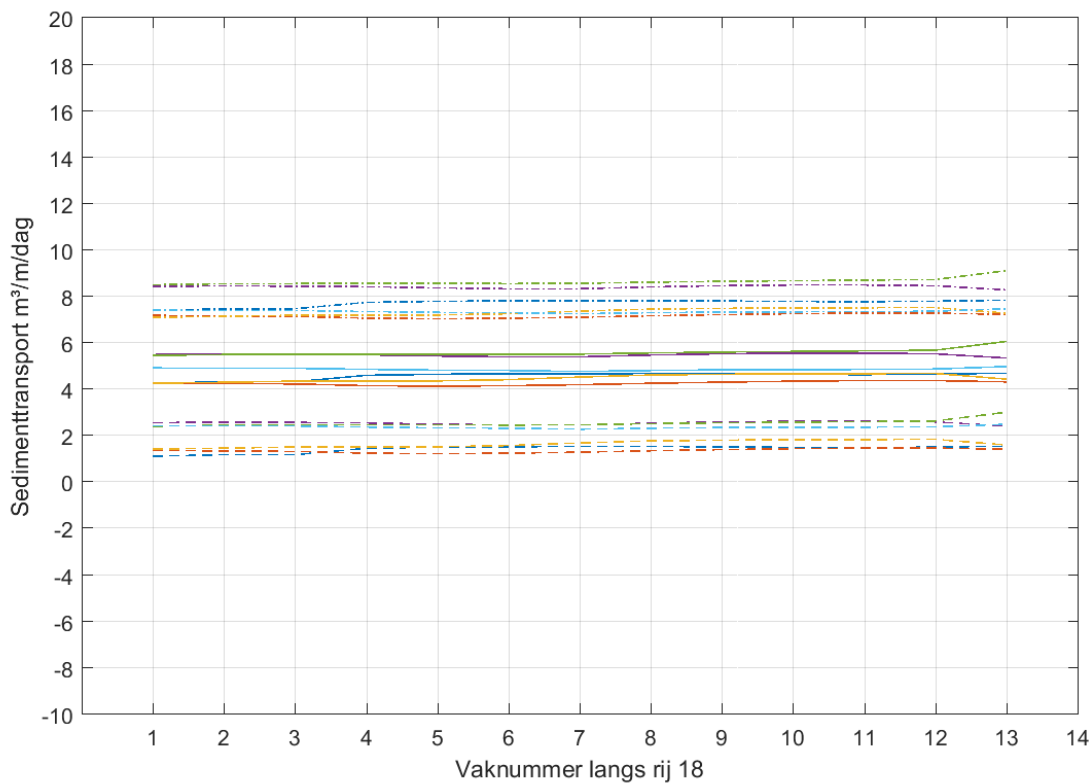
Figuur 83: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 17

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



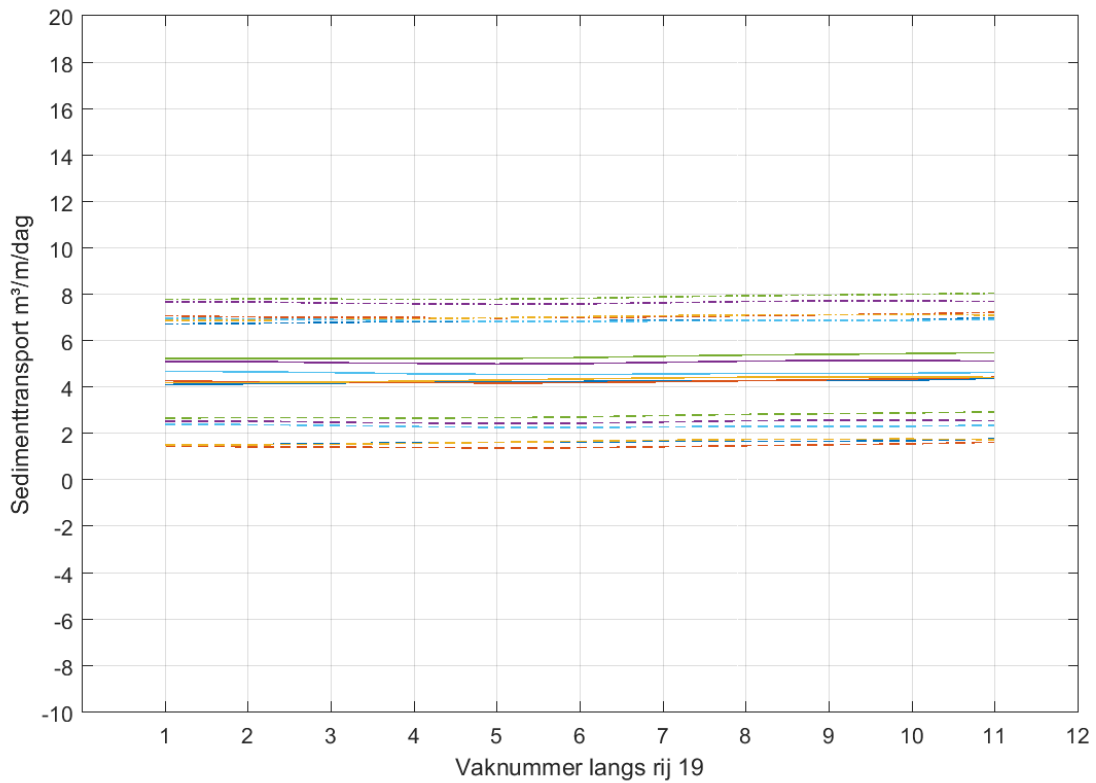
Figuur 84: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 18

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



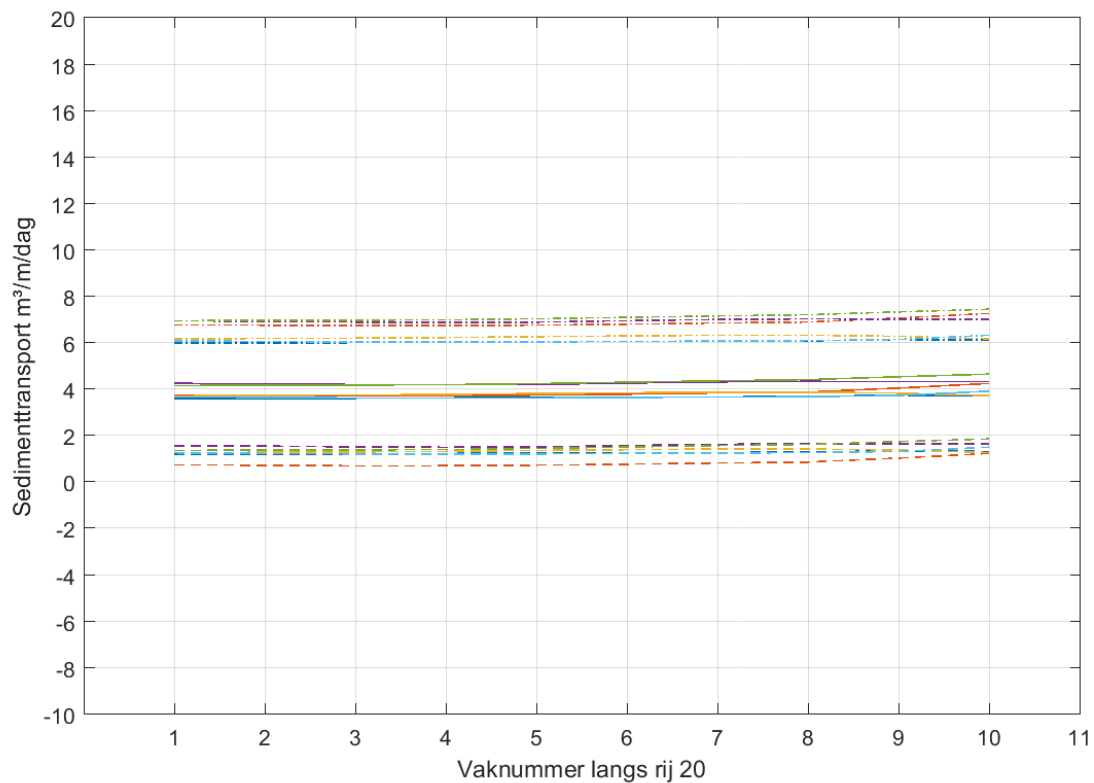
Figuur 85: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 19

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 20100204-20110216 afwaarts opgelegd | 20100204-20110216 opwaarts opgelegd | 20100204-20110216 gemiddelde |
| 20110216-20120208 afwaarts opgelegd | 20110216-20120208 opwaarts opgelegd | 20110216-20120208 gemiddelde |
| 20120208-20130213 afwaarts opgelegd | 20120208-20130213 opwaarts opgelegd | 20120208-20130213 gemiddelde |
| 20130213-20140131 afwaarts opgelegd | 20130213-20140131 opwaarts opgelegd | 20130213-20140131 gemiddelde |
| 20140131-20150204 afwaarts opgelegd | 20140131-20150204 opwaarts opgelegd | 20140131-20150204 gemiddelde |
| 20150204-20160124 afwaarts opgelegd | 20150204-20160124 opwaarts opgelegd | 20150204-20160124 gemiddelde |



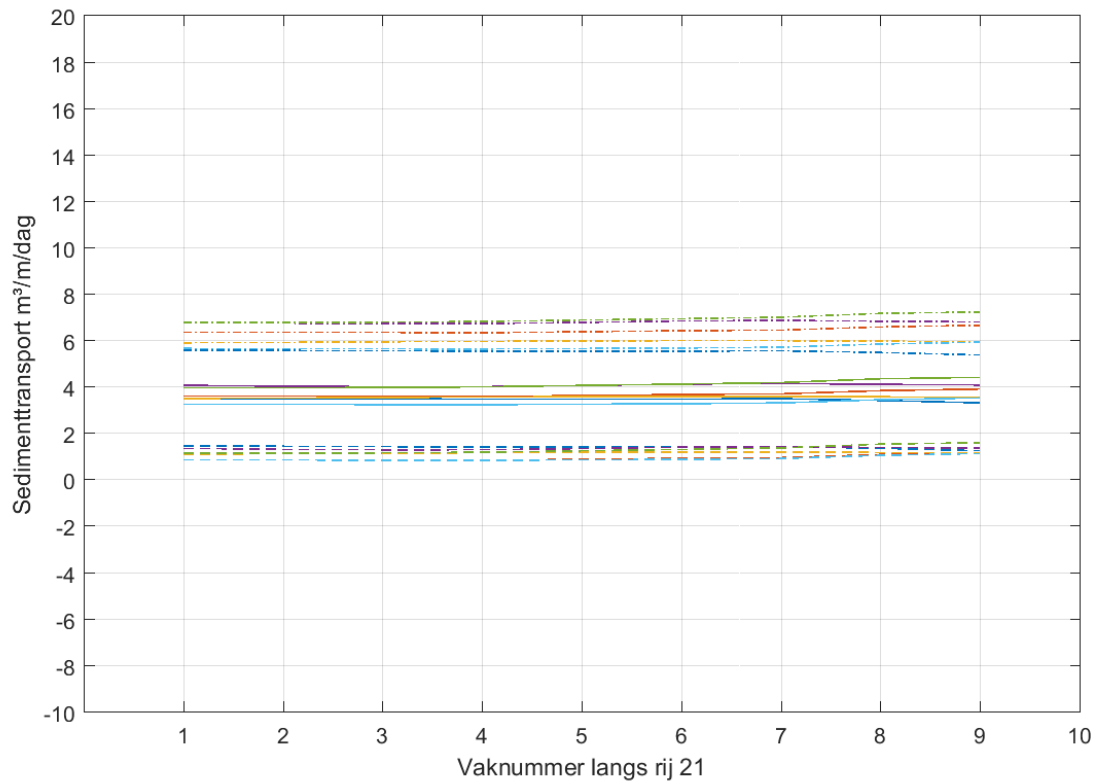
Figuur 86: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 20

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



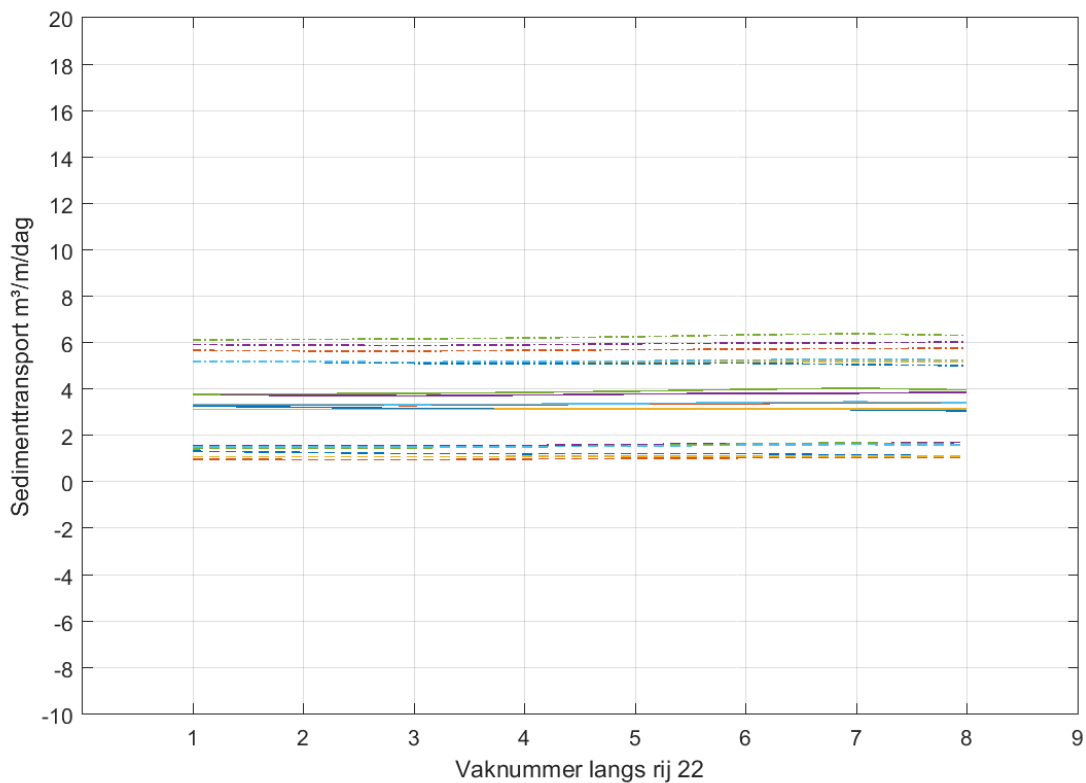
Figuur 87: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 21

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



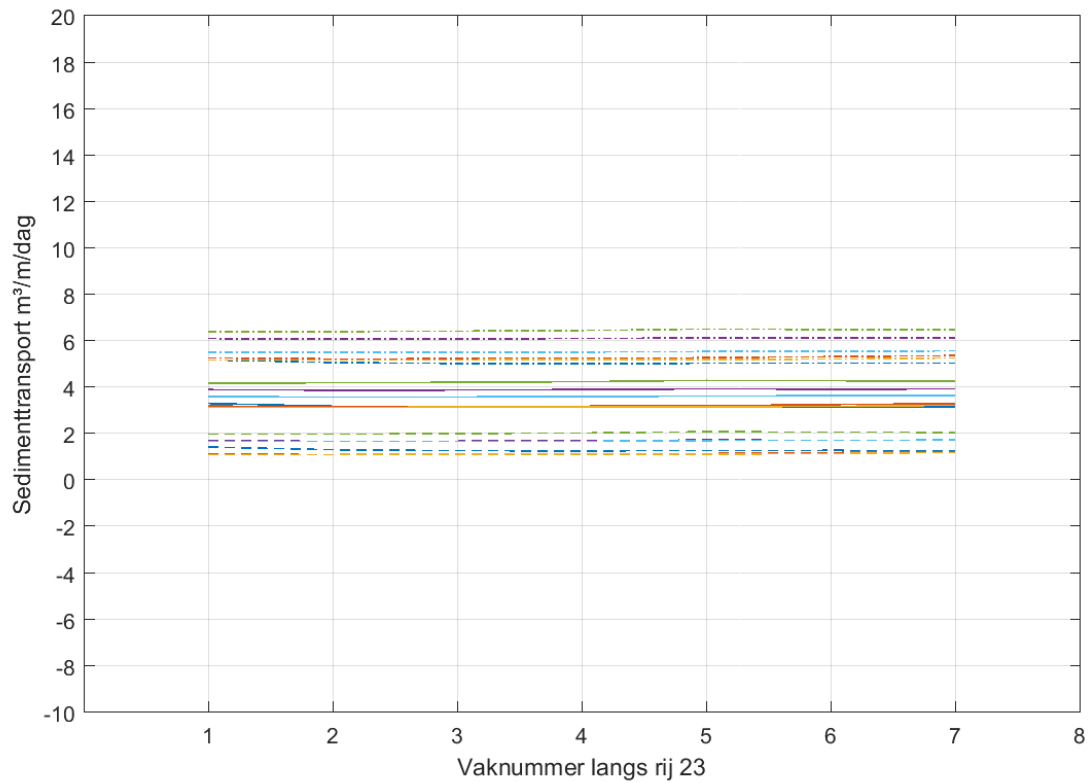
Figuur 88: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 22

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd 20100204-20110216 opwaarts opgelegd 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd 20110216-20120208 opwaarts opgelegd 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd 20120208-20130213 opwaarts opgelegd 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd 20130213-20140131 opwaarts opgelegd 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd 20140131-20150204 opwaarts opgelegd 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd 20150204-20160124 opwaarts opgelegd 20150204-20160124 gemiddelde



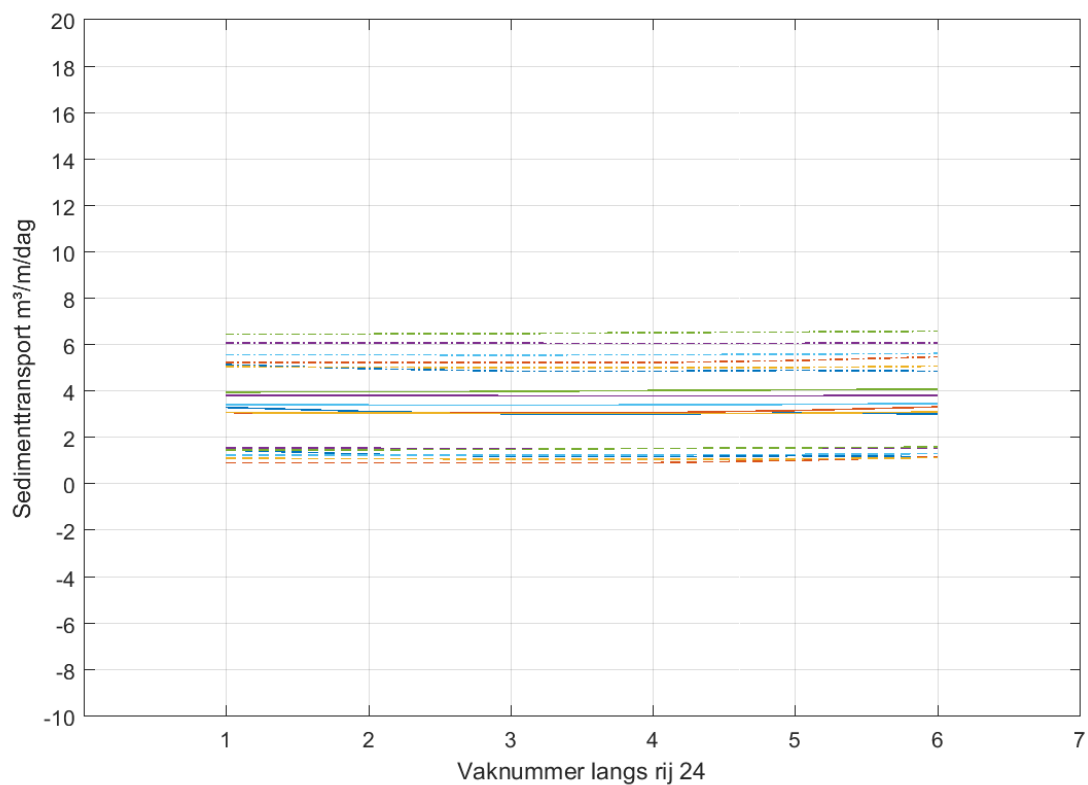
Figuur 89: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 23

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 20100204-20110216 afwaarts opgelegd | 20100204-20110216 opwaarts opgelegd | 20100204-20110216 gemiddelde |
| 20110216-20120208 afwaarts opgelegd | 20110216-20120208 opwaarts opgelegd | 20110216-20120208 gemiddelde |
| 20120208-20130213 afwaarts opgelegd | 20120208-20130213 opwaarts opgelegd | 20120208-20130213 gemiddelde |
| 20130213-20140131 afwaarts opgelegd | 20130213-20140131 opwaarts opgelegd | 20130213-20140131 gemiddelde |
| 20140131-20150204 afwaarts opgelegd | 20140131-20150204 opwaarts opgelegd | 20140131-20150204 gemiddelde |
| 20150204-20160124 afwaarts opgelegd | 20150204-20160124 opwaarts opgelegd | 20150204-20160124 gemiddelde |



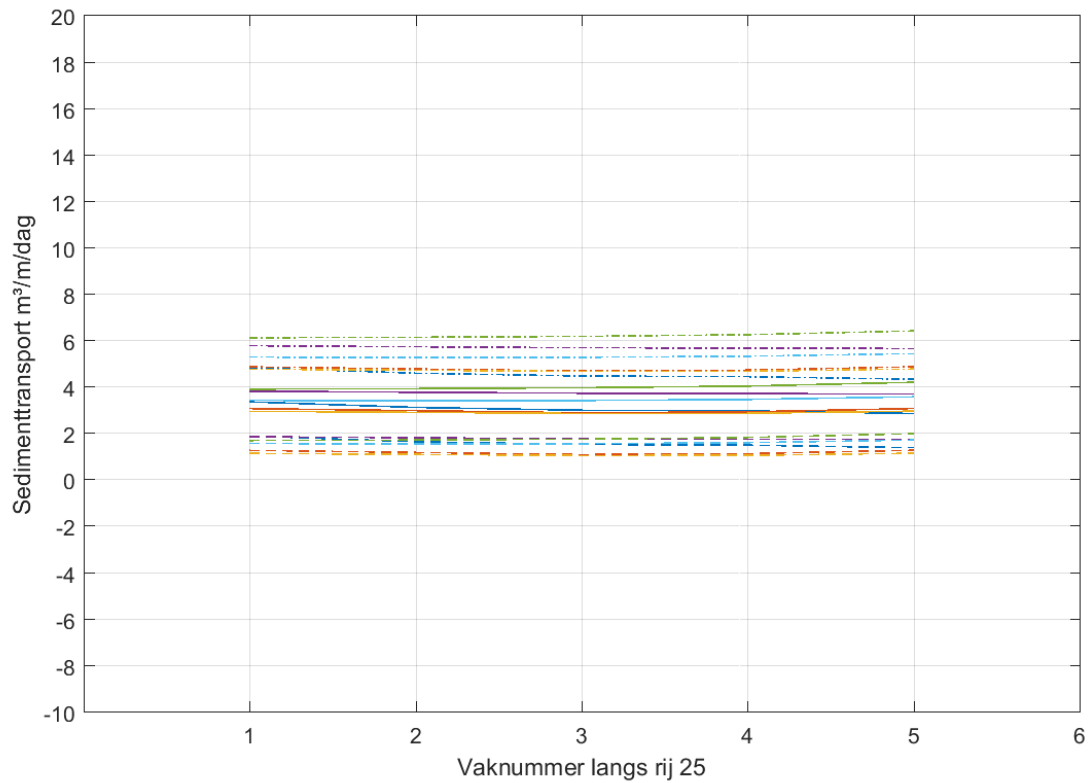
Figuur 90: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 24

- 20100204-20110216 afwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 opwaarts opgelegd
- 20100204-20110216 gemiddelde
- 20110216-20120208 afwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 opwaarts opgelegd
- 20110216-20120208 gemiddelde
- 20120208-20130213 afwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 opwaarts opgelegd
- 20120208-20130213 gemiddelde
- 20130213-20140131 afwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 opwaarts opgelegd
- 20130213-20140131 gemiddelde
- 20140131-20150204 afwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 opwaarts opgelegd
- 20140131-20150204 gemiddelde
- 20150204-20160124 afwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 opwaarts opgelegd
- 20150204-20160124 gemiddelde



Figuur 91: Evolutie doorheen de tijd van de sedimentbalansen ter hoogte van rij 25

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 20100204-20110216 afwaarts opgelegd | 20100204-20110216 opwaarts opgelegd | 20100204-20110216 gemiddelde |
| 20110216-20120208 afwaarts opgelegd | 20110216-20120208 opwaarts opgelegd | 20110216-20120208 gemiddelde |
| 20120208-20130213 afwaarts opgelegd | 20120208-20130213 opwaarts opgelegd | 20120208-20130213 gemiddelde |
| 20130213-20140131 afwaarts opgelegd | 20130213-20140131 opwaarts opgelegd | 20130213-20140131 gemiddelde |
| 20140131-20150204 afwaarts opgelegd | 20140131-20150204 opwaarts opgelegd | 20140131-20150204 gemiddelde |
| 20150204-20160124 afwaarts opgelegd | 20150204-20160124 opwaarts opgelegd | 20150204-20160124 gemiddelde |



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