

**Mogelijke effecten
Geulwandsuppletie Oostgat op de
drempel tussen het Oostgat en de
Sardijngeul**

M. van Ormondt en J.G. de Ronde

Opdrachtgever:

Deltares/Rijkswaterstaat-Waterdienst

**Mogelijke effecten Geulwandsuppletie
Oostgat op de drempel tussen het Oostgat
en de Sardijngeul**

M. van Ormondt en J.G. de Ronde

Rapport

April 2009

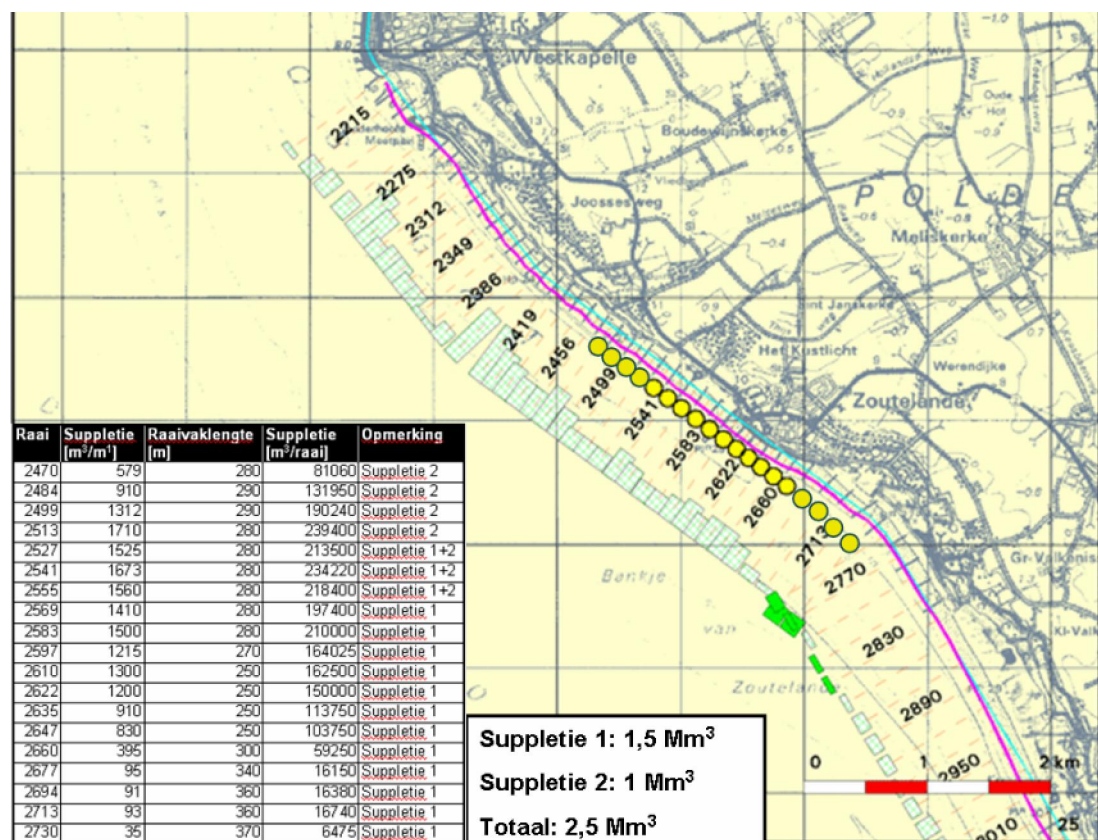
Opdrachtgever	Deltares/Rijkswaterstaat-Waterdienst					
Titel	Mogelijke effecten Geulwandsuppletie Oostgat op de drempel tussen het Oostgat en de Sardijngeul					
Samenvatting						
Op de geulwand van het Oostgat, de getijdengeul die langs de zuidwestkust van Walcheren loopt, werd in 2005 een suppletie uitgevoerd ter hoogte van Zoutelande. De lengte van de suppletie is ongeveer 2.5 km en het totale gesuppleerde volume bedroeg ca. 2.5 Mm³. De suppletie heeft een tweeledig doel, ten eerste dient de suppletie als daadwerkelijke suppletie ten bate van de kustlijn­zorg, maar de suppletie is ook een pilot voor eventuele vervolg geulwandsuppleties langs de zuidwestkust van Walcheren. In 2007 is gebleken dat het onderhoudsbaggervolume op de drempel tussen het Oostgat en de Sardijngeul (ongeveer 2 km ten zuidoosten van Dishoek) is toegenomen. Er is gesuggereerd dat dit mede kan zijn veroorzaakt door het aanbrengen van de geulwandsuppletie bij Zoutelande. In deze studie wordt onderzocht of er een verband is geweest tussen de geulwandsuppletie en het toegenomen baggervolume. Het effect van de uitgevoerde suppletie op de drempel tussen het Oostgat en de Sardijngeul is in het model verwaarloosbaar. Zelfs in het geval van een 5 maal grotere suppletie is het effect (geringe extra aanzanding) verwaarloosbaar. Aangenomen mag worden dat dit eveneens voor het prototype geldt. Voor nu en in de toekomst geplande suppleties ten noorden van Zoutelande worden geen effecten verwacht op de drempel tussen Oostgat en Sardijngeul. In het geval van een geulwandsuppletie in de nabijheid van de drempel zijn er wel effecten te verwachten.						
Referenties						
Ver	Auteur	Datum	Opmerk.	Review	Goedkeuring	
	M. van Ormondt	16-4-2009		E. Elías	16-04-2009	
	J.G. de Ronde	16-4-2009				
Projectnummer		Z4582.70				
Trefwoorden		Zandsuppleties; Kustlijn­zorg; effecten op drempels				
Aantal bladzijden		32				
Classificatie		Geen				
Status		Definitief				

Inhoud

1	Inleiding en vraagstelling	1
2	Data analyse	3
2.1	Analyse van de drempels	5
2.2	Analyse sedimenthoeveelheden.....	7
3	Simulaties	14
3.1	Modelopzet	14
3.2	Referentiesituatie	16
3.3	Suppletie 1 (2,5 Mm ³)	18
3.4	Suppletie 2 (12 Mm ³)	21
3.5	Suppletie 3 (30 Mm ³)	25
4	Conclusies	31

1 Inleiding en vraagstelling

Op de geulwand van het Oostgat, de getijdengeul die langs de zuidwestkust van Walcheren loopt, werd in 2005 een suppletie uitgevoerd ter hoogte van Zoutelande. De lengte van de suppletie is ongeveer 2,5 km en het totale gesuppleerde volume bedroeg ca. 2,5 Mm³ (zie Figuur 1.1). De suppletie heeft een tweeledig doel, ten eerste dient de suppletie als daadwerkelijke suppletie ten bate van de kustlijninzorg, maar de suppletie is ook een pilot voor eventuele vervolg geulwandsuppleties langs de zuidwestkust van Walcheren. Het is de verwachting dat met dergelijke geulwandsuppleties de achteruitgang van de geulwand en de aanliggende kustvakken kan worden gecompenseerd.



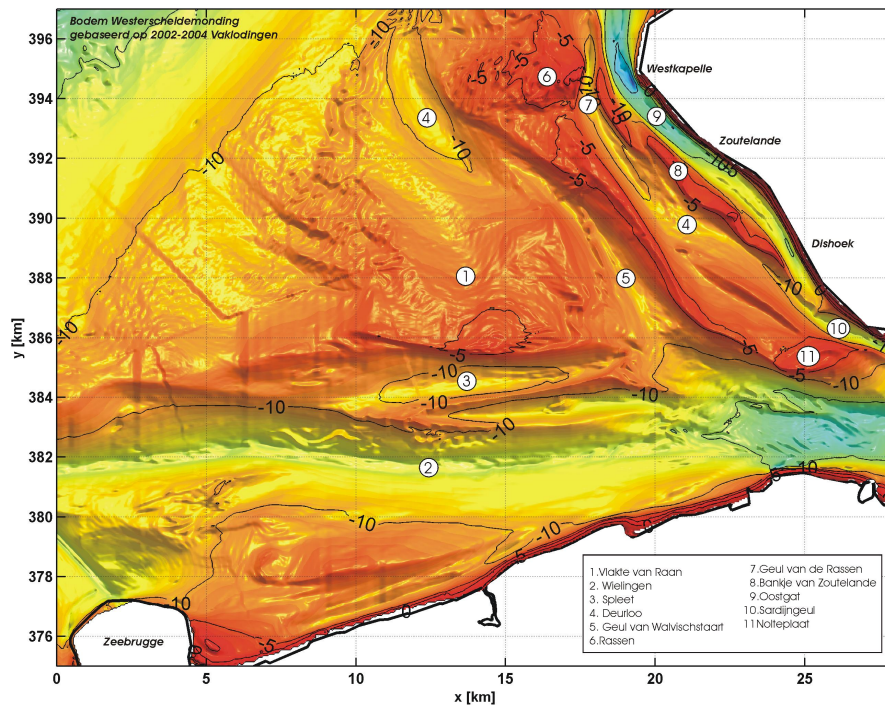
Figuur 1-1 Ontwerp van de geulwandsuppletie in het Oostgat ter hoogte van Zoutelande (bron RIKZ).

In 2007 is gebleken dat het onderhoudsbagervolume op de drempel tussen het Oostgat en de Sardijngeul (ongeveer 2 km ten zuidoosten van Dishoek) is toegenomen. Er is gesuggereerd dat dit mede kan zijn veroorzaakt door het aanbrengen van de geulwandsuppletie bij Zoutelande. In deze studie wordt onderzocht of er een verband is geweest tussen de geulwandsuppletie en het toegenomen bagervolume.

In deze studie is allereerst een data analyse uitgevoerd van de beschikbare recente bodemgegevens. Tevens is gebruik gemaakt van eerder onderzoek (WL, 2005).

Vervolgens is een aantal modelsimulaties uitgevoerd m.b.v. een Delft3D model waarbij de morfologische ontwikkelingen in het Oostgat zijn onderzocht voor een aantal suppletieontwerpen.

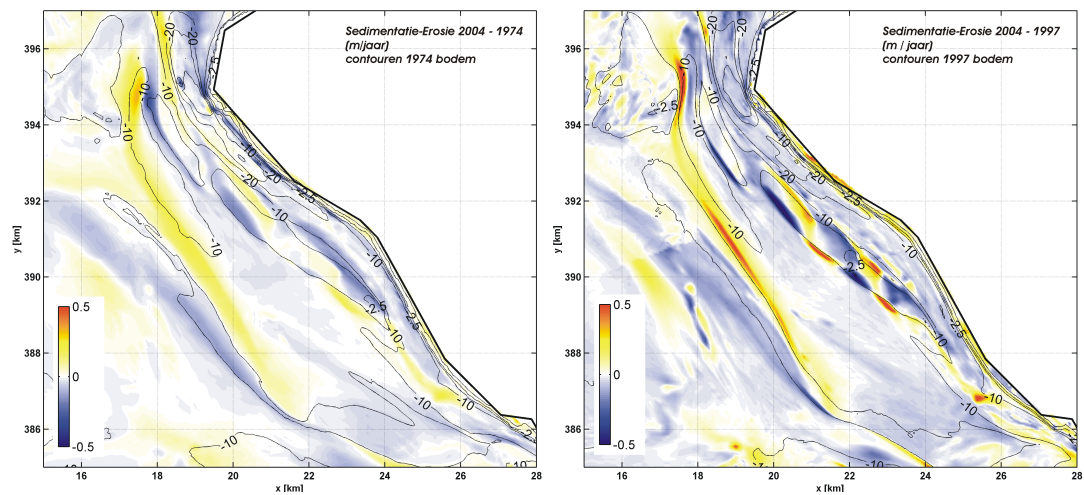
Onder anderen is gekeken naar de eventuele effecten op aanzanding in het Oostgat van een extreem grote suppletie tussen Zoutelande en Westkapelle (ca. 30 Mm³). In de toekomst zal hier een tweede geulwandsuppletie plaatsvinden. In de modelberekening is een extreem grote suppletie genomen om de effecten goed zichtbaar te krijgen.



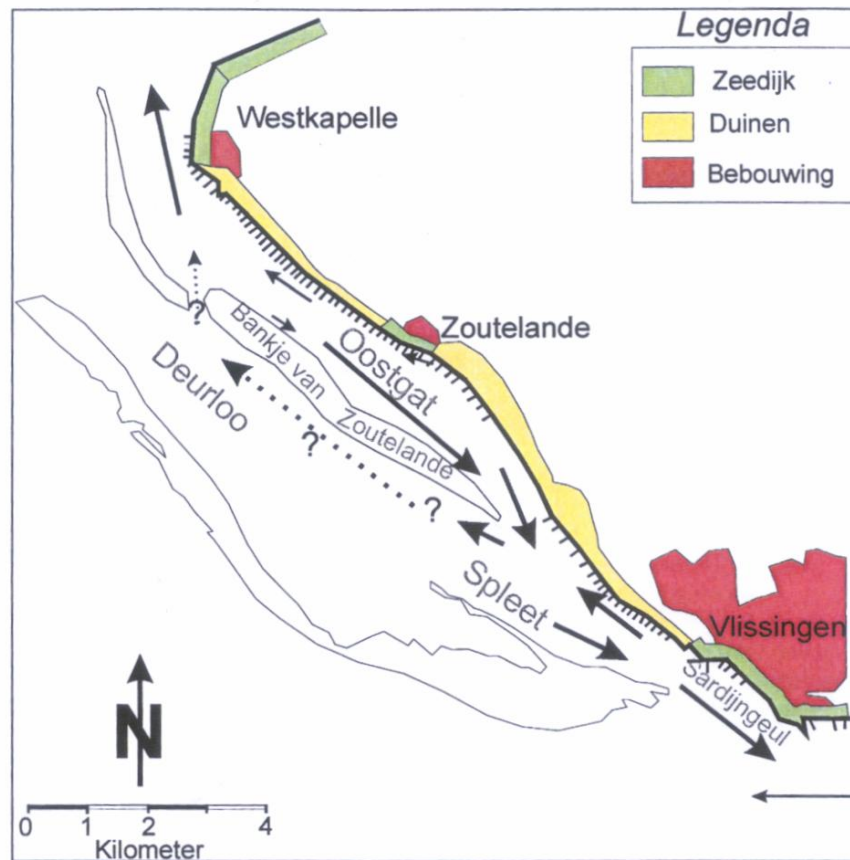
Figuur 1-2 Overzicht van de belangrijkste platen en geulen in de Westerschelde monding.

2 Data analyse

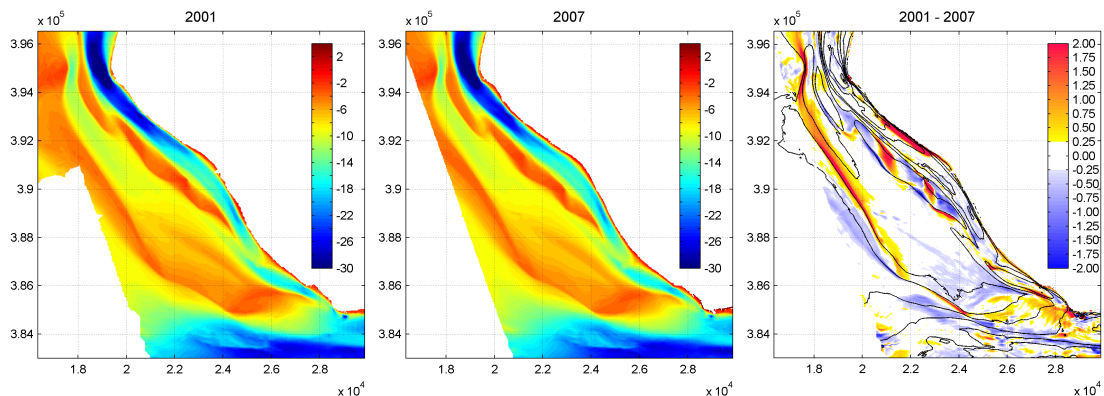
In deze data analyse hebben wij ons voornamelijk beperkt tot de meest recente bodemmetingen in het Oostgat (2001-2007). Daarnaast is ook naar de resultaten van eerdere onderzoeken gekeken. Zo toont Figuur 2.1 sedimentatie-erosie patronen (in m/jaar) over de periode 1974-2004 die zijn bepaald in een eerdere haalbaarheidsstudie (WL, 2005) Als we de jaargemiddelde sedimentatie/erosie over de periode 1974-2004 en de recente periode 1997-2004 vergelijken zien we een vergelijkbaar beeld, hoewel de groottes verschillen; de sedimentatie/erosie over de recente periode is wat groter dan het lange termijn gemiddelde. Figuur 2.2 toont sedimenttransportpaden gebaseerd op bodemvormen (Erkens, 2003).



Figuur 2-1 Sedimentatie-erosie patronen: (links) de periode 1974-2004, (rechts) over de periode 1997-2004 (omgerekend naar m/jaar).



Figuur 2-2 Sediment transportpaden gebaseerd op bodemvormen (uit Erkens 2003).

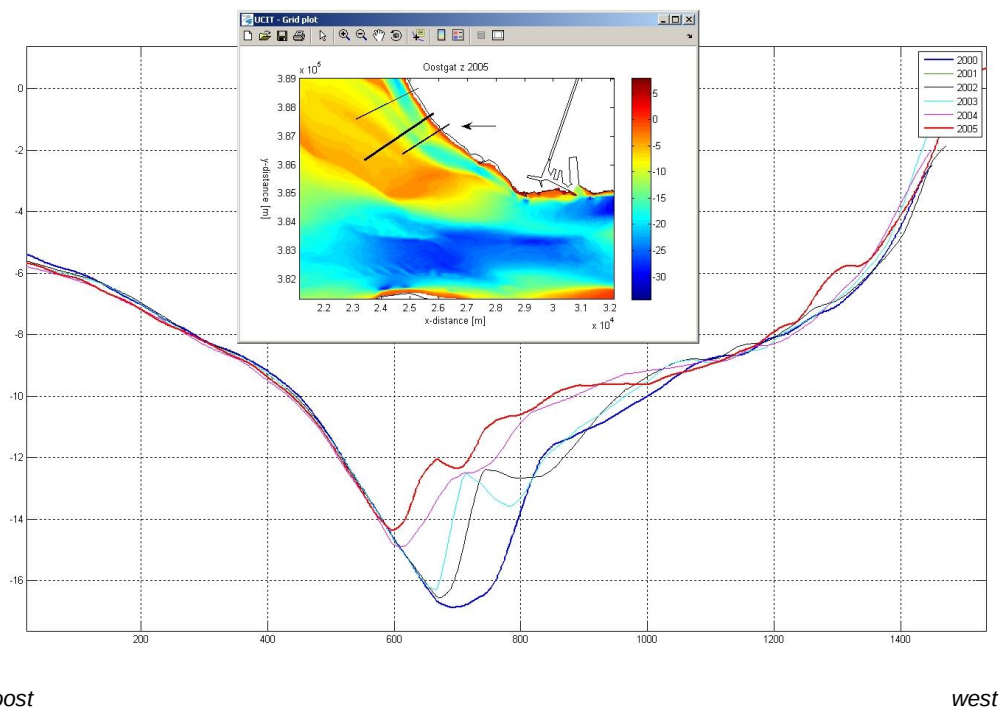


Figuur 2-3 Bodemligging en bodemveranderingen uit vaklodingen 2001-2007

Bij de data analyse in deze studie is voornamelijk gekeken naar de bodemveranderingen uit vaklodingen van 2001 tot en met 2007. Figuur 2.3 toont de bodemligging in 2001 en 2007, alsmede de bodemveranderingen gedurende deze periode (rechter figuur). De geulwandsuppletie bij Zoutelande is duidelijk te zien als rode vlek. De drempel tussen het Oostgat en de Sardijngeul toont een licht aanzandende trend (enkele decimeters in 6 jaar). Hierbij moet in acht worden genomen dat op deze locatie ook gebaggerd is tussen 2001 en 2007. De natuurlijke aanzanding is waarschijnlijk sterker dan in deze figuur wordt getoond.

2.1 Analyse van de drempels

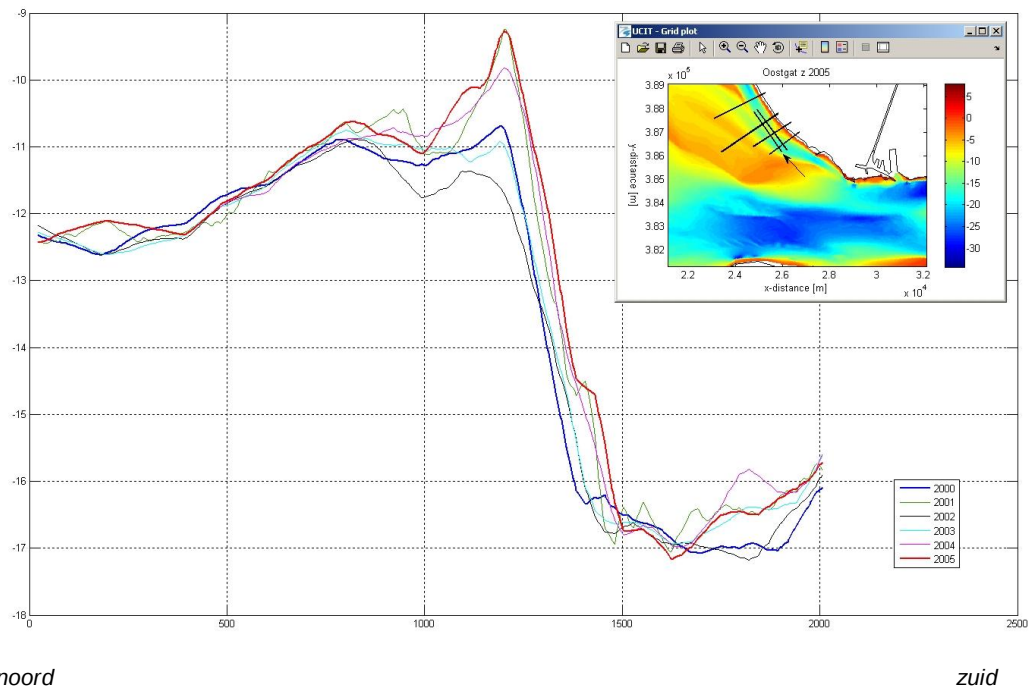
De vraag is of het gedrag van de drempel tussen Oostgat en Sardijngeul beïnvloed is door de geulwandsuppletie. Hiervoor is een analyse aan de hand van een aantal dwarsdoorsneden uitgevoerd over de periode t/m 2005. De figuren 2.4, 2.5 en 2.6 laten de ontwikkeling zien van de drempel tussen Oostgat en Sardijngeul. Figuur 2.4 toont een dwarsdoorsnede over de periode 2000-2005 loodrecht op de geul over de zanddrempel die loopt vanuit de kust. Duidelijk waarneembaar is de verdere uitbouw van de drempel vanuit de kust. Het diepste punt in deze dwarsdoorsnede is verondiept van 17 m –NAP naar 14 m –NAP in een periode van 5 jaar. Figuren 2.5 en 2.6 tonen een dwarsdoorsnede parallel aan de kust over dezelfde drempel. Figuur 2.5 toont de ontwikkeling over de periode 2000–2005 en Figuur 2.6 over de periode 1990-2005. Duidelijk is de verplaatsing van de drempel in zuidoostelijke richting te volgen (ongeveer 300 meter in 15 jaar). Tegelijkertijd verhoogt het ondiepste punt met ongeveer 1,5 meter.



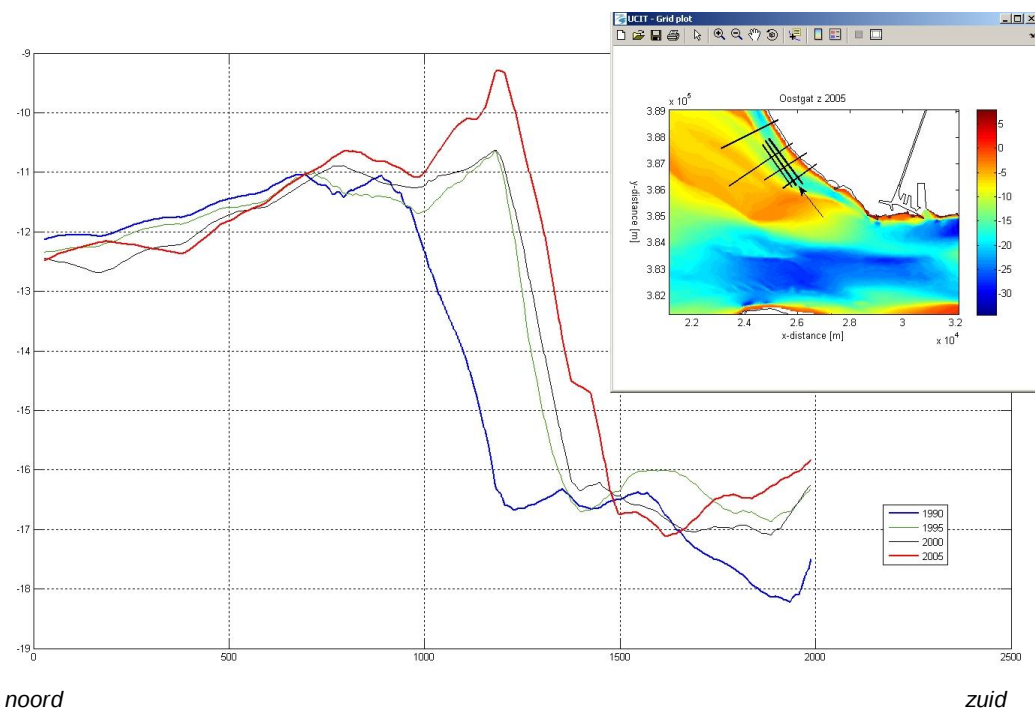
oost

west

Figuur 2-4 Ontwikkeling drempel tussen 2000 en 2005. De pijl in de figuur geeft de weergegeven dwarsdoorsnede aan, diepte in meters.



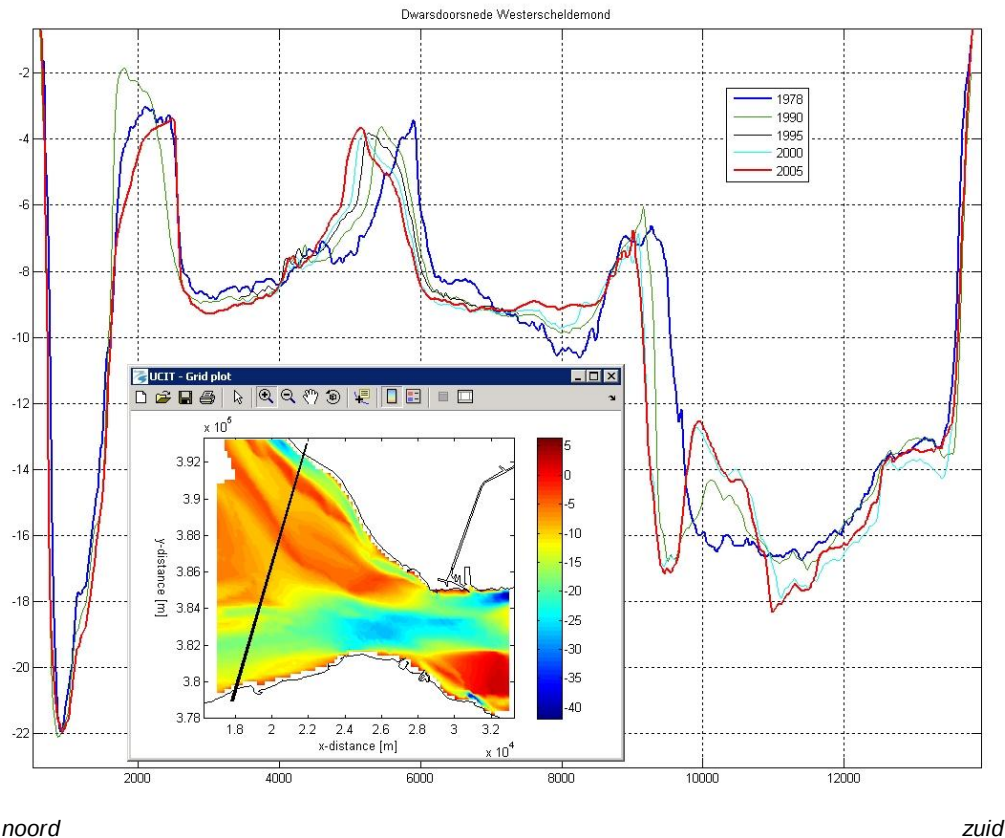
Figuur 2-5 Dwarsdoorsnede over de drempel met de ontwikkeling over de periode 2000 2005, diepte in meters.



Figuur 2-6 Dwarsdoorsnede over de drempel met de ontwikkeling over de periode 1990 2005, diepte in meters

Tenslotte laat figuur 2.7 de ontwikkelingen zien in een dwarsdoorsnede over de gehele monding.

Duidelijk is de noordoostwaartse verplaatsing van de uitlopers van de Nolleplaat te zien, deze is ook duidelijk waarneembaar in de figuren 2.1 en 2.3. De doorsnede van het Oostgat is vrij stabiel en laat weinig veranderingen zien. Het bankje van Zoutelanden laat in deze dwarsdoorsnede een verlaging en verplaatsing in zuidwestelijke richting zien. De figuren 2.1 en 2.3 laten zien dat deze ontwikkeling lokaal is en voor andere locaties anders is.



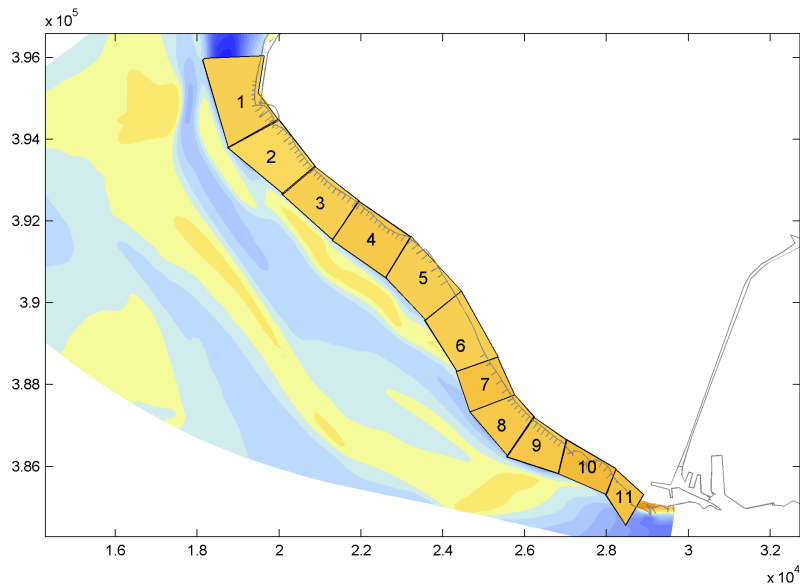
Figuur 2-7 Ontwikkelingen in een dwarsdoorsnede over de gehele monding over de periode 1978-2005. Links is Walcheren, rechts Zeeuws Vlaanderen, diepte in meters.

Conclusie: In de periode voor de geulwandsuppletie verplaatst de drempel tussen Oostgat en Sardijngeul zich in zuidoostelijke richting, waarbij het ondiepste punt verder verondiept. Uit deze ontwikkeling waarbij het ondiepe gebied in oppervlakte toeneemt zal ook de benodigde hoeveelheid te baggeren sediment toenemen. Een toename van de hoeveelheid te baggeren sediment heeft dus geen relatie te hebben met de geulwandsuppletie. In paragraaf 3 wordt dit met behulp van modelonderzoek verder onderzocht.

2.2 Analyse sedimenthoeveelheden

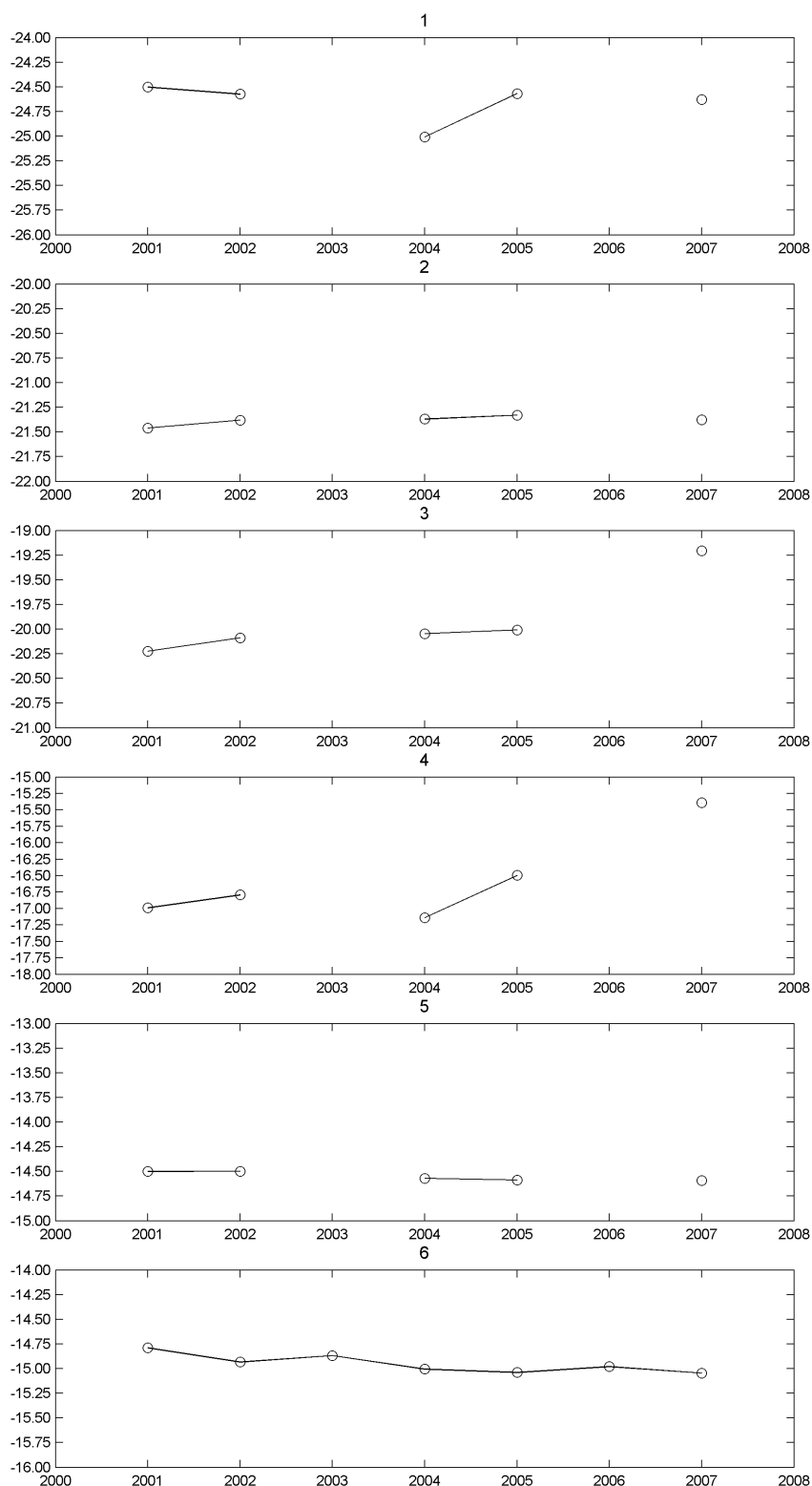
In enkele vaklodingen uit tussenliggende jaren werden diverse inconsistenties gevonden, waardoor deze niet of minder bruikbaar waren voor de analyse. Deze vaklodingen zijn verder niet meer in de analyse meegenomen.

Er zijn tevens kuberingen uitgevoerd op de vaklodingen. De kuberingsvakken worden getoond in Figuur 2.8.

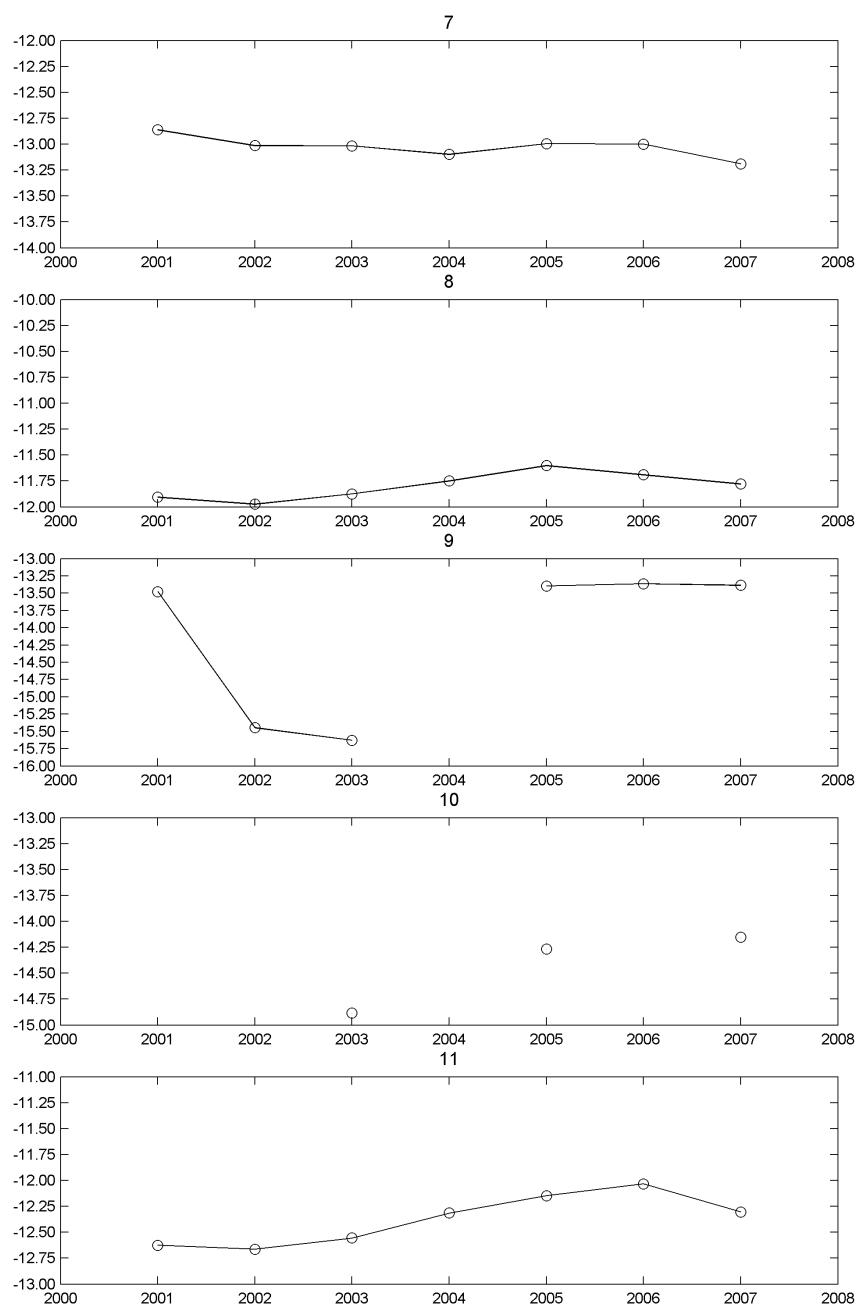


Figuur 2-8 Overzicht kuberingsvakken

Figuren 2.9 en 2.10 tonen de ontwikkeling van gemiddelde bodemligging (diepte) in alle vakken. In het algemeen kan gesteld worden dat de bodemveranderingen in het Oostgat vrij gering zijn geweest. In vakken 3 en 4 is een verondieping te zien in 2007. Dit is voornamelijk een gevolg van de geulwandsuppletie. Ook vakken 9 en 10 tonen vanaf 2005 en vrij sterke verondieping. Vak 9 laat in de periode 2001-2002 juist een sterke verdieping zien. De grote variabiliteit in vak 9 hangt samen met de grote morfologische veranderingen van de drempel. In vakken 7 en 8 (de locatie van de drempel) is de gemiddelde bodemligging vrij constant. Hierbij moet worden opgemerkt dat een gedeelte van de veranderingen vermoedelijk samenhangen met baggeractiviteiten in dit gebied.

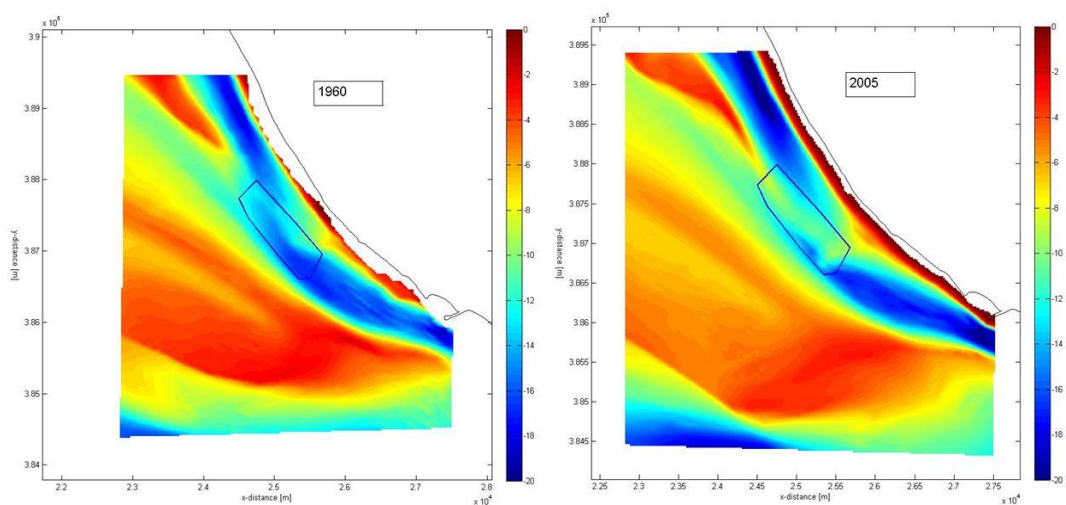


Figuur 2-9 Gemiddelde bodemligging in vakken 1 tot en met 6 in m. t.o.v. NAP

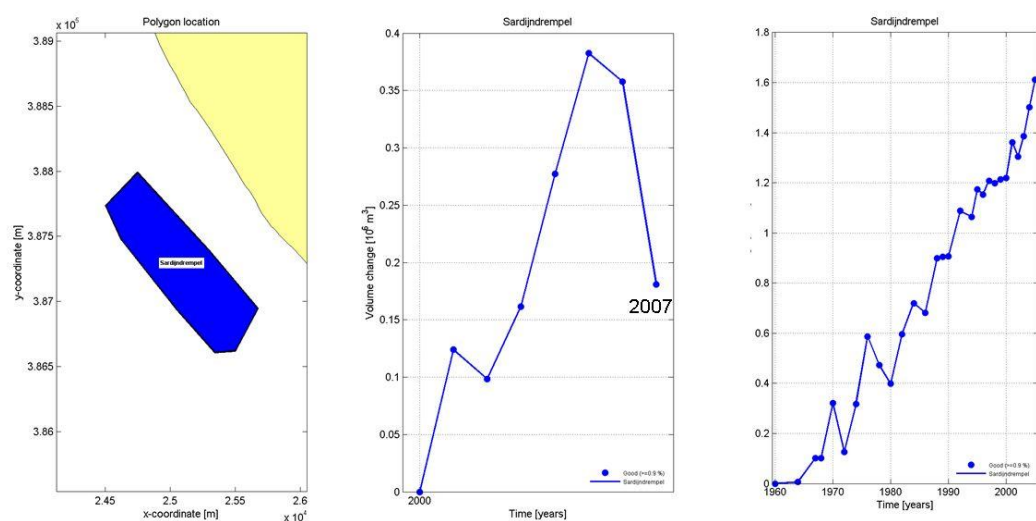


Figuur 2-10 Gemiddelde bodemligging in vakken 7 tot en met 11 in m t.o.v. NAP.

Tot slot is de volumeontwikkeling van de drempel zelf beschouwd. Figuur 2.11 laat het gebied zien voor het jaar 1960 en het jaar 2005. Duidelijk is de uitbouw in zuidoostelijke richting en verhoging van de drempel te zien. De verondieping vindt dus al geruime tijd plaats, in ieder geval al vanaf 1965. Dit is te zien aan de volumeontwikkeling weergegeven in Figuur 2.12, het betreft het gebied dat in blauw is weergegeven. De stijgende trend van het volume is in deze figuur duidelijk te zien. Na 2000 lijkt er zelfs sprake te zijn van een versnelling. Van 2000 tot en met 2005 is er aanzanding met gemiddeld ongeveer 0,08 Mm³/jaar. De afname na 2005 met 0,2 Mm³ wordt veroorzaakt door een combinatie van aanzanding samen met het effect van baggerwerkzaamheden. De volumetoename vindt al geruime tijd plaats voor de geulwandsuppletie van 2005. Na 2005 spelen de mogelijke effecten van de geulwandsuppletie en de baggerwerkzaamheden door elkaar en kan hierover vanuit de metingen geen conclusie getrokken worden.

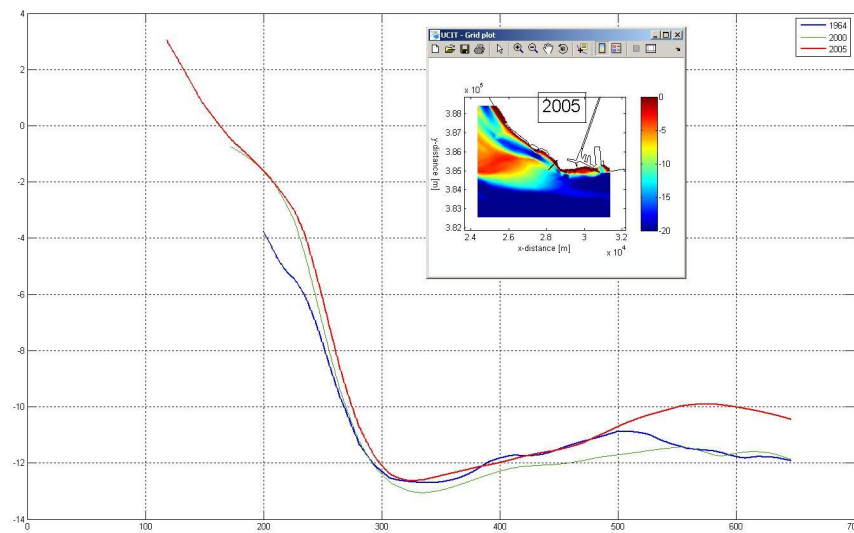


Figuur 2-11 Ligging van het polygoon rondom de drempel tussen Oostgat en Sardijneul



Figuur 2-12 Volumeveranderingen binnen het polygoon uit figuur 2.11.

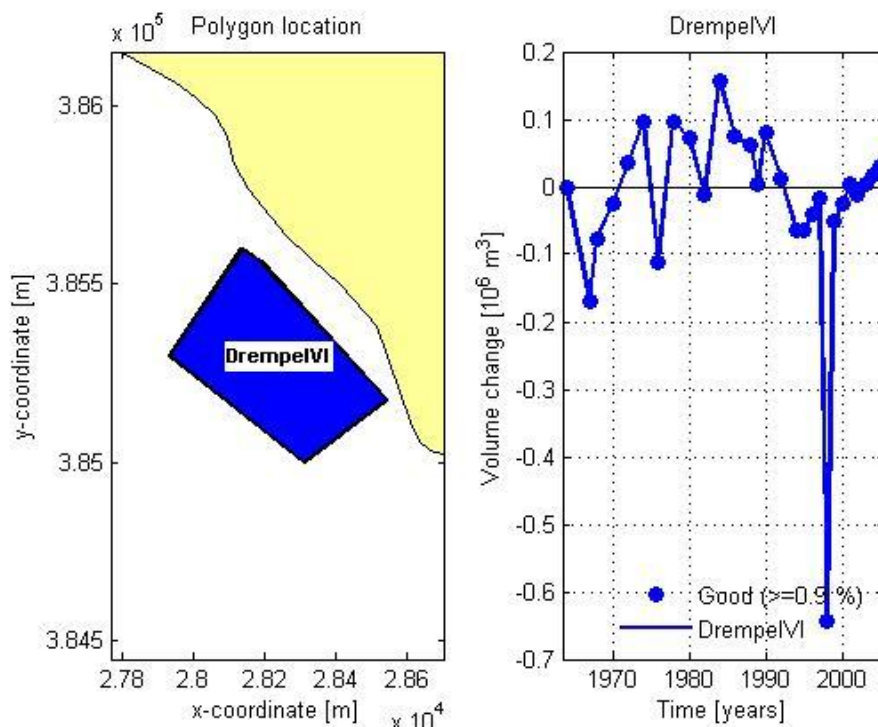
De meer oostelijk gelegen drempel tussen Sardijngeul en Honte is eveneens beschouwd. Figuur 2-13 laat de dwarsdoorsnedes zien van 1964, 2000 en 2005. De veranderingen zijn zeer gering. Het verloop van het volume, figuur 2-14 is nagenoeg horizontaal, ook hierin zijn de veranderingen minimaal.



noord

zuid

Figuur 2-13 Dwarsdoorsnedes van de drempel tussen Sardijngeul en Honte voor de jaren 1964, 2000 en 2005



Figuur 2-14 Volumeveranderingen drempel tussen Sardijngeul en Honte.

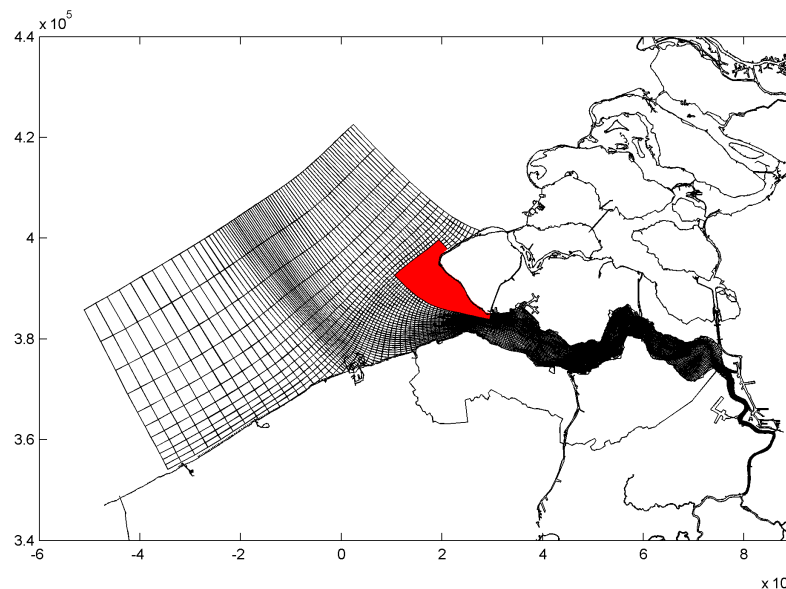
3 Simulaties

3.1 Modelopzet

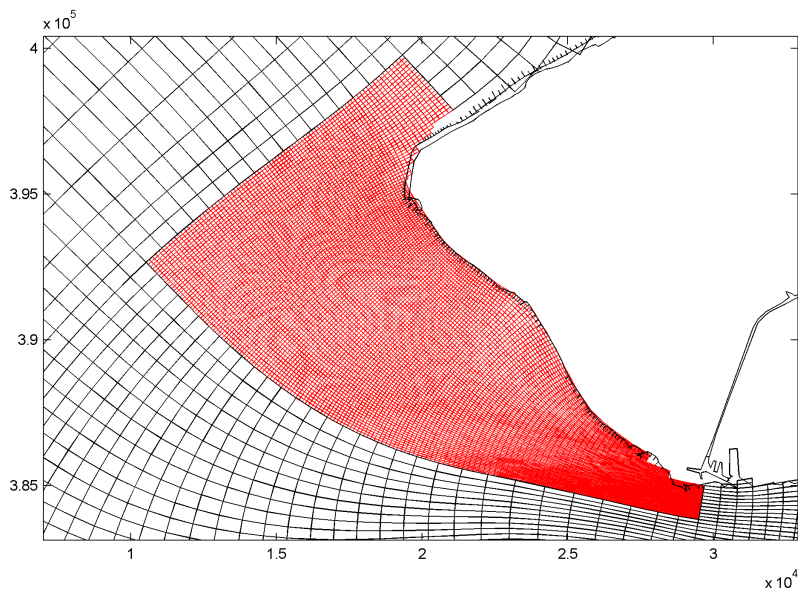
Er zijn vier Delft3D simulaties uitgevoerd met verschillende beginbodems:

- Referentiesituatie (geen geulwandsuppletie)
- Suppletie 1 (toegepaste suppletie bij Zoutelande van 2,5 Mm³)
- Suppletie 2 (als suppletie 1, maar met 12 Mm³)
- Suppletie 3 (megasuppletie van Zoutelande tot Westkapelle met 30 Mm³)
- De reden voor het doorrekenen van suppletie 2 is dat suppletie 1 slechts een zeer klein effect bleek te hebben (in de modelsimulatie) op sedimentatie en erosie in het Oostgat. Door het doorrekenen van suppletie 2 wordt een beter kwalitatief beeld gekregen van het effect van de bestaande geulwandsuppletie bij Zoutelande.

Ten behoeve van deze studie is het bestaande KUSTZUID model aangepast. Er is gerekend met behulp van domein-decompositie, waarbij een fijner domein (factor 5 verfijning) is gebruikt ter plaatse van het Oostgat. Figuur 3.1 toont het overall domein (in zwart) en het fijne domein in rood. In Figuur 3.2 is ingezoomd op het fijne domein. De roosterresolutie van het fijne domein is ca. 80 m ter plaatse van de geulwand suppletie.



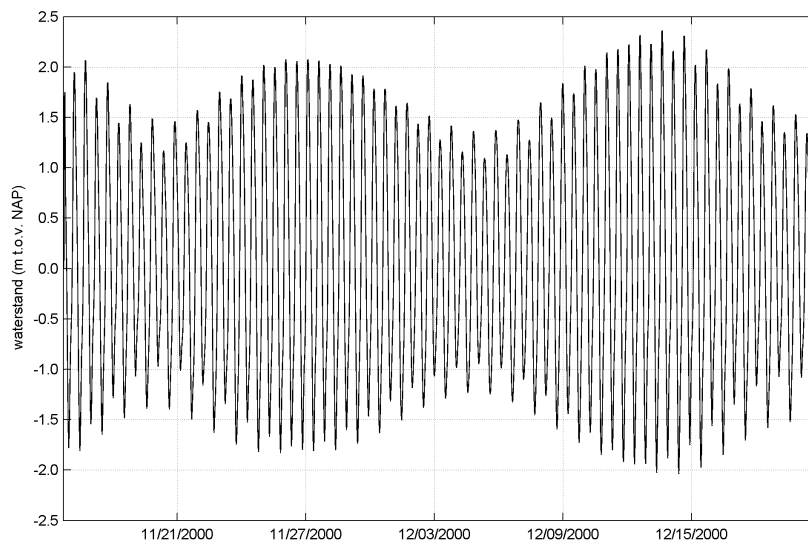
Figuur 3-1 Modelrooster (groeve en fijne domein)



Figuur 3-2 Modelrooster (fijne domein)

In alle simulaties beschreven in dit rapport is circa 4 jaar morfologisch doorgerekend. Hierbij is gebruikt gemaakt van een zogenaamde morfologische schalingsfactor (MORFAC) om de rekentijd te verkorten. Twee volledige doottij-springtij cycli zijn doorgerekend waarbij een MORFAC van 50 is toegepast.

De tijdserie van de waterstand die op de zeewaartse rand is opgelegd wordt getoond in Figuur 3.3. De eerste paar dagen van de simulaties is gebruikt om het model te laten inspelen. Gedurende deze periode wordt niet morfodynamisch gerekend (geen updating van de bodem).



Figuur 3-3 Hydrodynamische randvoorwaarden

Er is gerekend met de transportformuleringen van TRANSPOR2004 (Van Rijn, 2007). Voor de zandkorreldiameter is een ruimtelijk uniforme waarde van 200 μm gebruikt.

De effecten van wind en golven zijn niet meegenomen in de berekeningen. Wind en golven zullen vooral effect hebben op de hogere delen zoals het bankje van Zoutelande. Voor de diepere delen zal dit minder het geval zijn. In deze studie werken we nog met een ongevalideerd model en zullen we vooral naar de kwalitatieve effecten kijken en is het verantwoord om wind en golven weg te laten. Zodra meer kwantitatieve antwoorden gewenst zijn is het nodig om een gevalideerd model te gebruiken en om de effecten van wind en golven te onderzoeken.

Bij de nabewerking van de modelresultaten is voornamelijk gekeken naar de relatieve effecten van de verschillende suppletieontwerpen ten opzichte van de referentiesituatie (zonder suppletie). De effecten op de maximale eb- en vloedsnelheden zijn bepaald, alsmede de effecten op bodemveranderingen en resttransporten.

Een belangrijke reden om ons te beperken tot de relatieve effecten van de suppleties is dat het KUSTZUID model niet is afgeregeld om de morfologische ontwikkelingen rondom het Oostgat te voorspellen. De lokale stromingscondities (inclusief golf- en windeffecten) zijn bovendien uitermate complex in de Westerscheldemonding en in het bijzonder in het Oostgat. Om deze nauwkeuriger te kunnen berekenen is een uitgebreide calibratie en validatie van het model noodzakelijk. Dit valt niet binnen de scope van deze studie.

3.2 Referentiesituatie

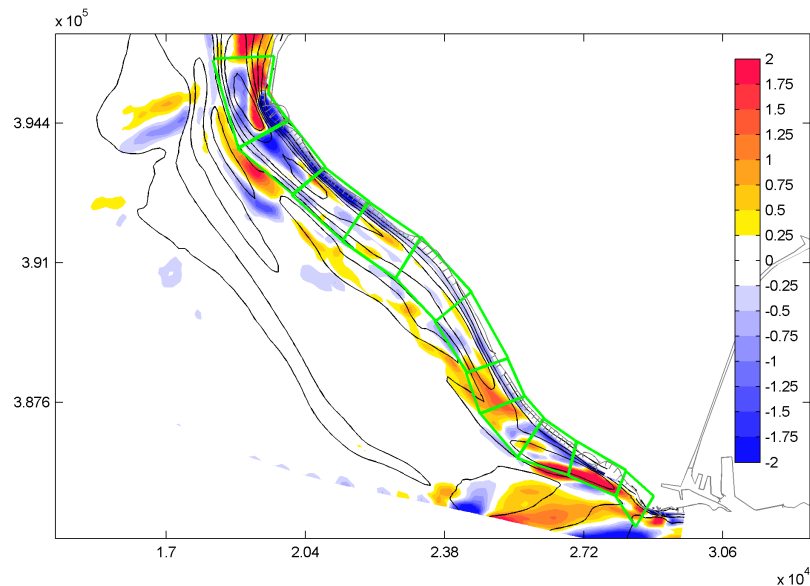
Figuur 3.4 toont de berekende bodemveranderingen over een periode van 4 jaar zonder suppletie. De patronen komen kwalitatief redelijk overeen met de geobserveerde patronen uit het verleden (zie Figuur 2.1). De sedimentatie (verplaatsing) van de uitlopers van de Nolleplaat wordt niet weergegeven omdat wind en golven in het model niet zijn meegenomen. Het Oostgat vertoont een licht eroderende trend, die het sterkst is aan de zeewaartse kant (tussen Westkapelle en Zoutelande). Daarnaast laat het model een vrij sterke aanzanding zien ten zuiden van het Bankje van Zoutelande. Deze aanzanding is ook in de metingen te zien (zie de kuberingsresultaten in Figuur 2.10), al lijkt die daar minder sterk.

In de Sardijngeul zijn de berekende bodemveranderingen te groot en bovendien weinig realistisch. Op de drempel tussen het Oostgat en de Sardijngeul berekent het model lichte erosie. In werkelijkheid vertoont de drempel al jaren een aanzandende trend.

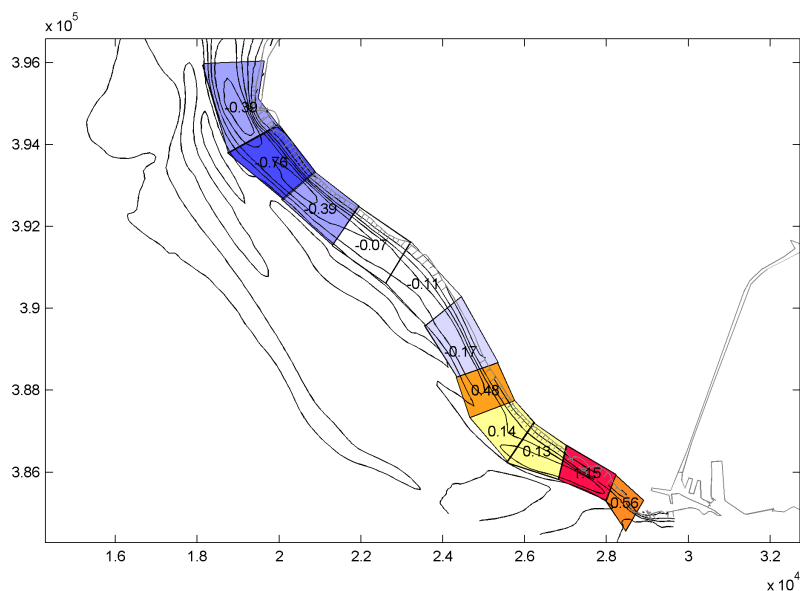
De resttransporten zoals berekend in het model (Figuur 3.6) tonen een vrij goede gelijkenis met de transportpaden die gebaseerd zijn op bodemvormen (Figuur 2.2). Ze staan in ebrichting bij Westkapelle, in vloedrichting in de rest van het Oostgat, en in ebrichting in het westelijke deel van de Sardijngeul en op de drempel tussen Oostgat en Sardijngeul. Wel lijkt het erop dat het kantelpunt (waar de resttransporten in het Oostgat overgaan van ebrichting naar vloedrichting) in werkelijkheid iets meer zeewaarts ligt dan in de berekening, waar dit punt iets ten zuidoosten van Zoutelande ligt.

De modelresultaten komen kwalitatief redelijk overeen met de werkelijkheid. Het is daarom naar ons inzicht mogelijk om met dit model relatieve uitspraken te doen over de gevolgen van de geulwandsuppletie. Het is belangrijk om in de analyse van de

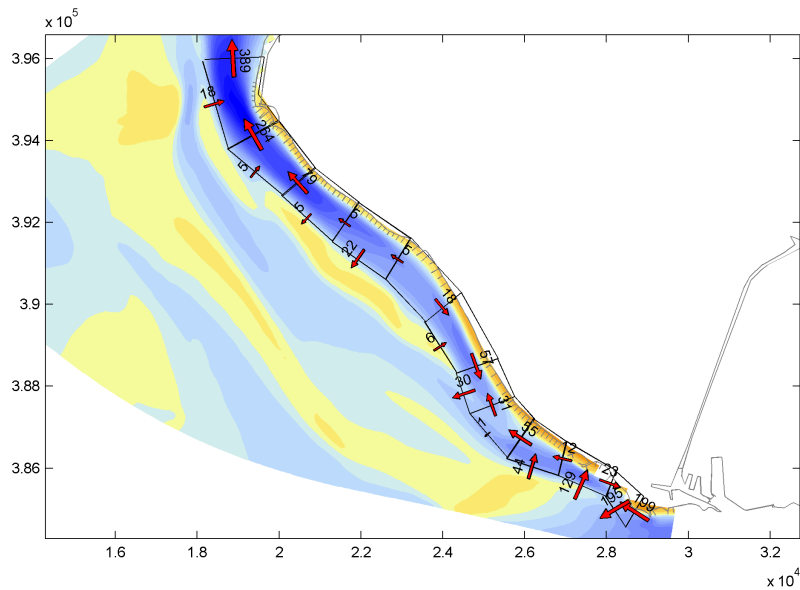
modelresultaten voornamelijk naar de relatieve, kwalitatieve effecten te kijken. De modelresultaten zijn niet nauwkeurig genoeg om een absolute, kwantitatieve beschouwing te doen. Hiervoor zou het model eerst beter moeten worden afgeregeld voor het interessegebied.



Figuur 3-4 Sedimentatie/erosie patronen (in meters) na 4 jaar voor de referentiesituatie (geen suppletie). Rode tinten geven sedimentatie aan, blauwe tonen erosie.



Figuur 3-5 Gemiddelde bodemveranderingen (in meters) na 4 jaar voor de referentiesituatie (geen suppletie). Rode tinten geven sedimentatie aan, blauwe tonen erosie.



Figuur 3-6 Resttransporten (Mm^3/jaar) voor de referentiesituatie (geen suppletie).

3.3 Suppletie 1 ($2,5 \text{ Mm}^3$)

Allereerst is een simulatie gedaan met de bestaande geulwandsuppletie die in 2005 is aangebracht. Figuur 3.7 geeft hiervan een dwarsdoorsnede, de zwarte polygoon in Figuur 3.8 geeft de locatie ervan aan.

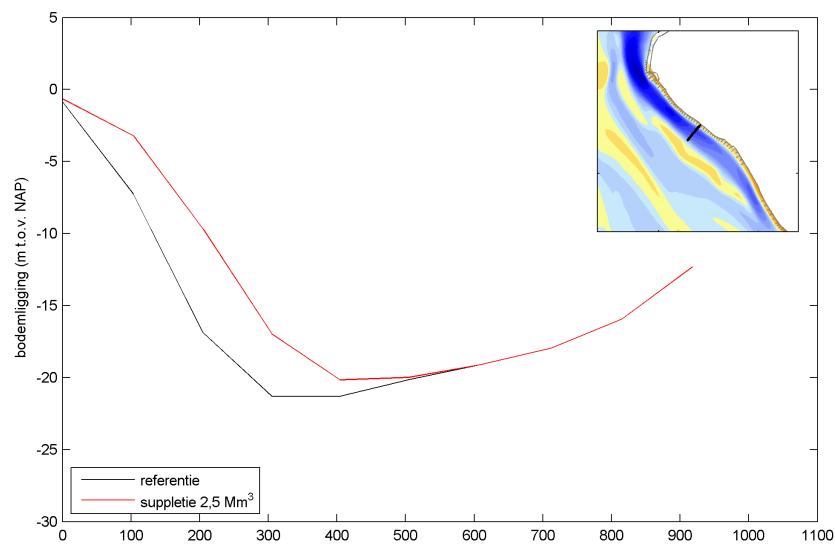
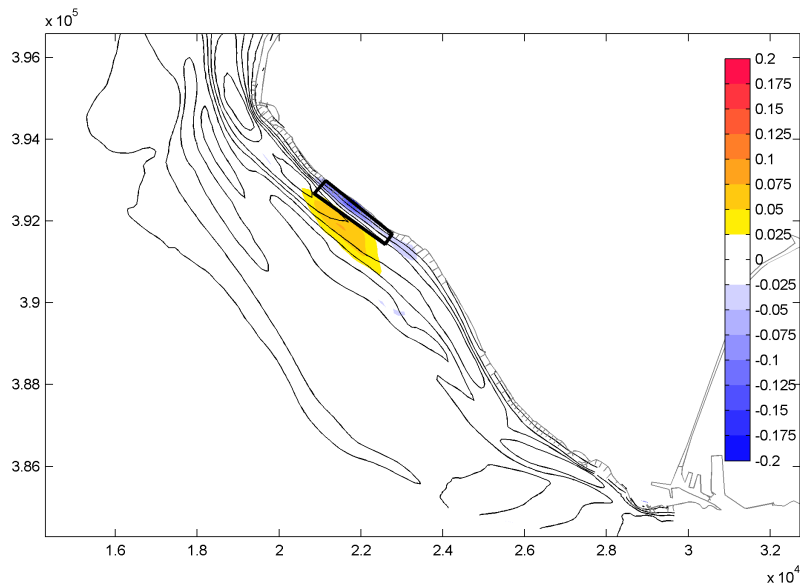


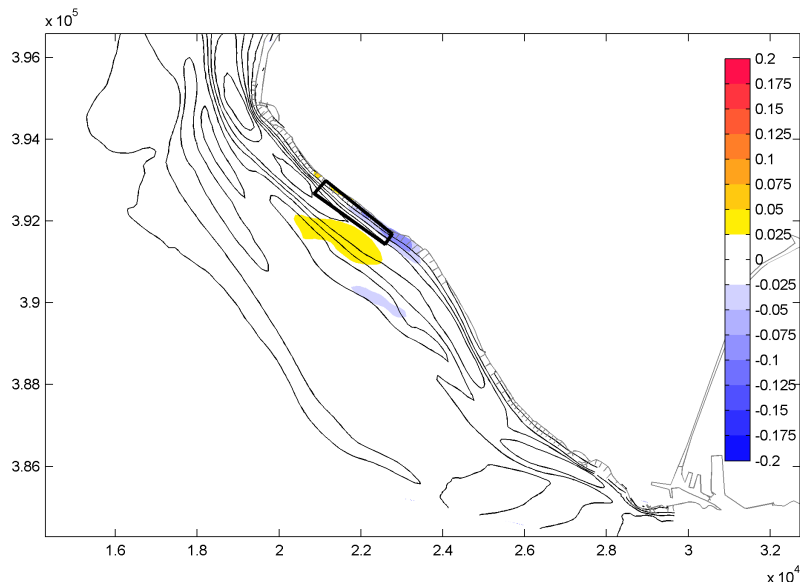
Figure 3-7 Dwarsdoorsnede van de suppletie 1 ($2,5 \text{ Mm}^3$)

Bij de simulaties van de suppleties is eerst gekeken naar de gevolgen ervan op de hydrodynamica. Figuren 3.8 en 3.9 laten het effect van de suppletie zien op de snelheden tijdens maximum eb en maximum vloed. De blauwe tinten geven aan waar de snelheden afnemen als gevolg van de geulwandsuppletie, terwijl de geel/rode tinten

juist een toename laten zien. Het lijkt erop dat de effecten zeer beperkt zijn (tot ca. 5 %). Bovendien zijn de effecten enkel zichtbaar in de nabijheid van de suppletie. Ter plaatse van de geulwandsuppletie zijn de snelheden iets lager dan in de referentiesituatie. Het doorstroomoppervlak van de geul wordt iets afgeknepen waardoor de snelheden in de geul juist iets toenemen. Het totale debiet door het Oostgat wordt niet significant beïnvloed.



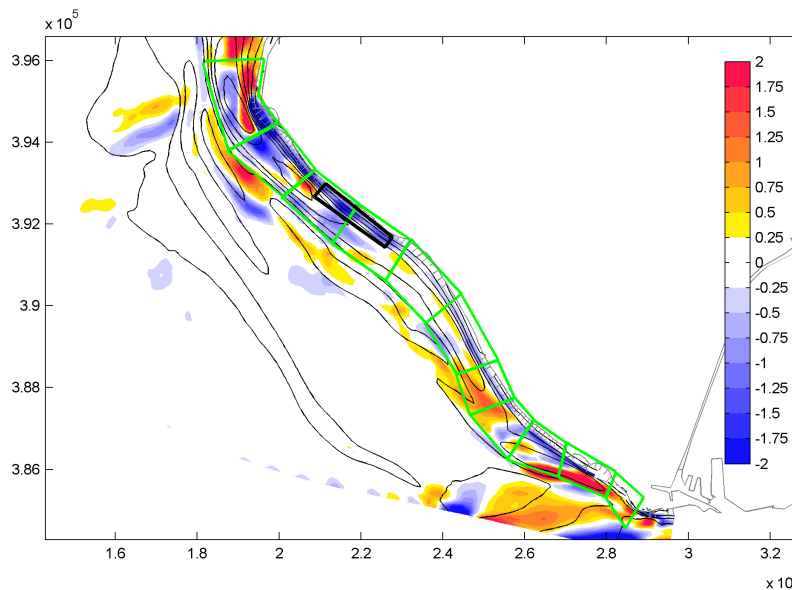
Figuur 3-8 Relatieve effecten van suppletie 1 (2,5 Mm³) op de stroomsnelheid bij maximum eb. Rode tinten geven een toename aan, blauwe een afname (+0,2 wil zeggen een toename met 20 %).



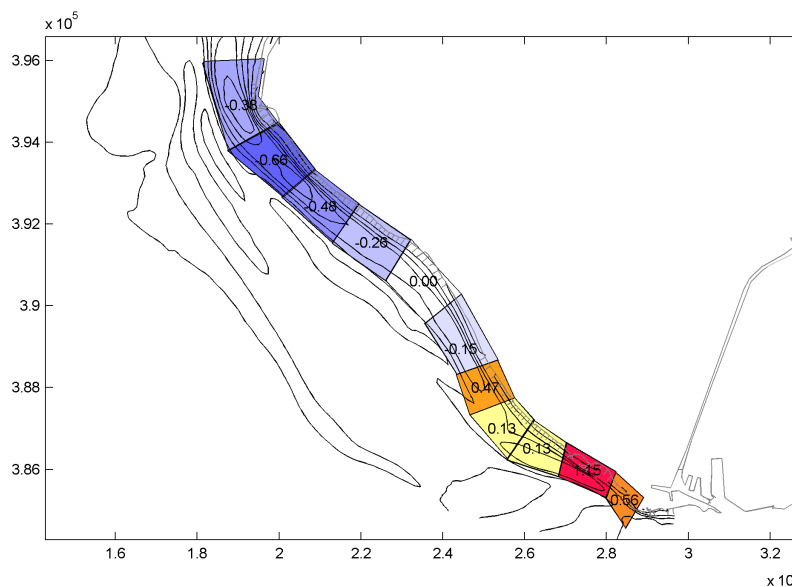
Figuur 3-9 Relatieve effecten van suppletie 1 (2,5 Mm³) op de stroomsnelheid bij maximum vloed. Rode tinten geven een toename aan, blauwe een afname.

Figuren 3.10 tot en met 3.12 tonen de berekende bodemveranderingen en het resttransport in deze simulatie. Behalve in vak 3 en 4 in de nabijheid van de suppletie

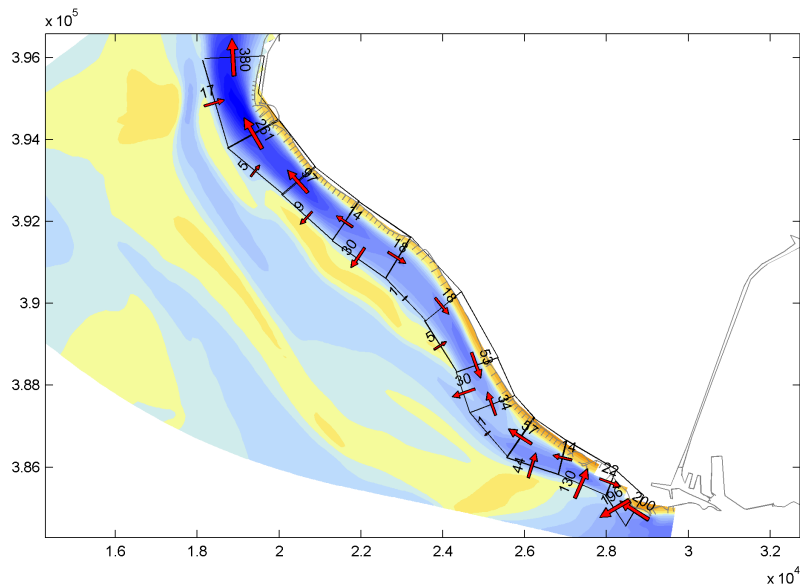
(waar meer erosie plaatsvindt) wijken de patronen niet significant af ten opzichte van de referentiesituatie (Figuren 3.4 tot en met 3.6). De maximale erosie in vak 2 is iets afgenomen van -0,78 meter naar -0,68 meter door het sedimenteren van het opgepakte sediment nabij de suppletie. In de huidige situatie vindt in het prototype (figuur 2.1 en 2.3) lichte erosie plaats in vak 2. Deze zal door de uitgevoerde suppletie verminderen of stoppen. De vakken 4 en 5 laten eveneens een afgenomen erosie zien. Een gedeelte van het gesuppleerde zand verplaatst zich in zuidelijke richting, maar komt niet in de nabijheid van de Sardijngeul.



Figuur 3-10 Sedimentatie/erosie patronen (in meters) na 4 jaar voor suppletie 1 ($2,5 \text{ Mm}^3$). Rode tinten geven sedimentatie aan, blauwe tonen erosie.



Figuur 3-11 Gemiddelde bodemveranderingen (in meters) na 4 jaar voor suppletie 1 ($2,5 \text{ Mm}^3$). Rode tinten geven sedimentatie aan, blauwe tonen erosie.



Figuur 3-12 Resttransporten (Mm^3/jaar) voor suppletie 1 ($2,5 \text{ Mm}^3$).

3.4 Suppletie 2 (12 Mm^3)

Omdat de effecten van de suppletie 1 zo gering zijn is het lastig een kwalitatieve beschouwing te geven van de gevolgen van een geulwandsuppletie bij Zoutelande op aanzanding elders in het Oostgat. Daarom is besloten om ook een simulatie uit te voeren waarbij het volume van de suppletie fors vergroot is tot 12 Mm^3 . Figuur 3.13 toont hiervan een dwarsdoorsnede, de zwarte polygoon in Figuur 3.8 geeft de locatie ervan aan (dezelfde als voor suppletie 1).

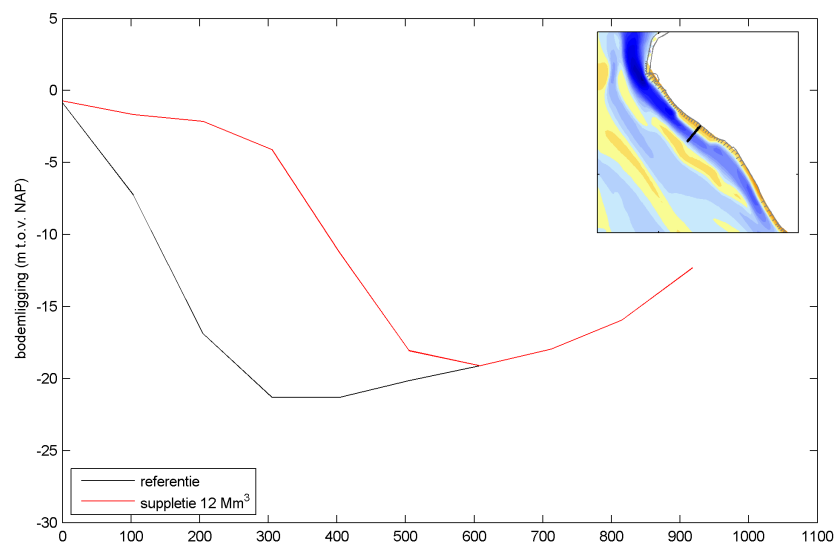
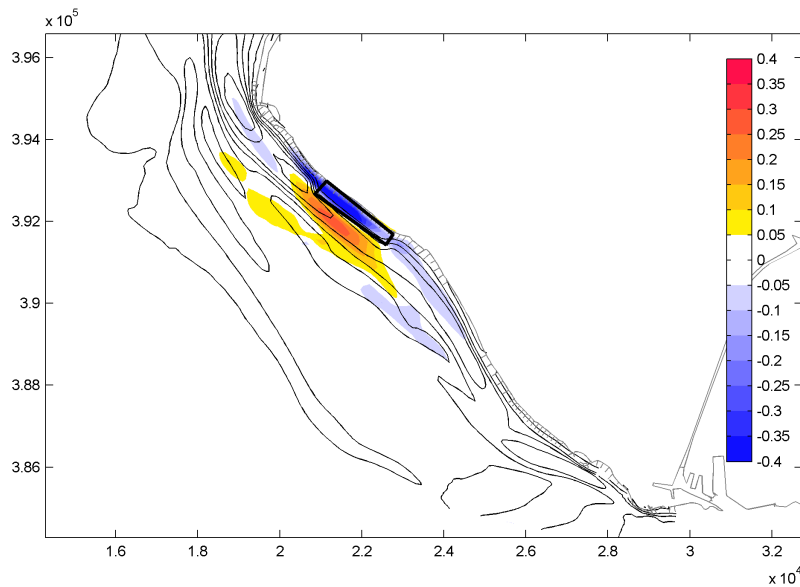
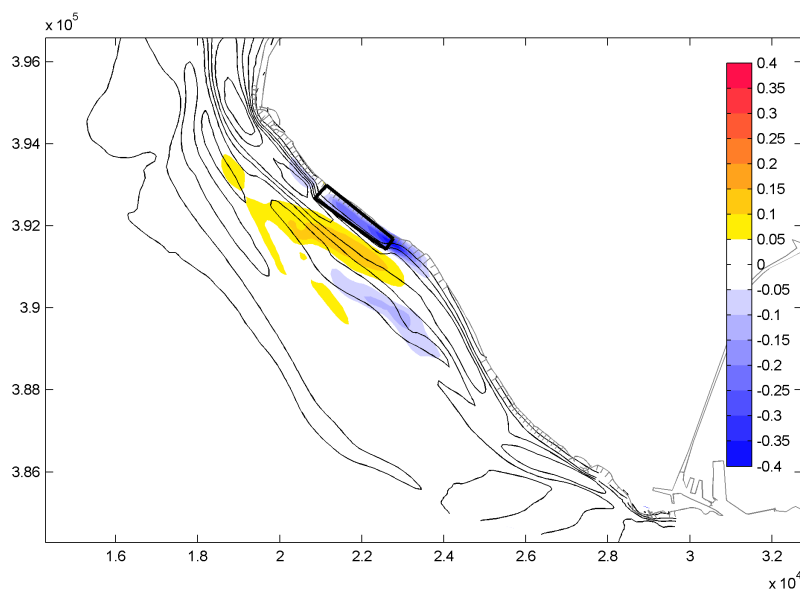


Figure 3-13 Dwarsdoorsnede van de suppletie 2 (12 Mm^3)

Figuren 3.14 en 3.15 tonen weer de gevolgen voor de maximale eb- en vloodsnelheden. Het doorstroomoppervlak van het Oostgat wordt sterker verkleind bij deze variant waardoor de effecten op de getijsnelheden sterker zijn (tot ca. 20 procent van de absolute stroomsnelheid). Bovendien blijven de gevolgen niet beperkt tot de directe nabijheid van de suppletie. Het totale debiet door het Oostgat neemt circa 10 procent af terwijl het debiet door het Deurloo toeneemt.



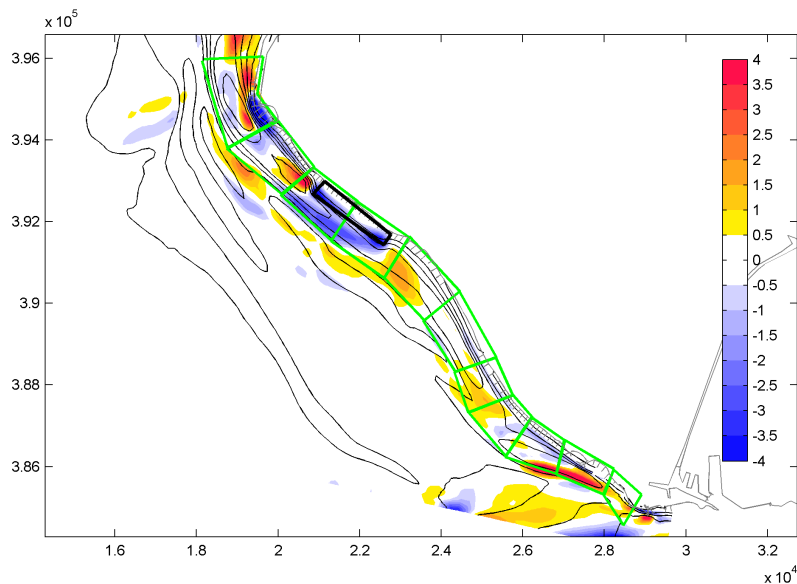
Figuur 3-14 Relatieve effecten van suppletie 2 (12 Mm^3) op de stroomsnelheid bij maximum eb. Rode tinten geven een toename aan, blauwe een afname.



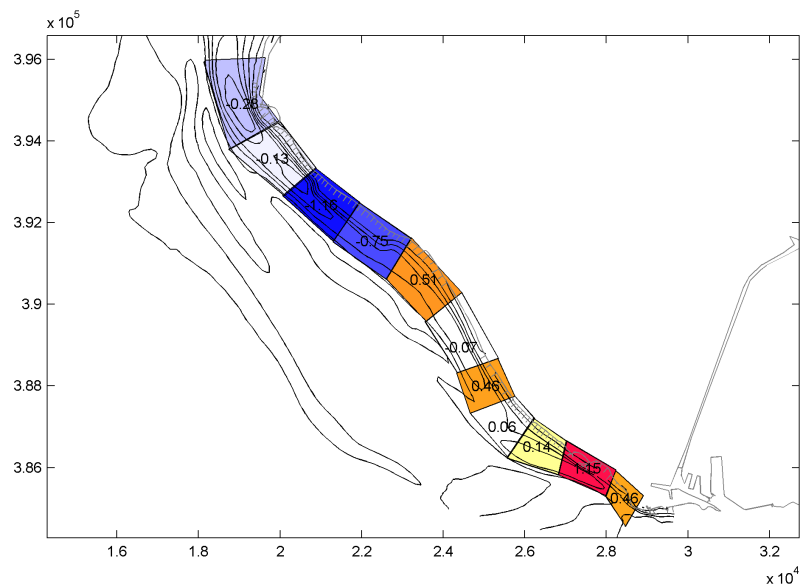
Figuur 3-15 Relatieve effecten van suppletie 2 (12 Mm^3) op de stroomsnelheid bij maximum vloed. Rode tinten geven een toename aan, blauwe een afname.

Wanneer naar de bodemveranderingen en resttransporten van deze simulatie wordt gekeken (Figuren 3.16 tot en met 3.18) is duidelijk te zien dat de effecten groter zijn dan bij suppletie 1. Het Oostgat ter plaatse van de grotere suppletie 2 erodeert fors meer dan bij suppletie 1 (een gevolg van de significant toegenomen getijsnelheden). Het zand dat hierbij vrijkomt wordt afgezet even ten noordwesten en ten zuidoosten van Zoutelande.

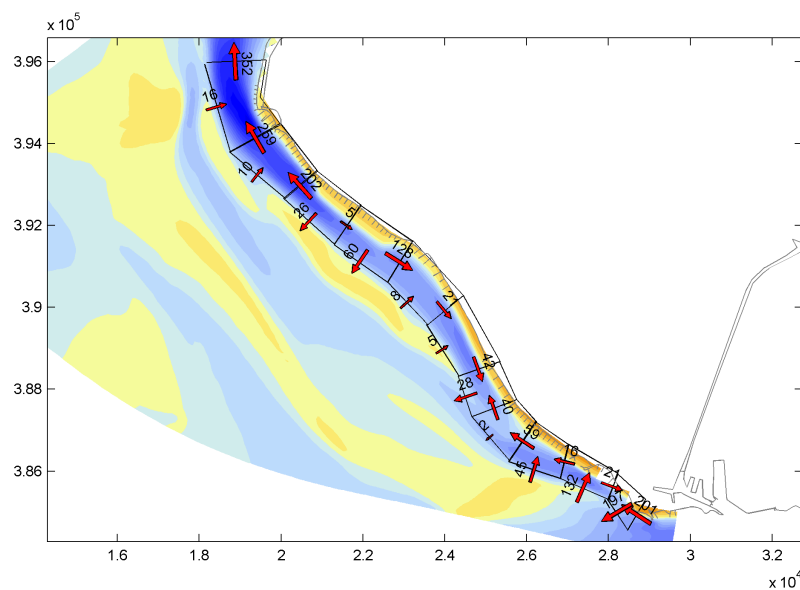
Figuur 3.19 toont de relatieve effecten op de bodemveranderingen ten gevolge van suppletie 2. De figuur is gemaakt door de bodemveranderingen van referentiesituatie (Figuur 3.4) af te trekken van de veranderingen bij suppletie 2 (Figuur 3.16). De gevolgen blijven beperkt tot een gebied dat ongeveer drie keer zo lang is als de suppletie zelf. Verder naar het noordwesten en zuidoosten zijn de effecten gering. De rode tint ter plaatse van de suppletie in Figuur 3.19 betekent niet dat hier aanzanding plaatsvindt, maar geeft aan dat de erosie hier afneemt in vergelijking met de referentiesituatie. Figuur 3.20 toont de effecten op de gemiddelde bodemveranderingen voor de diverse vakken (ten gevolge van de situatie zonder suppletie).



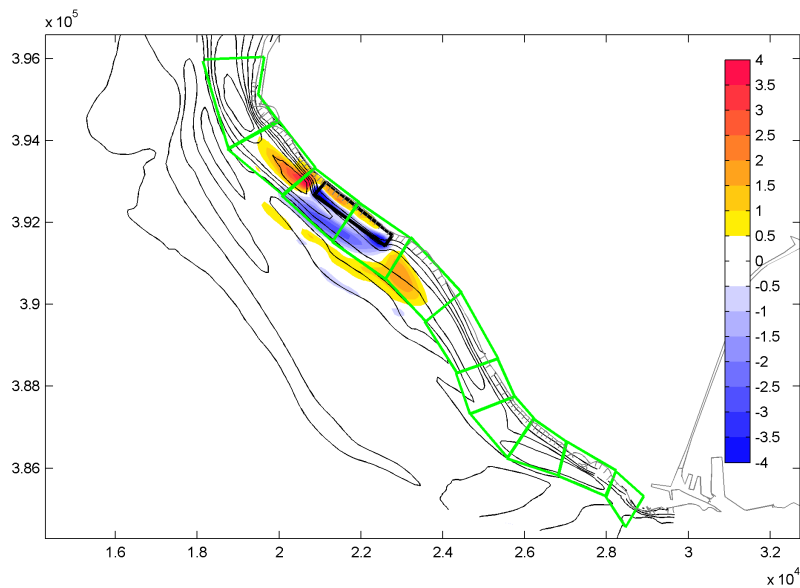
Figuur 3-16 Sedimentatie/erosie patronen (in meters) na 4 jaar voor suppletie 2 (12 Mm³). Rode tinten geven sedimentatie aan, blauwe tonen erosie.



Figuur 3-17 Gemiddelde bodemveranderingen (in meters) na 4 jaar voor suppletie 2 (12 Mm³). Rode tinten geven sedimentatie aan, blauwe tonen erosie.



Figuur 3-18 Resttransporten (Mm^3/jaar) voor suppletie 2 (12 Mm^3).



Figuur 3-19 Relatieve bodemveranderingen na 4 jaar ten gevolge van suppletie 2 (12 Mm³).

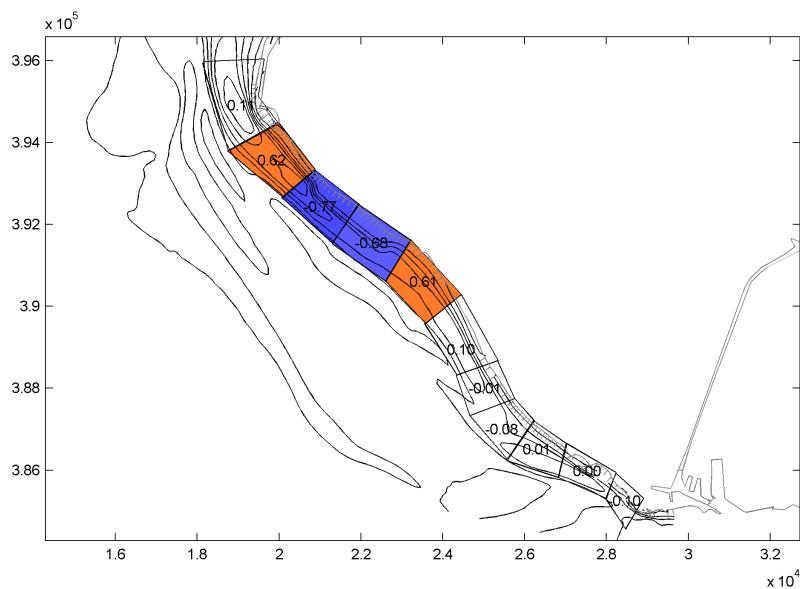


Figure 3-20 Relatieve gemiddelde bodemveranderingen (in meters) na 4 jaar t.g.v. suppletie 2 (12 Mm³). Rode tinten geven sedimentatie aan, blauwe tonen erosie.

3.5 Suppletie 3 (30 Mm³)

Er is ook gekeken naar de eventuele effecten op aanzanding in het Oostgat van een veel grotere suppletie tussen Zoutelande en Westkapelle (ca. 30 Mm³). Het is mogelijk dat een dergelijke suppletie, maar met minder volume, in de toekomst zal worden uitgevoerd om de achteruitgang van de geulwand in dit gebied compenseren. Om de effecten duidelijk zichtbaar te maken is de hoeveelheid hier weer overdreven. Figuur 3.21 toont een dwarsdoorsnede van deze suppletie. De zwarte polygoon in Figuur 3.22

geeft de lokatie van de suppletie aan. Het deel van de polygoon op land is niet gesuppleerd.

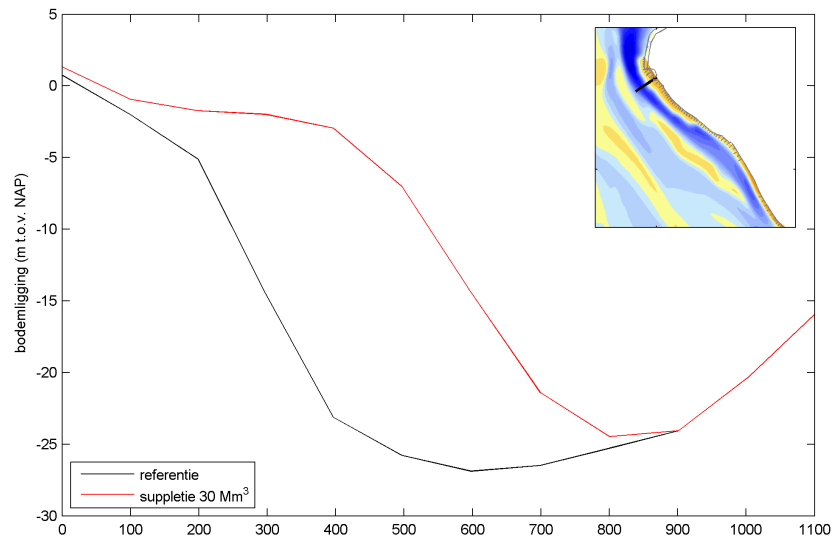
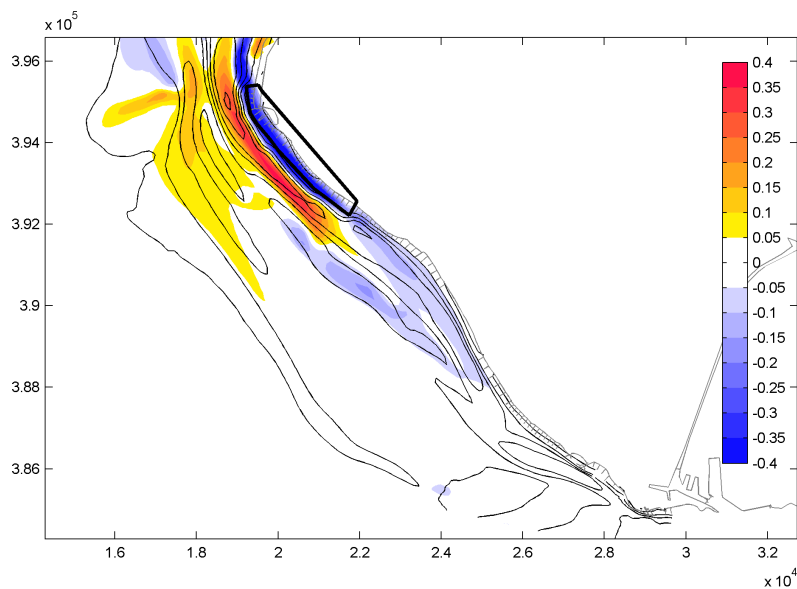
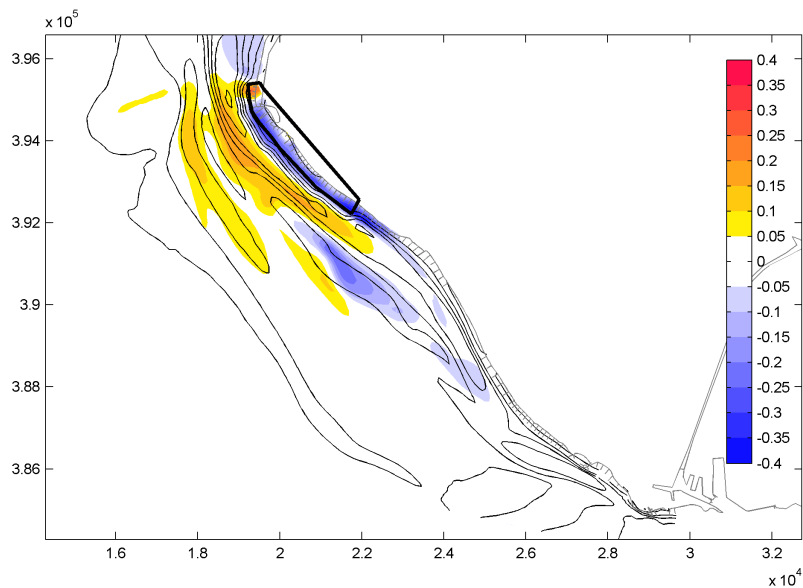


Figure 3-21 Dwarsdoorsnede van de suppletie 3 (30 Mm³)

Figuren 3.22 en 3.23 tonen de effecten op de getijstroom. De suppletie heeft een forse invloed op de waterbeweging. Doordat het doorstroomoppervlak in het Oostgat bijna gehalveerd wordt, nemen de getijstroomsnelheden (vooral bij eb) sterk toe (met 20 tot 40 procent). De effecten betreffen een ruim gebied rondom de suppletie, het drempelgebied tussen Oostgat en Sardijngeul wordt echter niet beïnvloed. Het totale getijvolume dat door het Oostgat stroomt neemt met 5 tot 10 procent af.

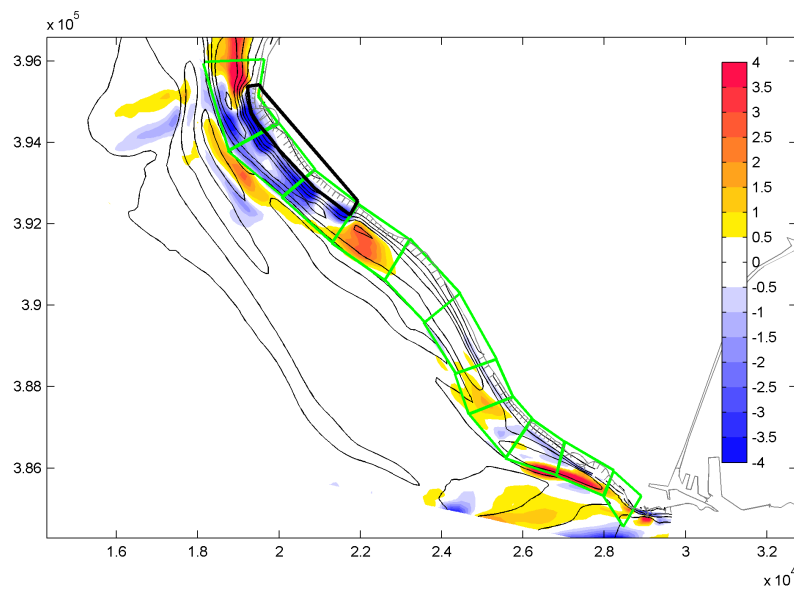


Figuur 3-22 Relatieve effecten van suppletie 3 (30 Mm³) op de stroomsnelheid bij maximum eb. Rode tinten geven een toename aan, blauwe een afname.

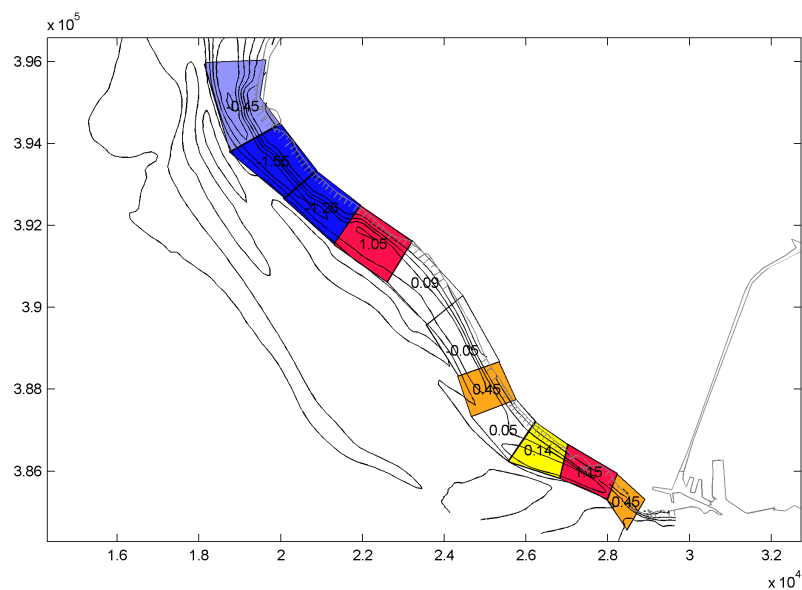


Figuur 3-23 Relatieve effecten van suppletie 3 (30 Mm³) op de stroomsnelheid bij maximum vloed. Rode tinten geven een toename aan, blauwe een afname.

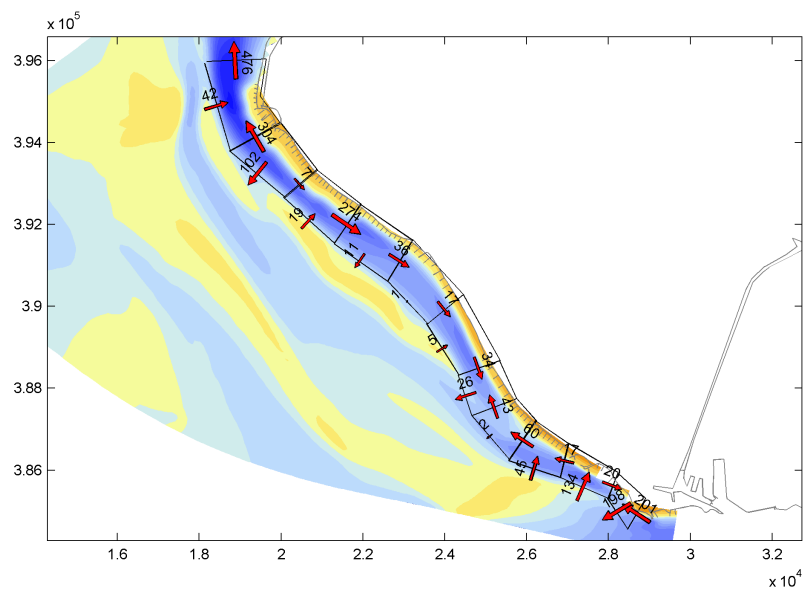
Door het sterke effect op de getijstrooming verandert ook het sedimenttransport fors in de nabijheid van suppletie 3. Dit is te zien in Figuren 3.24 tot en met 3.26. De geul langs de suppletie ondervindt meer erosie en het extra vrijgekomen zand sedimenteert aan beide zijden van de suppletie. Ten zuidoosten van Zoutelande is het effect van de suppletie niet meer significant (zie Figuur 3.25). Effecten op de drempel tussen het Oostgat en de Sardijngeul zijn niet traceerbaar. De rode tint ter plaatse van de suppletie in Figuur 3.27 betekent niet dat hier aanzanding plaatsvindt, maar geeft aan dat de erosie hier afneemt in vergelijking met de referentiesituatie. Figuur 3.28 toont de effecten op de gemiddelde bodemveranderingen voor de diverse vakken (ten opzichten van de situatie zonder suppletie).



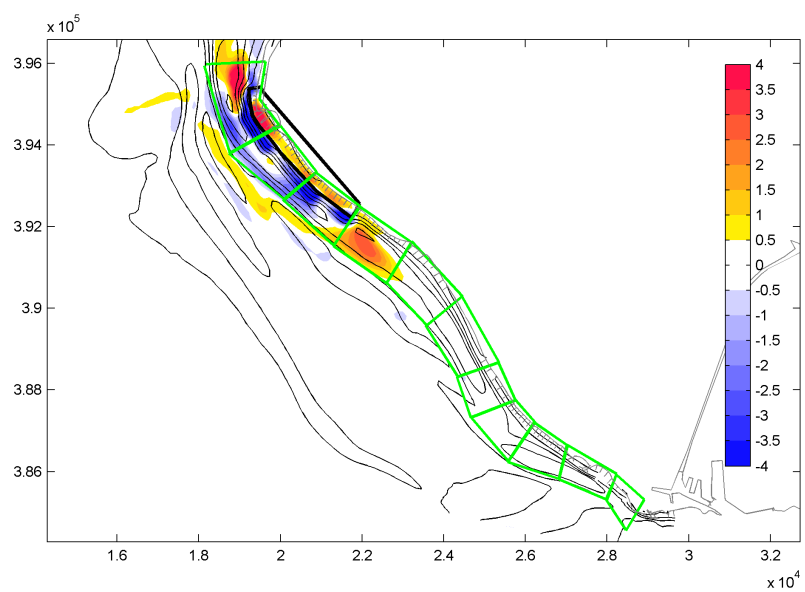
Figuur 3-24 Sedimentatie/erosie patronen (in meters) na 4 jaar voor suppletie 3 (30 Mm³). Rode tinten geven sedimentatie aan, blauwe tonen erosie.



Figuur 3-25 Gemiddelde bodemveranderingen (in meters) na 4 jaar voor suppletie 3 (30 Mm³). Rode tinten geven sedimentatie aan, blauwe tonen erosie.



Figuur 3-26 Resttransporten (Mm^3/jaar) voor suppletie 3 (30 Mm^3).



Figuur 3-27 Relatieve bodemveranderingen na 4 jaar ten gevolge van suppletie 3 (30 Mm^3).

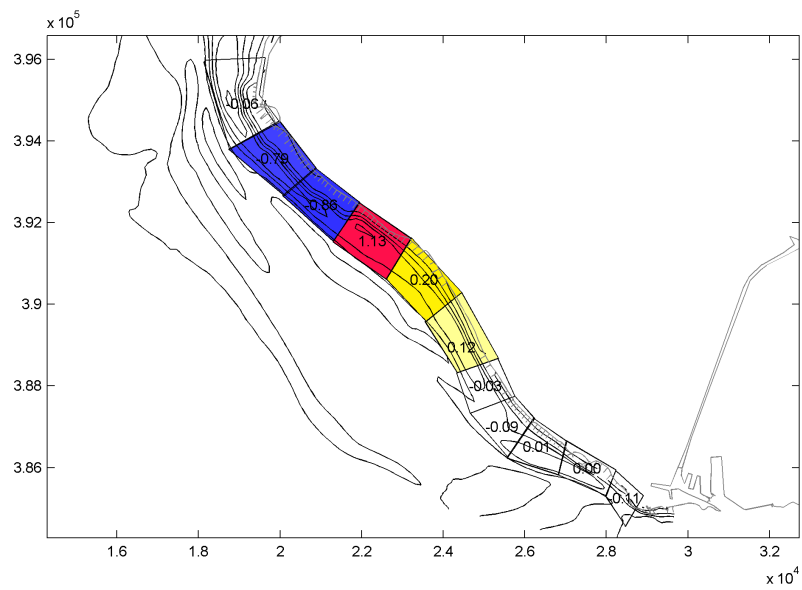


Figure 3-28 Relatieve gemiddelde bodemveranderingen (in meters) na 4 jaar t.g.v. suppletie 3 (30 Mm³). Rode tinten geven sedimentatie aan, blauwe tonen erosie.

4 Conclusies

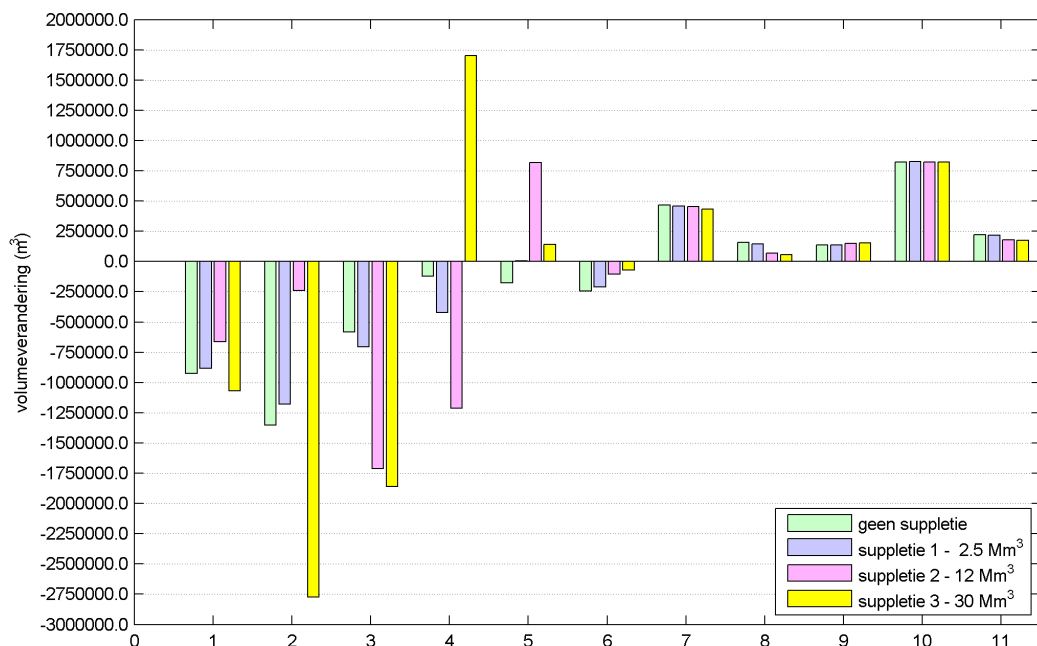
De analyse van beschikbare bodemmetingen toont dat de drempel tussen het Oostgat en de Sardijngeul van nature aanzandt. Dit proces is vrij continue en is al minimaal enkele decennia gaande. De drempel verplaatst zich langzaam in zuidoostelijke richting.

Het model geeft voor de huidige situatie de morfologie redelijk goed weer. Het model toont de sedimentatie van de drempel, zij het op een wat verschoven locatie.

Er is alleen een significant effect te verwachten van de huidige geulwandsuppletie in de directe omgeving van de suppletie. Zelfs als het volume van de suppletie 5 maal zo groot wordt aangenomen (suppletie 2) zijn de effecten op de morfologie ten zuiden van Dishoek verwaarloosbaar.

De megasuppletie die loopt van Zoutelande tot Westkapelle heeft door het grote volume (30 Mm^3) effect op de morfologie in een ruim gebied rondom de suppletie. Ten zuidoosten van Zoutelande is het effect van de suppletie niet meer significant. Effecten op de drempel tussen het Oostgat en de Sardijngeul zijn niet traceerbaar

Een en ander wordt ook getoond in Figuur 4.1. Hierin staan de berekende volumeveranderingen (over 5 jaar) aangegeven voor de verschillende kuberingsvakken en suppletieontwerpen. In de vakken 1 tot en met 6 (de meest zeewaarts gelegen vakken) valt te zien dat de suppleties wel degelijk effect hebben op de lokale morfologie. In vakken 7 tot en met 11 tonen de verschillende scenario's geen significante verschillen.



Figuur 4-1 Berekende zandvolume veranderingen (na 4 jaar) in de verschillende kuberingsvakken voor de verschillende simulaties.

In deze studie is geen gebruik gemaakt van een lokaal gevalideerd model en zijn de effecten van wind en golven niet meegenomen. Kwantitatieve uitspraken zijn dan ook niet mogelijk. Kwalitatieve uitspraken zijn wel mogelijk en staan hieronder gegeven. Indien in de toekomst meer kwantitatieve uitkomsten gewenst zijn is het nodig om het model te valideren en om de effecten van wind en golven na te gaan.

Eindconclusie:

Het effect van de uitgevoerde suppletie op de drempel tussen het Oostgat en de Sardijngeul is in het model verwaarloosbaar. Zelfs in het geval van een 5 maal grotere suppletie is het effect (geringe extra aanzanding) verwaarloosbaar. Aangenomen mag worden dat dit eveneens voor het prototype geldt. Voor nu en in de toekomst (geplande suppleties) ten noorden van Zoutelande worden geen effecten verwacht op de drempel tussen Oostgat en Sardijngeul. In het geval van een geulwandsuppletie in de nabijheid van de drempel zijn er wel effecten te verwachten.

Lit:

Walstra 2005, Haalbaarheidsstudie Geulwandsuppletie Oostgat, rapport Z4056