



Gemeentelijk
Havenbedrijf
Antwerpen

Ministerie van de
Vlaamse Gemeenschap
Afdeling Maritieme
Toegang (AWZ)



**Onderzoek naar de effecten op het milieu bij het terugstorten van
baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde**



BIJLAGERAPPORT

Mei 2004

I/RA/11239/04.020/CMA



International Marine & Dredging Consultants N.V.

Wirijkstraat 37-45 (bus 4) – Antwerpen
Tel : 03 270 92 95 - Fax : 03 235 67 11
Email : imdc@technum.be

**MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP
ADMINISTRATIE WATERWEGEN EN ZEEWEZEN
AFDELING MARITIEME TOEGANG**

GEMEENTELIJK HAVENBEDRIJF ANTWERPEN

97194

**ONDERZOEK NAAR DE EFFECTEN OP HET MILIEU BIJ HET
TERUGSTORTEN VAN BAGGERSPECIE IN DE BENEDEN-
ZEESCHELDE**

BIJLAGERAPPORT

MEI 2004

I/RA/11239/04.020/CMA

Inhoudstafel

APPENDIX 0	INLEIDING..... A-1
APP 0-1	DOEL VAN DE STUDIE..... A-1
APP 0-2	OVERZICHT VAN DIT RAPPORT A-1
APPENDIX 1	BESCHRIJVING VAN HET MODEL A-3
APP 1-1	DE SOFTWARE..... A-3
APP 1-2	OPBOUW VAN HET MODEL..... A-3
APP 1-2.1	<i>Het modelrooster</i> A-3
APP 1-2.2	<i>Het sigma rooster</i> A-4
APP 1-2.3	<i>De modelranden</i> A-5
APP 1-2.4	<i>Rekentijd van het model</i> A-5
APP 1-3	GEBRUIKTE GEGEVENS A-6
APP 1-3.1	<i>Hydraulische Randvoorwaarden</i> A-6
APP 1-3.2	<i>Saliniteit</i> A-6
APP 1-3.3	<i>Sediment</i> A-6
APP 1-3.4	<i>Bathymetrie</i> A-7
APPENDIX 2	WEERGAVE VAN DE (INITIELE) SEDIMENTWOLK BIJ HET
STORTEN	A-8
APPENDIX 3	STORTEN OP DE PLAAT VAN BOOMKE EN PUNT VAN MELSELE
	A-9
APP 3-1	STORTSTRATEGIE EN UITGEREKENDE SCENARIO'S A-9
APP 3-2	VERWERKING VAN DE RESULTATEN..... A-11
APP 3-3	DE EFFICIËNTIE VAN DE STORTACTIVITEITEN..... A-13
APP 3-4	DE TURBIDITEIT A-15
APP 3-5	EFFECT VAN HET TERUGSTORTEN VAN BAGGERSPECIE OP DE
SEDIMENTATIESNELHEID	A-22
APP 3-6	MEERDERE STORTINGEN NA ELKAAR A-41
APPENDIX 4	STORTEN OP ANDERE LOCATIES..... A-49
APP 4-1	INLEIDING A-49
APP 4-1.1	<i>Verwerking van de resultaten</i> A-49
APP 4-2	STORTEN OP NOORD BALLAST..... A-50
APP 4-2.1	<i>Inleiding</i> A-50
APP 4-2.2	<i>Stortlocatie</i> A-50
APP 4-2.3	<i>Bespreking</i> A-50
APP 4-2.4	<i>Besluit</i> A-53
APP 4-3	STORTEN OP DE PLAAT VAN DE PAREL..... A-54
APP 4-3.1	<i>Inleiding</i> A-54
APP 4-3.2	<i>Stortlocatie</i> A-54
APP 4-3.3	<i>Bespreking</i> A-54
APP 4-3.4	<i>Besluit</i> A-59
APP 4-4	STORTEN AAN BOEI 84 A-60
APP 4-4.1	<i>Inleiding</i> A-60
APP 4-4.2	<i>Stortlocatie</i> A-60
APP 4-4.3	<i>Bespreking</i> A-60
APP 4-4.4	<i>Besluit</i> A-63
APPENDIX 5	STORTEN OP DE VLAKTE VAN HOBOKEN..... A-64
APP 5-1	AANVULLENDE ANALYSE EFFECT VAN BAGGERSTORTEN OP SEDIMENT IN
SUSPENSIE	A-64

APP 5-2 OP SEDIMENTATIESNELHEID	AANVULLENDE ANALYSE: EFFECT VAN HET TERUGSTORTEN VAN BAGGERSPECIE A-65
APPENDIX 6	TECHNIEKEN OM DE AANSLIBBING TE REDUCEREN A-74
APP 6-1	TECHNIEKEN OM DE AANSLIBBINGEN TE REDUCEREN A-74
APP 6-1.1	<i>Afsluiten van het dok door een sluis</i> A-74
APP 6-1.2	<i>Reduceren van de doorsnede van ingang van het dok ofwel door vermindering van de breedte of van de diepte</i> A-75
APP 6-1.3	<i>Aanbrengen van een krib die de stroming afleidt naar het midden van de Schelde</i> A-75
APP 6-1.4	<i>Aanbrengen van een drempel (onder water) om de waterlagen met de hoge slibconcentratie af te leiden naar het midden van de Schelde</i> A-76
APP 6-1.5	<i>Bouwen van een Current Deflecting Wall</i> A-76
APP 6-1.6	<i>Uitbaggeren van een sedimentvang in de ingang van het dok</i> A-77
APP 6-1.7	<i>Uitbaggeren van een verdieping in de Schelde ter hoogte van het dok</i> A-77
APP 6-1.8	<i>Injecteren van zout water in het dok</i> A-77
APP 6-1.9	<i>Verhogen van het bovendebiet in de Schelde</i> A-79
APP 6-1.10	<i>Verlagen van het bovendebiet in de Schelde</i> A-79
APP 6-1.11	<i>Aanbrengen van een luchtbellenscherm</i> A-79
APP 6-1.12	<i>Aanbrengen van een overvaarbaar slibscherm</i> A-80
APP 6-1.13	<i>Aanbrengen van een waterscherm</i> A-81
APP 6-1.14	<i>Injecteren van warm water uit een elektriciteitscentrale</i> A-81
APP 6-2	INNOVATIEVE VERWIJDERINGSTECHNIEKEN A-81
APP 6-2.1	<i>Een slibgemaal</i> A-82
APP 6-2.2	<i>Spuien van het dok door inschakeling van de haven op linkeroever</i> A-83
APP 6-2.3	<i>Het terugpompen van het slibhoudend Scheldewater</i> A-83
APPENDIX 7	SLIKKEN EN SCHORREN A-90
APPENDIX 8	CHEMISCHE KARAKTERISTIEKEN: BAGGERPLAATSEN ... A-103
APPENDIX 9	: SITUERING VAN DE VOGELRICHTLIJN-, HABITATRICHTLIJN- EN RAMSARGEBIEDEN IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE..... A-106

APPENDIX 0 INLEIDING

APP 0-1 Doel van de studie

Het voorliggend bijlagerapport maakt deel uit van een aanvullend, verklarend document dat als bijlage fungeert bij de milieuvergunningaanvraag m.b.t. het terugstorten van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde (het aan het getij onderhevige riviergedeelte van het Scheldebekken tussen de Belgisch-Nederlandse grens en de Rupelmonding) inclusief de onderhoudsbaggerwerken voor het Deurganckdok, waarvoor de eerste onderhoudsbaggerwerken worden verwacht in 2005. Aandacht gaat bijgevolg vooral naar de milieueffecten van het terugstorten ten gevolge van de baggerwerken. De bovenvermelde milieuvergunningaanvraag wordt ingediend door de Afdeling Maritieme Toegang (AMT) van de Administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ) en behelst het terugstorten van onderhoudsbaggerspecie uit de Beneden-Zeeschelde en het Deurganckdok.

In deze studie wordt nagegaan welke de effecten zijn van de terugstortingen van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde op het milieu, waaronder de habitat-gebieden en vogelrichtlijn-gebieden in de omgeving. Hoewel de grenzen van de stortplaatsen voor baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde buiten deze habitat- en vogelrichtlijn-gebieden vallen, dient nagegaan te worden welke de effecten zijn van de terugstortingen die gebeuren in de omgeving van deze gebieden. Het betreft hierbij de habitat-gebieden en vogelrichtlijn-gebieden nabij de rivierzones *Schaar Ouden Doel*, *Plaat van Boomke* en *Punt van Melsele en de Vlake van Hoboken*, die gebruikt (zullen) worden als stortplaatsen voor baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde. Er wordt opgemerkt dat in de periode van de tot stand koming van dit rapport binnen het Vlaams Gewest beslist is om het geheel van de vaargeul in de Beneden-Zeeschelde aan te wijzen als habitatgebied.

APP 0-2 Overzicht van dit rapport

Het onderzoeksrapport bestaat uit een hoofdrapport en een bijlagerapport.

Het hoofdrapport bevat de volgende hoofdstukken :

- Hoofdstuk 1 geeft de inleiding en de juridisch en organisatorische achtergrond van het rapport.
- In hoofdstuk 2 worden een aantal technische en wetenschappelijke termen die in het rapport gebruikt worden omschreven.
- Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de huidige toestand in het fysisch, chemisch en ecologisch systeem van de Beneden Zeeschelde.
- In hoofdstuk 4 wordt de projectomschrijving gegeven : de baggerwerken worden beschreven en er is aandacht voor de historiek van de baggerwerken. De karakteristieken en volumes te baggeren materiaal worden besproken. Tevens wordt dieper ingegaan op het duurzaam beheer van de Beneden Zeeschelde.
- Hoofdstuk 5 geeft de technische beschrijving van de mogelijke baggerscenario's en beschrijft de weerhouden en alternatieve baggerscenario's.
- De mogelijke effecten van de stortwerkzaamheden worden besproken in hoofdstuk 6. Er wordt gekeken naar de effecten van het storten op de morfologie, de turbiditeit en sedimentbewegingen en de mogelijk ecologische effecten. Het meest milieuvriendelijke alternatief wordt gedefinieerd, waarbij alternatieve baggerprocedures, alternatieve stortlocaties en infrastructurele alternatieven bestudeerd werden.
- In hoofdstuk 7 worden de leemten in de kennis aangegeven.
- Hoofdstuk 8 bevat de samenvatting van het rapport en de conclusies.

Het bijlagerapport bestaat uit de volgende appendices :

- Beschrijving van het hydrodynamisch morfologisch model
- Weergave van de sedimentwolk bij het storten
- Storten op de Plaat van Boomke en de Punt van Melsele
- Storten op andere locaties
- Storten op de Vlakte van Hoboken
- Technieken om de aanslibbing te reduceren
- Slikken en schorren
- Chemische karakteristieken van de baggerplaatsen
- Situering van de vogelrichtlijn-, Habitatrichtlijn- en Ramsargebieden in de Beneden-Zeeschelde

APPENDIX 1 BESCHRIJVING VAN HET MODEL

Het hydrodynamisch 3D model omvat een deel van de Schelde dat zich situeert tussen Waarde en Schelle. De uitgestrektheid van het model laat toe om de effecten, van de onderhoudsbaggerwerken en het bergen van de specie, op het estuarium te begroten op hydraulisch, morfologisch en milieutechnisch gebied. De gedetailleerde beschrijving is opgenomen in het rapport "Optimalisatie van de onderhoudsbaggerwerken Deurganckdok Deelrapport 1a: Het hydrodynamisch model" (IMDC, 2003).

APP 1-1 De software

Het model waarmee gewerkt wordt is opgebouwd met behulp van de Delft3D software. De Delft3D software bestaat uit verschillende modules. In dit project zal gebruik gemaakt worden van de FLOW module voor de hydrodynamische modellering en van de SED add-on module, een additie aan het model die het mogelijk maakt sedimenttransportberekeningen uit te voeren tegelijkertijd met het hydrodynamisch model (WL Delft Hydraulics, 2003)

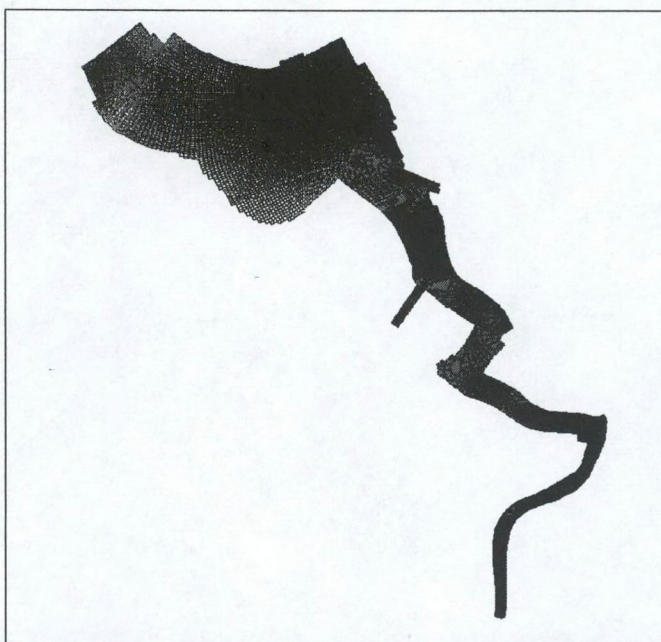
De hydrodynamische module Delft3D-FLOW is gebaseerd op de niet-lineaire ondiepwatervergelijkingen. De systeemvergelijkingen bestaan uit de horizontale vergelijking van beweging, de continuïteitsvergelijking en de transportvergelijking van zgn. constituenten. Mogelijk constituenten zijn saliniteit, temperatuur en ook sediment. Voor een overzicht van de gebruikte vergelijkingen wordt verwezen naar de Delft3D FLOW manual.

APP 1-2 Opbouw van het model

APP 1-2.1 Het modelrooster

Het orthogonaal kromlijnige rooster is opgebouwd met een maximum aantal rooster cellen van 399 in de Y-richting (Noord-Zuid). De grafische voorstelling van het rooster werd opgenomen in appendix 1. Het maximum aantal rooster cellen in de X-richting (Oost-West) is 202. De breedte van de rooster cellen varieert van 50 tot 250m, de lengte varieert van 50 tot 150 m.

Het basisrooster dat aangeleverd werd door het 3D-model van het WLH is opgebouwd in Nederlandse RD coördinaten. Verwerking van de resultaten kunnen evenwel gebeuren aan de hand van UTM-coördinaten, of andere. Het modelrooster omvat eveneens het geplande Saefthingedok alsook het toekomstig Deurganckdok.



Figuur A- 1 : het gebruikte rekenrooster dat zich uitstrekt van Schelle tot Waarde

Het basisrooster, samen met de bathymetrie, werd gebruikt voor de aanmaak van een nieuw modelrooster waarbij het Deurganckdok ingebouwd werd.

APP 1-2.2 Het sigma rooster

In de verticale richting wordt er gebruik gemaakt van sigma coördinaten. Het verticale grid bestaat uit lagen die zich tussen 2 sigma vlakken situeren, zie appendix 1. Deze vlakken zijn niet volledig horizontaal maar volgen de topografie van de bodem en het wateroppervlak.

Voor het sigma coördinaten grid is het aantal lagen constant voor het volledig gemodelleerd gebied, onafhankelijk van de locale waterdiepte.

De relatieve laagdikten zijn meestal niet uniform verdeeld wat toelaat om te rekenen met een fijnere resolutie in de zones waar men gedetailleerde resultaten wenst, zoals nabij het wateroppervlak (belangrijke zone voor oa wind effecten, warmte uitwisseling met de atmosfeer) en nabij de bodem (sedimenttransport).

Voor het Schelde model werden 10-sigma lagen geïmplementeerd waarbij de dikte van de lagen varieert met het getij.

Voor het sedimenttransportmodel wordt hetzelfde grid gebruikt als bij het hydrodynamisch model. Gezien de modellering van sedimenttransport in de Schelde een belangrijke doelstelling is van de opzet van dit 3D-model, wordt de relatieve laagdikte nabij de bodem sterker verfijnd in het model.

Tabel A- 1 : verdeling van de lagen over het 3D model

Grid lagen (Sigma-layers)	Dikte laag in % van de waterdiepte	Laagdikte bij HW [m]		Laagdikte bij LW [m]	
		Vaargeul	Deurganckdok	Vaargeul	Deurganckdok
1 (laag aan het wateroppervlak)	13.5	2.6	3.0	1.8	2.3
2	13.5	2.6	3.0	1.8	2.3
3	17	3.2	3.8	2.3	2.9
4	17	3.2	3.8	2.3	2.9
5	13	2.5	2.9	1.8	2.2
6	10	1.9	2.2	1.4	1.7
7	6.5	1.2	1.5	0.9	1.1
8	4.5	0.9	1.0	0.6	0.8
9	3	0.6	0.7	0.4	0.5
10 (laag boven rivier bodem)	2	0.4	0.5	0.3	0.3

APP 1-2.3 De modelranden

Ter hoogte van Waarde (afwaartse modelrand) en Schelle (opwaartse modelrand) werden er in het model open randvoorwaarden gedefinieerd. Twee types randvoorwaarden worden opgelegd: hydrodynamische randvoorwaarden en transportrandvoorwaarden (voor de constituenten waarmee men rekent).

Aan de opwaartse rand in Schelle werden randvoorwaarden voor het debiet, de saliniteit en de sedimentconcentratie opgelegd.

Aan de afwaartse rand in Waarde werden randvoorwaarden voor de waterstand, de saliniteit en de sedimentconcentratie opgelegd.

Tabel A- 2 situeert de locatie van de randvoorwaarden in het 3D-model. De locaties zijn weergegeven in MN-coördinaten, dit is het intern gridcoördinatensysteem van Delft-3D.

(N: gridnummering in y richting, M: gridnummering in x richting)

Tabel A- 2 : MN- coördinaten randvoorwaarden

Locatie	M1	N1	M2	N2
Waarde	13	69	56	69
Schelle	382	1	393	1

APP 1-2.4 Rekening van het model

De rekentijd van een model is sterk afhankelijk van verschillende factoren. De belangrijkste hierin zijn

- Het aantal actieve gridcellen, het aantal lagen, en het aantal processen waarmee gerekend wordt
- De duur van de simulatie en de tijdstap waarmee gerekend wordt
- De hardwareconfiguratie die gebruikt wordt

De performantie van een simulatie ("simulation performance") wordt gedefinieerd als de runtijd per grid punt per tijdsstap en kan berekend worden met behulp van volgende formule (WL|Delft Hydraulics, 2003):

$$\text{SimulationPerformance} = \frac{\text{CPUsimulation}}{(\text{StopTime} - \text{StartTime}) * N\text{Max} * M\text{Max} * K\text{Max}}$$

Waarbij : Stop Time - Start Time: aantal tijdsstappen
 NMAX = maximum aantal grid punten in y richting
 Mmax = maximum aantal gridpunten in x richting
 Kmax = aantal lagen

Voor een typische modelrun is de simulation performance ongeveer 0.10034E-04. Dit betekent dat voor ieder gridpunt en voor iedere tijdstap moet gerekend worden met 0.10034E-04 seconden. Een 3D hydrodynamische simulatie, waarbij het zout meegerekend wordt, en met een runtijd van ongeveer 24 uur en een tijdsstap van 0.125 minuut komt neer op ongeveer 20 tot 28 uur rekentijd. De variaties in rekentijd zijn afhankelijk van de frequentie waarmee data weggeschreven wordt, en van de rekenbelasting van de computer.

APP 1-3 Gebruikte gegevens

APP 1-3.1 Hydraulische Randvoorwaarden

De randvoorwaarden die opgelegd worden, werden aangeleverd door het in het WLH opgebouwde 2D SCALWEST model.

De waterstanden en debieten die opgelegd worden op respectievelijk de afwaartse en de opwaartse rand van het model zijn berekend met het 2Dh-model van het volledige tijgebied van de Schelde (WLH 2004). Voor het doorrekenen van de onderzoeksscenario's wordt aan de opwaartse en afwaartse randen van het slibtransportmodel een cyclisch getij opgelegd. Dit cyclisch getij met een periode van 12.5 uur kan relatief goed benaderd worden door een herhaling van de getijkromme van 9 juni 2002. Het opgelegde getij heeft een getijcoëfficiënt van 1.05, wat betekent dat het een getij is met een iets grotere amplitude dan het gemiddelde getij.

De debieten worden opgelegd per cel, hiervoor werd eveneens een lineair interpolatie uitgevoerd voor de cellen tussen linker en rechteroever. Het verticale debietsprofiel heeft een logaritmisch verloop over de waterdiepte.

APP 1-3.2 Saliniteit

De opgelegde 2D saliniteiten worden aan de randen opgelegd en lineair geïnterpoleerd voor de cellen tussen linker en rechteroever. Het saliniteitsprofiel is uniform over de waterdiepte.

De opgelegde saliniteitstijdsreeks is cyclisch en werd afgeleid uit de door het SCALWEST model afgeleide tijdreeksen te Schelle en Waarde.

APP 1-3.3 Sediment

Bij het modelleren van slib ligt vooral het probleem voor dat relatief weinig metingen beschikbaar zijn waaruit de randvoorwaarden kunnen afgeleid worden (iets wat bij bvb saliniteit wel mogelijk is). Voor de sediment randvoorwaarden werd ervoor geopteerd een constante concentratie op te leggen aan boven en onderrand van het model van 160 , resp 40 mg/l. Deze waarden zijn

gebaseerd op expert judgement en liggen in de lijn van de waarden die reeds in vroegere modelleringsstudies gebruikt werden.

Een tweede belangrijke factor bij het modelleren van slibtransport is de dikte van de op de bodem aanwezige sliblaag. Deze wordt in de Delft3D software opgegeven in kg/m². Voor het bepalen van de verdeling en van de dikte van het aanwezige slib in het studiegebied werd een eerste distributie opgemaakt op basis van de kaarten van Wartel (1999), waarna enkele opeenvolgende getijden gesimuleerd werden om een stabilisatie van de sedimentatie en erosiepatronen te bekomen. De mogelijke flocculatie werd niet doorgerekend in het model.

APP 1-3.4 Bathymetrie

De bathymetriegegevens tussen Schelle en de Schaar van Waarde werden overgenomen uit het 2D SCALWEST model. Deze bathymetrie is aangepast met de peilgegevens van 2001, uitgevoerd door de Afdeling Maritieme Toegang.

Voor de sensitiviteitsanalyse van het model werd gerekend met de "huidige toestand op het moment van de stroom- en saliniteitsmetingen". Tussen 2002 (meetperiode) en 2001 (peilgegevens) werden geen beduidende wijzigingen omtrent de bathymetrie van de Schelde geregistreerd.

Voor de berekening van de verschillende scenario's werd de bathymetrie gewijzigd worden overeenkomstig de geplande ingrepen zoals: de aanleg van het Deurganckdok, de verdieping van de vaargeul, de voorziening van een zwaaicirkel ter hoogte van de toegang naar het Deurganckdok (WLH 1996).

APPENDIX 2 WEERGAVE VAN DE (INITIELE) SEDIMENTWOLK BIJ HET STORTEN

Wanneer het sediment geklept wordt zullen sedimentdeeltjes met een grote snelheid en momentum naar beneden vallen. Aan de randen van de wolk zal er menging met water zijn. De valsnelheid is enkele orde van grootte groter dan de valsnelheid van een individueel deeltje.

Eens deze dichte wolk het bed bereikt zal de massa zich over het bed uitsmeren, met relatief hoge concentraties tot gevolg (de piekwaarden kunnen oplopen tot 10000 mg/l (modelresultaten). Initieel is er vanwege de hevige beweging nog voldoende momentum om in suspensie te blijven, maar geleidelijk bezinkt een groot gedeelte op het bed.

Sediment dat gestort wordt op momenten dat de stroomsnelheden hoog zijn, kan modelmatig niet afzetten, vermits de schuifspanning hoger is dan de kritische schuifspanning voor afzetting. Dit is echter niet realistisch: door de plaatselijk zeer hoge concentraties zal de snelheid en turbulentie plaatselijk sterk afnemen. Algemeen wordt verondersteld dat 50% onmiddellijk op de bodem afzet en niet onmiddellijk in suspensie gaat. (50% is een ervaringsgetal dat enkel via gerichte metingen nauwkeuriger kan bepaald worden).

Onderzoek (zie ook paragraaf 6.2.1) wees uit dat de invloed van de stortwerkzaamheden op de lange termijn morfologie van de baggerlocaties een minimale invloed heeft. In dat opzicht werd ervoor gekozen om de effecten van het gesuspendeerde materiaal te maximaliseren, en het volledige materiaal ter plaatse in suspensie te laten gaan. Dit heeft als gevolg dat de sedimentatie op de stortlocatie onderschat wordt, en dat de effecten die door het storten teweeggebracht worden kunnen aanzien worden als "worst case scenario's", i.e. de berekende resultaten (en de mogelijke gevolgen) weerspiegelen het uiterste van het spectrum, in realiteit zullen de waarden bijna steeds lager liggen.

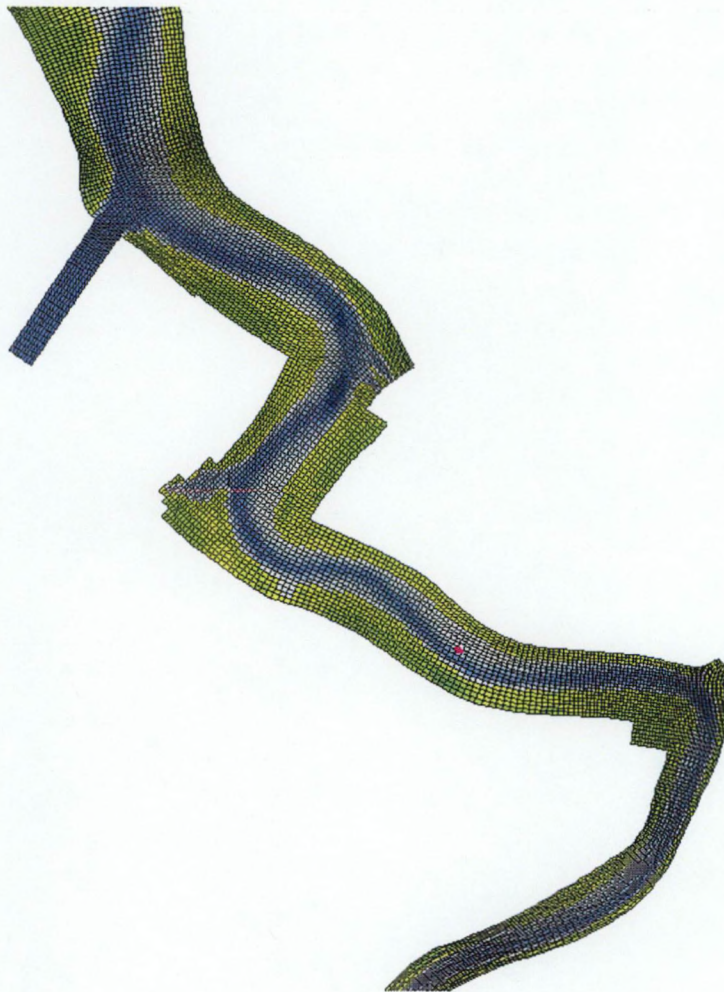
Bij de voorliggende modelleringsstudie werd gebruik gemaakt van een aantal discharge punten die in het model werden ingebouwd.

Er werd voor gekozen om gedurende vijf minuten te storten. Het bewegen van het schip werd bij het storten niet meegenomen. De celgrootte ter hoogte van de stortlocatie is 5345m², hetgeen al voor een spreiding zorgt. Bij iedere storting wordt gedurende vijf minuten gestort, het sediment wordt als volgt over de verschillende lagen verdeeld: 50% in de onderste twee lagen (5% van de totale laagdikte), 40% in de volgende drie lagen (21% van de laagdikte) en 10% in de bovenste vijf lagen (74% van de totale laagdikte).

APPENDIX 3 STORTEN OP DE PLAAT VAN BOOMKE EN PUNT VAN MELSELE

APP 3-1 Stortstrategie en uitgerekende scenario's

Bij de berekeningen uitgevoerd voor de onderhoudsbaggerwerken in de Beneden Zeeschelde werd steeds gerekend met een beuninhoud van 1000 m^3 (V'), wat neerkomt op circa 1600 TDS. Per getij werden steeds zeven stortingen uitgevoerd. Dit komt overeen met gemiddelde stortscenario zoals geformuleerd door de afdeling Maritieme Toegang waar de berekende hoeveelheden specie afkomstig uit het Deurganckdok aan toegevoegd werden. Over een getij komt dit neer op een totaal van 11200 TDS die gestort wordt. Gezien de geschatte reistijden van de baggertuigen en de hoeveelheid te storten materiaal was het niet mogelijk de 7 stortingen in een fase (eb of vloed) van de getijcyclus te concentreren, zodat voor een spreiding over de getijcyclus gekozen werd.



Figuur A- 2 : stortlocatie Plaat van Boomke



Figuur A- 3 : stortlocatie Punt van Melsele

De 7 stortingen werden gespreid over eb en vloed.

Twee types scenario's werden uitgevoerd : een eerste scenario waarbij de volledige hoeveelheid materiaal gestort werd op de Plaat van Boomke, en een tweede scenario waarbij tijdens het storten een verhouding van 70/30 gerespecteerd werd. Deze verhouding werd afgeleid uit de baggerstatistieken en weerspiegelt de huidige verhouding in gestort materiaal (zie ook paragraaf 4.5.1). Voor een gedetailleerd overzicht van de wijze waarop de storting gesimuleerd werd, wordt verwezen naar APPENDIX 2.

- Storten van 11500 TDS per getij op de Plaat van Boomke
- Storten van 11500 TDS per getij op de Plaat van Boomke en de Punt van Melsele waarbij een 70/30 verhouding gehanteerd werd.

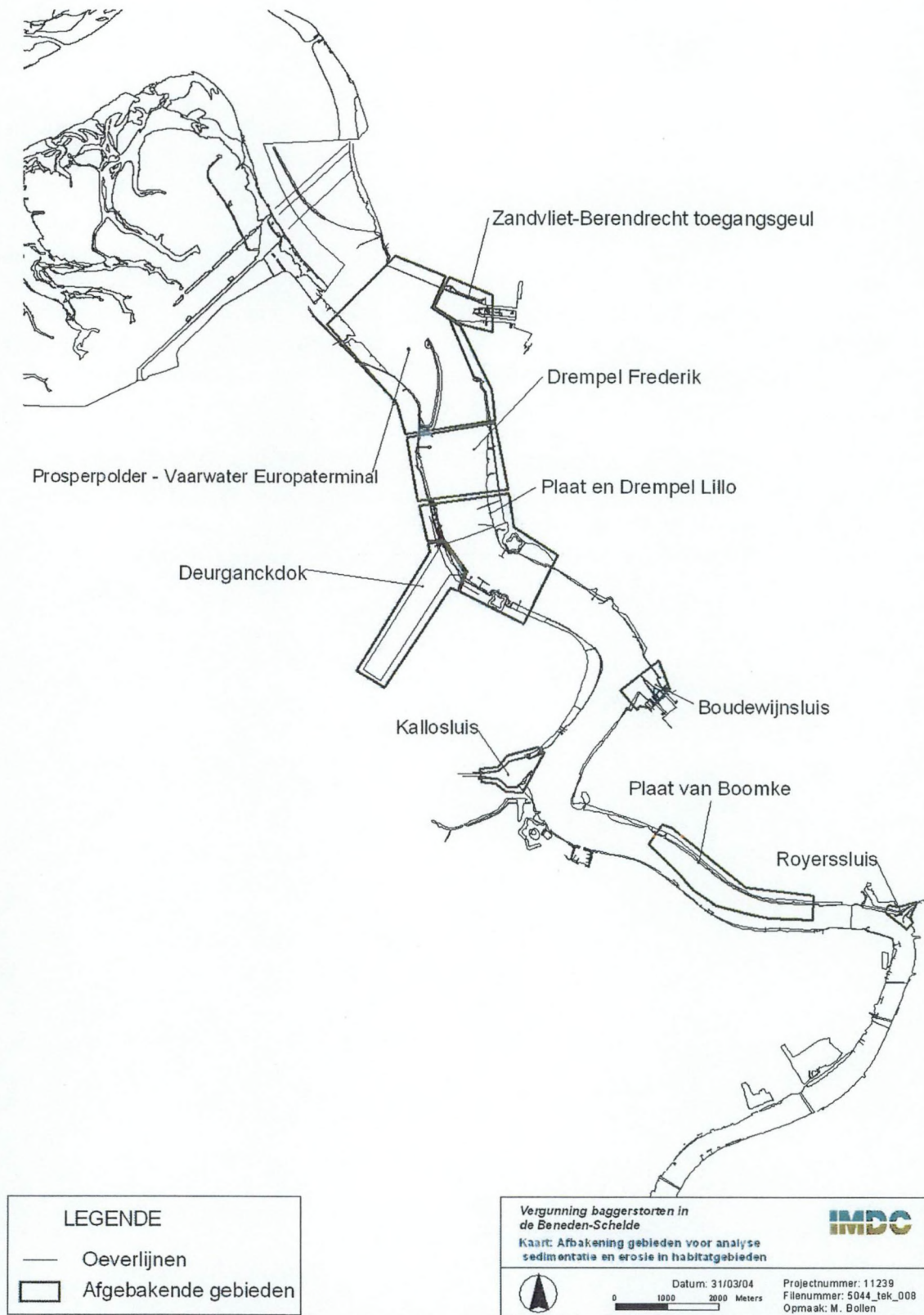
Twee bijkomende scenario's werden tevens verder geanalyseerd: Hierbij werd uitgegaan van een kleiner type hopper, met een beuninhoud van 700 TDS, waarbij tijdens vloed 3 maal geklept werd.

- Storten van 2100 TDS bij vloed op Punt van Melsele
- Storten van 2100 TDS bij vloed op de Plaat van Boomke

APP 3-2 Verwerking van de resultaten

Volgende aandachtspunten werden in rekening gebracht bij de verwerking van de simulaties :

- de efficiëntie van de stortactiviteiten, uitgedrukt door het percentage gestort sediment dat opnieuw wordt afgezet in een nautisch belangrijk gebied, meer bepaald de vaargeul, de toegangseuilen en het Deurganckdok; de resultaten hiervoor kunnen teruggevonden worden in paragraaf APP 3-3 van deze appendix. De afbakening van de gebieden wordt gegeven in figuur
- de turbiditeit, veroorzaakt door de stortactiviteiten, uitgedrukt in de hoogte van de tijdelijke piek, de duur van deze piek en de afstand waarover de turbiditeitsverhoging (significant) voelbaar is. De resultaten hiervan kunnen teruggevonden worden in paragraaf APP 3-4 van deze appendix.
- de afzetting van slib op de slikken en schorren, en meer bepaald de hoeveelheden afgezet slib en de sedimentatiesnelheid, aangezien deze een maat zijn voor het in stand houden. De resultaten hiervan kunnen teruggevonden worden in paragraaf APP 3-5 van deze appendix.
- Het effect van meerdere opeenvolgende stortingen. Hierbij werd vooral gekeken naar de effecten die meerdere opeenvolgende stortingen hebben op de turbiditeit langsheen de Schelde.



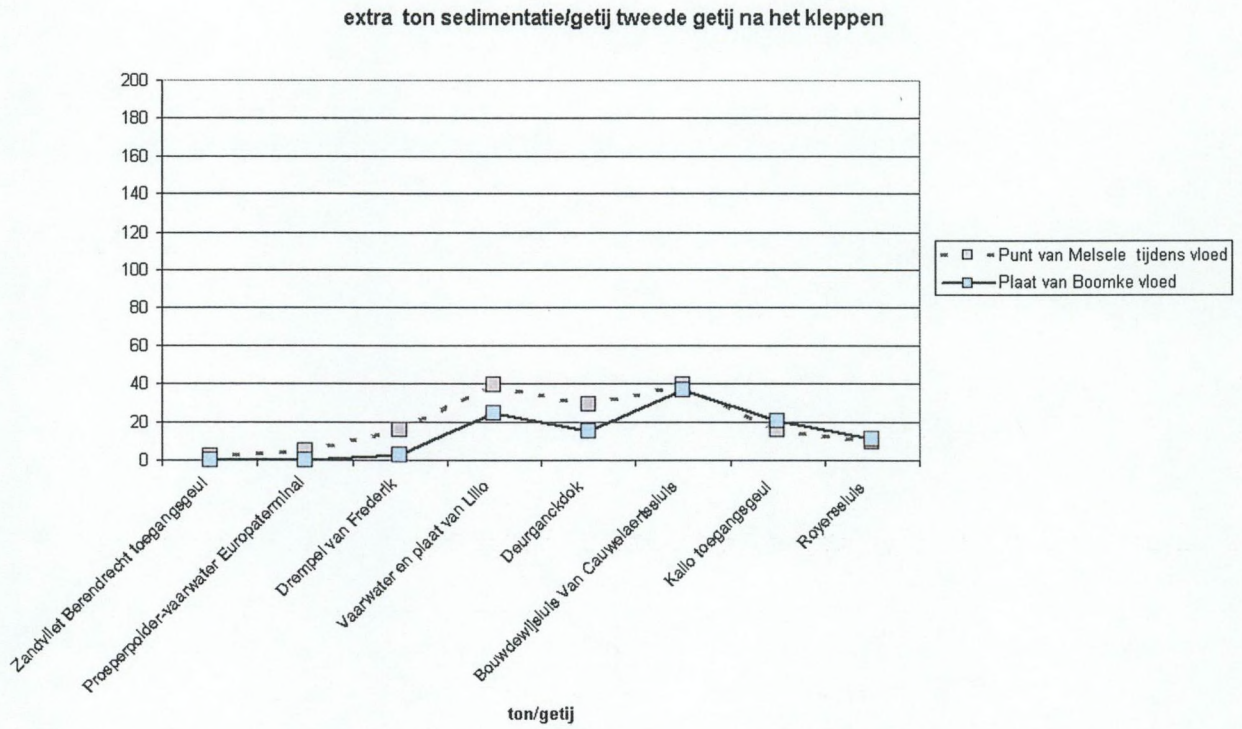
Figuur A- 4 : afbakening van de gebieden, gebruikt voor de sedimentatie in de nautisch belangrijke gebieden

APP 3-3 De efficiëntie van de stortactiviteiten

Bij het vergelijken van de scenario's waarbij 2100 TDS op Punt van Melsele, resp. Plaat van Boomke gestort worden wordt het duidelijk dat het materiaal dat op de beide locaties gestort wordt een zeer gelijklopend patroon vertoont. De resultaten voor de hersedimentatie gedurende het eerste getij worden gegeven in Figuur A- 5, en voor het tweede getij in Figuur A- 6. Gedurende het eerste getij (dit is het getij waarin gestort wordt) zijn geen duidelijke verschillen merkbaar, maar bij het tweede getij zijn de waarden voor de Plaat van Boomke en de Punt van Melsele zeer gelijklopend. Het grootste deel van het materiaal dat hersedimenteert komt terecht in het vaarwater en op de Plaat van Lillo, het Deurganckdok, de toegangseul voor de Boudewijn- en Van Cauwelaertsluis en in mindere mate de toegangseul tot de Kallosluis en de Royerssluis.



Figuur A- 5 : extra ton sedimentatie/getij gedurende het eerste getij na het kleppen, vergelijking tussen Punt van Melsele en Plaat van Boomke



Figuur A- 6 : extra ton sedimentatie/getij gedurende het tweede getij na het kleppen, vergelijking tussen Punt van Melsele en Plaat van Boomke

APP 3-4 De turbiditeit

Twee scenario's werden uitgerekend, waarbij bij één scenario de volledige hoeveelheid sediment gestort werd op de Plaat van Boomke ('boomke'), en bij een tweede scenario de verdeling van 70/30 aangehouden werd voor het sediment dat gestort werd (70 % van de hoeveelheid gestort sediment op de Plaat van Boomke, 30 % op de Punt van Melsele). De resultaten van de twee scenario's komen zeer goed overeen, wat bevestigt dat het kleppen op de Plaat van Boomke of de Punt van Melsele weinig tot geen verschil uitmaakt.

In de gevolgde scenario's werden drie getijden gemodelleerd : een eerste getij waarin 11500 TDS geklept werd, gevolgd door 2 getijden waarin niet geklept werd (om de snelheid waarmee het sediment uit het systeem verdwijnt in te schatten).

Op een aantal locaties werd in drie lagen (boven, midden en onder) de verhoging in sediment in suspensie berekend ten opzichte van een referentierun (waarin geen storting werd doorgevoerd). De resultaten van deze berekeningen worden getoond in Figuur A- 7 tot en met Figuur A- 13.

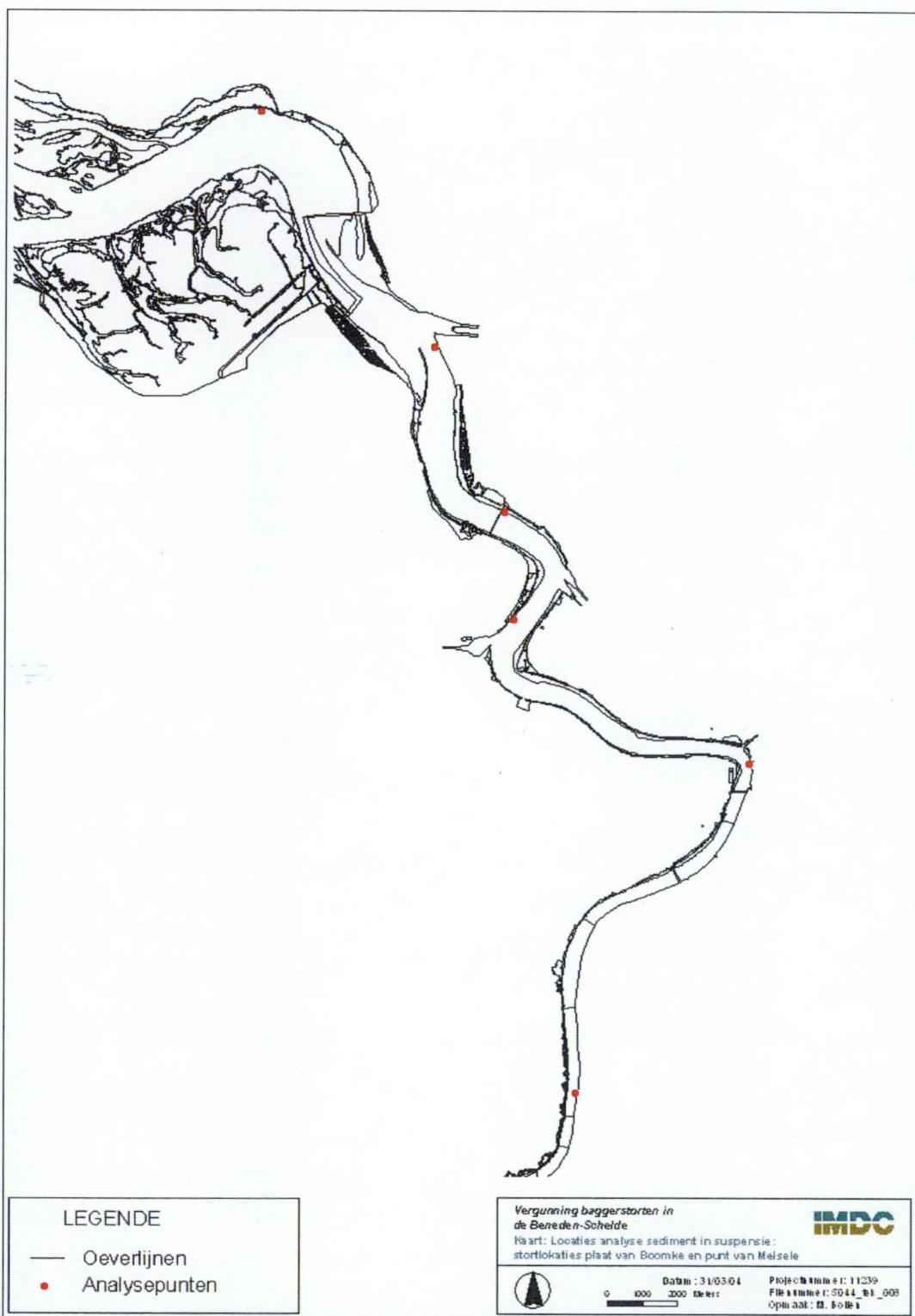
Voor wat betreft het sediment in suspensie kan men zeggen dat de gevolgen opwaarts van het stortpunt beperkt blijven, afwaarts kan men invloed merken tot aan ongeveer de Europaterminal, maar daar is de verhoging al relatief klein. In Bath is niets meer te merken van de stortactiviteiten. Na twee getijden is op de meeste locaties slechts nog een lichte verhoging ten opzichte van de referentierun merkbaar. Men kan er dus van uitgaan dat na twee getijden een groot deel van het sediment reeds niet meer in suspensie is, maar al opnieuw sedimenteerde.

De onderstaande figuren geven de resultaten voor de locaties Hemiksem, Royerssluis, Kallosluis, Bath, Lillo en Europaterminal. Bij iedere figuur wordt steeds tussen haakjes de afstand gegeven tot Plaat van Boomke en Punt van Melsele. Positieve getallen zijn opwaarts, negatieve getallen zijn afwaarts gelegen van de stortlocaties.

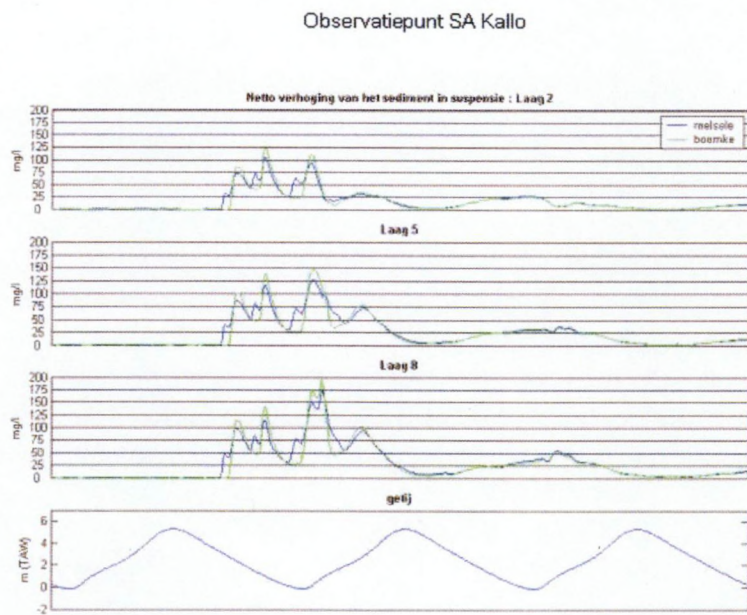
Tabel A- 3 : Situering locaties tov stortzone Plaat van Boomke en Punt van Melsele

Afstand	OPWAARTS	AFWAARTS
± 5 km	Royerssluis	Kallo
± 10 km		Lillo
± 25 km	Hemiksem (Schelle)	Europaterminal
± 20 km		Bath

Tevens werd voor een serie punten langs een langsas van de Schelde de beide scenario's (enkel Plaat van Boomke, Plaat van Boomke (70%) en Punt van Melsele (30%)), de minimum en maximum waarde voor de sedimentconcentratie berekend voor de volledige periode van de simulatie. De resultaten hiervan kunnen teruggevonden worden in Figuur A- 14 en Figuur A- 15 voor enkel Plaat van Boomke en gecombineerd Punt van Melsele en Plaat van Boomke respectievelijk. Deze figuren geven een idee van de range waartussen de waarden voor de sedimentconcentratie variëren. Om de waarden enigszins te kunnen situeren werden aan de grafiek ook twee series referentiemeetwaarden toegevoegd, afgeleid uit de langdurige metingen van 1997-1998: een eerste serie is de (over een jaar) maximale gemiddelde vloedconcentratie, een tweede is (over een jaar) maximale maximumconcentratie. Op de figuur zijn duidelijk de piekwaarden te zien ter hoogte van de stortlocaties. Deze waarden worden slechts gedurende een zeer korte tijd (ongeveer 5 à 10 minuten) aangehouden, om daarna snel te normaliseren.



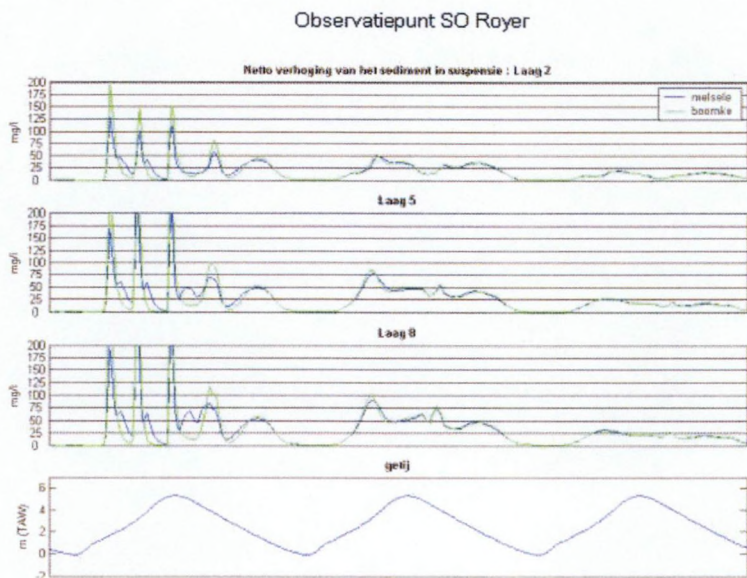
Figuur A- 7 : Locaties analyse sediment in suspensie: stortlocaties Plaat van Boomke en Punt van Melsele.



Processed by IMDC Project 11239/maart 2003



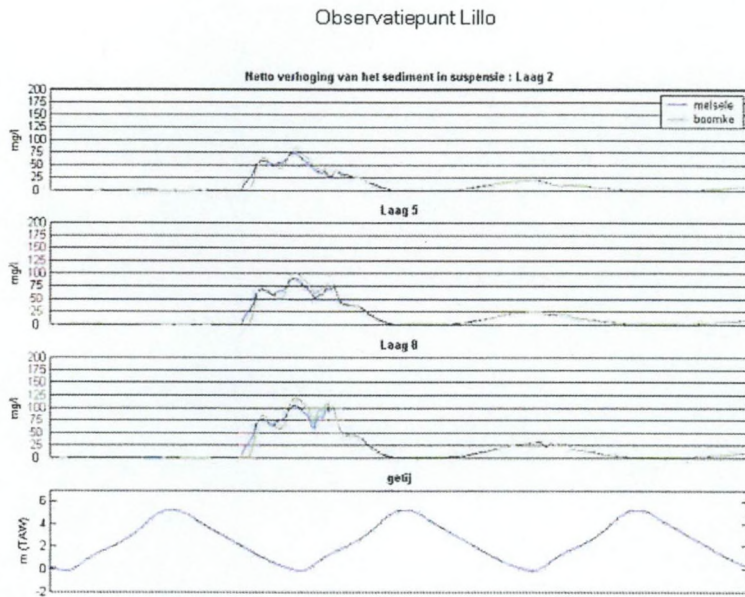
Figuur A- 8 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie: Stroomafwaarts te Kallo (-5/-3 km)



Processed by IMDC Project 11239/maart 2003



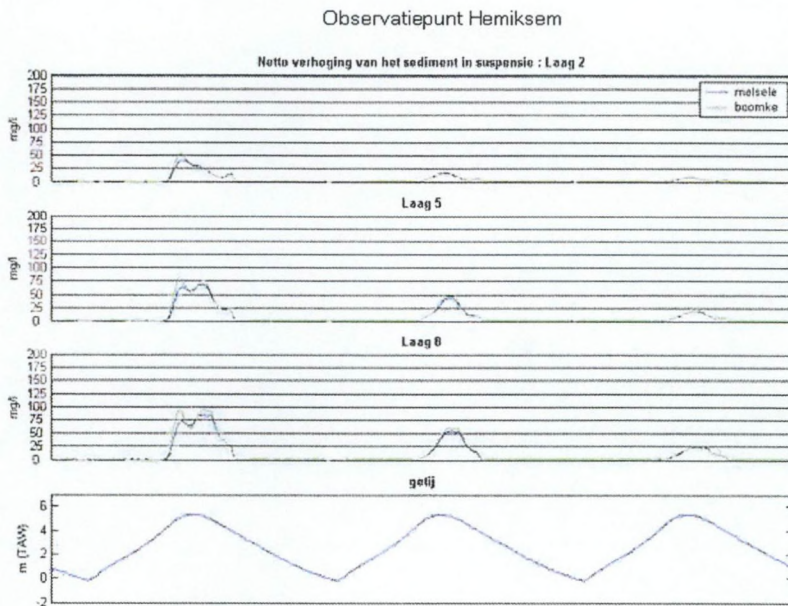
Figuur A- 9 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie: Stroomopwaarts te Royerssluis (4/6 km)



Processed by IMDC Project 11239/maart 2003



Figuur A- 10 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie te Lillo (-10/-8 km)

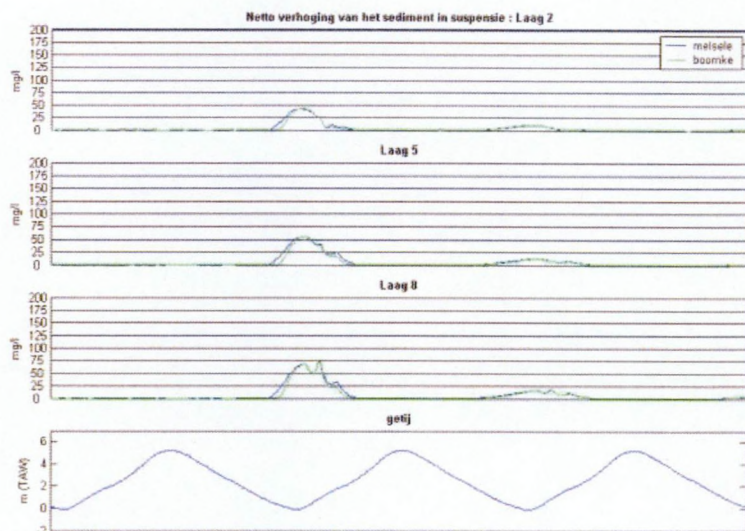


Processed by IMDC Project 11239/maart 2003



Figuur A- 11 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie te Hemiksem (14/16 km)

Observatiepunt Europaterminal

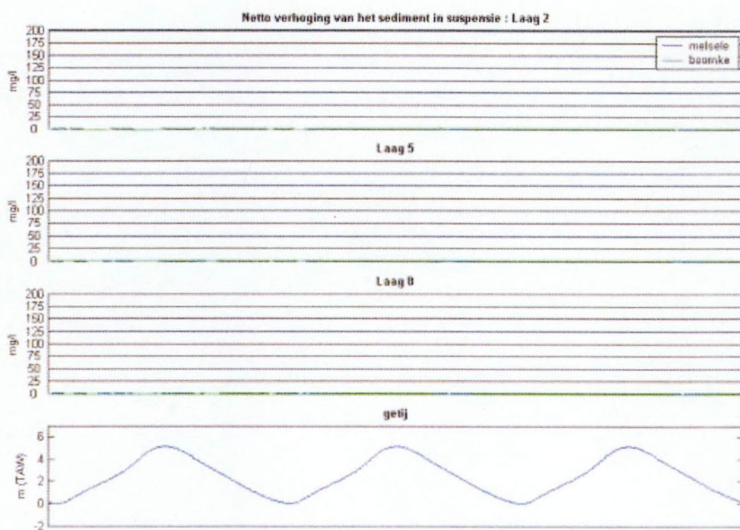


Processed by IMDC Project 11239/maart 2003



Figuur A- 12 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie aan de Europaterminal (-15/-10 km)

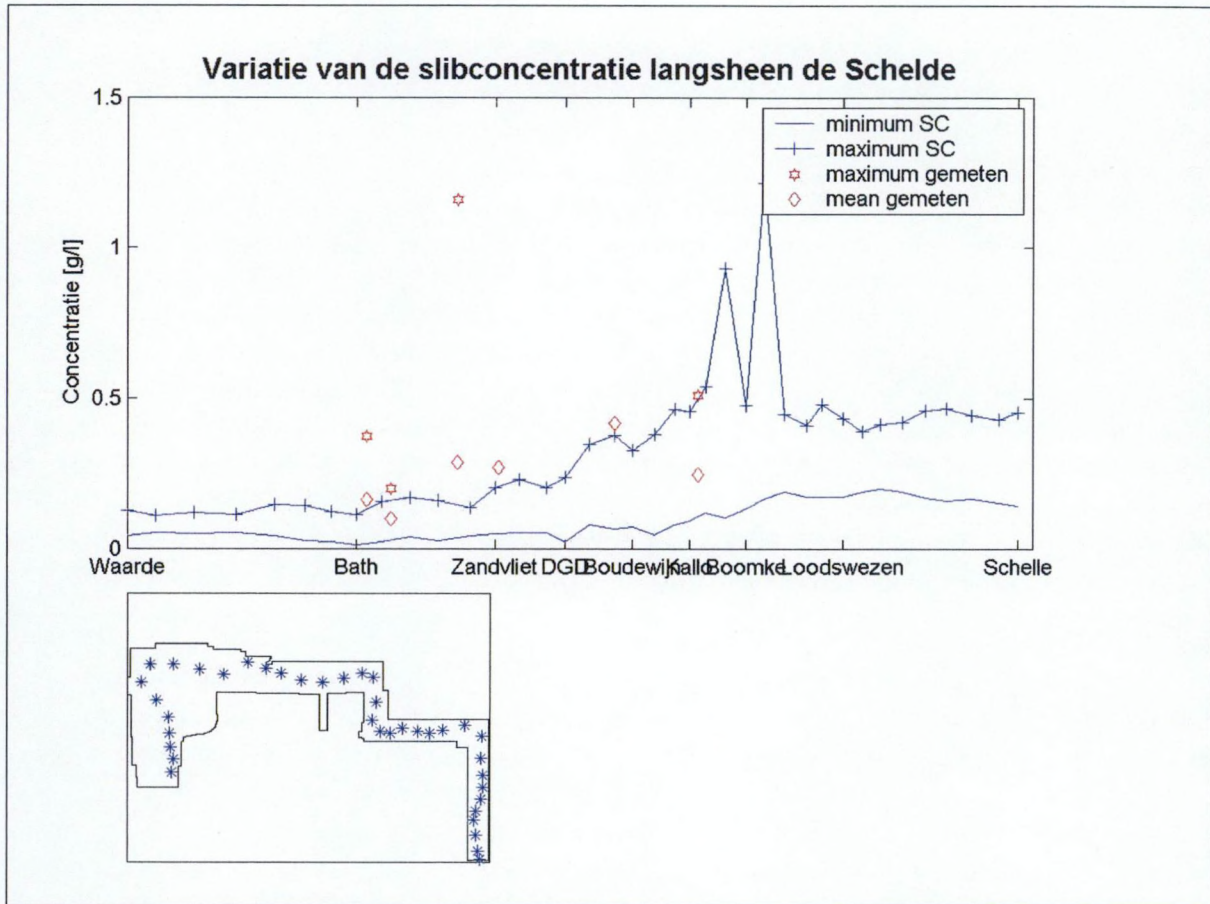
Observatiepunt Bath



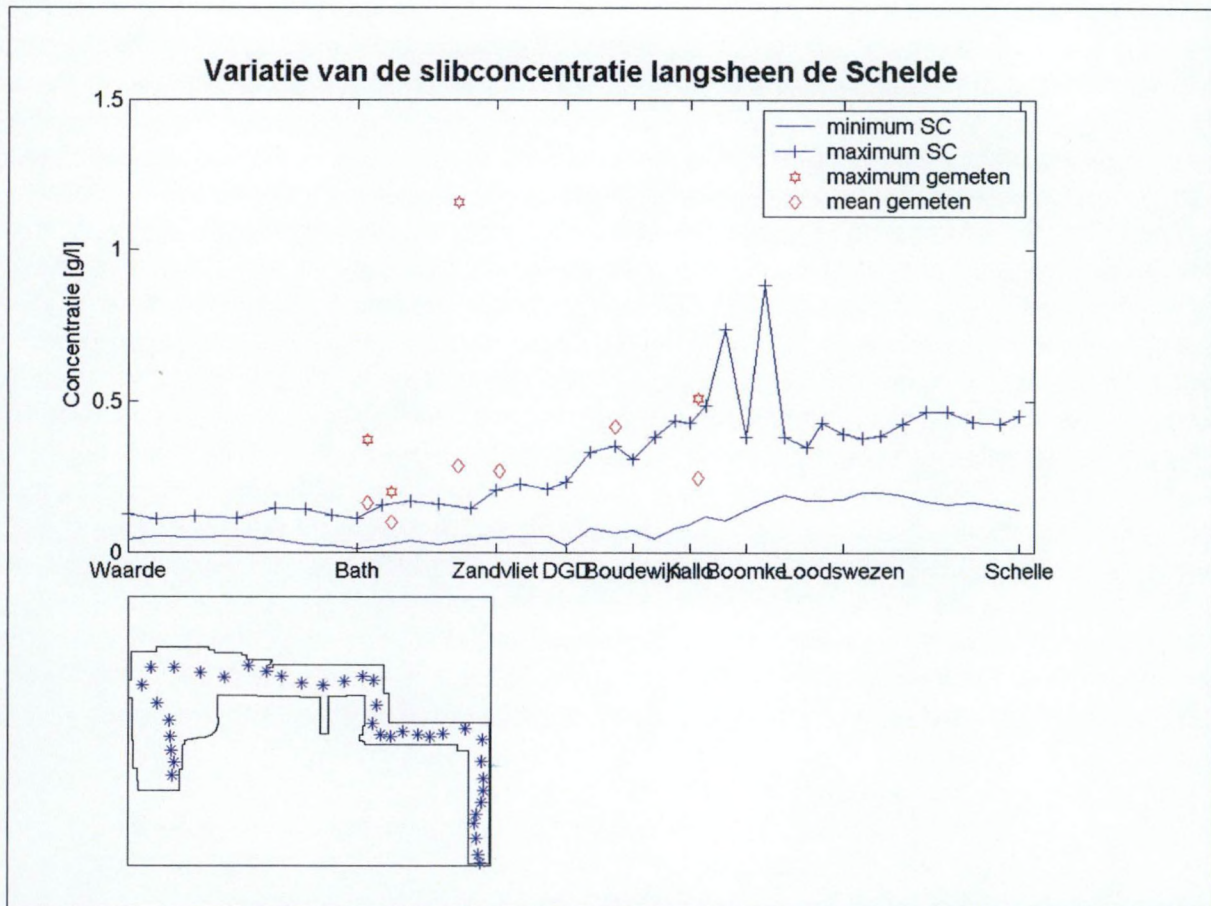
Processed by IMDC Project 11239/maart 2003



Figuur A- 13 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie te Bath (-24/-22 km)



Figuur A- 14 : bereikte maximum en minimumwaarden voor de sedimentconcentratie in een langspatief langs de Schelde voor de simulatie met enkel Plaat van Boomke. De kruisjes geven de punten langsheen de Schelde aan waarin data opgenomen werd. Langdurige metingen van 1997-1998:(maximum gemeten) maximale maximumconcentratie; (mean gemeten) maximale gemiddelde vloedconcentratie.



Figuur A- 15 : bereikte maximum en minimumwaarden voor de sedimentconcentratie in een langprofiel langs de Schelde voor de simulatie met Plaat van Boomke en Punt van Melsele. De kruisjes geven de punten langsheen de Schelde aan waarin data opgenomen werd. Langdurige metingen van 1997-1998:(maximum gemeten) maximale maximumconcentratie; (mean gemeten) maximale gemiddelde vloedconcentratie.

APP 3-5 Effect van het terugstorten van baggerspecie op de sedimentatiesnelheid

Er wordt verwacht dat de verhoogde slibconcentratie in de Zeeschelde, veroorzaakt door stortactiviteiten op de Plaat van Boomke en Melsele, aanleiding geeft tot een verhoging van de sedimentatiesnelheid voor sedimentatiegevoelige gebieden tussen Schelle en Prosperpolder.

Om de ecologische impact te ondersteunen werden er een reeks analyse uitgevoerd om het effect op de habitatgebieden van de Zeeschelde te begroten.

We onderscheiden de volgende zones:

- Het gebied boven 5m TAW, dit is het schorregebied
- Het intergetijdengebied, tussen 0 en 5mTAW, meer bepaald de slikken;
- Het ondiepwatergebied tussen -2m en 0mTAW;
- De zone tussen de bovenvermelde ondiepwaterzone en de vaargeul, gekenmerkt dooreen variabele diepte ter hoogte van de vaargeulgrens en anderzijds begrensd door de -2mTAW-lijn;

En de volgende nautische belangrijke gebieden:

- De toegangseulen en het Deurganckdok;
- De vaargeul.

Deze fysische entiteiten zijn weergegeven in Figuur 3-25.

Uiteraard geldt hierbij de beperking dat het model aan de opwaartse zijde begrensd is ter hoogte van de Rupelmonding en dat de analyses werden uitgevoerd op basis van een simulatie over een korte duur (een jaarlijkse cyclus werd dus niet berekend). Concreet werden analyses uitgevoerd om het sedimentatie en erosie gedrag over 1 getij.

Volgende figuren tonen per zone de schematisch weergave van de sedimentatie en erosie patronen 1 getij na het storten: sedimentatie en erosie hoeveelheid (ton/tij); sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) en de relatieve verandering van de sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij).

De sedimentatie- en erosiehoeveelheid is de hoeveelheid slib in ton die zich afzet (of erodeert) na 1 tij in een deelgebied (voorbeeld Hemiksem-Schelle), in de betreffende fysische entiteit (voorbeeld intergetijdengebied). In een fysische entiteit van een deelgebied kan er zowel sedimentatie als erosie optreden.

De sedimentatie snelheid, is de toename van de dikte (cm) van de sliblaag na 1 tij ter hoogte van de bodemoppervlakte waar er effectief sedimentatie plaats heeft. Op een gedeelte van het bodemoppervlak treedt er geen sedimentatie op, daar blijft de dikte van de sliblaag ongewijzigd na 1 tij. Er werd gerekend met slib met een dichtheid van 1.3 ton/m³.

De figuren tonen de resultaten voor de volgende stortscenario's:

- Referentie scenario zonder storten op Plaat van Boomke of Punt van Melsele. Dit scenario is representatief om de huidige globale situatie weer te geven in de Beneden-Zeeschelde.
- Onderhoudsbaggerwerken van de Beneden-Zeeschelde met storten op de Plaat van Boomke: 9000 TDS per tij.
- Onderhoudsbaggerwerken van de Beneden-Zeeschelde en het Deurganckdok met storten op de Plaat van Boomke: 11500 TDS.

- Onderhoudsbaggerwerken van de Beneden-Zeeschelde en het Deurganckdok met storten op de Plaat van Boomke en Punt van Melsele: 11500 TDS.

De afbakening van de gebieden wordt grafisch voorgesteld in Figuur 3-26.

De gemiddelde resultaten voor het totale gebied van Schelle tot Waarde, tussen linker- en rechteroever, zijn terug te vinden onder paragraaf 6.2.3.

Tabel A- 4 geeft een overzicht weer van de zone, waar een verhoging van de sedimentatiesnelheid optreedt, voor de verschillende fysische entiteiten (veroorzaakt door de baggeractiviteiten). Per entiteit worden eveneens de locaties weergegeven waar de sedimentatiesnelheid het sterkste stijgt aangevuld met de verhoging van de sedimentatie snelheid (delta cm/tij).

Tabel A- 4 : Invloedzone verhoging sedimentatiesnelheid per fysische entiteit, locaties maximale verhoging sedimentatiesnelheden met bijhorende maximale sedimentatiesnelheid per fysische entiteit: vergelijking referentietoestand met stortscenario Plaat van Boomke en storten op de Plaat van Boomke (70%) en Punt van Melsele (30%)

fysische entiteiten	Invloed zone	locatie maximale verhoging sedimentatiesnelheid	verhoging sedimentatiesnelheid cm/tij	locatie maximale verhoging sedimentatiesnelheid	verhoging sedimentatiesnelheid cm/tij
	Plaat van Boomke/Plaat van Boomke en Punt van Melsele	Stortscenario Plaat van Boomke		Stortscenario Plaat van Boomke en Punt van Melsele	
totaal gebied tussen linker- en rechteroever	Opwaarts Schelle - Prosperpolder	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.07	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.08
zone boven 5m TAW (linkeroever)	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.07	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.07
intergetijde (linkeroever)	Opwaarts Schelle - Vaarwater en Plaat van Lillo incl. Deurganckdok	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.08	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.08
ondiep (linkeroever)	Opwaarts Schelle - Drempe van Frederik	Vaarwater en Plaat van Lillo incl. Deurganckdok	0.08	Vaarwater en Plaat van Lillo incl. Deurganckdok	0.08
gebied tussen ondiep en de vaargeul (linkeroever)	Opwaarts Schelle - Drempe van Frederik	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.11	Vaarwater en Plaat van Lillo incl. Deurganckdok	0.11
Kallosluis en Deurganckdok	Kallosluis - Deurganckdok	Kallosluis	0.20	Kallosluis	0.20
vaargeul	Hoboken - Prosperpolder	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.07	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.06
Zandvliet-Berendrechtsluis, Royers-, Bouwdewijn- en Van Cauwelaertssluis	Zandvlietluis - Royerssluis	Bouwdewijn- en Van Cauwelaertssluis	0.15	Bouwdewijn- en Van Cauwelaertssluis	0.16
gebied tussen ondiep en de vaargeul (rechteroever)	Opwaarts Schelle - Prosperpolder	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.81	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.73
ondiep (rechteroever)	Plaat van Boomke - Prosperpolder	Kallo - Deurganckdok	0.04	Kallo - Deurganckdok	0.04
intergetijde (rechteroever)	Opwaarts Schelle - Drempe van	Antwerpen	0.11	Antwerpen	0.11

	Frederik				
zone boven 5m TAW (rechteroever)	Opwaarts Schelle - Prosperpolder	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.34	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.33

De verhoging van de sedimentatiesnelheid laat zich voor beide stortlocaties voelen tussen Prosperpolder en Schelle. De verhoging reikt tot het Grootbuitenschoor (ondiepwatergebied en schorregebied aan rechteroever).

Opwaarts reikt de verhoging tot aan Kruikeke-Bazel-Rupelmonde voor het intergetijde- en ondiepwatergebied aan linkeroever.

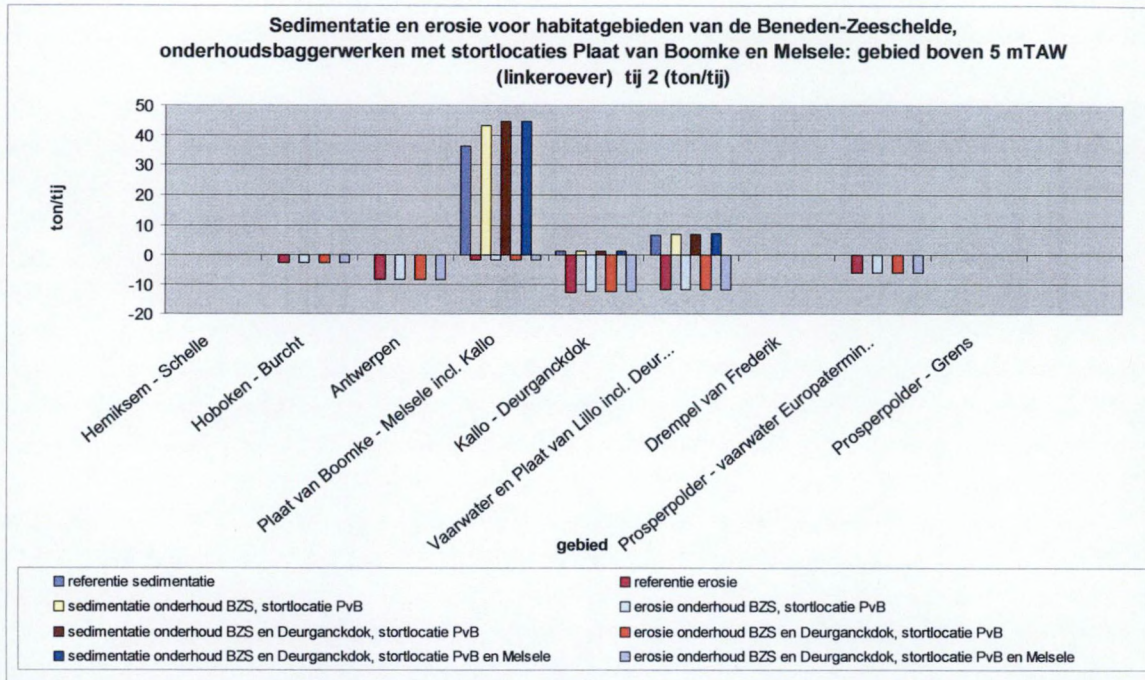
De sterkste verhoging in sedimentatiesnelheid doet zich voor in de zone tussen het ondiepwatergebied en de vaargeul in het gebied tussen de Kallosluis en de Plaat van Boomke aan de rechterkant van de Beneden-Zeeschelde. Dit is de omgeving van de stortlocatie Plaat van Boomke.

De sedimentatiesnelheden voor storten op de Plaat van Boomke of storten op de Plaat van Boomke en de Punt van Melsele geeft nagenoeg geen verschil in reikwijdte of maximale verhoging.

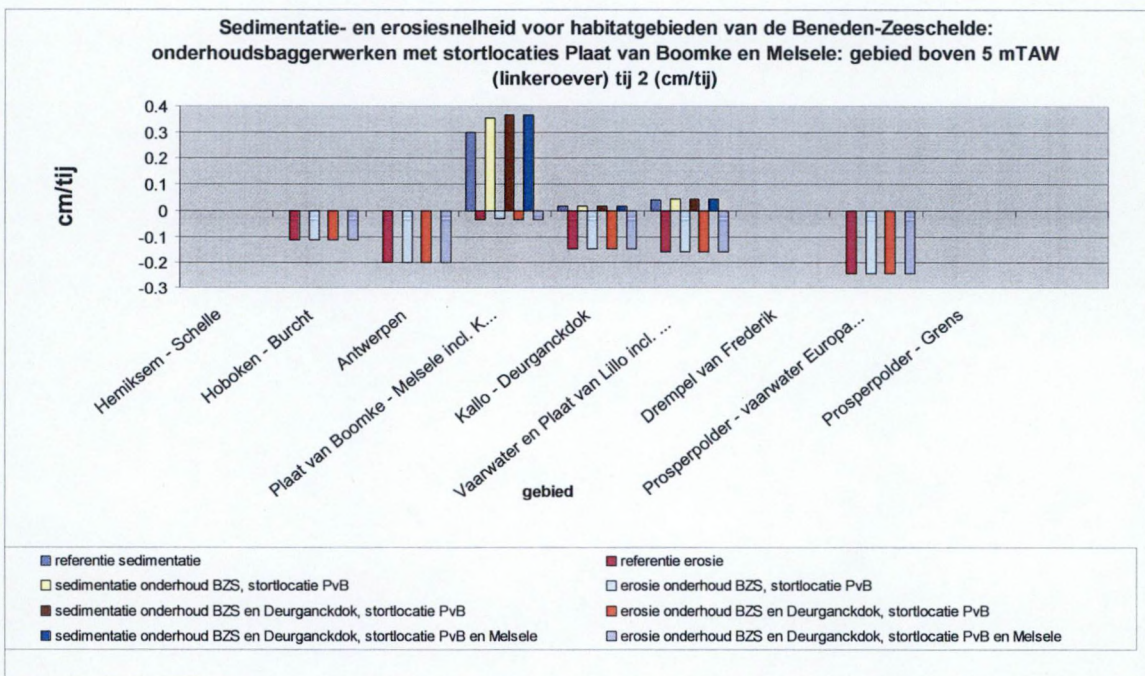
Tabel A- 5 toont aan dat de oppervlakte waar effectief sedimentatie optreedt, slechts in beperkte mate toeneemt door de stortactiviteiten. De maximale toename situeert zich in de omgeving van de stortlocaties.

*Tabel A- 5 : Oppervlakte (%) van slikken en schorre waar effectief sedimentatie plaats heeft:
vergelijking referentietoestand met stortscenario Plaat van Boomke en storten op de Plaat
van Boomke (70%) en Punt van Melsele (30%)*

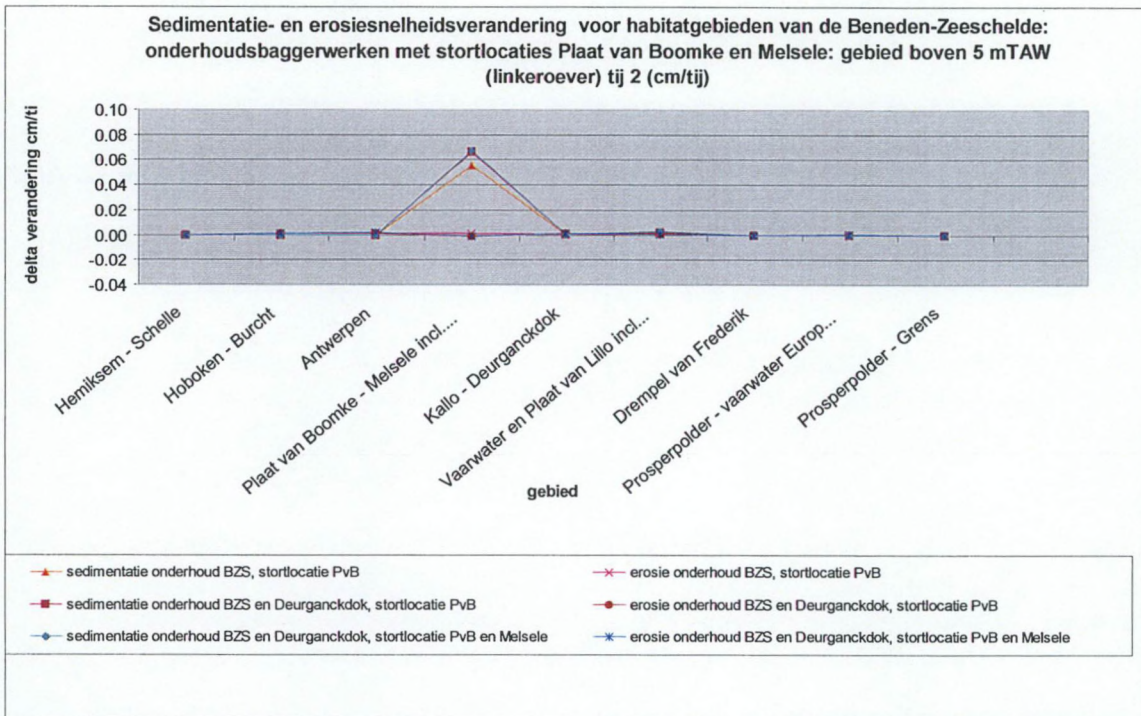
% Oppervlakte waar effectief sedimentatie optreedt in Slikken en Schorren	11500 TDS storten per getij op stortlocatie Plaat van Boomke	11500 TDS storten per getij op stortlocatie Plaat van Boomke en Punt van Melsele	Referentie scenario
Hemiksem - Schelle	77.3%	77.3%	73.6%
Hoboken - Burcht	74.7%	74.7%	71.0%
Antwerpen	73.0%	73.0%	71.3%
Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	79.9%	80.9%	76.5%
Kallo - Deurganckdok	87.9%	88.3%	86.6%
Vaarwater en Plaat van Lillo incl. Deurganckdok	79.5%	79.5%	79.5%
Drempel van Frederik	85.0%	85.0%	83.9%
Prosperpolder - vaarwater Europaterminal incl. Zandvliet - Berendrechtsluis	83.3%	83.3%	82.9%
Prosperpolder - Grens	56.2%	56.2%	56.2%
gemid percentage opp met sedimentatie	77.4%	77.6%	75.7%



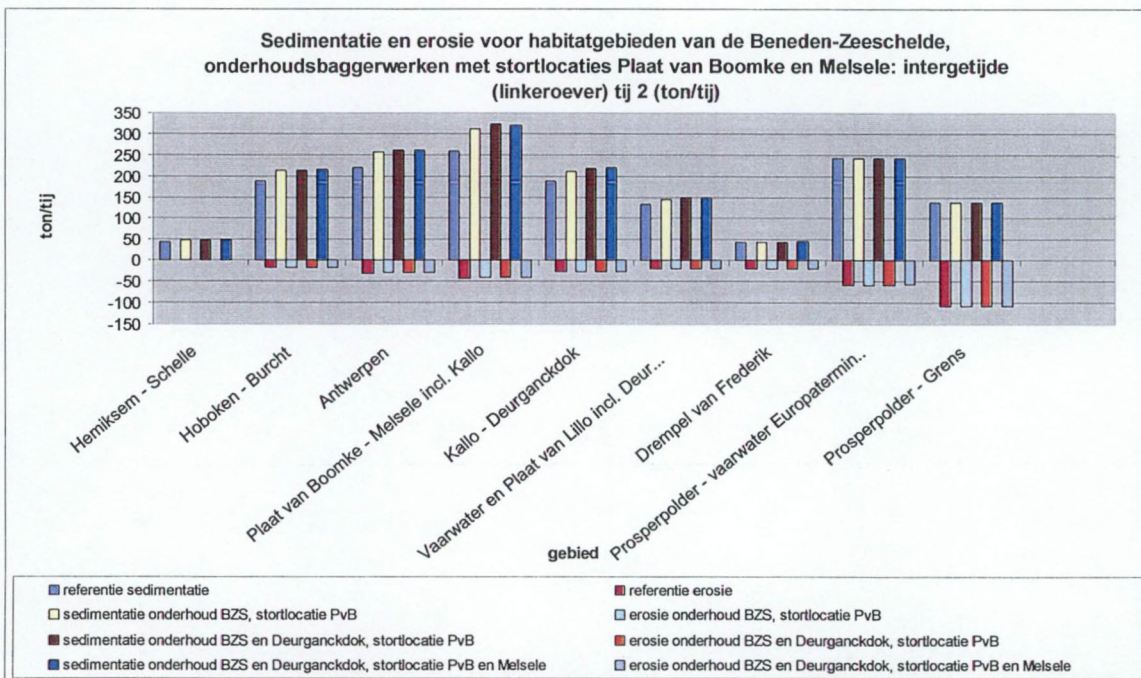
Figuur A- 16 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie en erosie (ton/tij) schorrenged, linkeroever



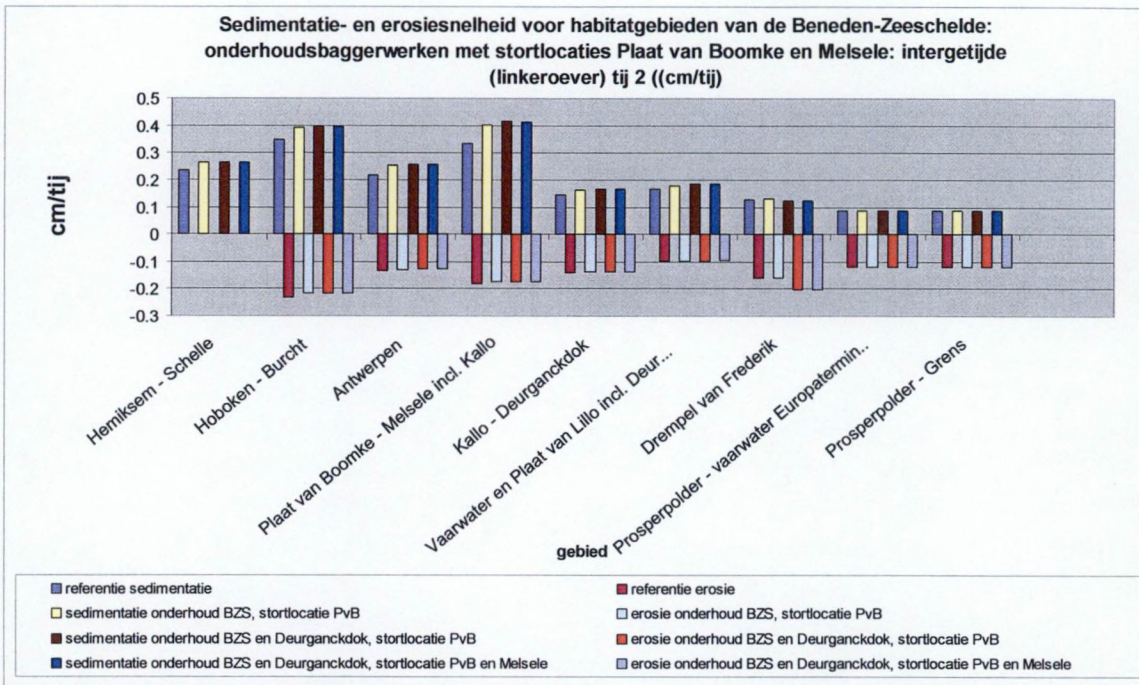
Figuur A- 17 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) schorrenged, linkeroever



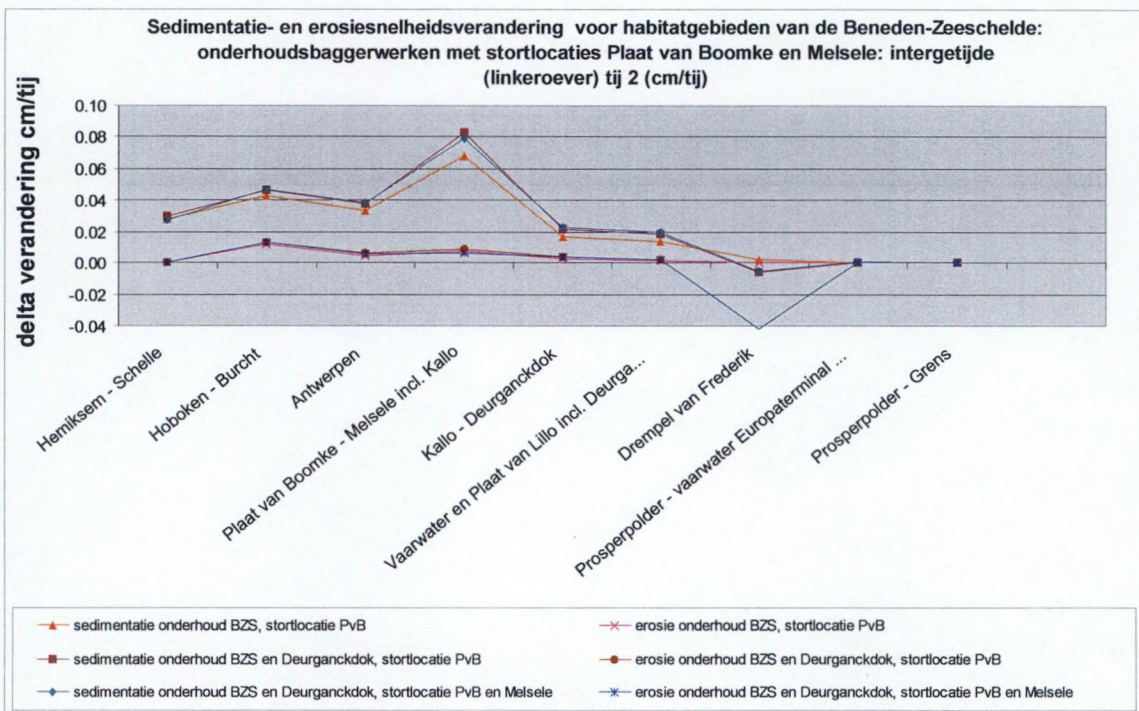
Figuur A- 18 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) schorregebied linkeroever



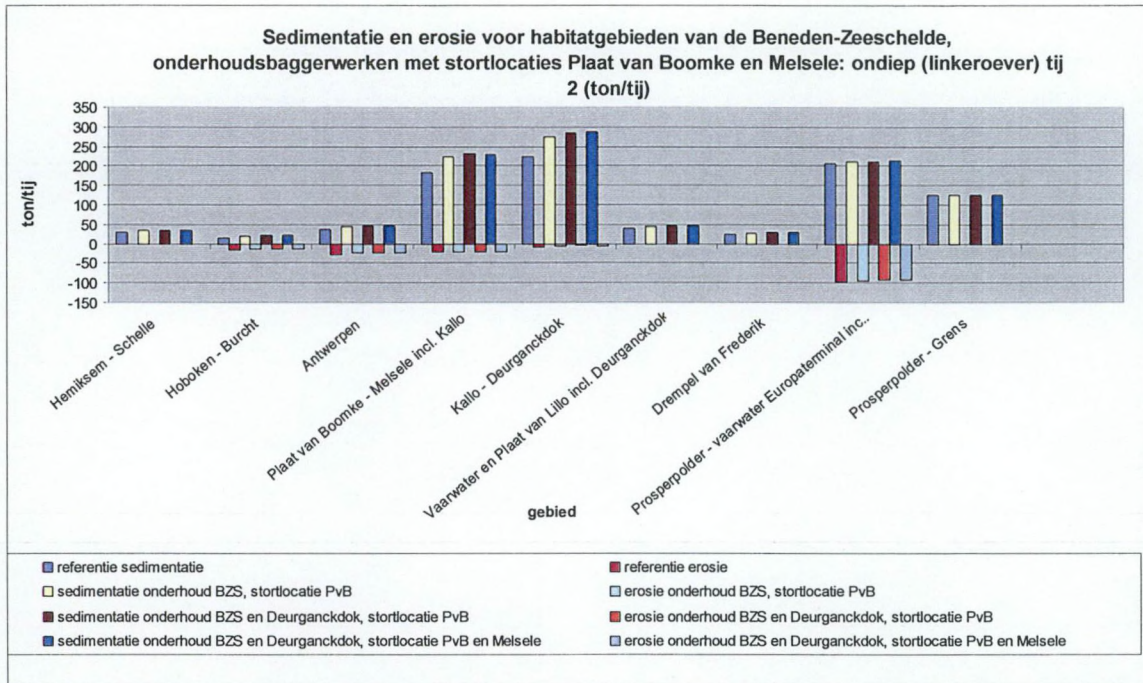
Figuur A- 19 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie en erosie (ton/tij) slikken, linkeroever



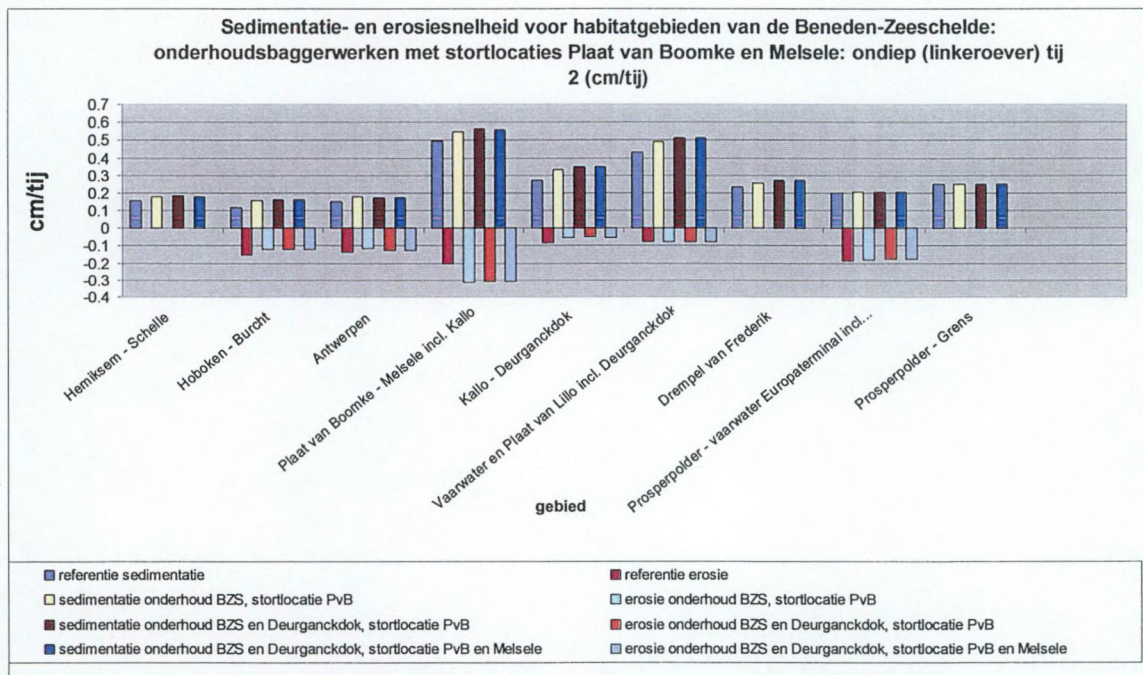
Figuur A- 20 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) slikken, linkeroever



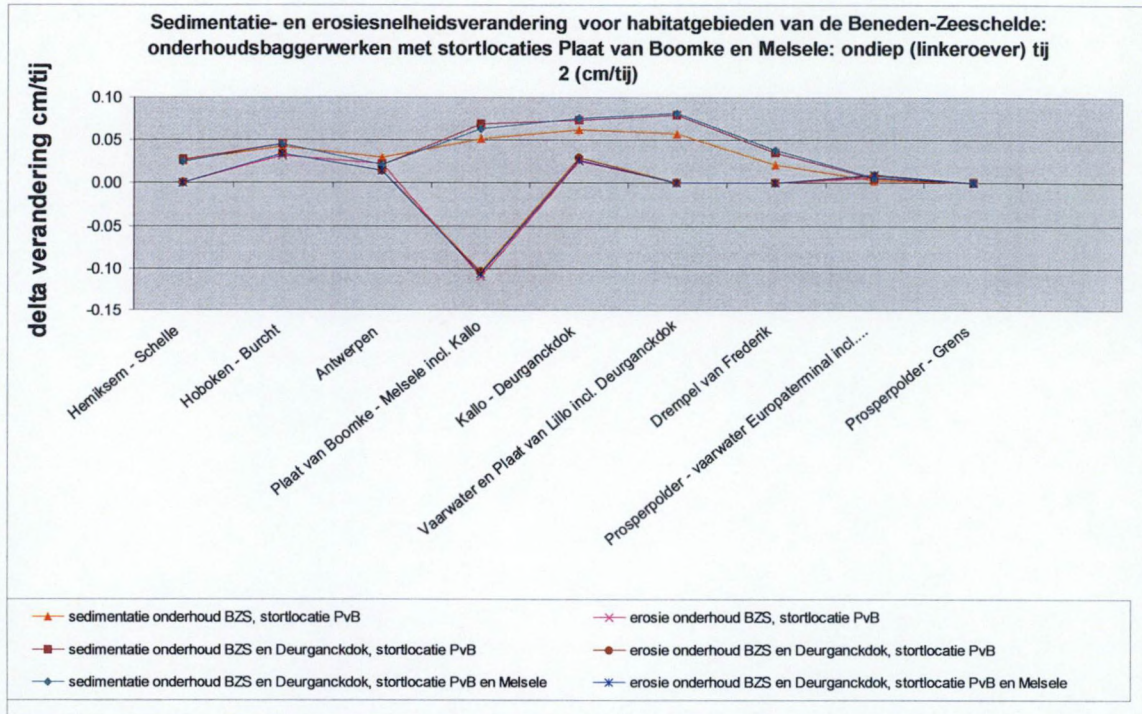
Figuur A- 21 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) slikken, linkeroever



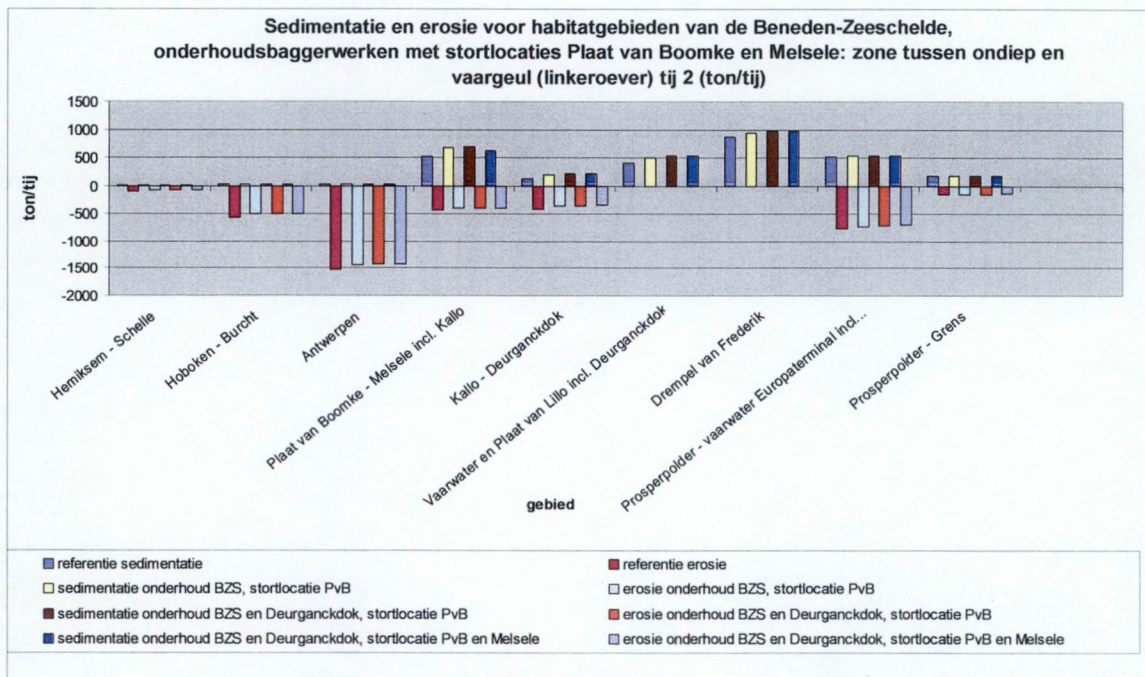
Figuur A- 22 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie en erosie (ton/tij) ondiepwatergebied linkeroever



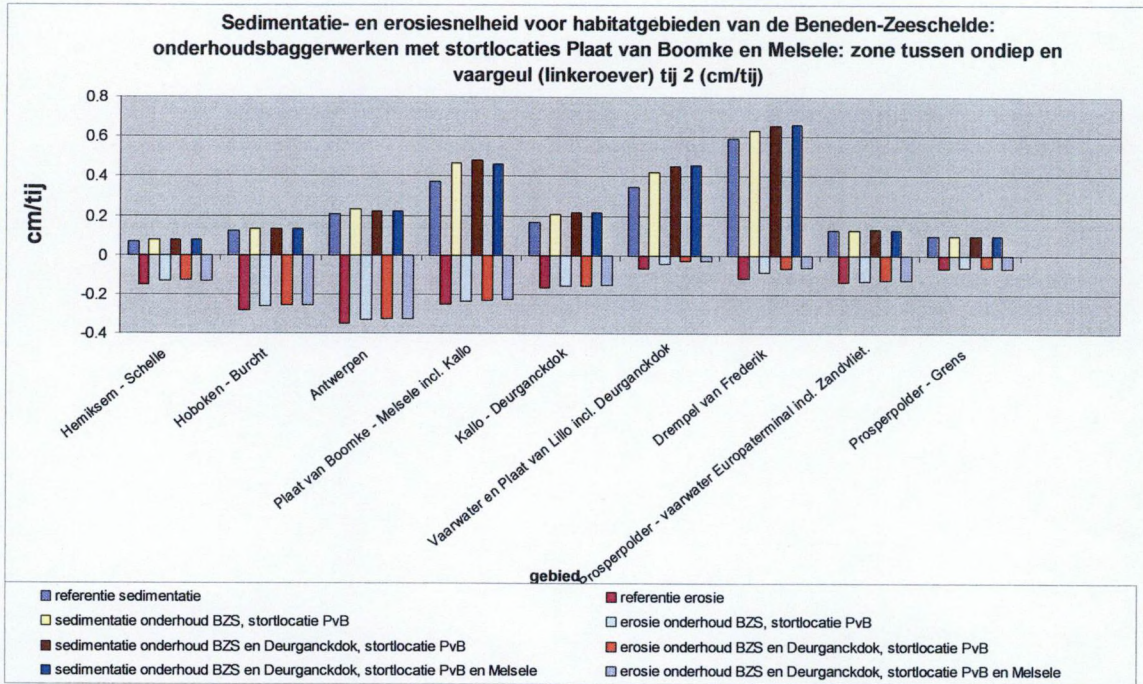
Figuur A- 23 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) ondiepwatergebied linkeroever



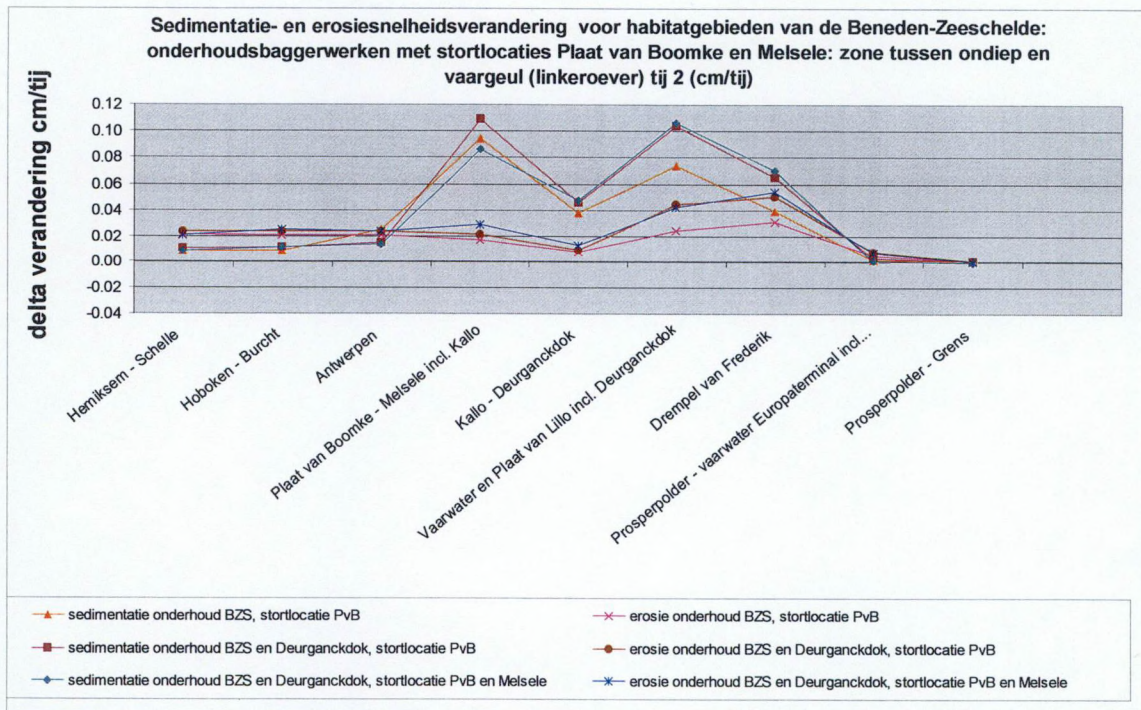
Figuur A- 24 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) ondiepwatergebied linkeroever



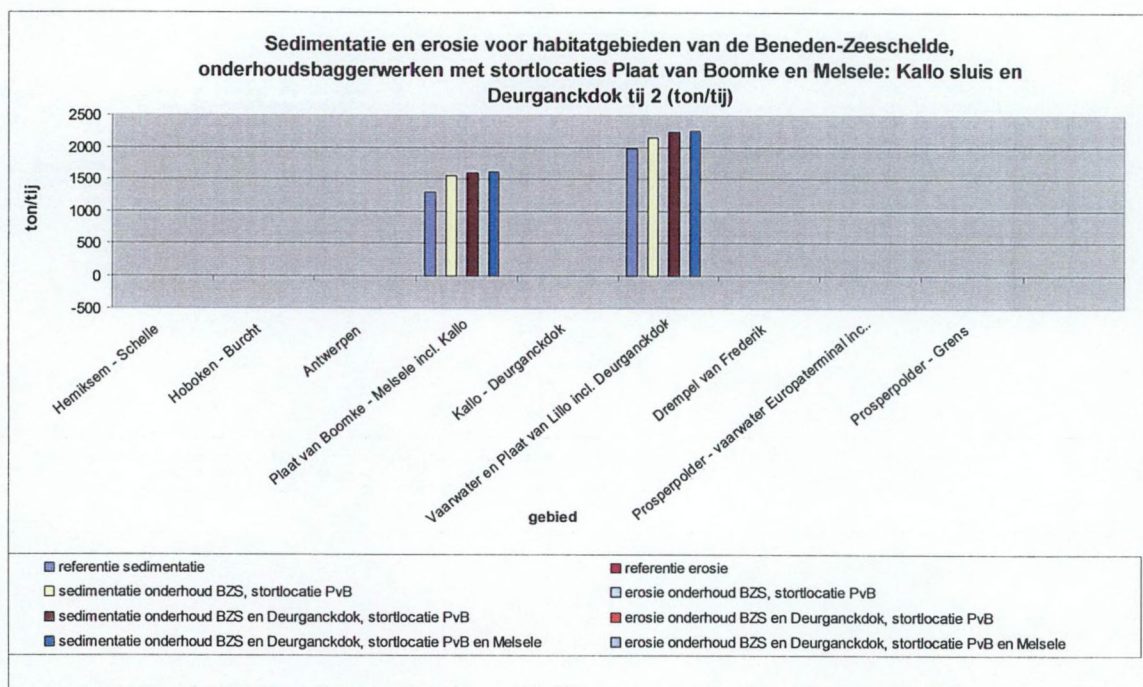
Figuur A- 25 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie en erosie (ton/tij) zone tussen ondiepwaterzone en de vaargeul, linkeroever



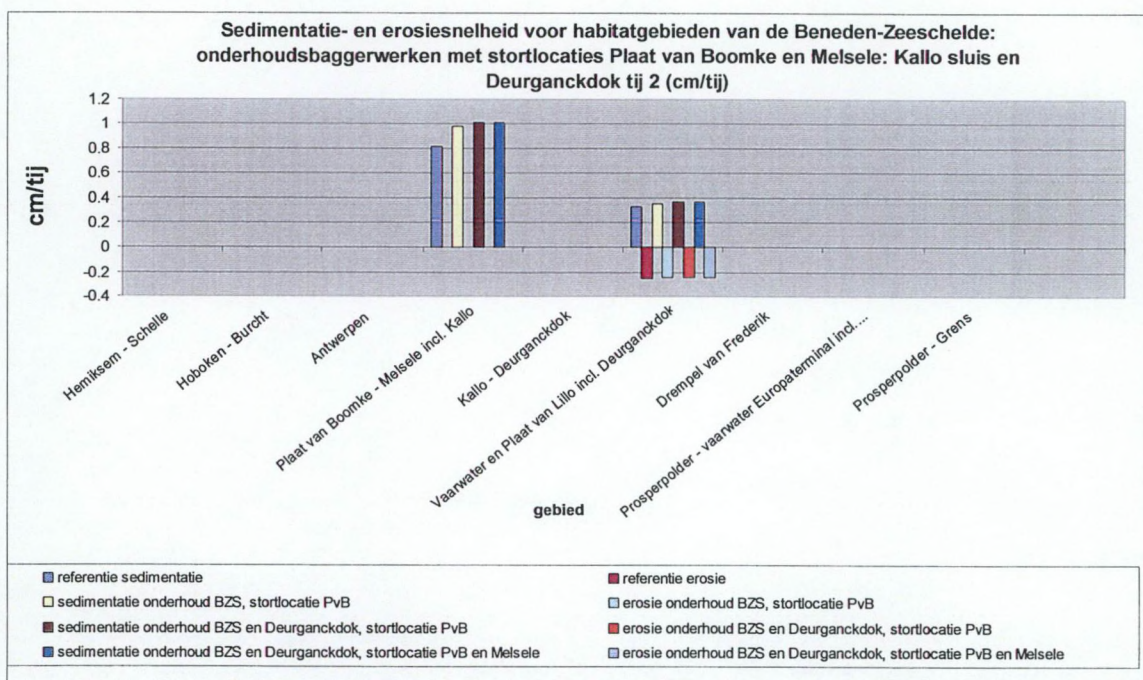
Figuur A- 26 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) zone tussen ondiepwaterzone en de vaargeul, linkeroever



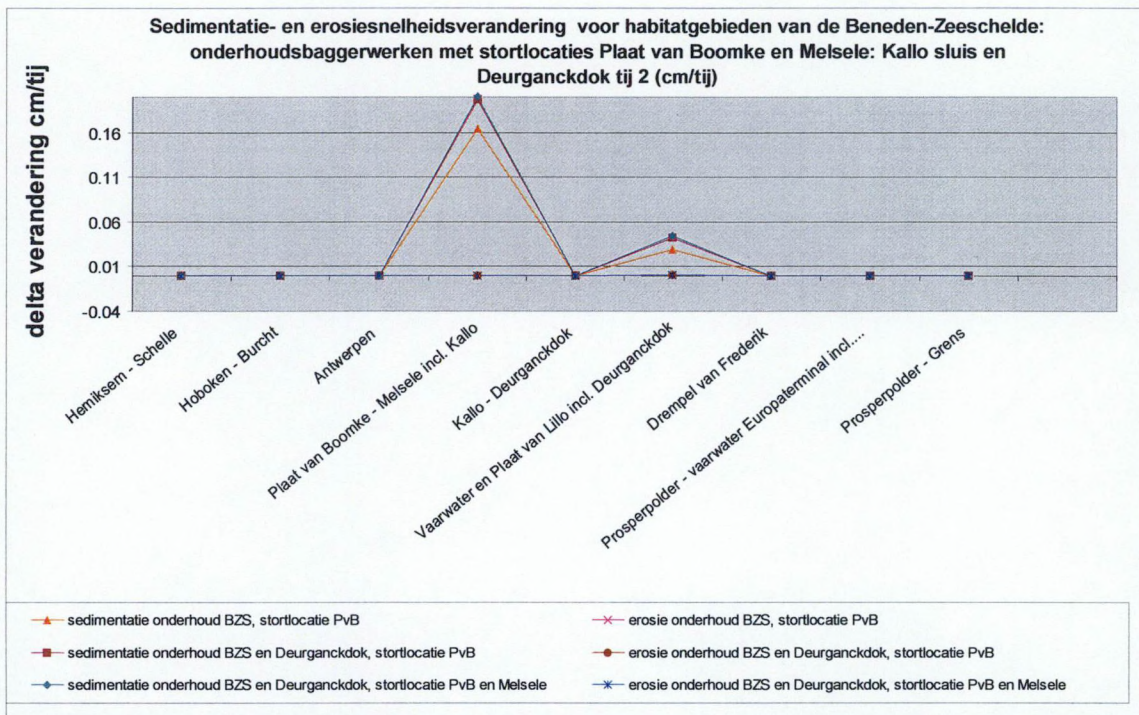
Figuur A- 27 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) zone tussen ondiepwaterzone en de vaargeul, linkeroever



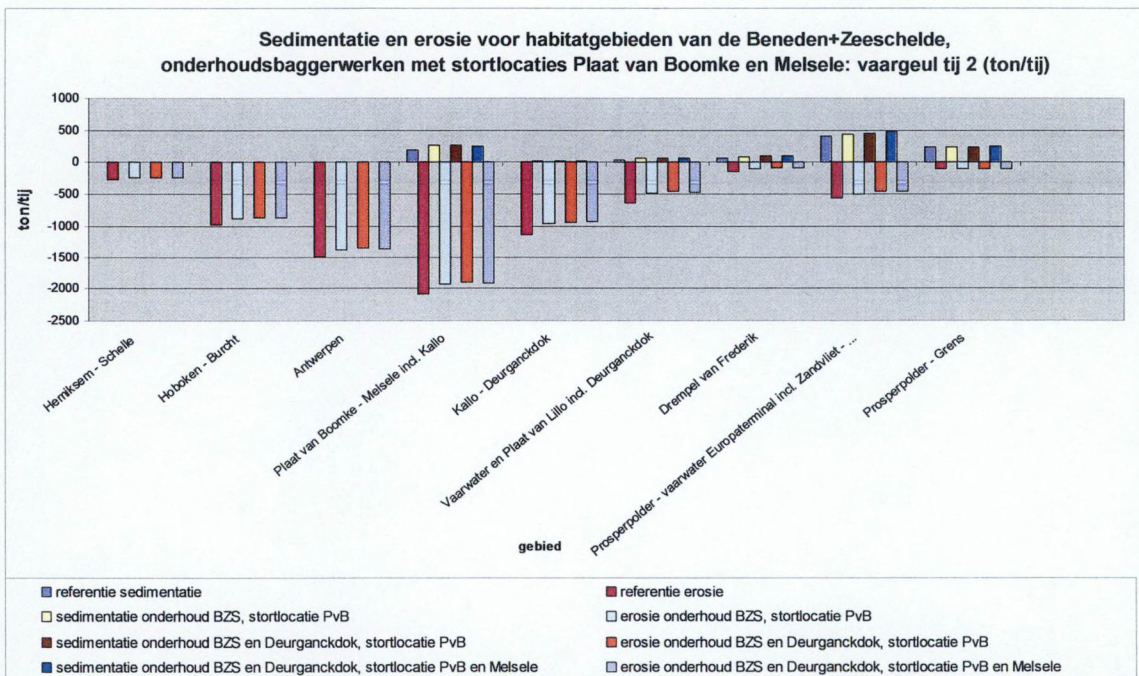
Figuur A- 28 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor nautischegebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie en erosie (ton/tij) Kallosluis en Deurganckdok



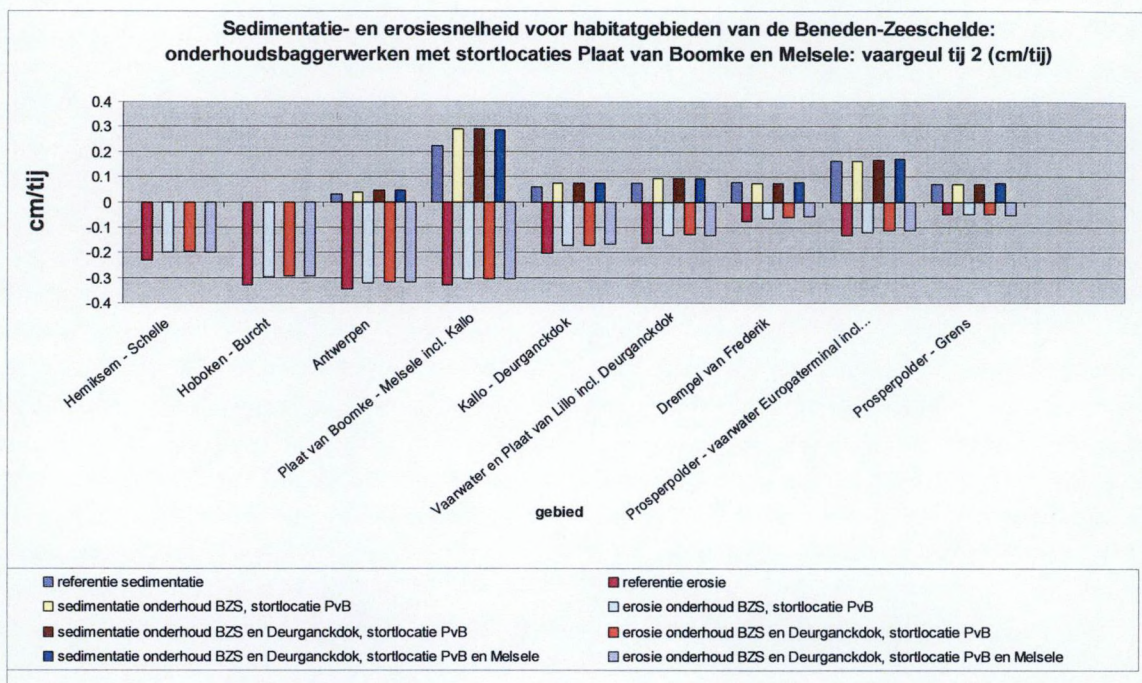
Figuur A- 29 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor nautischegebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij)) Kallosluis en Deurganckdok



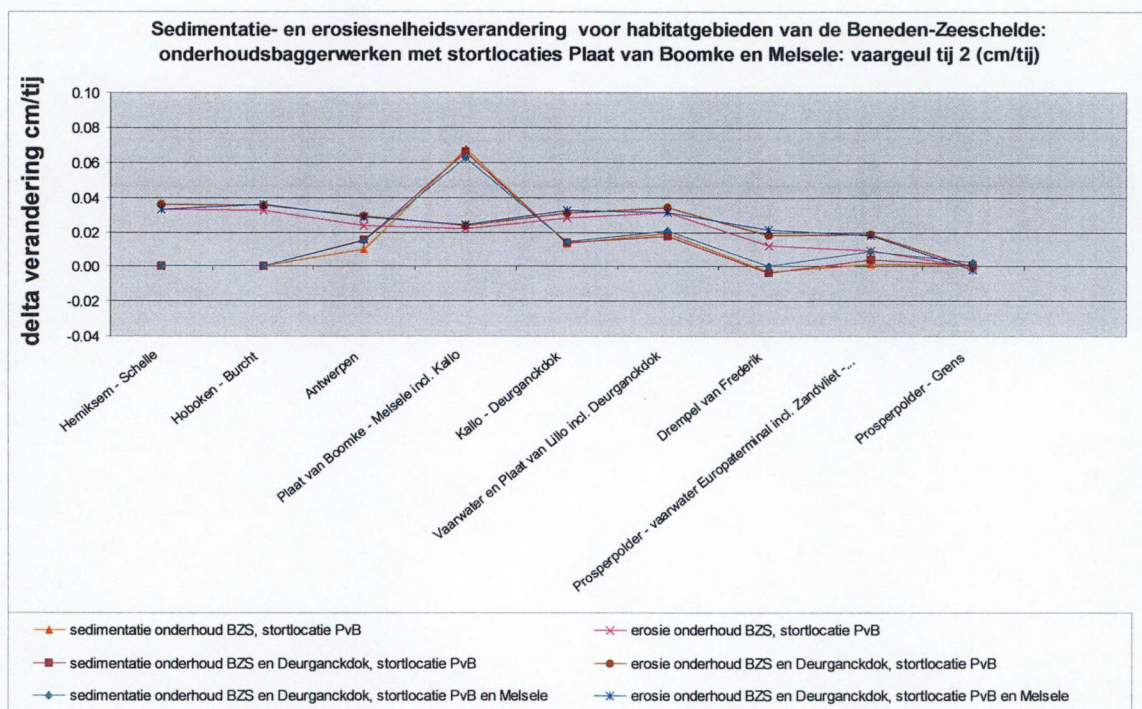
Figuur A- 30 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor nautischegebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) Kallosluis en Deurganckdok



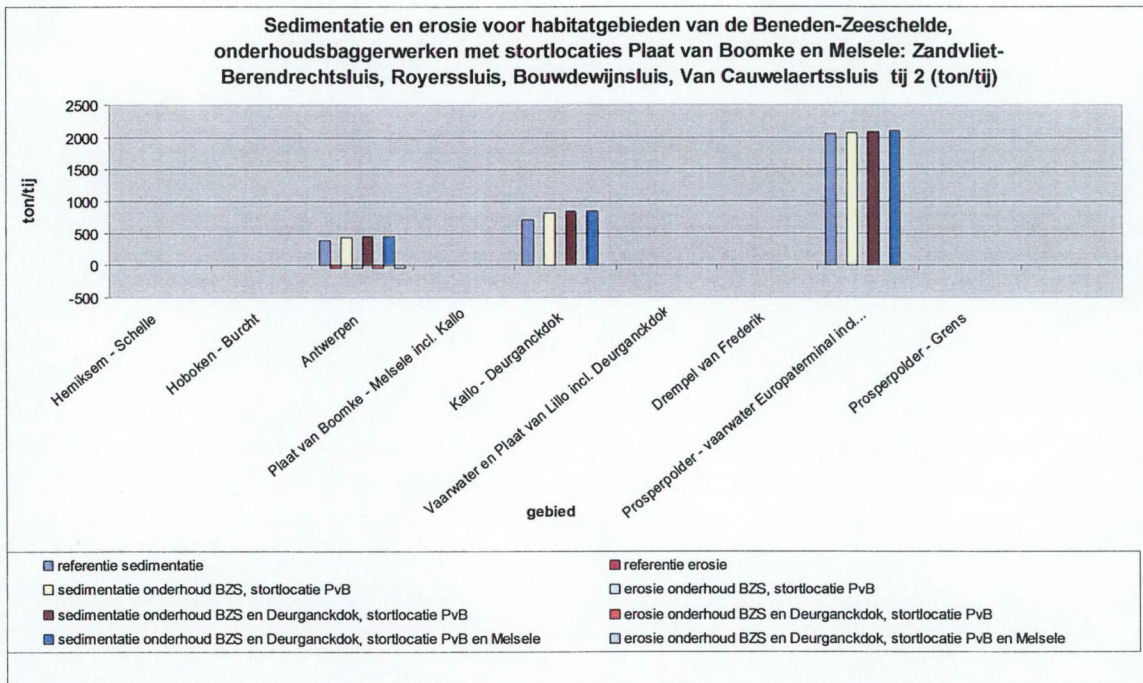
Figuur A- 31 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie en erosie (ton/tij) vaargeul



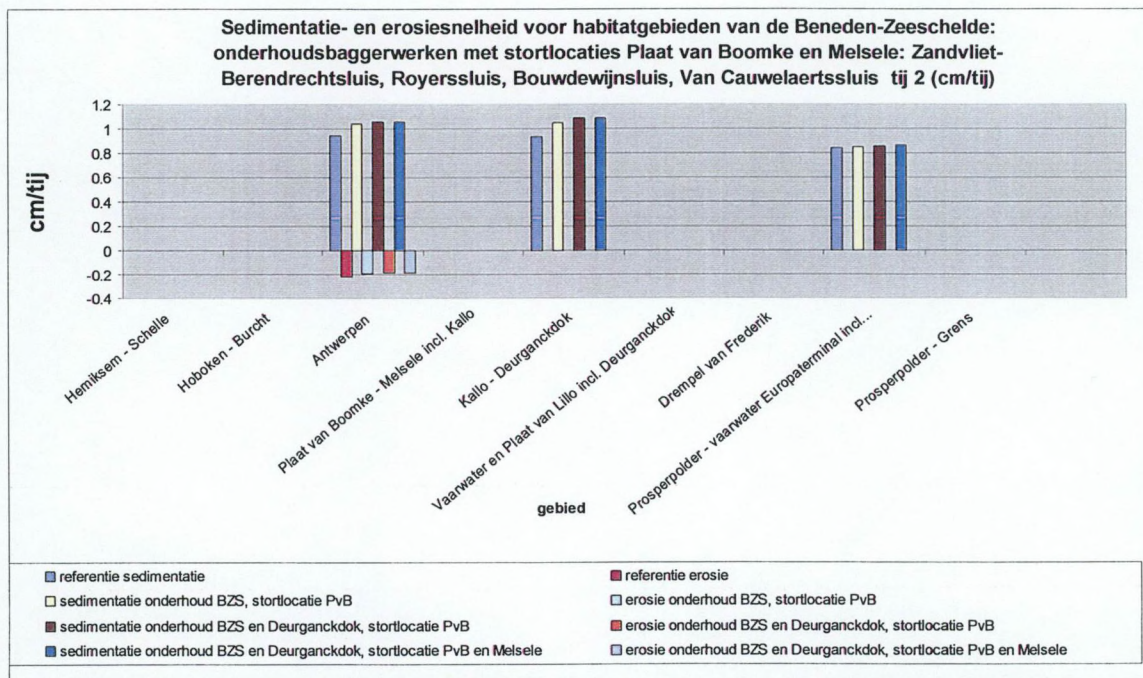
Figuur A- 32 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) vaargeul



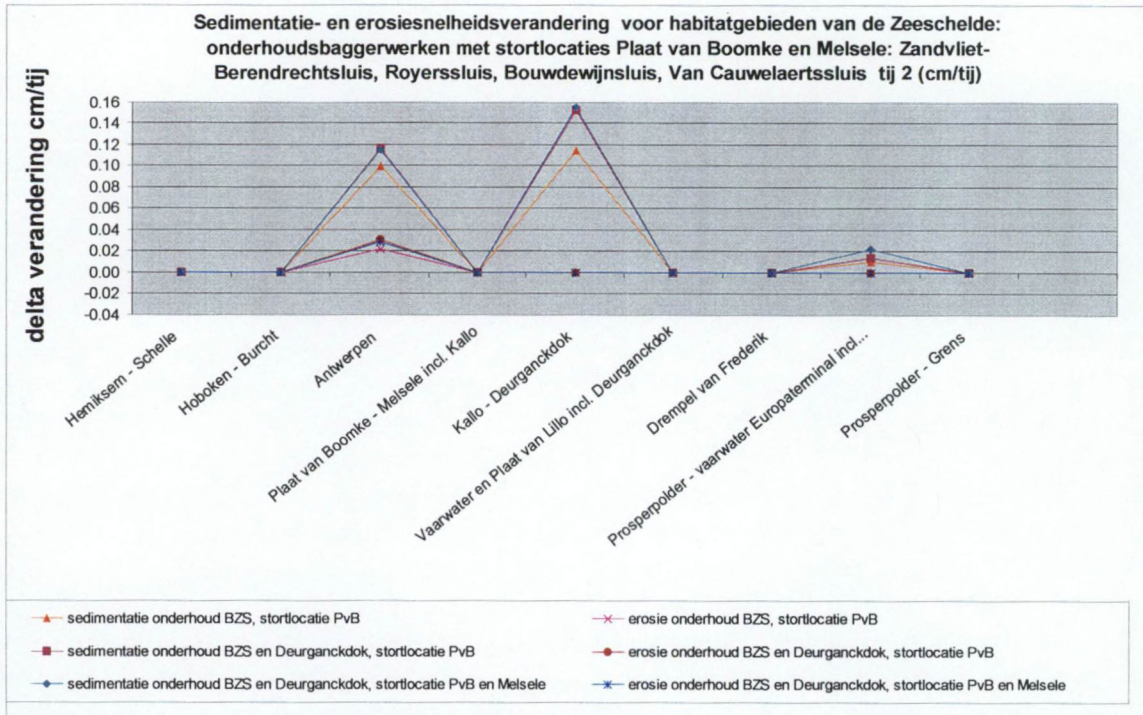
Figuur A- 33 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) vaargeul



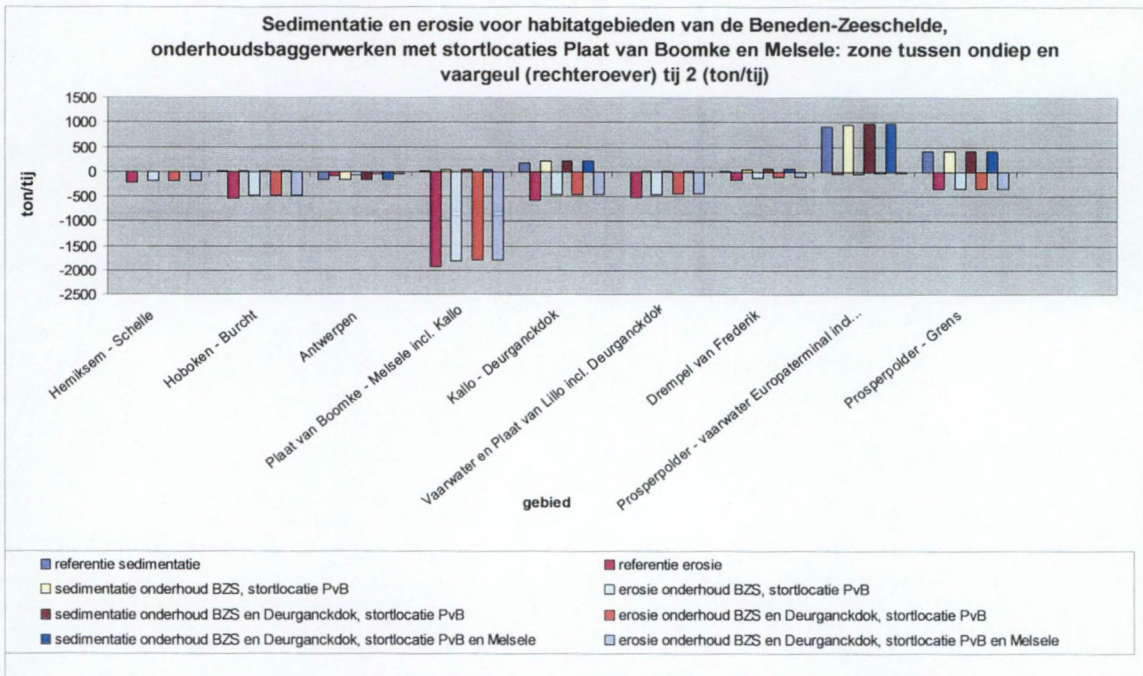
Figuur A- 34 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor nautischegebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie en erosie (ton/tij) toegangseulen rechteroever



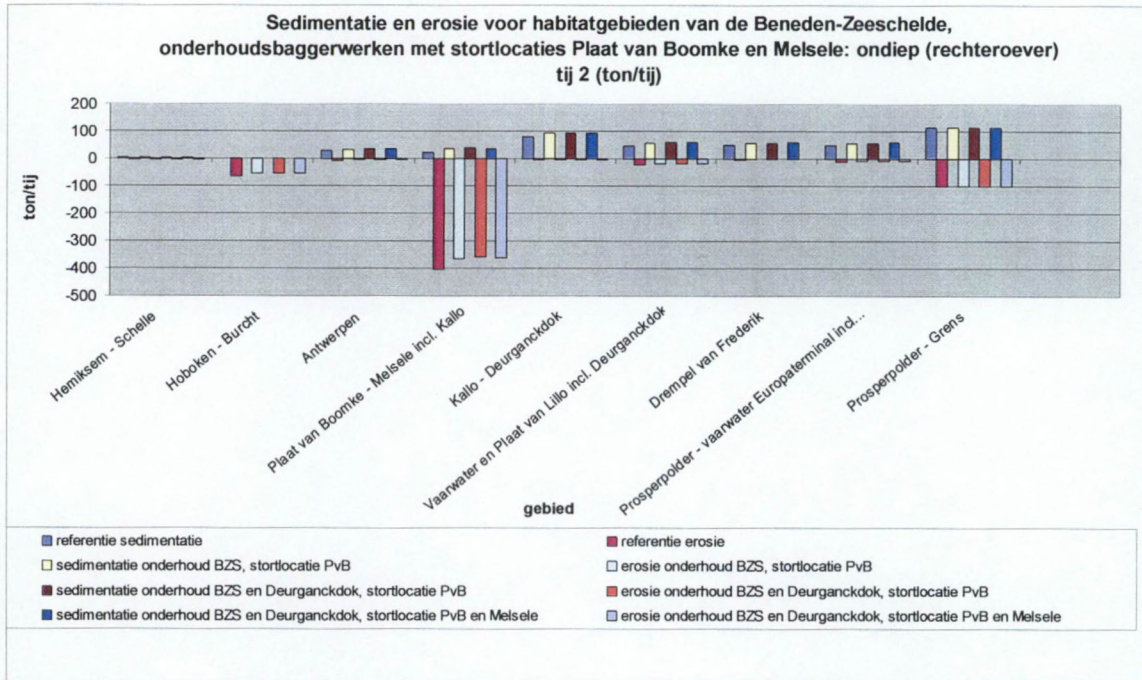
Figuur A- 35 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor nautischegebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) toegangseulen rechteroever



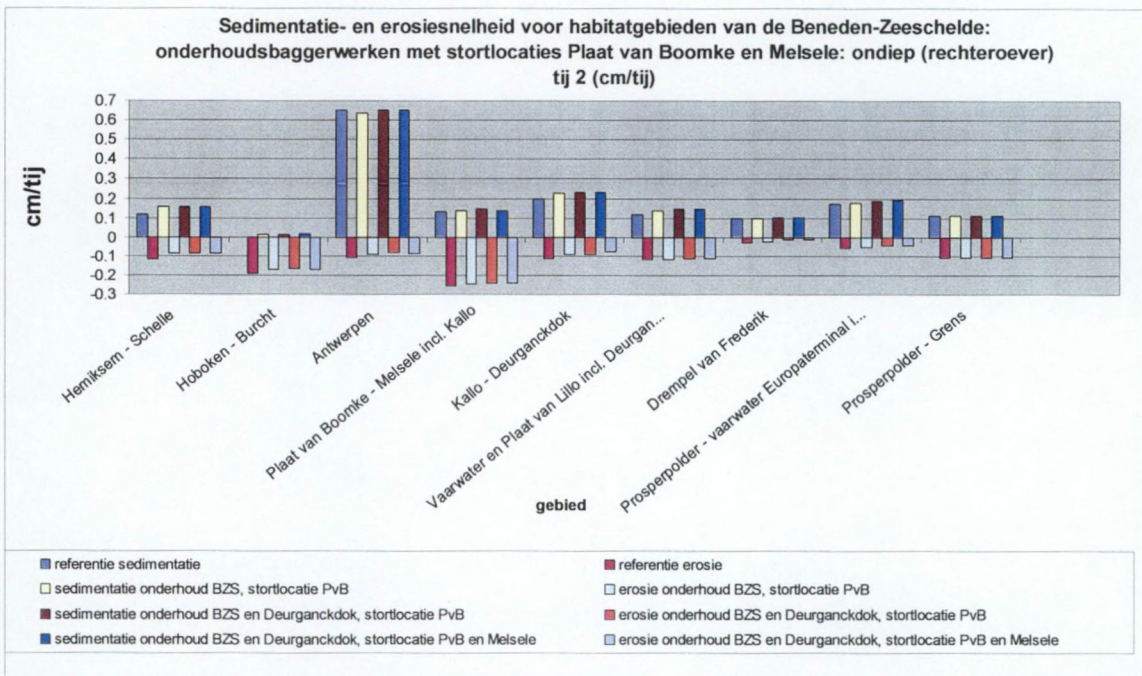
Figuur A- 36 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor nautischegebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) toegangseulen rechteroever



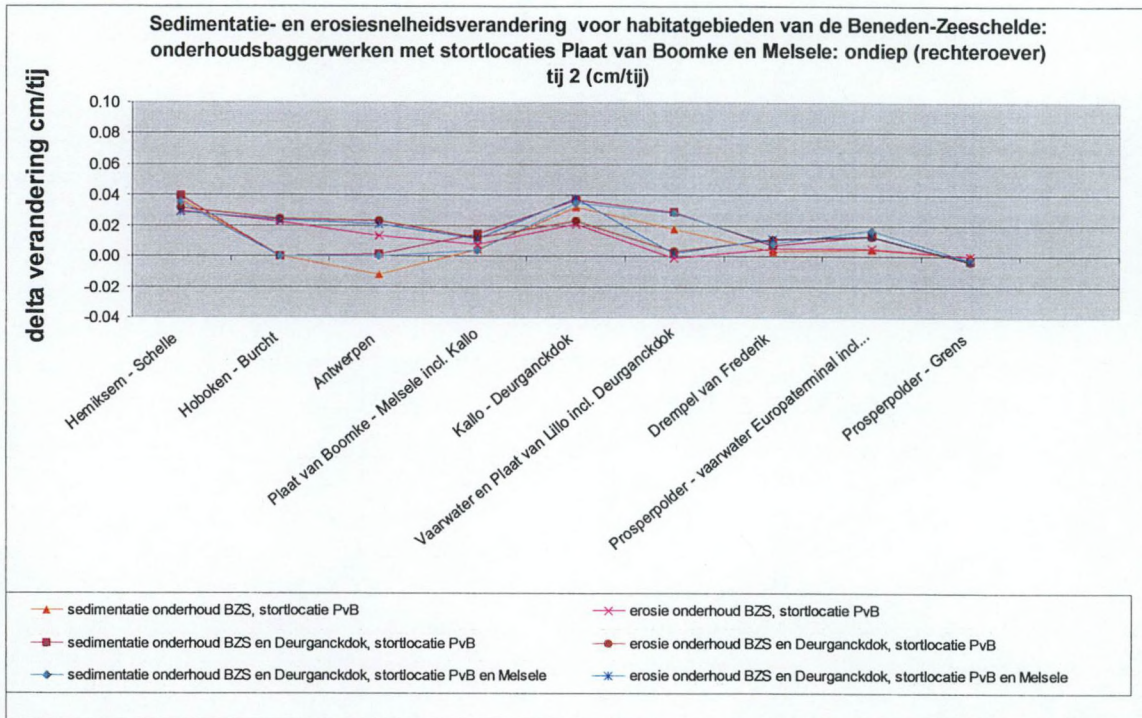
Figuur A- 37 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie en erosie (ton/tij) zone tussen ondiepwaterzone en de vaargeul, rechteroever



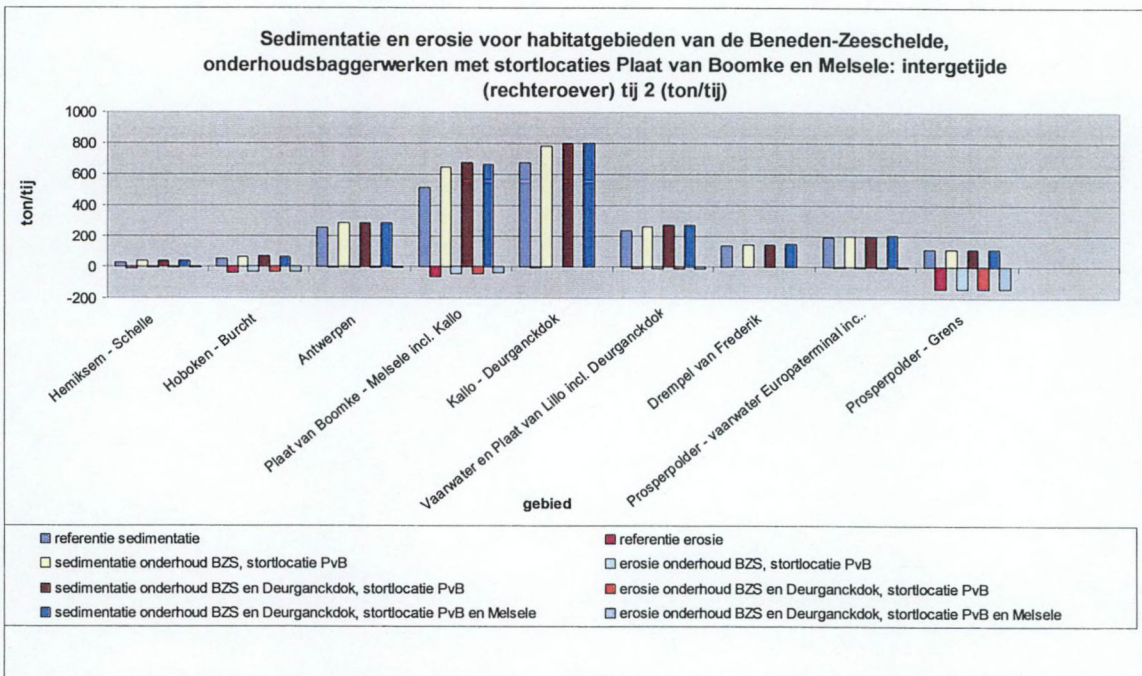
Figuur A- 38 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie en erosie (ton/tij) ondiepwatergebied rechteroever



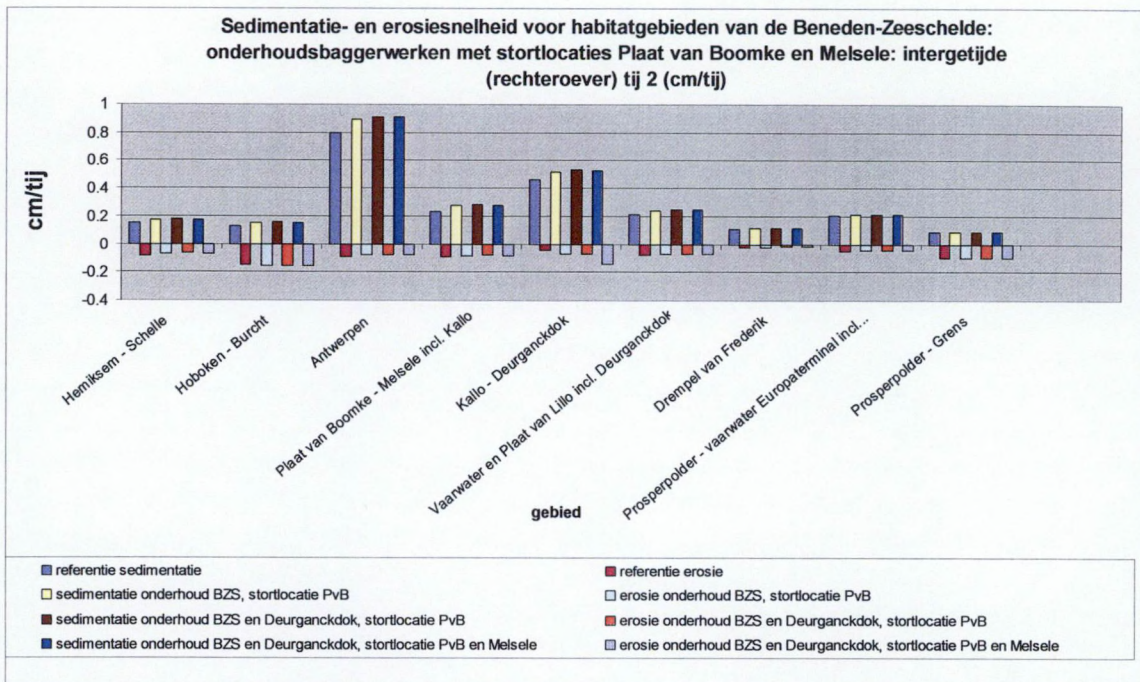
Figuur A- 39 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) ondiepwatergebied rechteroever



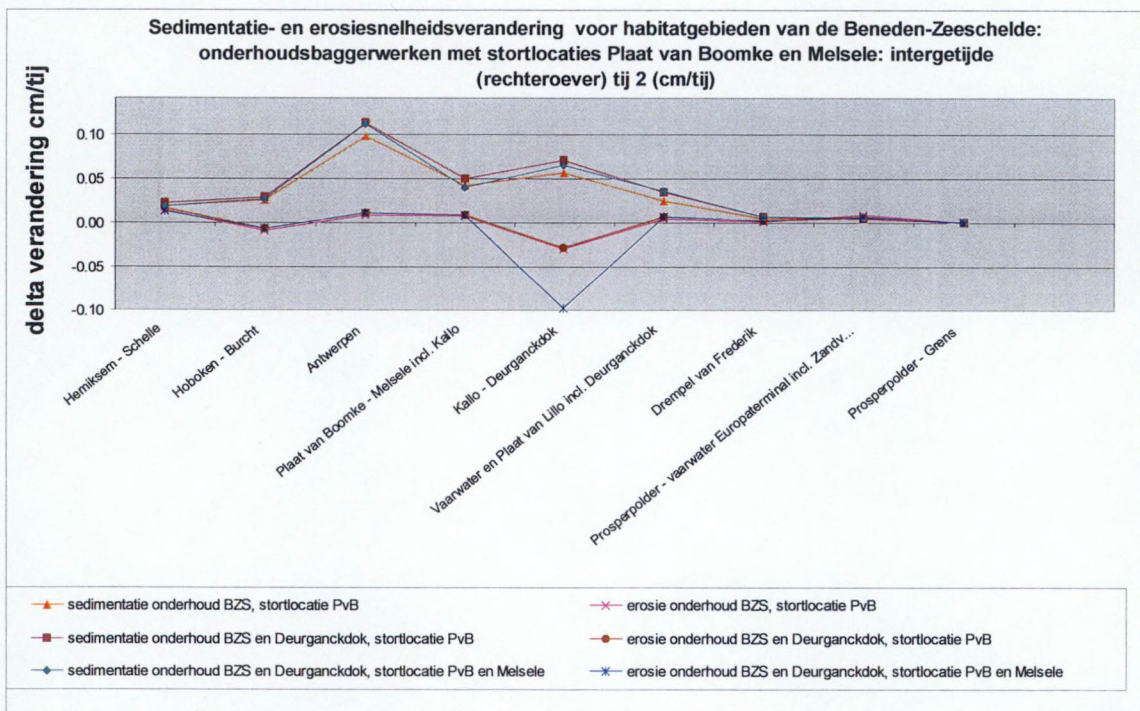
Figuur A- 40 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) ondiepwatergebied rechteroever



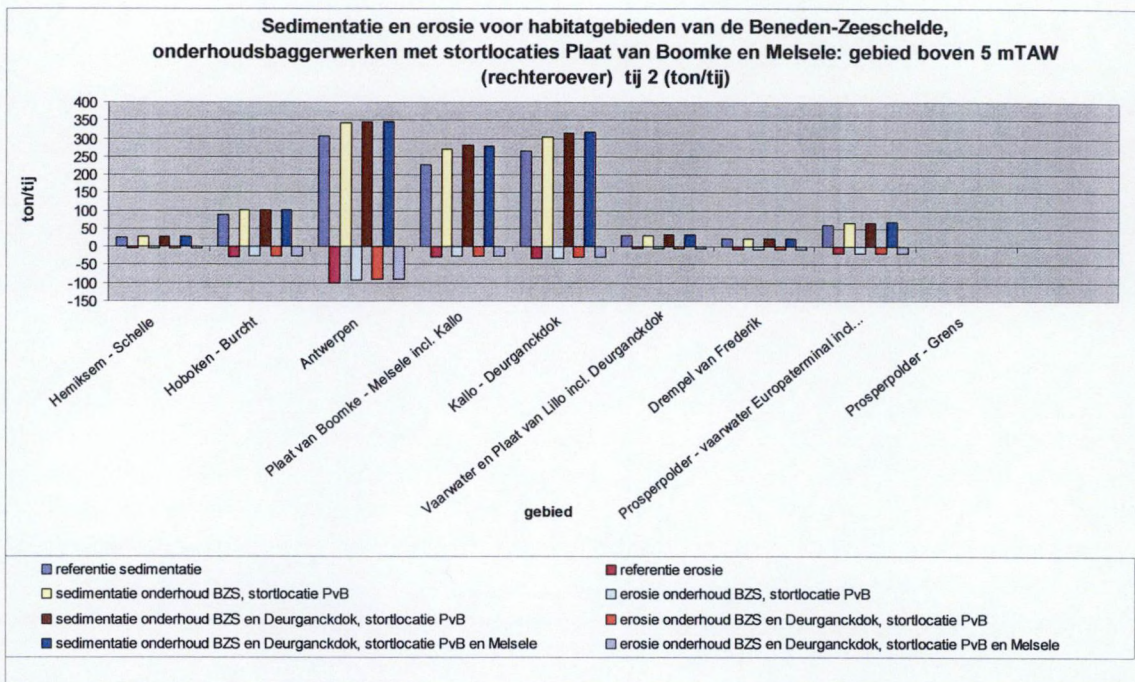
Figuur A- 41 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie en erosie (ton/tij) slikken rechteroever



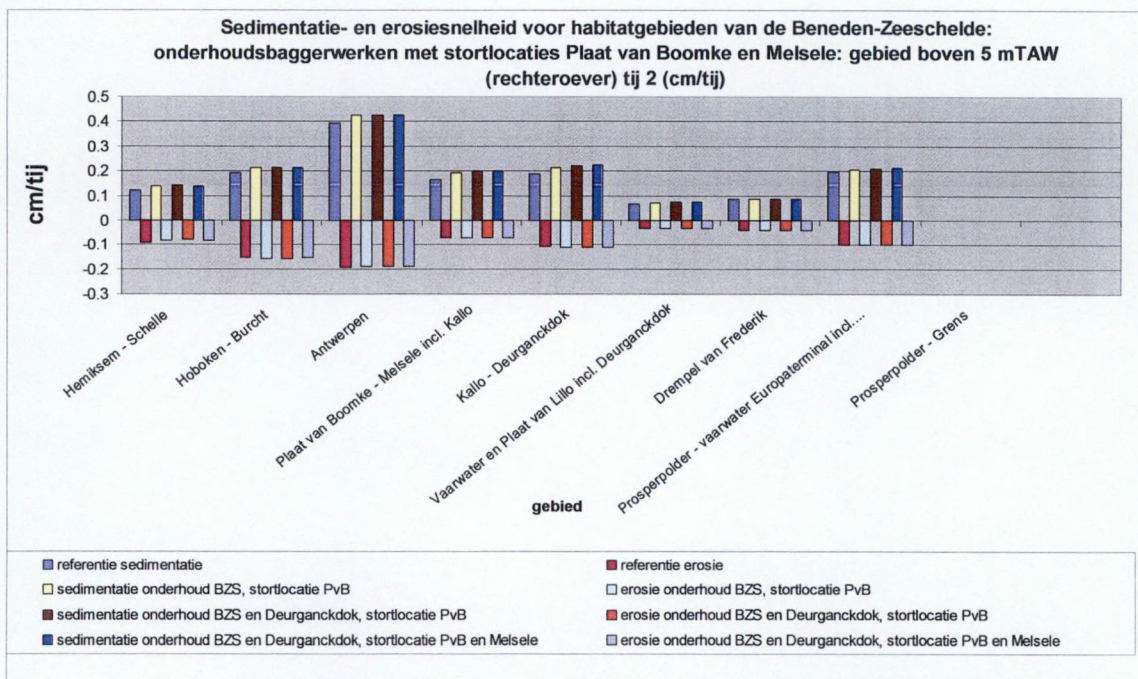
Figuur A- 42 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) slikken rechteroever



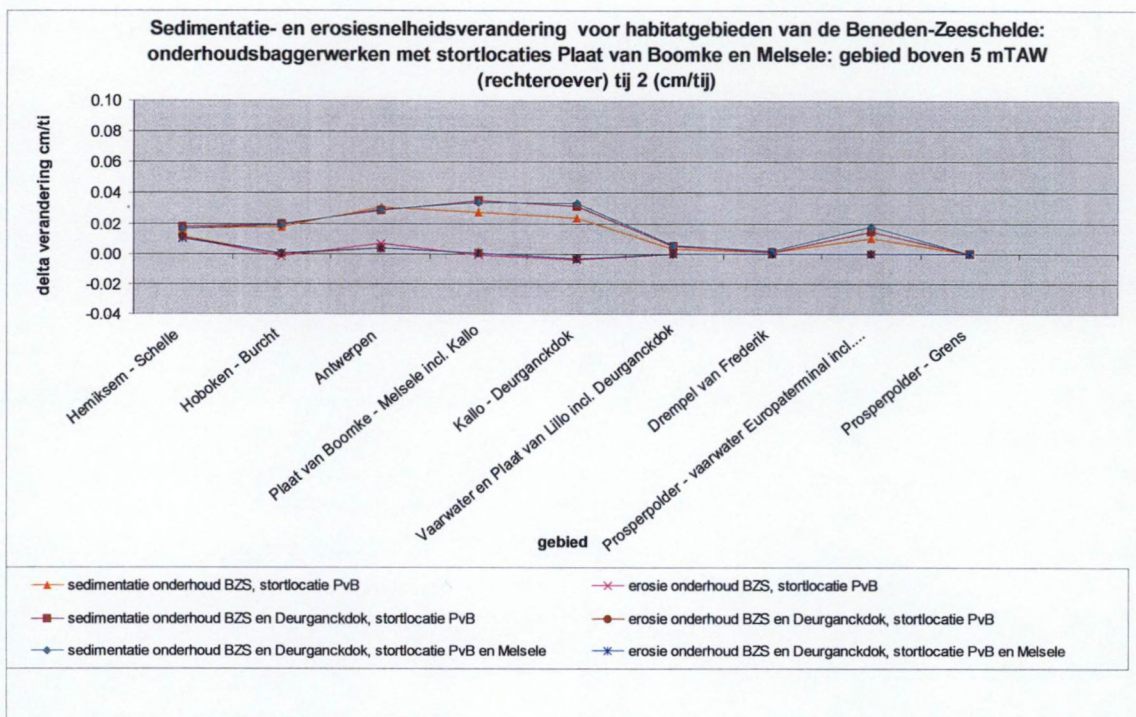
Figuur A- 43 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) slikken rechteroever



Figuur A- 44 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie en erosie (ton/tij)) schorregebied rechteroever



Figuur A- 45 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) schorregebied rechteroever



Figuur A- 46 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) schorregebied rechteroever

APP 3-6 Meerdere stortingen na elkaar

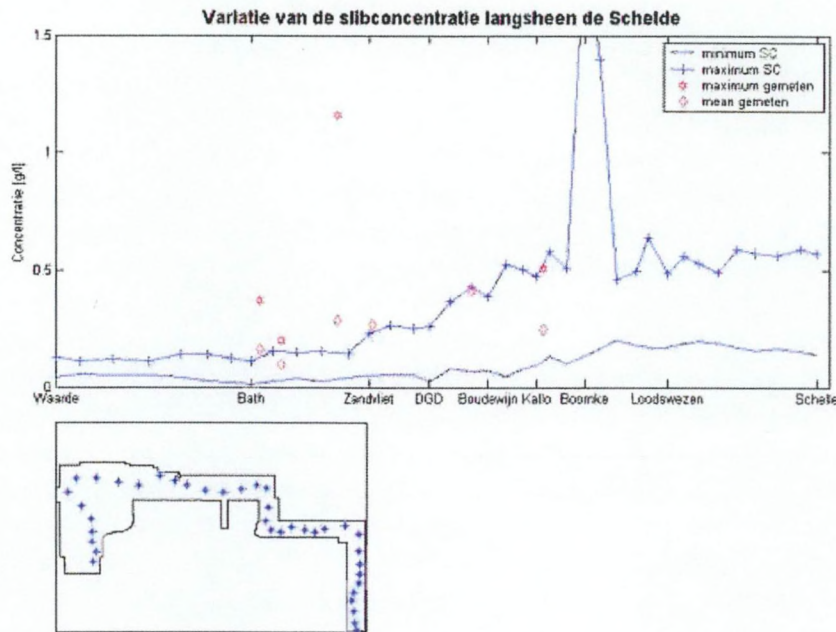
Er werd voor de stortlocatie Plaat van Boomke een scenario uitgerekend waarbij het gevolg van meerdere stortingen na elkaar bestudeerd werd. In totaal werden 7 getijden doorgerekend : tijdens de eerste vijf getijden werd gestort, tijdens de twee laatste werden geen stortingen meer uitgevoerd. Deze verhouding sluit aan bij de door de Afdeling Maritieme Toegang gehanteerde baggerfrequentie waarbij telkens vijf dagen (maandag tot vrijdag) wel gebaggerd wordt, en twee dagen (zaterdag en zondag) niet.

De verhoging in de turbiditeit veroorzaakt door meerdere stortingen werd vergeleken met de verhoging in turbiditeit veroorzaakt door een enkele storting, zowel voor wat betreft de range langsheen de Schelde, als voor de verhoging van de turbiditeit in geselecteerde punten in de Schelde.

De bereikte range bij vijf opeenvolgende getijden stortingen verschilt niet sterk van deze bereikt bij storting gedurende 1 getij, zie ook paragraaf APP 3-4 in deze appendix. De bereikte piekwaarden komen overeen voor enkelvoudig en meervoudig storten, dit wordt geïllustreerd in Figuur A- 47.

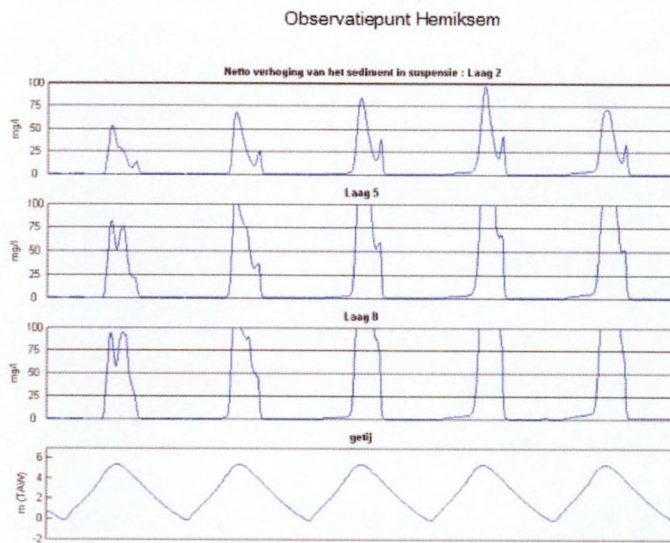
Conform van de werkwijze in punt APP 3-4 van deze appendix werd voor enkele punten op een vaste afstand van de meetlocatie de verhoging in sediment in suspensie ten opzichte van een referentierun berekend. De resultaten kunnen teruggevonden worden in Figuur A- 48 t.e.m. Figuur A- 59. Per locatie worden telkens twee figuren gegeven : de eerste figuur geeft de verhoging tijdens de eerste vijf getijcycli waarin gestort werd, de tweede figuur geeft de verhoging tijdens de twee volgende getijcycli waarin niet gestort werd.

Bij meervoudige storting, net zoals bij een enkelvoudige storting blijft, het gebied waarin de storting invloed heeft beperkt : ook bij meervoudig storten komt er geen verhoging in Bath. Voor de locaties Hemiksem, Lillo, Royerssluis en Europaterminal is het duidelijk dat het meervoudig storten geen effect heeft op de achtergrondturbiditeit : na het passeren van de sedimentwolk zakt het verschil tussen het scenario en de referentierun terug naar een nulwaarde. Wel is het zo dat de concentratie in de sedimentwolk verhoogt. Voor de locatie Kallo lijkt een lichte verhoging merkbaar van de achtergrondwaarden : na het passeren van de sedimentwolk zakt het verschil weliswaar terug, maar er blijft een verhoging ten opzichte van de referentierun merkbaar. Uit de simulaties blijkt dat er vooral voor de locaties Kallo en Royerssluis langer dan twee getijden nodig is om een enigszins normaal turbiditeitspatroon terug te krijgen.



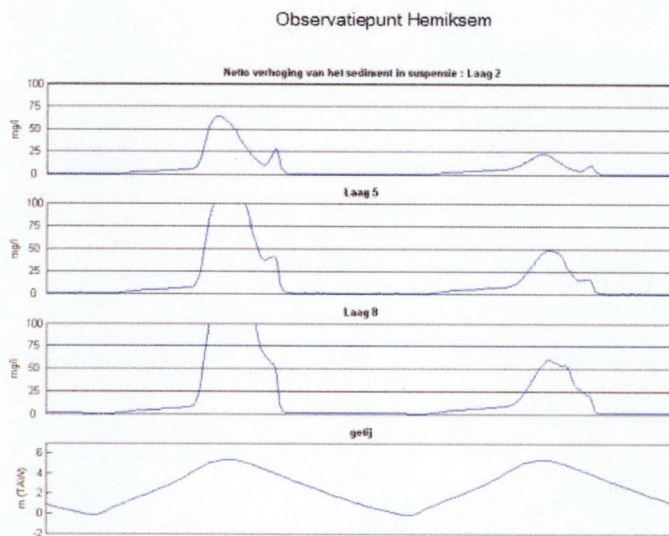
Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 47 : bereikte range (minimum, maximum) voor continu storten gedurende vijf getijden.



Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

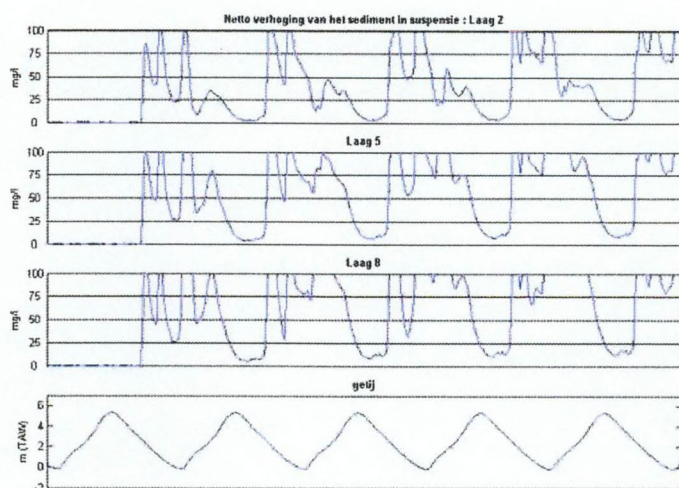
Figuur A- 48 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie te Hemiksem meervoudig storten getij 1-5 (14/16 km)



Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 49 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie te Hemiksem meervoudig storten getij 6-7 (14/16 km)

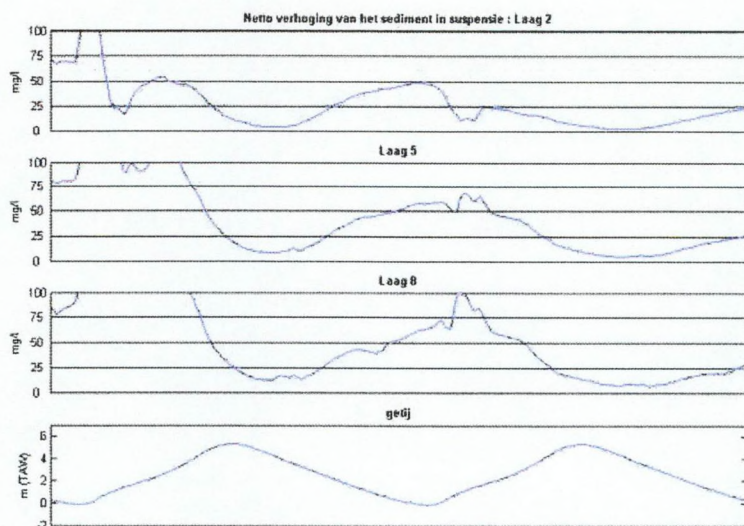
Observatiepunt SA Kallo



Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

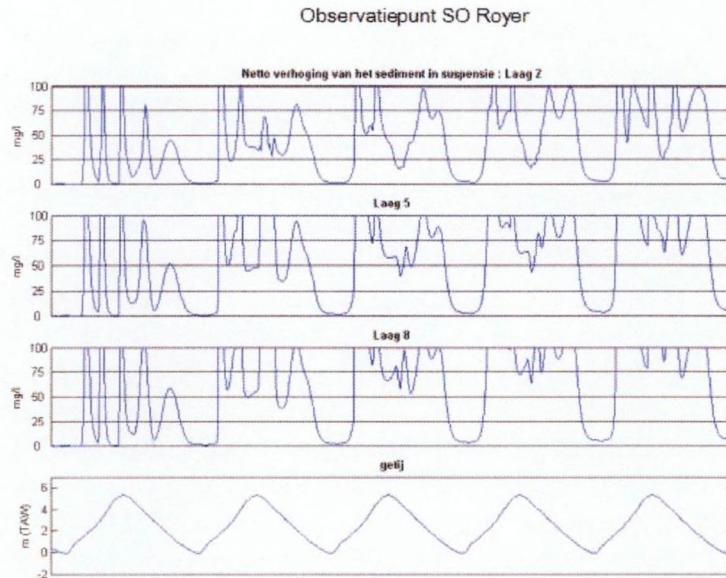
Figuur A- 50 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie: stroomafwaarts te Kallo meervoudig storten getij 1-5 (-5/-3 km)

Observatiepunt SA Kallo



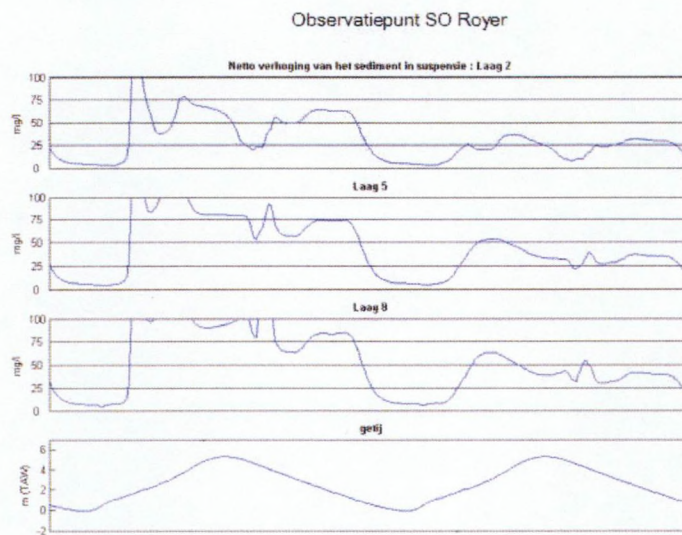
Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 51 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie: Stroomafwaarts te Kallo meervoudig storten getij 6-7 (-5/-3 km)



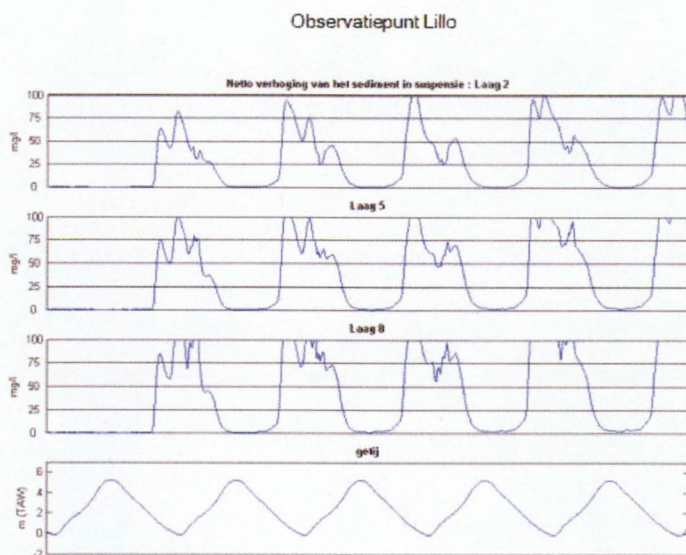
Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 52 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie: stroomopwaarts te Royerssluis meervoudig storten getij 1-5 (4/6 km)



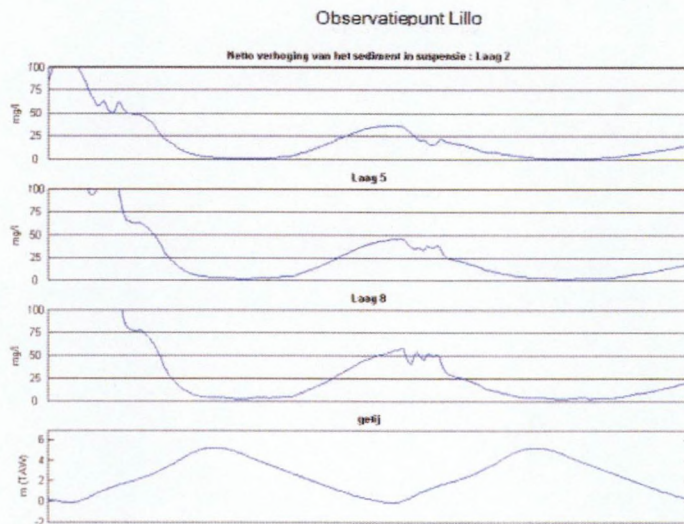
Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 53 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie: stroomopwaarts te Royerssluis meervoudig storten getij 5-7 (4/6 km)



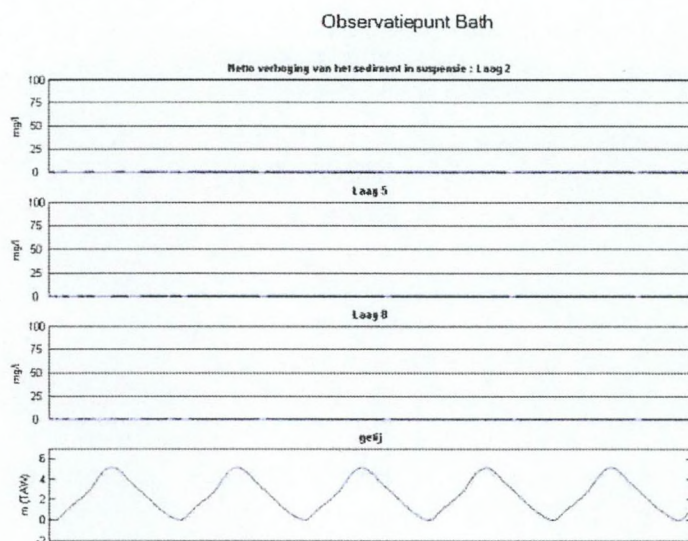
Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 54 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie te Lillo meervoudig storten getij 1-5 (-10/-8 km)



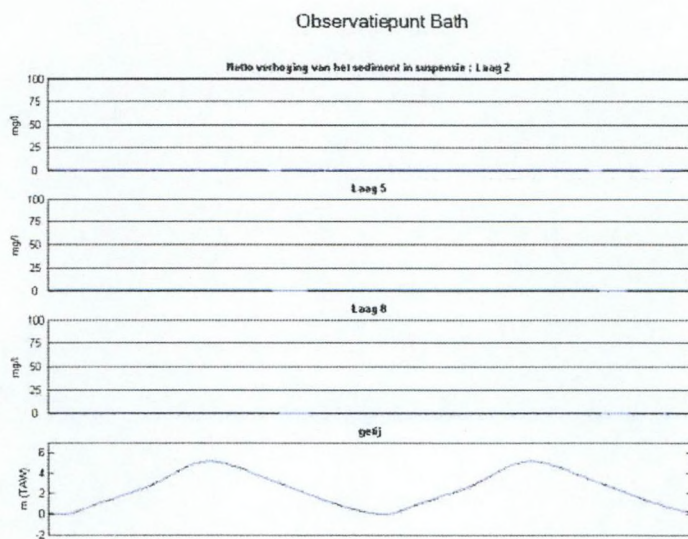
Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 55 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie te Lillo meervoudig storten getij 6-7 (-10/-8 km)



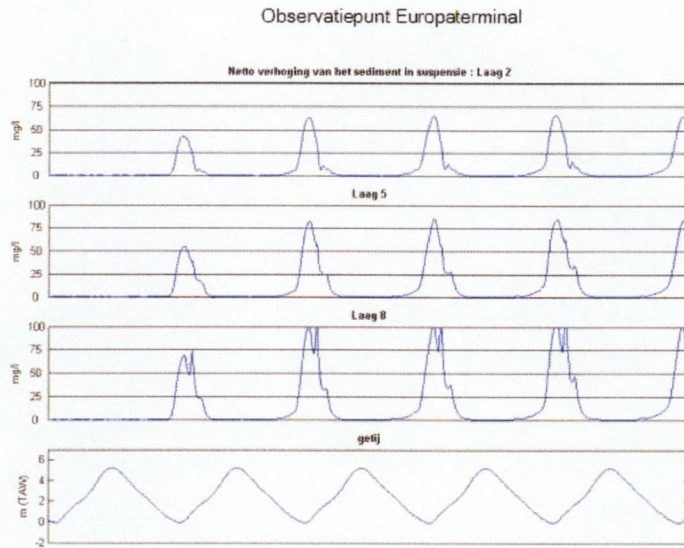
Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 56 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie te Bath meervoudig storten getij 1-5 (-10/-8 km)



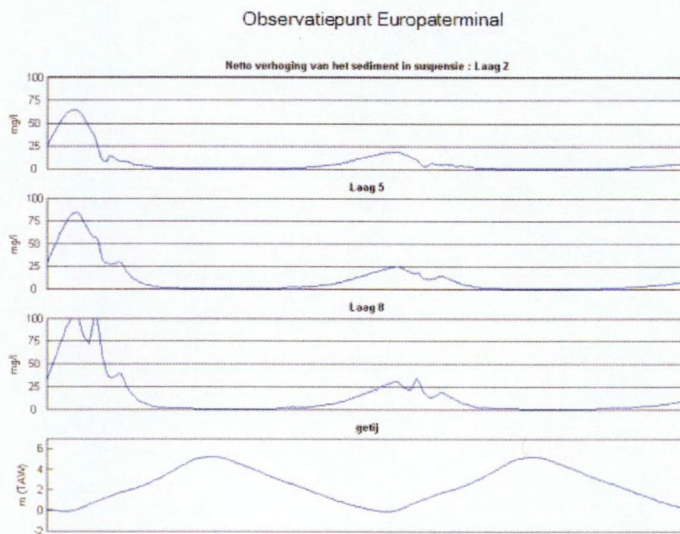
Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 57 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie te Bath meervoudig storten getij 6-7 (-10/-8 km)



Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 58 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie aan de Europaterminal meervoudig storten getij 1-5 (-15/-10 km)



Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 59 : Netto verhoging van het gehalte aan sediment in suspensie aan de Europaterminal meervoudig storten getij 6-7 (-15/-10 km)

APPENDIX 4 STORTEN OP ANDERE LOCATIES

APP 4-1 Inleiding

In het kader van het uitgevoerde onderzoek naar de optimalisatie van de onderhoudsbaggerwerken voor het Deurganckdok werden ook enkele alternatieve locaties bestudeerd. Deze zullen hieronder kort besproken worden, de eventuele mogelijkheden die deze locaties bieden zullen aangegeven worden.

Tevens werd door het Waterbouwkundig Laboratorium in opdracht van AMT een onderzoek uitgevoerd naar de haalbaarheid van een reserve stortplaats ter hoogte van de Vlakte van Hoboken. De resultaten van deze modelleringsstudie zijn terug te vinden in APPENDIX 5.

APP 4-1.1 Verwerking van de resultaten

Bij de verwerking van de modelresultaten afkomstig uit de scenario's voor het storten op andere locaties werd getracht een kort overzicht te geven van de voor en nadelen van iedere bestudeerde stortlocatie. Een analyse werd uitgevoerd naar de invloed van het onderzochte scenario op de turbiditeit, en naar de efficiëntie van het uitgerekende scenario. Voor een uitgebreidere bespreking van de uitgerekende scenario's wordt verwezen naar het betreffende rapport (IMDC, 2004)

APP 4-2 Storten op Noord Ballast

APP 4-2.1 Inleiding

Op de stortlocatie Noord Ballast werd een simulatie uitgevoerd waarbij tijdens eb 2100 TDS gestort werd, verdeeld over drie stortmomenten waarbij telkens 700 TDS gestort werd.

APP 4-2.2 Stortlocatie

De stortlocatie Noord Ballast ligt op de rand van de vaargeul, aan de rand van de Ballastplaat.



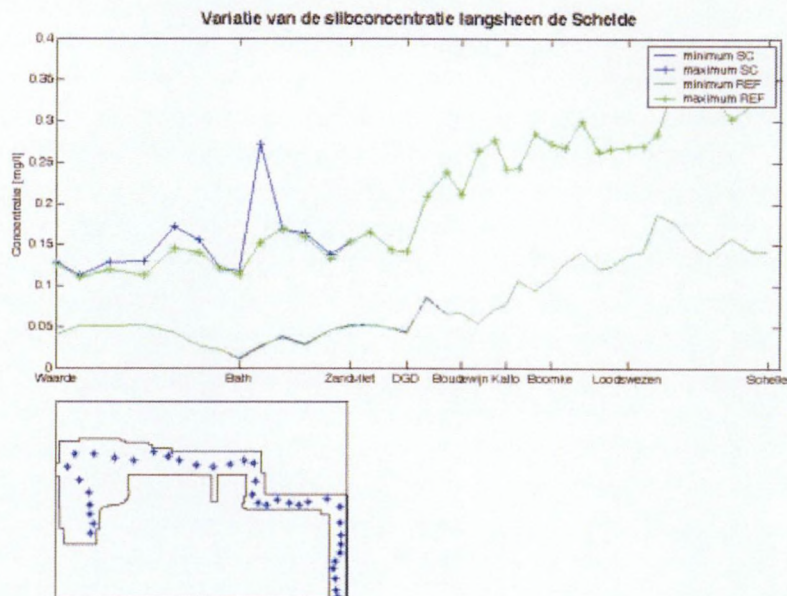
Figuur A- 60 : stortlocatie Noord Ballast

APP 4-2.3 Bespreking

Figuur A- 61 geeft de range waartussen de turbiditeit schommelt langsheen een langsas van de Schelde. De verhoging in de turbiditeit ten opzichte van een referentierun zonder baggerwerken is vooral merkbaar ter hoogte van de Ballastplaat, maar minder in de zone rond het Deurganckdok.

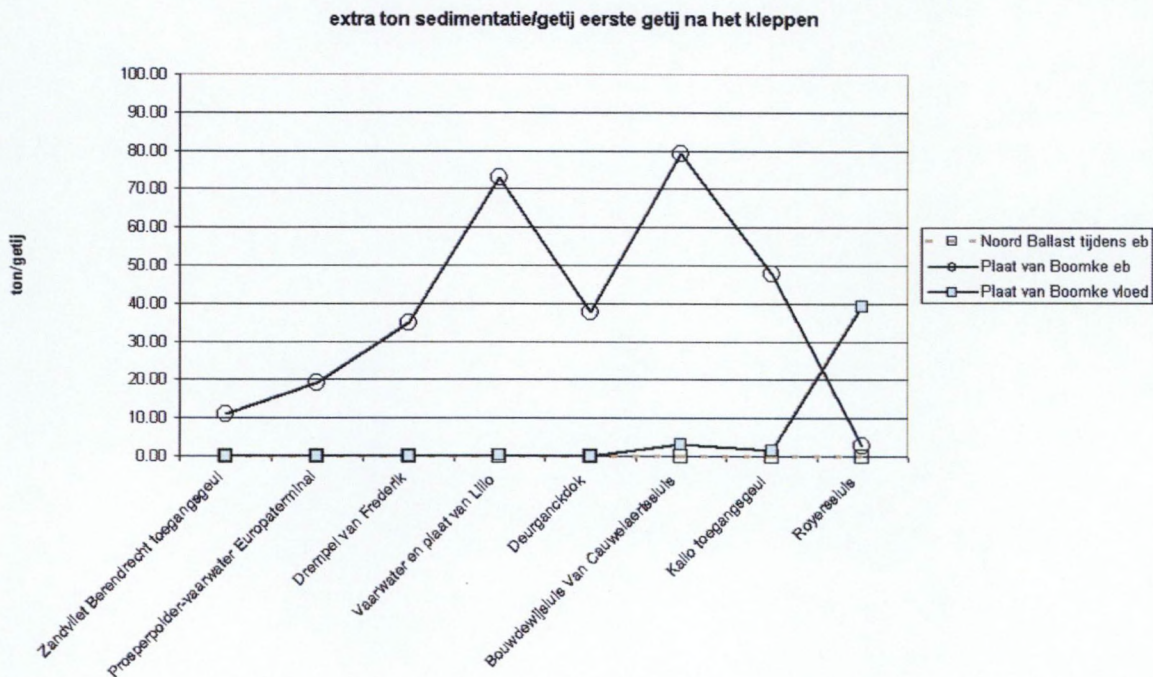
Figuur A- 62 en Figuur A- 63 tonen de extra ton sedimentatie per getij na het storten van 2100 TDS. Vooral het tweede getij (Figuur A- 63) is belangrijk. De effectiviteit van het baggeren is minder goed afwaarts het Deurganckdok, opwaarts het Deurganckdok zijn de resultaten iets beter.

Figuur A- 64 toont de gemiddelde verhoging van de sedimentatiesnelheid ter hoogte van slikken en schorren voor het tij na het storten. Hierbij worden de resultaten vergeleken voor stortlocatie Plaat van Boomke en Noord Ballast. Er treedt een beperkte sedimentatiesnelheidsverhoging op afwaarts van het Deurganckdok. De verhoging van de sedimentatiesnelheid is echter merkbaar over de Nederlands grens.

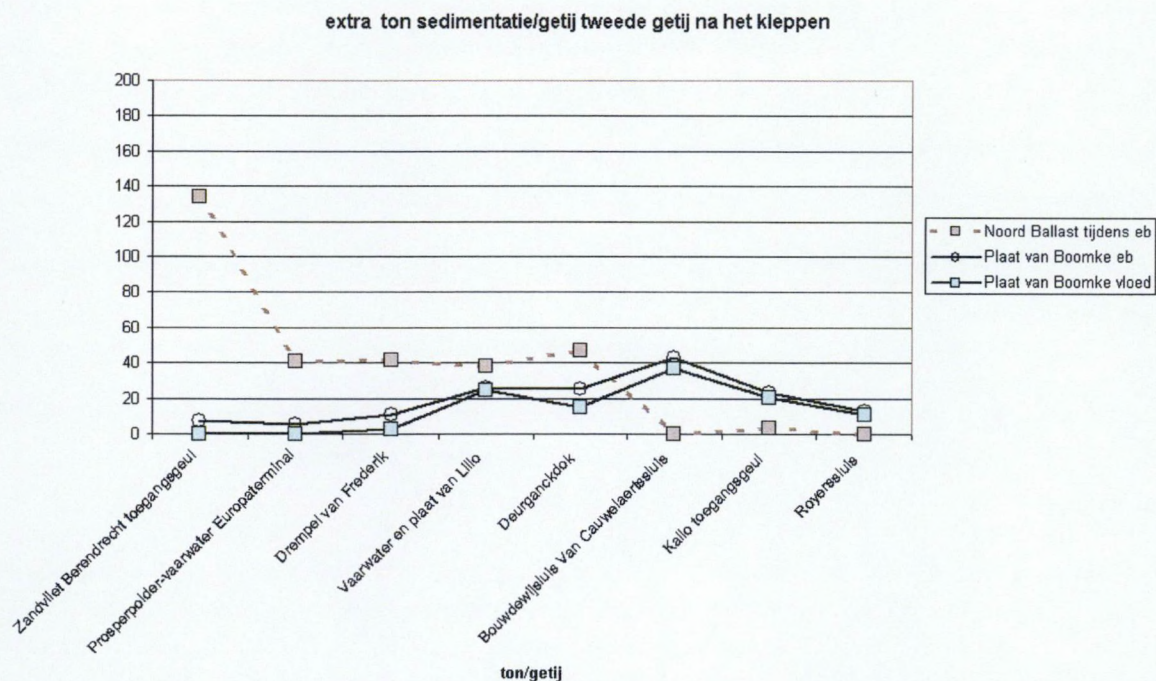


Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

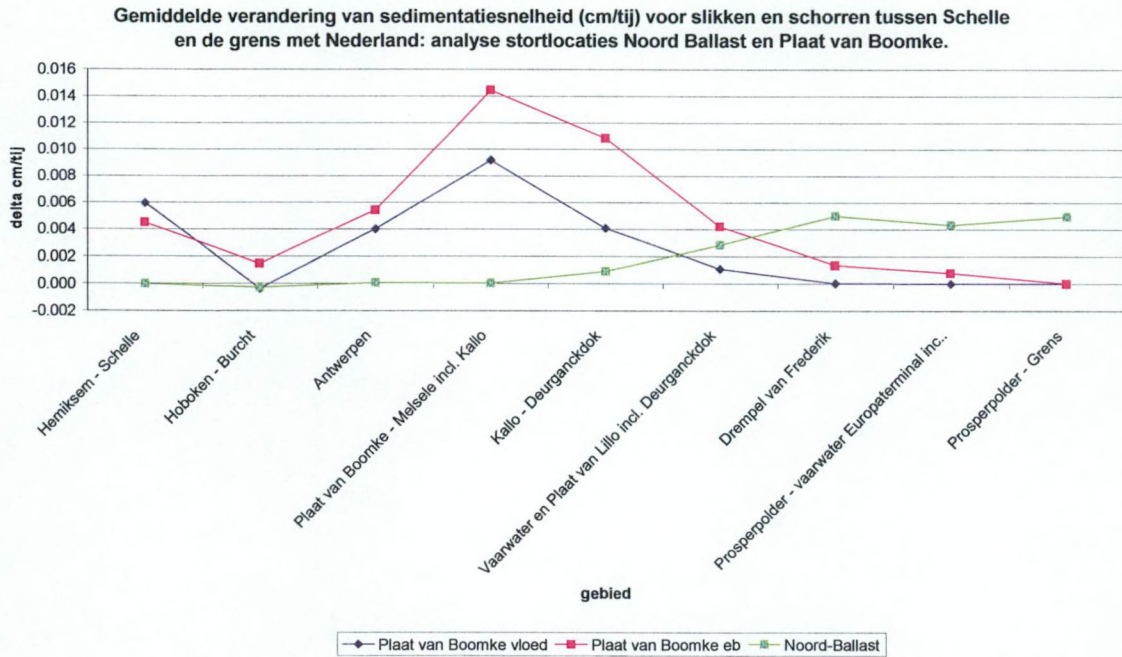
Figuur A- 61 : bereikte maximum en minimumwaarden voor de sedimentconcentratie in een langsprofiel langs de Schelde voor een simulatie met storten op Noord Ballast. De kruisjes geven de punten langsheen de Schelde aan waarin data opgenomen werd.



Figuur A- 62 : extra ton sedimentatie/getij gedurende het eerste getij na het kleppen, vergelijking tussen kleppen op Noord Ballastof op Plaat van Boomke



Figuur A- 63 : extra ton sedimentatie/getij gedurende het tweede getij na het kleppen, vergelijking tussen kleppen op Noord Ballastof op Plaat van Boomke



Figuur A- 64 : verandering sedimentatiesnelheid (cm/tij) gedurende het tweede getij na het kleppen, vergelijking tussen kleppen op Noord Ballast of op Plaat van Boomke

APP 4-2.4 Besluit

Bij het storten op Noord Ballast wordt een verhoging van de turbiditeit veroorzaakt ter hoogte van de Ballastplaat. De effectiviteit van het baggerproces is minder voor de zones afwaarts het Deurganckdok. De sedimentatiesnelheid stijgt beperkt ter hoogte van slikken en schorren die gelegen zijn afwaarts van het Deurganckdok. Het is echter duidelijk uit het model dat het storten op Noord Ballast een beduidende grensoverschrijdende sedimenttransfer inhoudt, hetgeen maakt dat deze stortlocatie niet kan weerhouden worden.

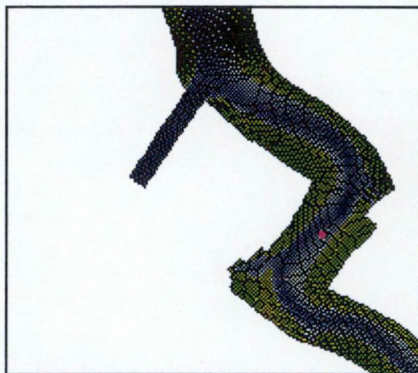
APP 4-3 Storten op de Plaat van de Parel

APP 4-3.1 Inleiding

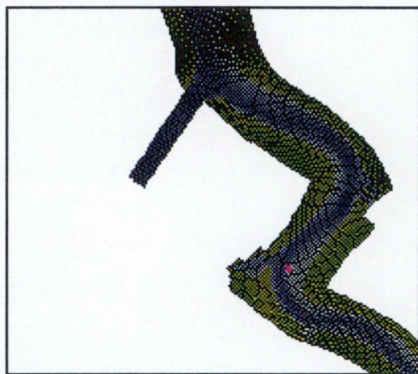
Op de stortlocatie Plaat van de Parel werden twee scenario's uitgerekend. Een eerste scenario's omhelsde het storten van 2100 ton tijdens vloed, in de omgeving van de Plaat van de Parel (zie Figuur A- 65), een tweede scenario's bestond uit het storten van 2100 ton tijdens eb. De 2100 TDS werd verdeeld over 3 stortingen van elk 700 TDS. Er werd telkens gerekend gedurende drie getijden, waarbij in het eerste getij een storting werd doorgevoerd.

APP 4-3.2 Stortlocatie

Voor het storten op de Parel werden twee stortlocaties uitgekozen voor vloed, respectievelijk eb. De stortlocatie voor eb is gelegen in de omgeving van boei 98, de stortlocatie tijdens vloed is gelegen in de omgeving van boei 94.



Figuur A- 65 : stortlocatie tijdens eb voor Plaat van de Parel

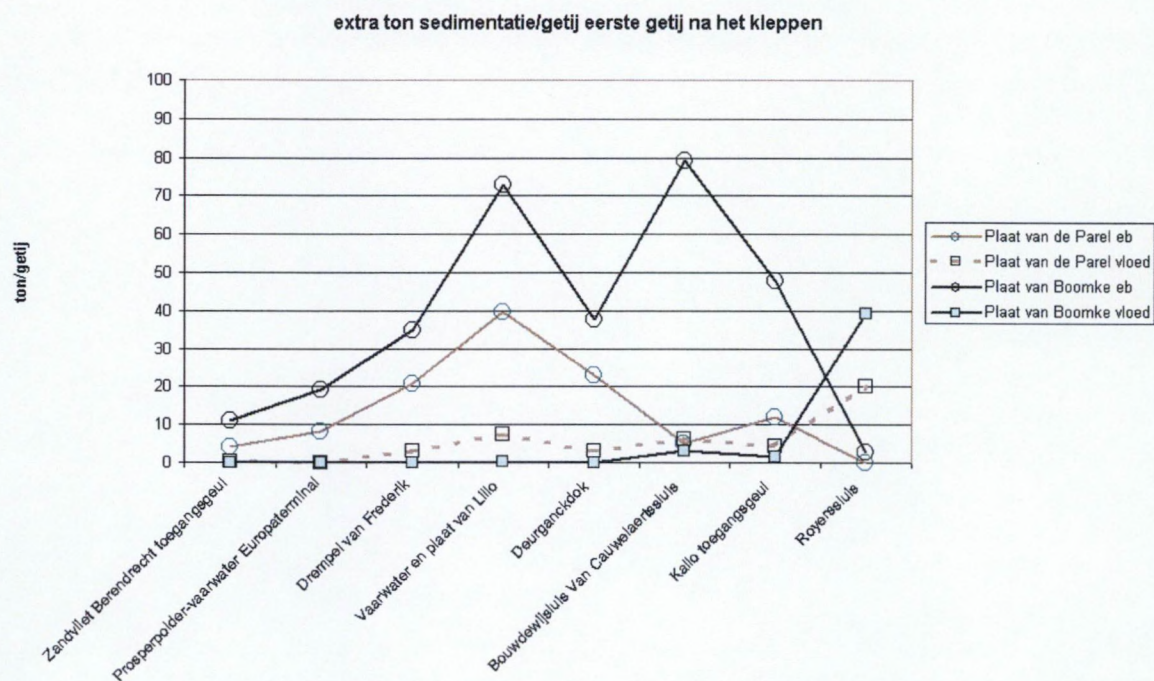


Figuur A- 66 : stortlocatie tijdens vloed voor Plaat van de Parel

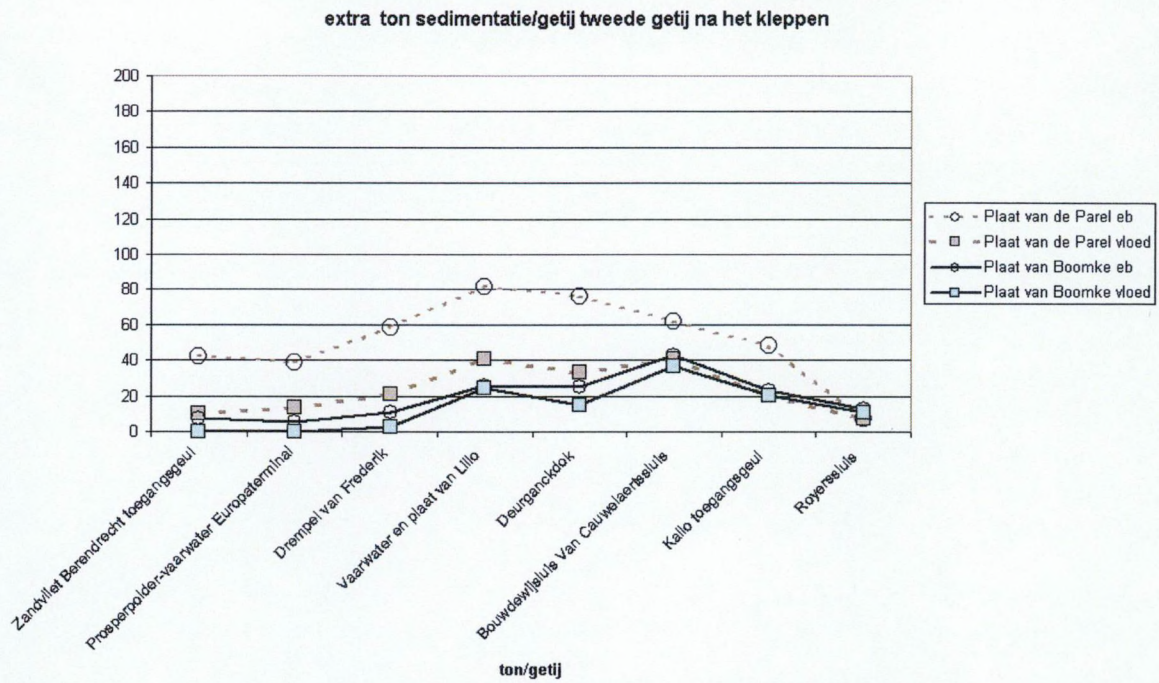
APP 4-3.3 Bespreking

In Figuur A- 67 en Figuur A- 68 wordt de vergelijking gemaakt tussen de effectiviteit van de baggerwerken met enerzijds storten op de Plaat van de Parel en anderzijds met storten op de Plaat van Boomke. Bij de vergelijking tussen de gesedimenteerde hoeveelheden in nautisch belangrijke gebieden komt naar voren dat vooral tijdens het tweede getij de stortplaats Plaat van de Parel resultaten geeft die iets beter zijn als deze bij het storten op de Plaat van Boomke, waarbij de resultaten tijdens het tweede getij iets minder zijn dan die voor de Plaat van Boomke. De verhoging in de turbiditeit valt te vergelijken met deze bekomen door het storten op de Plaat van Boomke.

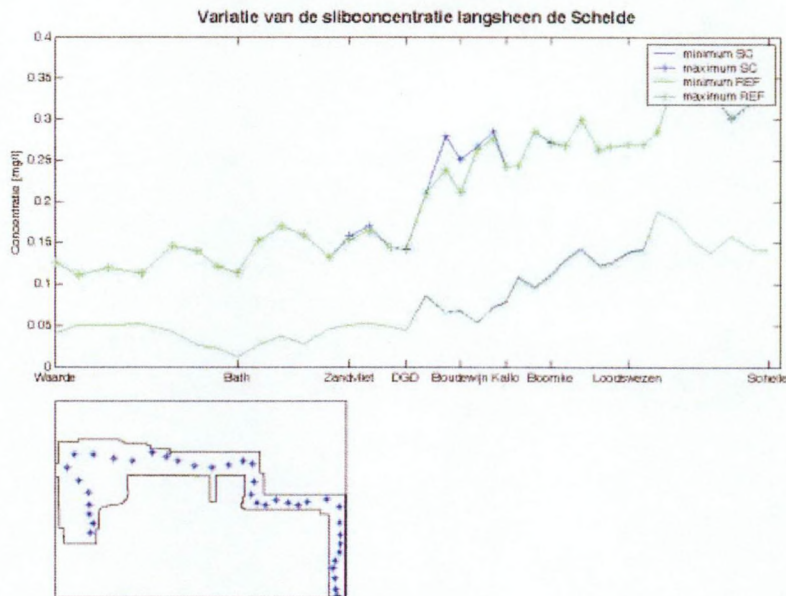
Figuur A- 71 toont de gemiddelde verhoging van de sedimentatiesnelheid ter hoogte van slikken en schorren voor het tij na het storten. Hierbij worden de resultaten vergeleken voor stortlocatie Plaat van Boomke en Plaat van Parel. De verhoging in sedimentatiesnelheid is voor het storten tijdens vloed ter hoogte van de Plaat van Parel (boei 98), vergelijkbaar met storten op de Plaat van Boomke tijdens vloed. Storten tijdens vloed ter hoogte van boei 94 zorgt voor een beperkt verhoogde sedimentatiesnelheid tussen Kallo en het Deurganckdok.



Figuur A- 67 : extra ton sedimentatie/getij gedurende het eerste getij na het kleppen, vergelijking tussen kleppen op Plaat van de Parel of op Plaat van Boomke

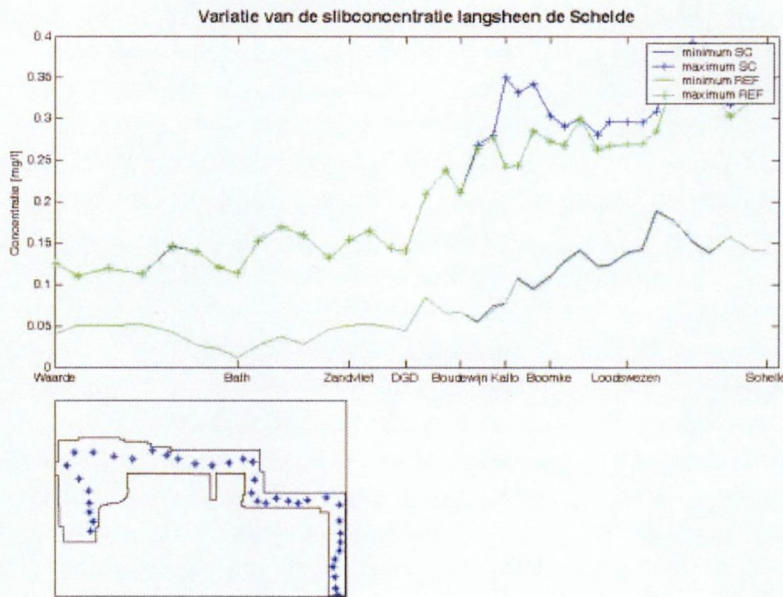


Figuur A- 68 : extra ton sedimentatie/getij gedurende het tweede getij na het kleppen, vergelijking tussen Plaat van de Parel en Plaat van Boomke



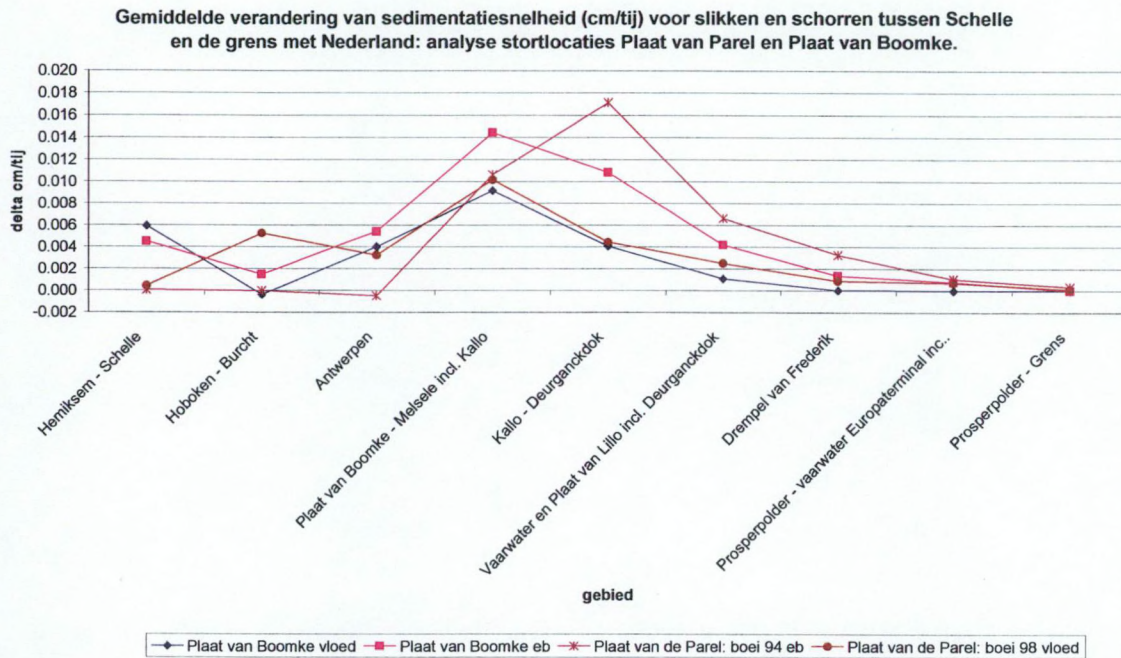
Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 69 : bereikte maximum en minimumwaarden voor de sedimentconcentratie in een langspoor langs de Schelde voor een simulatie met storten op de Plaat van de Parel tijdens vloed. De kruisjes geven de punten langsheen de Schelde aan waarin data opgenomen werd.



Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 70 : bereikte maximum en minimumwaarden voor de sedimentconcentratie in een langspiegel langs de Schelde voor een simulatie met storten op de Plaat van de Parel tijdens eb. De kruisjes geven de punten langsheen de Schelde aan waarin data opgenomen werd.



Figuur A- 71 : verandering sedimentatiesnelheid (cm/tij) gedurende het tweede getij na het kleppen, vergelijking tussen Plaat van de Parel en Plaat van Boomke

APP 4-3.4 Besluit

De effecten van het storten op de Plaat van de Parel zijn te vergelijken met deze bij het storten op de Plaat van Boomke, zowel qua effectiviteit als qua effect op de turbiditeit en qua sedimentatiesnelheid.

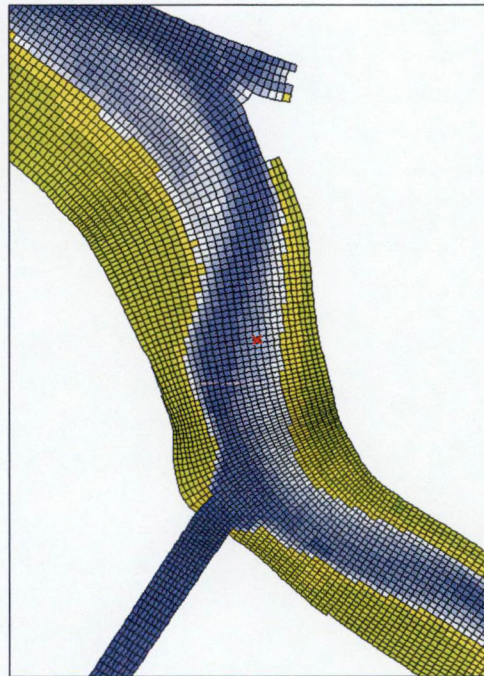
Over de mogelijke bergingscapaciteiten van de stortlocatie kunnen de berekeningen die uitgevoerd werden in het kader van dit onderzoek geen verder uitsluitel brengen. Een verder onderzoek kan de geschiktheid van deze locatie voor het storten van slib verder duiden.

APP 4-4 Storten aan boei 84

APP 4-4.1 Inleiding

Aan de stortlocatie boei 84 werd gedurende 1 getij 2100 TDS gestort. De 2100 TDS werden gespreid over 3 stortingen van elk 700 TDS.

APP 4-4.2 Stortlocatie



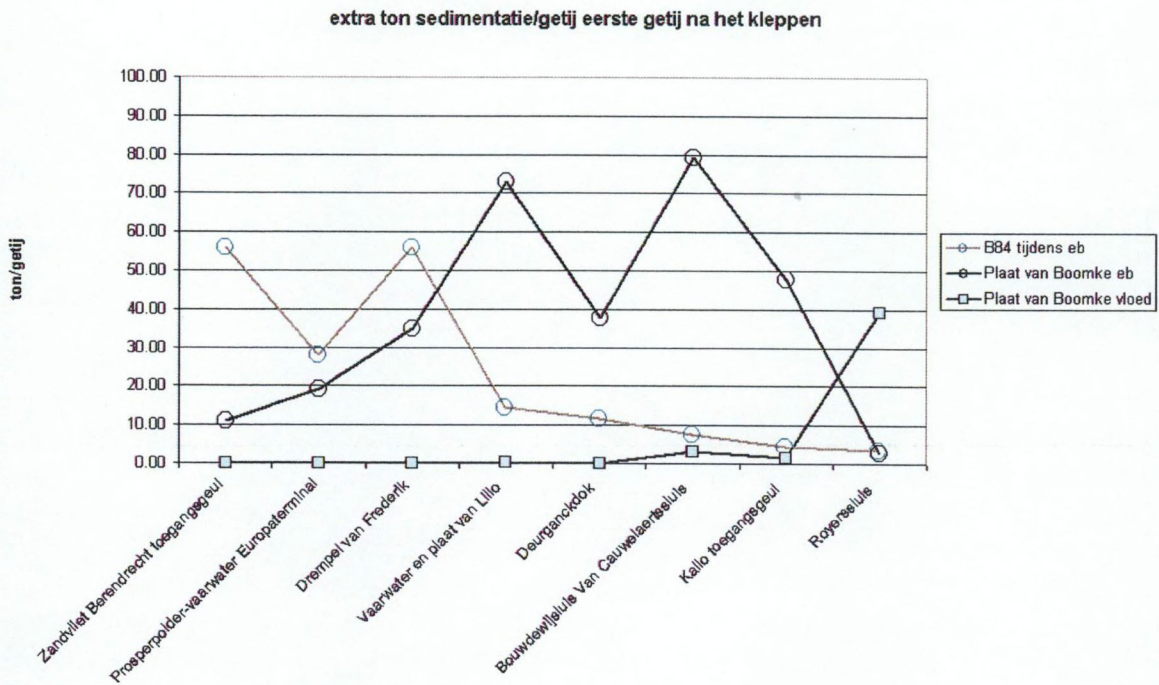
Figuur A- 72 : stortlocatie boei 84

APP 4-4.3 Bespreking

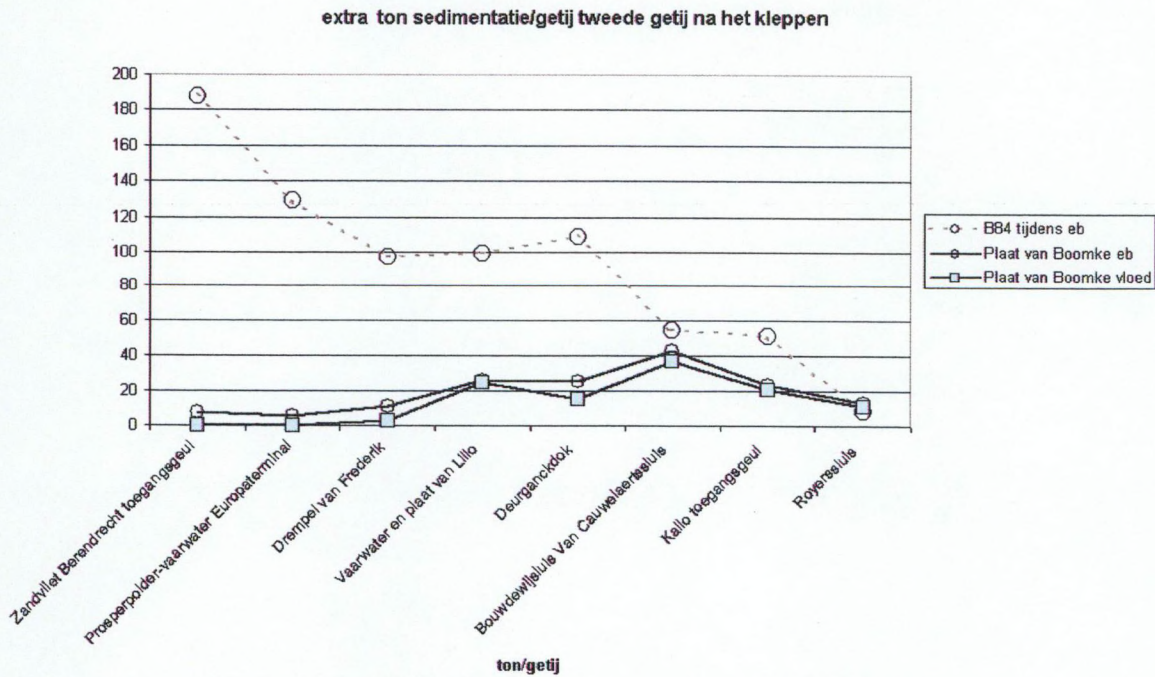
Figuur A- 73 en Figuur A- 74 geven de bijkomende sedimentatie in nautisch belangrijke gebieden aan. De effectiviteit van de baggerwerken indien gestort wordt aan boei 84 is minder in vergelijking met het storten aan de Plaat van Boomke.

De verhoging in de turbiditeit manifesteert zich vooral rond boei 84, de pieken lijken minder uitgesproken in vergelijking met het storten op de Plaat van Boomke, maar er moet bij de interpretatie van de langsprofielen ook steeds rekening mee gehouden worden dat het mogelijk is dat bepaalde punten die deel uitmaken van het langsprofiel relatief ver van de stortplaats liggen en de piek dus "missen".

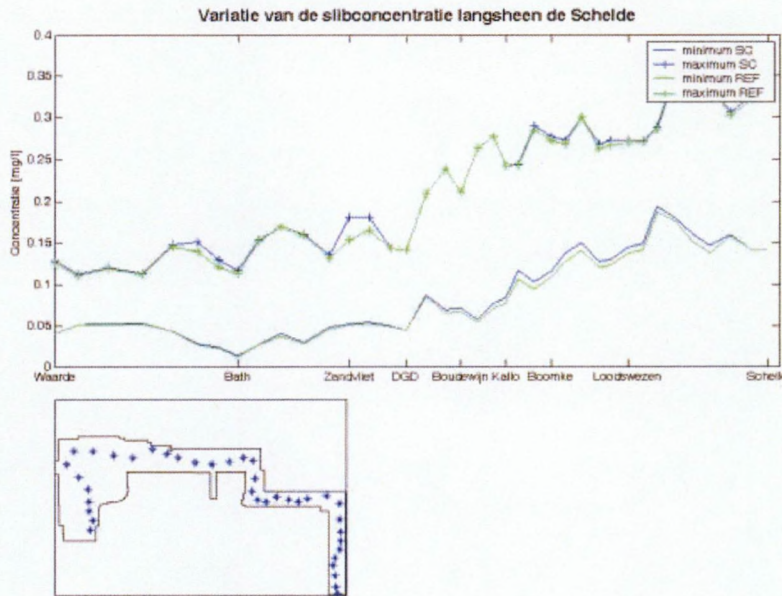
Figuur A- 76 toont de gemiddelde verhoging van de sedimentatiesnelheid ter hoogte van slikken en schorren. Hierbij worden de resultaten vergeleken voor stortlocatie Plaat van Boomke en Boei 84 tijdens eb. De sedimentatiesnelheid is voor het gebied afwaarts Kallo hoger voor storten op locatie Boei 84 tov storten op de Plaat van Boomke. De sedimentatie verhoging is in beperkte mate merkbaar op de slikken en schorren op Nederlandsgrondsgebied.



Figuur A- 73 : extra ton sedimentatie/getij gedurende het eerste getij na het kleppen, vergelijking tussen kleppen aan boei 84 of op Plaat van Boomke

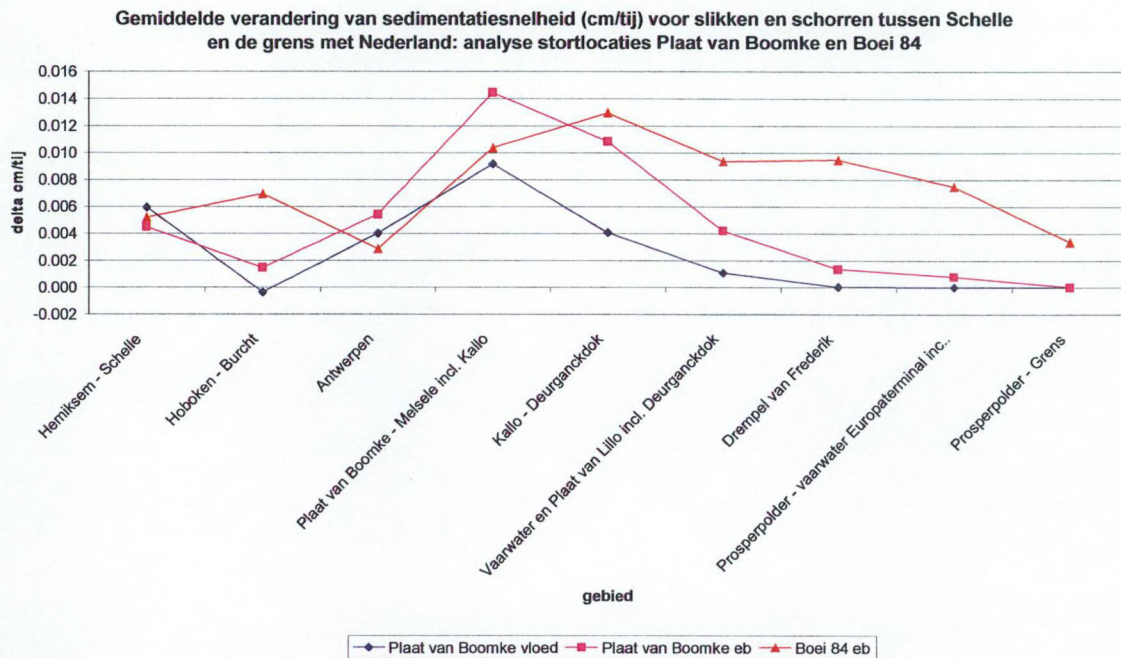


Figuur A- 74: extra ton sedimentatie/getij gedurende het tweede getij na het kleppen, vergelijking tussen kleppen aan boei 84 of op Plaat van Boomke



Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 75 : bereikte maximum en minimumwaarden voor de sedimentconcentratie in een langsprofiel langs de Schelde voor een simulatie met storten aan boei 84 tijdens eb. De kruisjes geven de punten langsheen de Schelde aan waarin data opgenomen werd.



Figuur A- 76 : verandering sedimentatiesnelheid (cm/tij) gedurende het tweede getij na het kleppen, vergelijking tussen tussen stortlocatie boei 84 en Plaat van Boomke

APP 4-4.4 Besluit

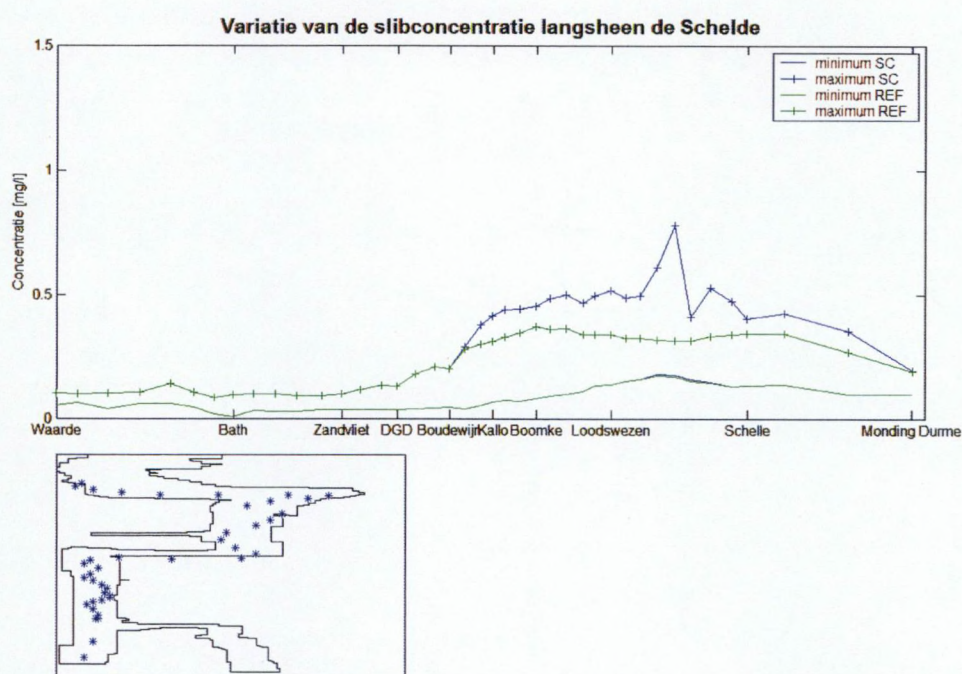
Het storten aan boei 84 heeft als voordeel dat de reistijd gevoelig verkort wordt en dus de baggercyclus een grotere flexibiliteit kan vertonen. De bovenstaande grafieken tonen echter aan dat een té groot deel van het gestorte materiaal (vooral in het tweede getij) hersedimenteert in baggerintensieve gebieden. Bovendien bestaat de kans op grensoverschrijdende effecten.

APPENDIX 5 STORTEN OP DE VLAKTE VAN HOBOKEN

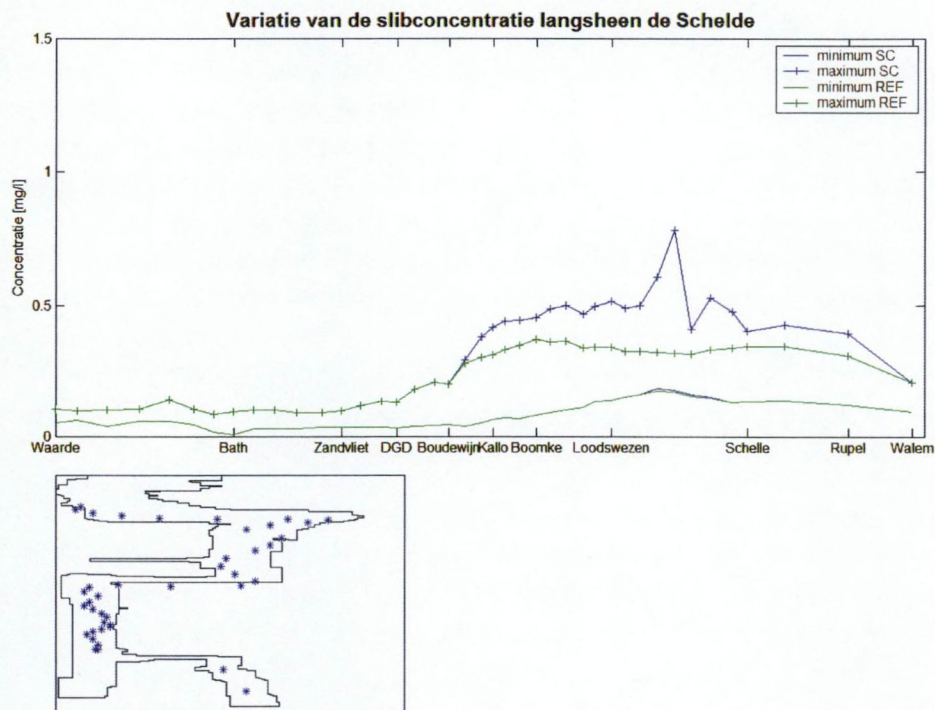
Door het Waterbouwkundig Laboratorium werd in opdracht van AMT een onderzoek uitgevoerd naar de haalbaarheid van een reserve stortplaats ter hoogte van de Vlake van Hoboken. De gedetailleerde bespreking is opgenomen in het rapport "Alternatieve stortplaatsen voor slib in de Beneden-Zeeschelde: Stortlocatie Vlake van Hoboken. (Model 755/1), (WLH, 2004b).

APP 5-1 Aanvullende analyse effect van baggerstorten op sediment in suspensie

Voor een serie punten langs een langsas van de Schelde werd voor dit scenario, de minimum en maximum waarde voor de sedimentconcentratie berekend voor de volledige periode van de simulatie. Deze figuur geeft een idee van de range waartussen de waarden voor de sedimentconcentratie variëren. Om de waarden enigszins te kunnen situeren werd het resultaat van de referentie situatie (concentratie zonder stortactiviteit) aan de grafiek toegevoegd. Op de figuur zijn duidelijk de piekwaarden te zien op de stortlocaties. Deze waarden worden slechts gedurende een zeer korte tijd aangehouden, om daarna snel te normaliseren



Figuur A- 77 : Bereikte maximum en minimumwaarden voor de sedimentconcentratie in een langsprofiel langs de Schelde voor de simulatie met stortlocatie Vlake van Hoboken.



Figuur A- 78 : Bereikte maximum en minimumwaarden voor de sedimentconcentratie in een langspoorprofiel langs de Schelde-Rupel voor de simulatie met stortlocatie Vlakte van Hoboken.

APP 5-2 Aanvullende analyse: effect van het terugstorten van baggerspecie op sedimentatiesnelheid

De verhoogde slibconcentratie in de Zeeschelde, veroorzaakt door stortactiviteiten op de Vlakte van Hoboken, geeft aanleiding tot een verhoging van de sedimentatiesnelheid voor sedimentatiegevoelige gebieden.

Er werd een analyse uitgevoerd conform de werkwijze in APPENDIX 3 paragraaf APP 3-5

De afbakening van de gebieden wordt grafisch voorgesteld in Figuur 3-26.

Tabel A- 6 geeft een overzicht weer van de zone, waar een verhoging van de sedimentatiesnelheid optreedt, voor de verschillende fysieke entiteiten (veroorzaakt door de baggeractiviteiten). Per entiteit worden eveneens de locaties weergegeven waar de sedimentatiesnelheid het sterkste stijgt aangevuld met de verhoging van de sedimentatie snelheid (delta cm/tij).

Tabel A- 6 : Invloedzone verhoging sedimentatiesnelheid per fysische entiteit, locaties maximale verhoging sedimentatiesnelheden met bijhorende maximale sedimentatiesnelheid per fysische entiteit voor de Vlakte van Hoboken

fysische entiteiten	Invloed zone	locatie maximale verhoging sedimentatiesnelheid	sedimentatiesnelheidsverhoging cm/tij
totaal gebied tussen linker- en rechteroever	Opwaarts Schelle - Deurganckdok	Antwerpen	0.115
zone boven 5m TAW (linkeroever)	Opwaarts Schelle - Kallo	Antwerpen	0.138
intergetijde (linkeroever)	Opwaarts Schelle - Kallo	Hoboken - Burcht	0.147
ondiep (linkeroever)	Antwerpen - Kallo	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.031
gebied tussen ondiep en de vaargeul (linkeroever)	Hoboken - Deurganckdok	Antwerpen	0.112
Kallosluis en Deurganckdok	Kallosluis	Kallosluis	0.033
vaargeul	Antwerpen - Deurganckdok	Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	0.049
Zandvliet-Berendrechtsluis, Royers-, Bouwdewijn- en Van Cauwelaertssluis	Royerssluis	Royerssluis	0.223
gebied tussen ondiep en de vaargeul (rechteroever)	Opwaarts Schelle - Antwerpen	Antwerpen	0.146
ondiep (rechteroever)	Opwaarts Schelle - Kallosluis	Hoboken - Burcht	0.231
intergetijde (rechteroever)	Opwaarts Schelle - Kallosluis	Schelle	0.180
zone boven 5m TAW (rechteroever)	Opwaarts Schelle - Kallosluis	Schelle	0.180

De verhoging van de sedimentatiesnelheid voor de stortlocatie Vlakte van Hoboken strekt zich uit tot het Deurganckdok thv de vaargeul. De verhoging ter hoogte van slikken en schorren reikt tot de Kallosluis. Opwaarts werd de analyse uitgevoerd tot Schelle, de resultaten wijzen er op dat ook opwaarts Schelle een stijging van de sedimentatiesnelheid zich voordoet.

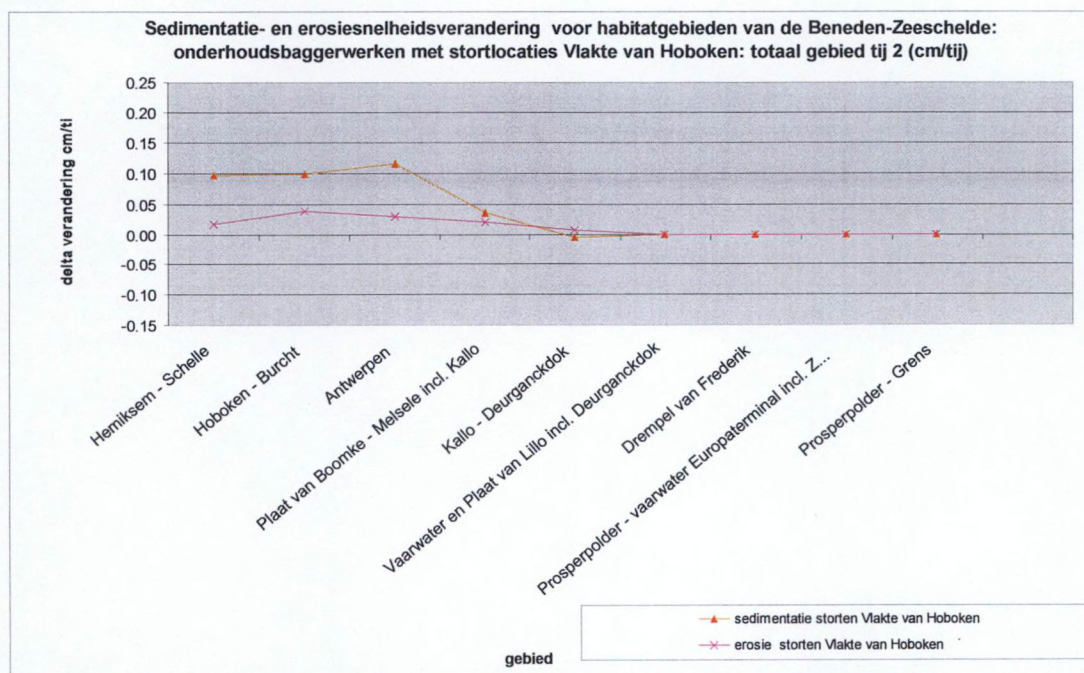
De sterkste verhoging in sedimentatiesnelheid doet zich voor in het ondiepwatergebied van Hoboken - Burcht ter hoogte van rechteroever van de Beneden-Zeeschelde. Dit is de omgeving van de stortlocatie Vlakte van Hoboken.

Tabel A- 7 toont aan dat de oppervlakte waar effectief sedimentatie optreedt, slechts in beperkte mate toeneemt door de stortactiviteiten. De maximale toename situeert zich in de omgeving van de stortlocaties. Het oppervlak (%) van slikken en schorren, waar effectief sedimentatie optreedt, hangt samen met de opbouw van het model (WLH, 2004b).

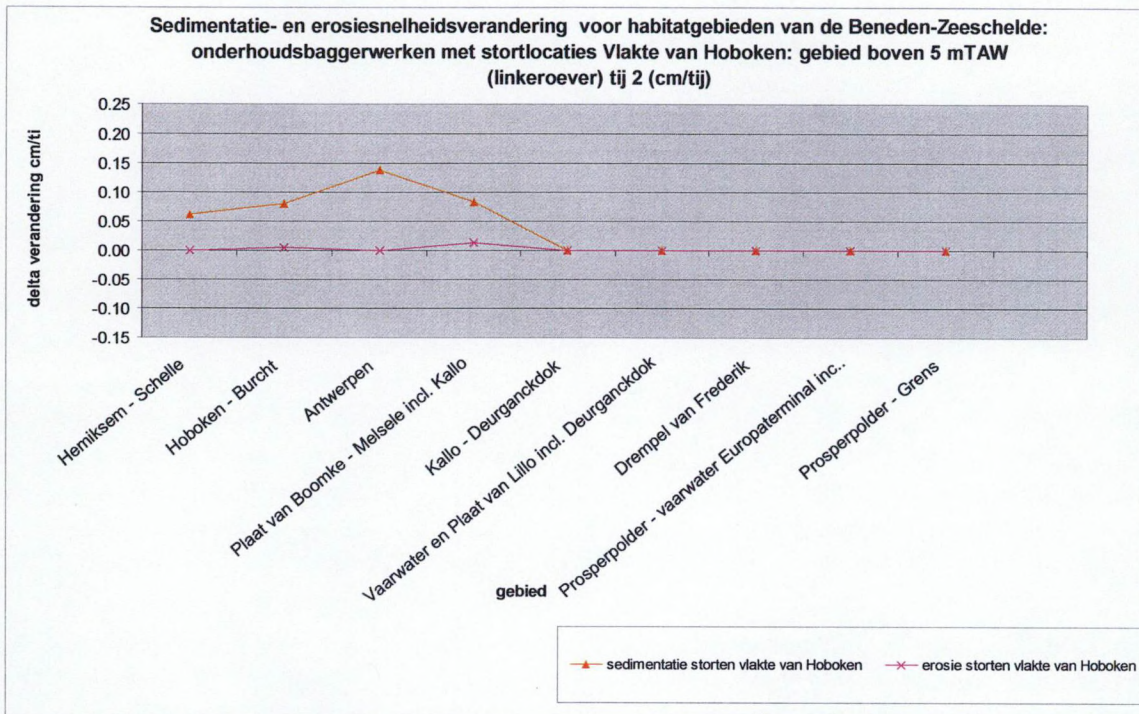
Tabel A- 7 : Oppervlakte (%) van slikken en schorren waar effectief sedimentatie plaats heeft:
vergelijking referentietoestand met stortscenario Vlakte van Hoboken

% Oppervlakte waar effectief sedimentatie optreed in Slikken en Schorren	11200 TDS storten per getij op stortlocatie Vlakte van Hoboken	Referentie scenario
Hemiksem - Schelle	92.1%	92.1%
Hoboken – Burcht	90.8%	88.7%
Antwerpen	87.8%	86.0%
Plaat van Boomke - Melsele incl. Kallo	90.2%	89.9%
Kallo - Deurganckdok	99.6%	99.6%
Vaarwater en Plaat van Lillo incl. Deurganckdok	97.5%	97.5%
Drempel van Frederik	98.6%	98.6%
Prosperpolder - vaarwater Europaterminal incl. Zandvliet – Berendrechtsluis	99.6%	99.6%
Prosperpolder - Grens	91.4%	91.4%
Gemiddelde percentage	94.2%	93.7%

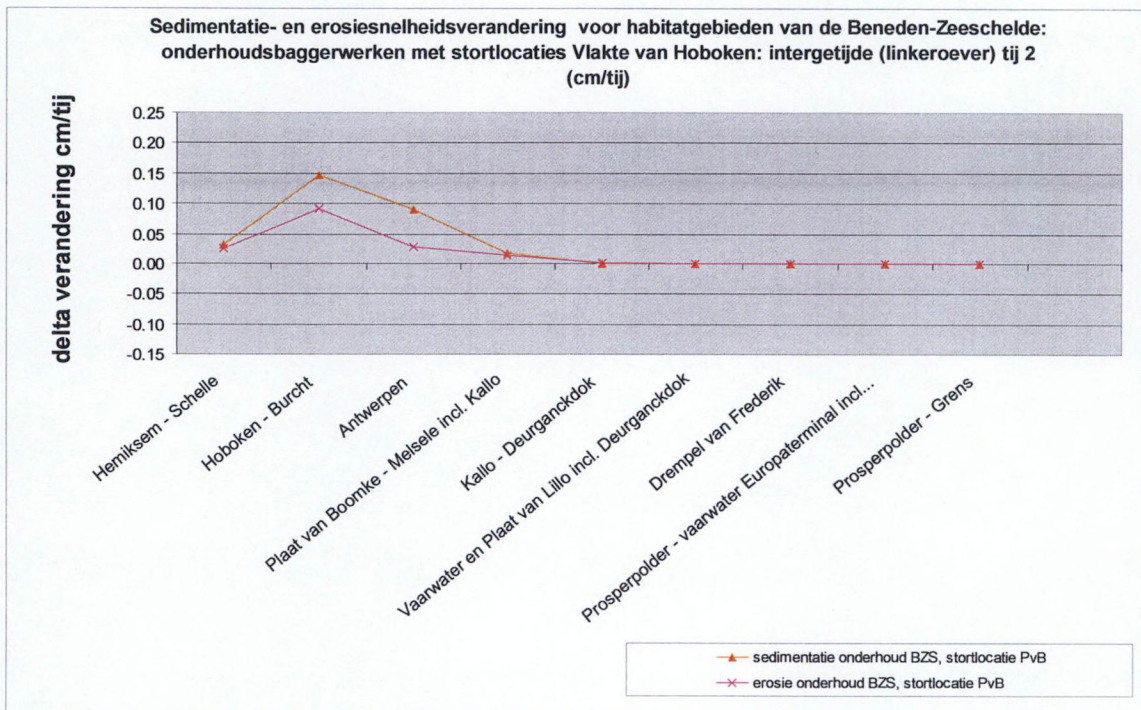
Volgende figuren tonen per zone de schematisch weergave van de relatieve verandering van de sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij).



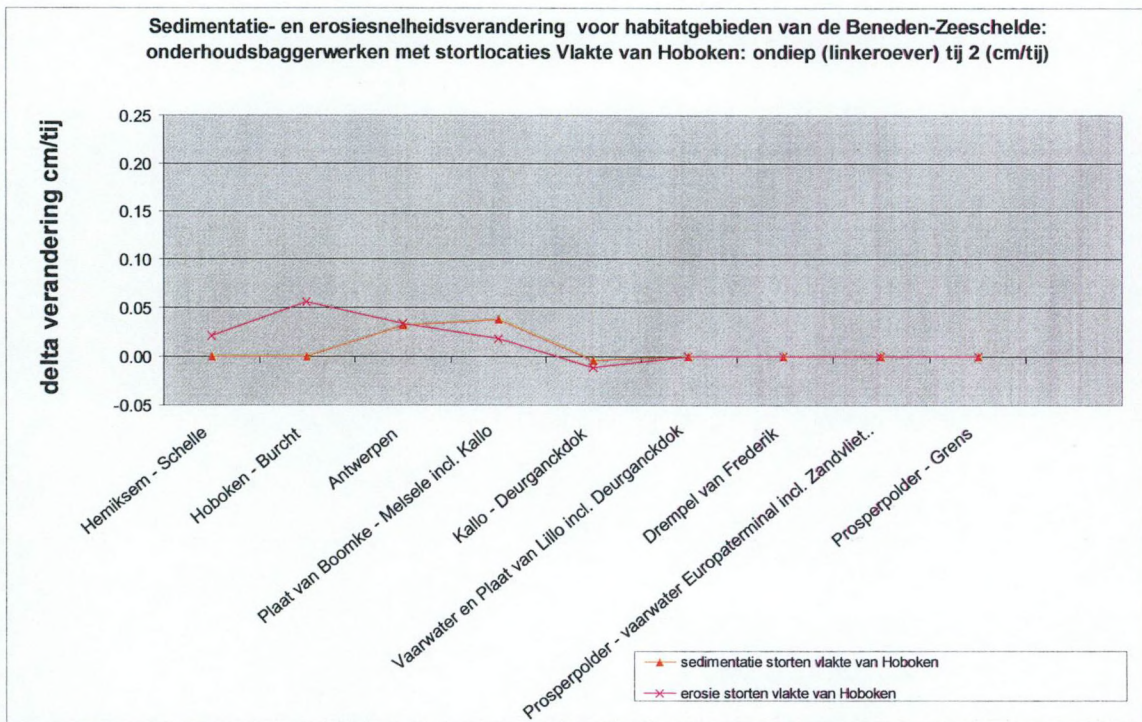
Figuur A- 79 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor de Beneden-Zeeschelde met stortlocatie Vlakte van Hoboken: sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) voor het totale gebied



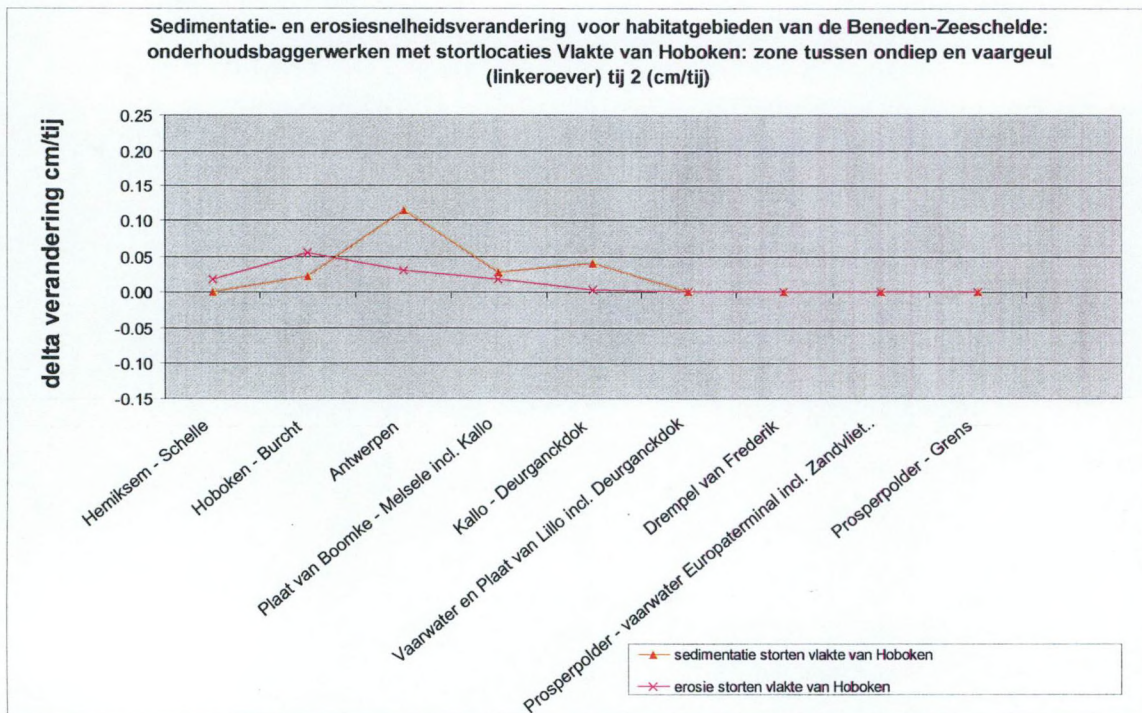
Figuur A- 80 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor de Beneden-Zeeschelde met stortlocatie Vlakte van Hoboken: sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) schorregebied linkeroever



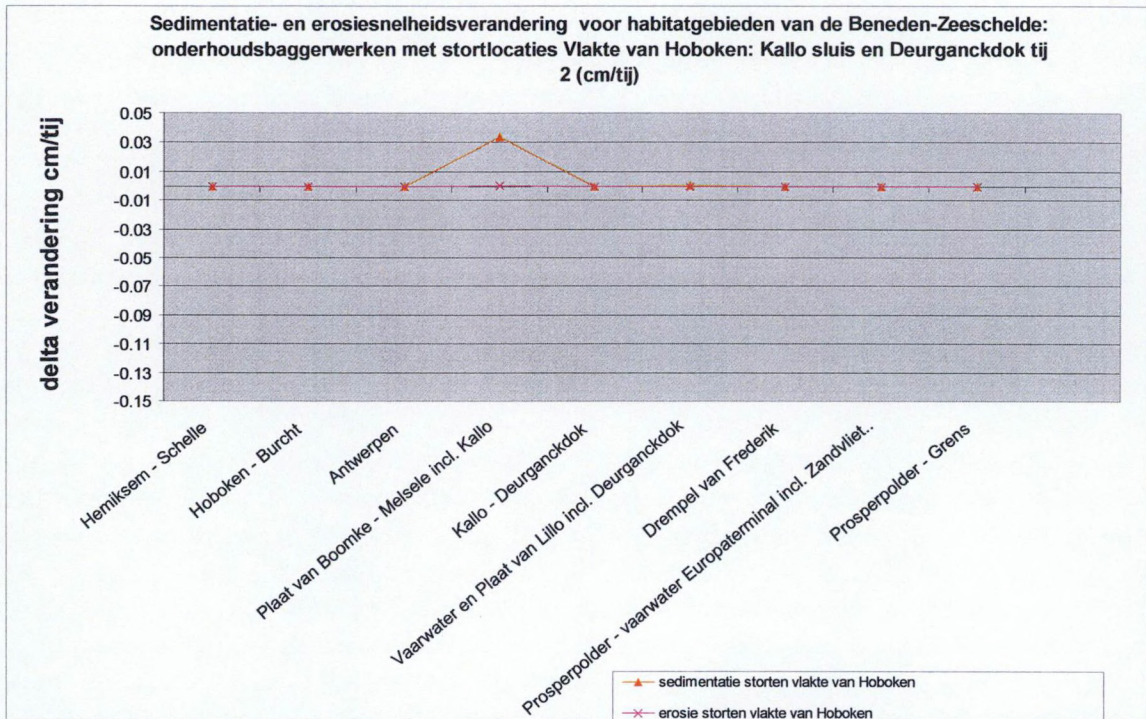
Figuur A- 81 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor de Beneden-Zeeschelde met stortlocatie Vlakte van Hoboken: sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) slikken, linkeroever



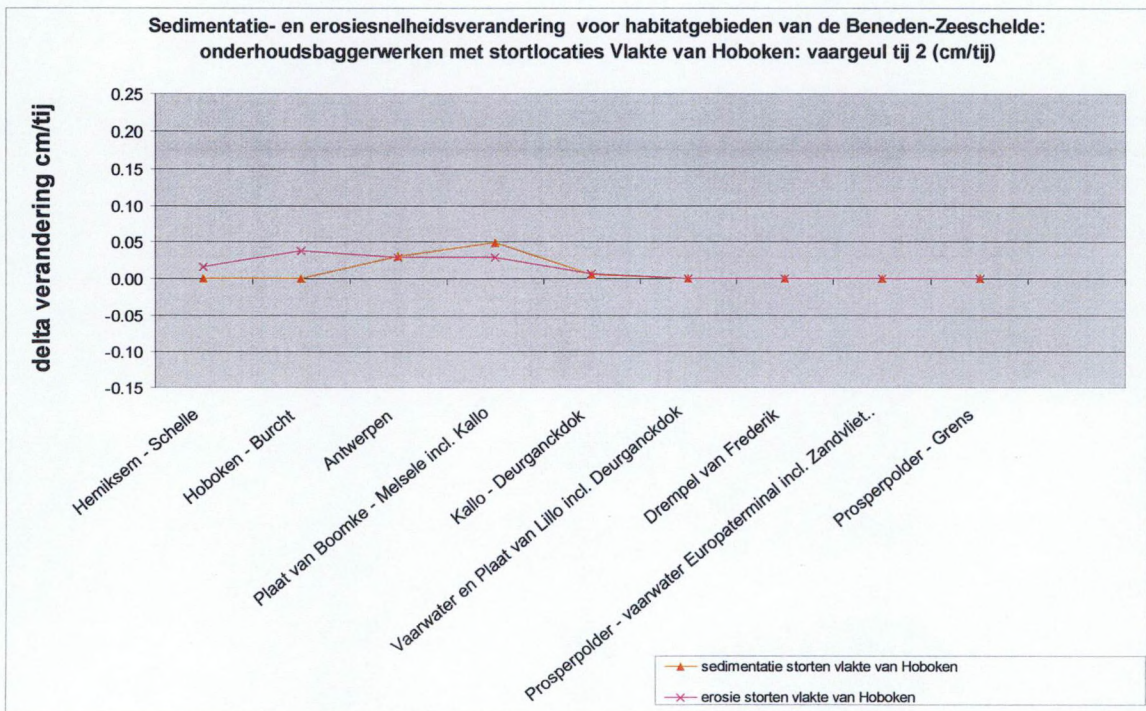
Figuur A- 82 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor de Beneden-Zeeschelde met stortlocatie Vlakte van Hoboken: sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) ondiepwatergebied linkeroever



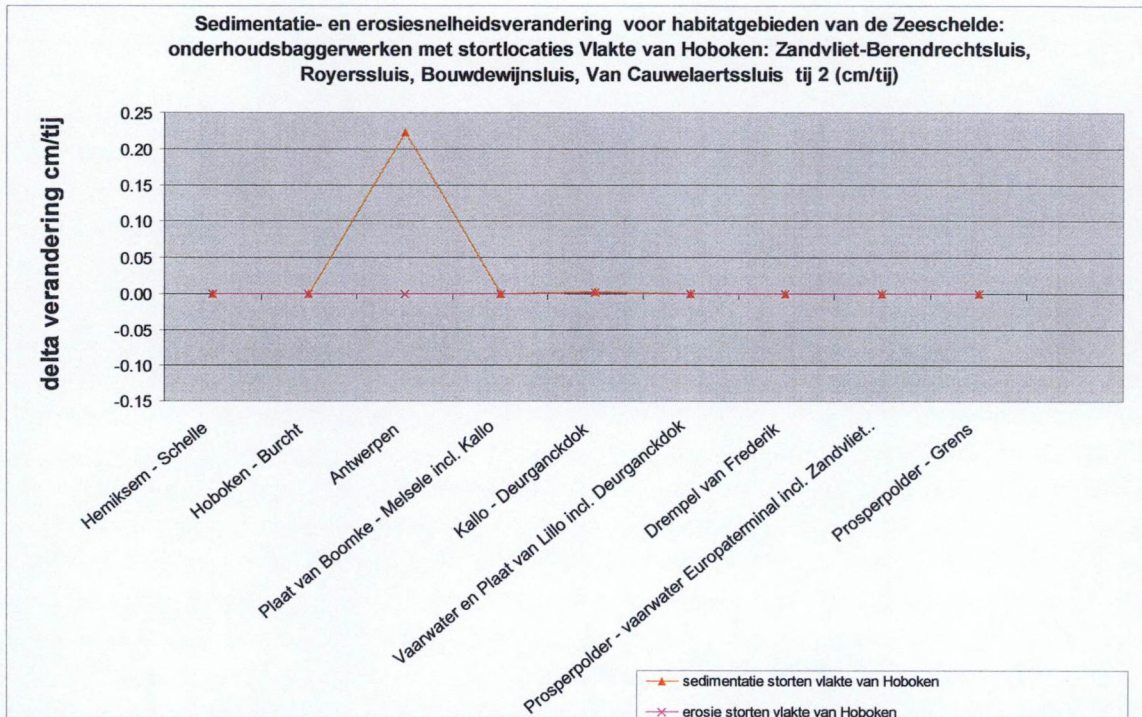
Figuur A- 83 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor habitatgebieden van de Beneden-Zeeschelde sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) zone tussen ondiepwatervlakte en de vaargeul, linkeroever



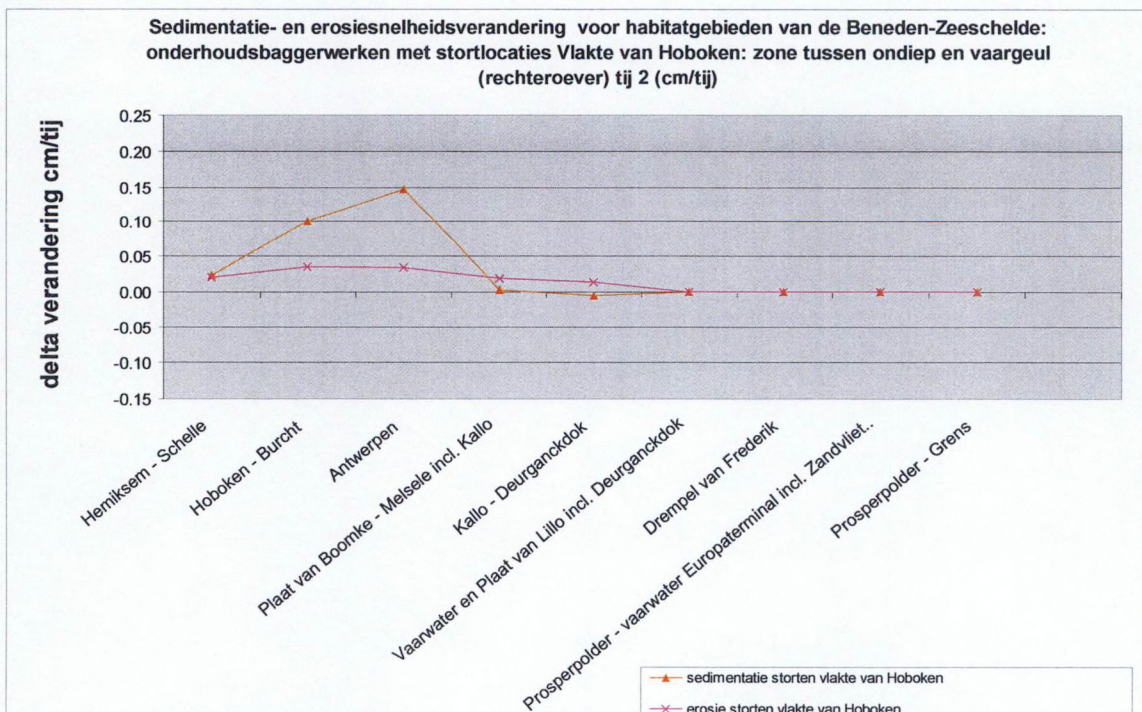
Figuur A- 84 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor de Beneden-Zeeschelde met stortlocatie Vlakte van Hoboken: sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) Kalliosluis en Deurganckdok



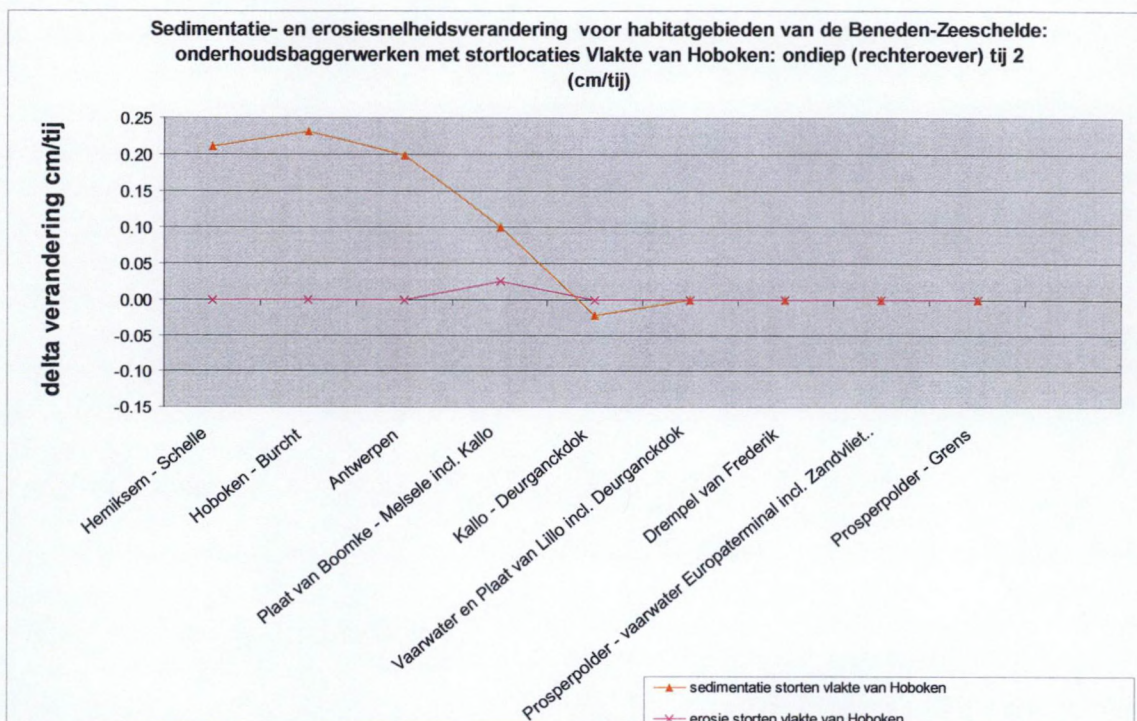
Figuur A- 85 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor de Beneden-Zeeschelde met stortlocatie Vlakte van Hoboken: sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) vaargeul



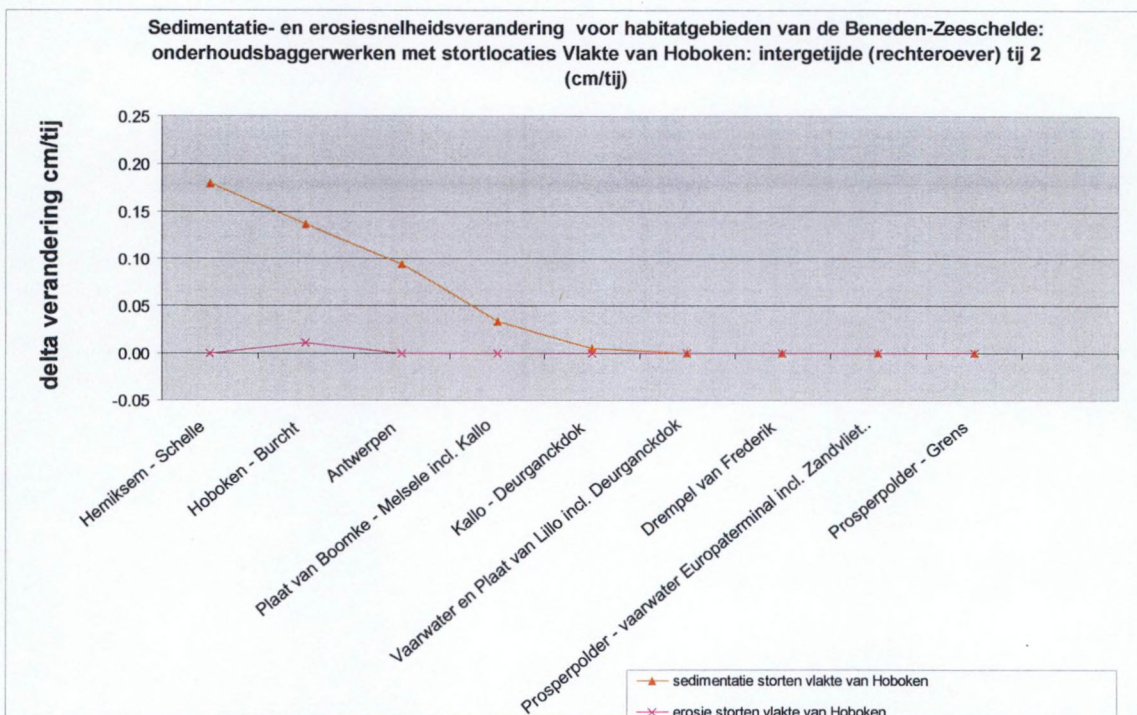
Figuur A- 86 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor de Beneden-Zeeschelde met stortlocatie Vlake van Hoboken: sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) toegangseuilen rechteroever



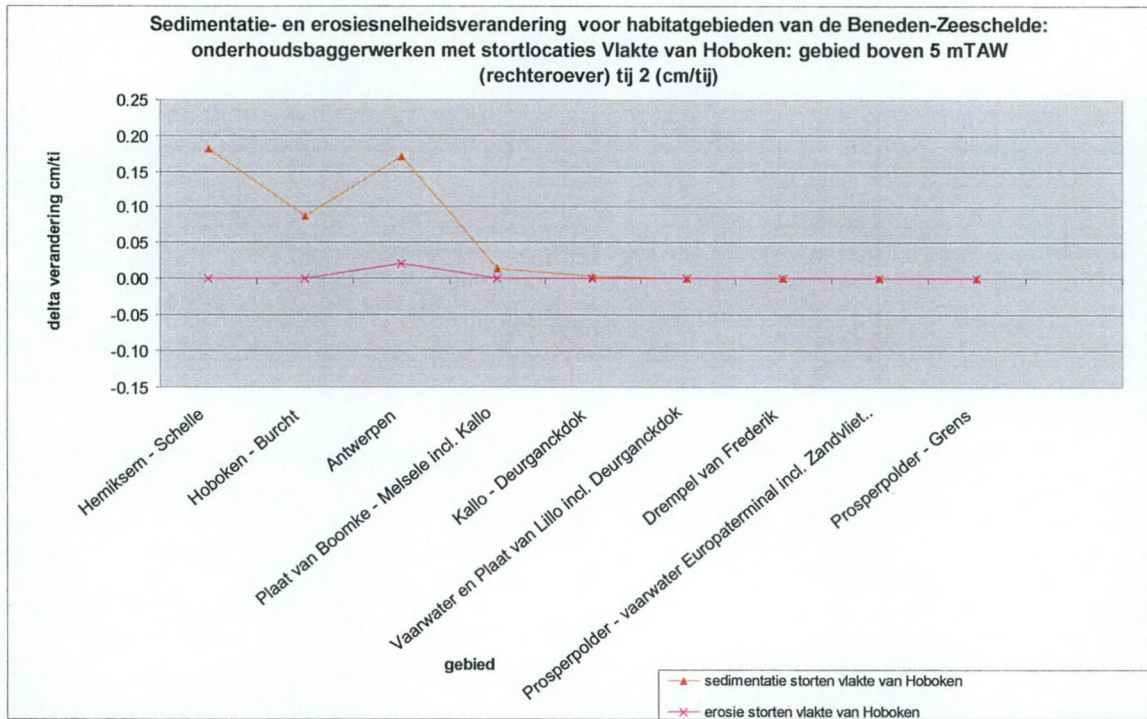
Figuur A- 87 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor de Beneden-Zeeschelde met stortlocatie Vlake van Hoboken: sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) zone tussen ondiepwatergebied en de vaargeul rechteroever



Figuur A- 88 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor de Beneden-Zeeschelde met stortlocatie Vlakte van Hoboken: sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) ondiepwatergebied rechteroever



Figuur A- 89 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor de Beneden-Zeeschelde met stortlocatie Vlakte van Hoboken: sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) slikken rechteroever



Figuur A- 90 : Effecten van onderhoudsbaggerwerken voor de Beneden-Zeeschelde met stortlocatie Vlakte van Hoboken: sedimentatie- en erosiesnelheden (delta cm/tij) schorregebied rechteroever

APPENDIX 6 TECHNIEKEN OM DE AANSLIBBING TE REDUCEREN

APP 6-1 Technieken om de aanslibbingen te reduceren

De inspanningen om de aanslibbingen in de toegangsheulen naar de verschillende sluizen te beperken zijn een constante in de recente geschiedenis van de Antwerpse haven. Ook in het kader van de voorbereidende studies, de planning en de aanleg van het nieuwe Deurganckdok worden deze inspanningen voortgezet. Tijdens de eerste fasen van het ontwerp werden er uitgebreide modelleringstudies gerealiseerd met behulp van computers om de vormgeving van het dok ook uit morfologisch oogpunt te optimaliseren (of de te verwachten sedimentatie te minimaliseren). In dit verband kan worden gesteld dat zowel de Administratie Waterwegen en Zeewezen, als het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen sinds het begin van de onderzoeken in de jaren negentig alles in het werk hebben gesteld om de technische mogelijkheden tot reductie van de aanslibbing in het dok te identificeren.

Hiertoe werd onder meer op initiatief van IMDC een Expert Meeting georganiseerd in 1998 in het Waterbouwkundig Laboratorium, waarin Europese en Amerikaanse experts zich, samen met de Vlaamse deskundigen, hebben gebogen over de problematiek van de aanslibbing in het uit te graven Deurganckdok.

Deze nota moet beschouwd worden als een nieuwe stap in dit doorlopend proces en heeft tot doel om een zo volledige mogelijke inventaris op te maken van de verschillende mogelijke technische maatregelen om de aanslibbing te reduceren. Tijdens deze inventarisatieronde werden de volgende maatregelen geïdentificeerd:

- Afsluiten van het dok door een sluis;
- Reduceren van de doorsnede van ingang van het dok door vermindering van de breedte of van de diepte;
- Aanbrengen van een krib die de stroming afleidt naar het midden van de Schelde;
- Aanbrengen van een drempel (onder water) om de waterlagen met de hoge slibconcentratie af te leiden weg van de dokingang naar het midden van de Schelde;
- Bouwen van een Current Deflecting Wall, (cfr de haven van Hamburg);
- Uitbaggeren van een verdieping in de Schelde ter hoogte van het dok;
- Uitbaggeren van een sedimentvang in de ingang van het dok;
- Injecteren van zout water in het dok;
- Verhogen van het bovendebiet in de Schelde;
- Verlagen van het bovendebiet in de Schelde;
- Aanbrengen van een luchtbellenscherm;
- Aanbrengen van een slibscherm;
- Aanbrengen van een waterscherm;
- Injecteren van warm water uit een elektriciteitscentrale.

Voor elk van deze maatregelen zal onderstaand een korte toelichting worden gegeven, waarin onder meer een eerste oordeel zal worden geveld betreffende de haalbaarheid of de verwachte efficiëntie van de maatregel.

APP 6-1.1 Afsluiten van het dok door een sluis

Het is evident dat dit een efficiënte manier is om de water- en slibaanvoer naar het dok te reduceren, doch het is geen haalbare maatregel, aangezien de essentie van het Deurganckdok, met name een open dok voor de containervaart, zonder wachttijden aan de sluis, op deze wijze niet gerealiseerd wordt. Bovendien is het geen garantie om de aanslibbing in het dok te vermijden, aangezien de realiteit leert dat ook in het havengebied op de rechteroever, volledig afgesloten van

het getij door de respectievelijke zeesluizen er jaarlijks onderhoudsbaggerwerk noodzakelijk is dat varieert tussen 1 en 2 miljoen m³.

Het belangrijkste argument om deze denkpiste niet verder te volgen is het feit dat, omwille van nautische redenen, er toch een toegangsheul in open verbinding met de stroom moet voorzien worden. Deze toegangsheul zou dezelfde aanslibbingsproblemen kennen als het dok zodat de onderhoudsproblematiek enkel verschoven zou worden naar deze toegangsheul terwijl de snelle nautische toegankelijkheid van de containerkaden niet gerealiseerd wordt.

Deze maatregel zal bijgevolg niet verder onderzocht worden.

APP 6-1.2 Reduceren van de doorsnede van ingang van het dok ofwel door vermindering van de breedte of van de diepte

Deze maatregel werd in vroeger hydraulisch-morfologisch onderzoek geëvalueerd (IMDC, 1998b). Hieruit bleek dat een reductie van de ingang van het dok tot een breedte van 300m, aanleiding geeft tot een reductie van van de aanslibbing met circa 20%. Hierdoor wordt evenwel de doorvaarbreedte dermate herleid dat een veilige scheepvaartafwikkeling niet meer kan gegarandeerd worden.

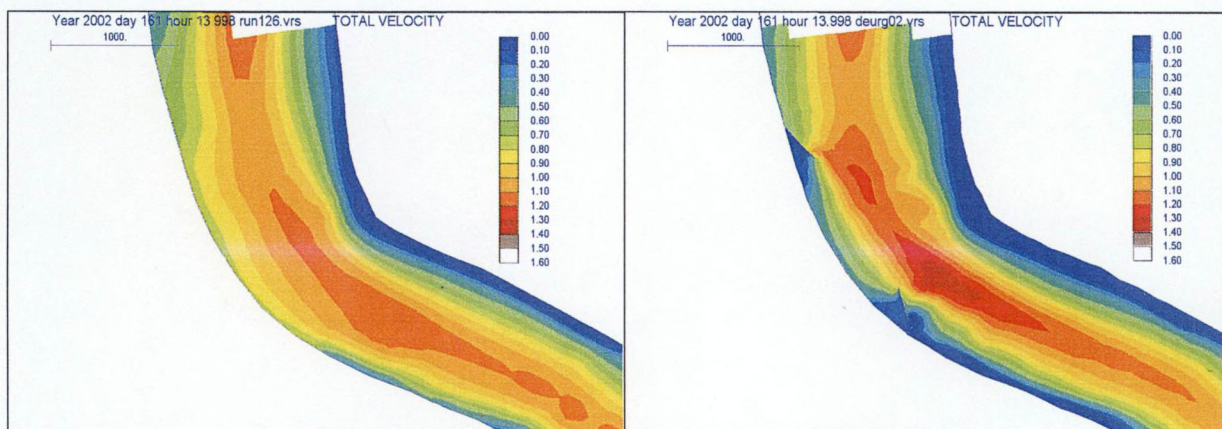
Een reductie van de diepte van het dok is onmogelijk zonder het opleggen van een getijdenster voor de grootste schepen. Hierdoor zou de vrije toegang van de containerschepen naar het dok tijdens een deel van het getij gehinderd worden tenzij de drempel zich zou beperken tot het niveau van de vaargeul in de Schelde. Echter zulke lage drempel zal geen slib uit de Schelde kunnen tegenhouden omdat hij niet uitsteekt boven het rivierbed.

Deze maatregel zal bijgevolg niet verder onderzocht worden.

APP 6-1.3 Aanbrengen van een krib die de stroming afleidt naar het midden van de Schelde

Deze maatregel kan a priori als positief geëvalueerd worden, maar heeft wel als consequentie dat een dergelijke krib, die over de volledige waterhoogte dient gerealiseerd te worden, zowel stroomop- als stroomafwaarts van het dok dient gebouwd te worden.

Zulke maatregel heeft een ingrijpend effect op het stromingspatroon in de vaargeul, enerzijds omwille van de contractie van de stroombanen, anderzijds omwille van de reductie van de beschikbare vaarbreedte. Ter illustratie wordt onderstaand een figuur gegeven die het verschil aangeeft van de stroomsnelheid in een situatie zonder en met kribben op- en afwaarts van het Deurganckdok (berekend in een situatie zonder dok). Het effect van deze contractie op het morfologisch regime van de rest van het Schelde-estuarium is niet gekend en zou uitgebreide studies en monitoringactiviteiten vergen.



Figuur A- 91 : stroomsnelheid in de Schelde met en zonder kribben

Er moet echter voorafgaand opgemerkt worden dat zulke kribben een belangrijke hindernis zullen vormen voor de in- en uitvarende schepen in het Deurganckdok. Om een veilige scheepvaart te garanderen zouden er ingrijpende beperkende maatregelen moeten opgelegd worden aan de layout van de strekdammen waardoor dan weer het morfologisch effect ervan beperkt wordt.

Tenslotte moet er opgemerkt worden dat er belangrijke infrastructuurwerken nodig zijn om deze optie te realiseren hetgeen in tegenspraak is met de doelstelling om ook de natuurlijkheid van het estuarium zoveel mogelijk te vrijwaren.

De efficiëntie met betrekking tot de reductie van de sedimentaanvoer werd, gelet op de bovenstaande negatieve impacts op het stromingspatroon en bijgevolg op de scheepvaart, niet in detail doorgerekend.

Gezien de te verwachten, problematische hinder voor de scheepvaart en de natuurlijkheid van het estuarium zal deze maatregel niet verder onderzocht worden.

APP 6-1.4 Aanbrengen van een drempel (onder water) om de waterlagen met de hoge slibconcentratie af te leiden naar het midden van de Schelde

Deze maatregel is gelijkaardig aan de voorgaande waarbij echter de hoogte van de drempel beperkt wordt gehouden tot een niveau onder de laagwaterlijn. Het doel hiervan is om enkel de waterlagen met een hoge concentratie aan slib af te leiden, weg van de ingang van het dok. Opnieuw zou zulke constructie aan beide zijden van het dok moeten gerealiseerd worden.

A priori kan worden gesteld dat om effect te hebben de hoogte van de drempels tot enkele meters onder laagwater moet reiken, waardoor ze kunnen vergeleken worden met de onderwater leidammen van de Plaat van Doel en van de Ballastplaat.

Overvaart door de commerciële scheepvaart zal onmogelijk zijn en bovendien wordt ten gevolge van de lengte van de drempel de breedte van het vaarwater (op volle diepte) beperkt. Hierdoor zou de veiligheid van de schepen in het gedrang kunnen komen. Verder zal ook de in- en uitvaart van schepen naar het dok bemoeilijkt worden aangezien dit bijna uitsluitend diepstekende schepen zijn die niet over deze nieuwe drempels zullen kunnen varen.

Gezien de vermoedelijk problematische hinder voor de scheepvaart en haar veiligheid zal deze maatregel niet verder onderzocht worden.

APP 6-1.5 Bouwen van een Current Deflecting Wall

Het concept van een current deflecting wall (CDW) werd reeds uitgebreid besproken in een gespecialiseerde werkgroep tijdens de morfologische ontwerp studies van het Deurganckdok. Daar werd dit concept als potentieel aantrekkelijk beoordeeld.

Het betreft het bouwen van een losstaande "leidam" die als voornaamste doel heeft het reduceren van de neervorming in de havenmond. Dit concept werd met redelijk success toegepast in de haven van Hamburg.

Op dit ogenblik loopt er een afzonderlijke studie in opdracht van het Waterbouwkundig Laboratorium waarbij de effecten van zulke constructie op de aanslibbingen in het Deurganckdok worden bestudeerd met mathematische en fysische modellen. Dit onderzoek is nodig gezien de vrij belangrijke verschillen tussen de randvoorwaarden in Hamburg en het Deurganckdok. (In de Beneden Zeeschelde bestaat het effect van de Zout-zoet uitwisseling, en wisselt de getijgeïnduceerde stroming van richting; deze beide fenomenen komen niet voor in Hamburg, enz.)

Dit project wordt gerealiseerd door het WL Delft in samenwerking met IMDC en een aantal onafhankelijke experts.

Tijdens dit onderzoek zullen ook de nautische aspecten van zo'n CDW geëvalueerd worden.

Voor de resultaten wordt verwezen naar het betreffende rapport (WL Delft, 2004).

Deze maatregel wordt weerhouden als potentieel interessant.

APP 6-1.6 Uitbaggeren van een sedimentvang in de ingang van het dok

Een voor de hand liggende maatregel om de aanslibbingen in het dok te beperken bestaat erin om aan de ingang van het dok een diepe sedimentvang te creëren. Dit betekent lokaal een significante verdieping van de bodem van het dok of de toegangsgemaal zodat er een voldoende vertraging van de stroomsnelheid optreedt ter hoogte van deze sedimentvang waardoor het gesuspendeerd slib de tijd heeft om te bezinken en de aanslibbing zich preferentieel op die plaats voordoet.

Er mag worden aangenomen dat de totale hoeveelheid aanslibbing in het dok ongeveer constant zal blijven, zodat de onderhoudsbaggerwerken in de rest van het dok zullen verminderen, terwijl de aanslibbing in de slibvang weliswaar zal stijgen. Onderhoudsbaggerwerken op deze plaats zullen vermoedelijk echter eenvoudiger en goedkoper kunnen gerealiseerd worden daar de aanslibbingen geconcentreerd zijn in een beperkte zone (de slibvang) die makkelijker bereikbaar is voor baggerschepen, en dit zonder dat de normale werkzaamheden van de containerterminals hinder ondervinden. (Minder of zelfs geen onderhoudsbaggerwerken langsheen de kaaimuren met schepen).

Het risico bestaat dat de zwaardere slibhoudende zoutwaterlaag de overdiepte van de slibvang vult en dat de feitelijke stroming zich opnieuw over de "normale" sectie van het dok zal voordoen zodat het effect van zulke slibvang eerder beperkt zou zijn.

Deze interpretatie wordt gestaafd door volgende argumenten:

- De ervaringen in de toegangsgemaal naar de Berendrechtsluis (IMDC 1989 en 1990) tonen aan dat er zeer grote volumes en dieptes nodig zullen zijn alvorens dit enig merkbaar effect kan hebben.
- Tijdens het voorbereidend morfologisch onderzoek werd een 'doorstroomgemaal' voor de dokmond gesimuleerd met een verdieping tot 4 meter onder de dokbodem. Dit had slechts een marginaal effect op de aanslibbingen in het dok zelf (zie APP 6-1.7)

Op basis van deze vaststellingen wordt besloten hier niet verder op in te gaan.

APP 6-1.7 Uitbaggeren van een verdieping in de Schelde ter hoogte van het dok

Het baggeren van een doorstroomgemaal in de Schelde heeft als doel het laten voorbij stromen aan het Deurganckdok van de bodemlaag met hoge slibconcentratie. Daartoe zou een doorstroomgemaal nodig zijn met voldoende vlakke (flauwe) hellingen naar opwaarts en afwaarts. Deze denkpiste werd reeds onderzocht in het hydraulisch-morfologisch onderzoek van het tijdok (IMDC 2001), waarbij een doorstroomgemaal werd gemodelleerd in de Schelde tot een niveau van 4m onder het dokbodempiel en met hellingen aansluitend op de Scheldebodem meer dan een kilometer op- en afwaarts van het dok. Uit de simulaties bleek dat er in het Deurganckdok slechts een vermindering van 4% in sedimentatievolume werd bekomen door het baggeren van de doorstroomgemaal.

Voor een verdieping van de scheldebodem tot 8 meter onder de rivierbodem moet er ca 1.450.000 m³ uitgegraven worden. Deze 8 meter is een minimum gezien dit leidt tot een lokale verdieping van de Scheldebodem tot 4 m beneden de dokbodem.

Gezien de resultaten van het hydraulisch-morfologisch onderzoek lijkt het niet opportuun om deze piste verder te onderzoeken met een geactualiseerd mathematisch model gezien het te verwachten is dat de voorlopige resultaten zullen bevestigd worden.

APP 6-1.8 Injecteren van zout water in het dok

Uit alle studies van aanslibbingen in toegangsgemalen van de Antwerpse Haven; o.a. het specifiek voorbereidend hydraulisch-morfologisch onderzoek van het tijdok blijkt duidelijk dat de zout-zoet uitwisseling een overwegende impact heeft op de slibtoevoer naar het dok. Een ingreep in deze uitwisseling kan bijgevolg een belangrijke impact hebben op de slibtoevoer en bijgevolg ook op de aanslibbingen in het Deurganckdok.

Gezien het dichtheidsverschil van het water in het dok en het water in de Schelde de drijvende kracht is achter de dichtheidsstromingen kan de snelheid en het volume van de wateruitwisseling tussen beide watervolumes beperkt worden door de dichtheidsverschillen tussen beide zones artificieel te verminderen. Dit zou een belangrijke impact hebben op de zout-zoet uitwisseling rond de ingang van het dok.

Dit zou kunnen gerealiseerd worden door tijdens nog te bepalen periodes van de getijcyclus een aanzienlijk hoeveelheid zout water in het dok te brengen. Hierbij wordt gedacht aan enerzijds het pompen van water uit de Schelde naar het dok toe of het aanvoeren van extern zout water (bijvoorbeeld afkomstig van het productieproces van Tessenderlo Chemie). Hierdoor zou er een "artificiële" tegenstroom ontstaan vanuit het dok naar de Schelde die de dichtheidsstroming tegenwerkt.

Het is vanzelfsprekend belangrijk dat het slibgehalte van dit artificieel toegevoerde water zo laag mogelijk moet zijn om de basisdoelstelling nl. het reduceren van de slibtoevoer naar het dok, te kunnen benaderen.

Ongeacht de oorsprong van het water, kan modelmatig nagegaan te worden welke de vereiste volumes, zoutgehalten en debieten zijn en kan bovendien worden nagegaan binnen welke tijdsvensters van de getijcyclus het water dient geïnjecteerd te worden. Ook de juiste plaats voor de aanvoer kan onderzocht te worden. Afhankelijk van de haalbaarheid dient voor het alternatief waarbij Schelde water wordt geïnjecteerd de juiste plaats van de intake nog bepaald te worden.

Er wordt op gewezen dat bij een dergelijke ingreep in het natuurlijk estuarien systeem, de effecten naar grondwater en de omliggende habitats dienen onderzocht te worden en dit ook in de omgeving van de water-intake.

Gezien het innovatief karakter van deze optie werd besloten om, op basis van de beschikbare modellen, een voorafgaande grootteorde te bepalen van de volumes water en van de vereiste zoutgehalten die nodig zijn om een significant effect te bereiken. Figuur A- 92 geeft de locaties waardoor het zoute water in het Deurganckdok ingebracht werd.



Figuur A- 92 : schematische voorstelling van het Deurganckdok met de locaties waar het zoute water in het Deurganckdok ingebracht werd.

Om de effecten van deze optie te ramen werd in eerste instantie nagegaan of er in het dok een voldoende grote zoutwig kan gerealiseerd worden door een continue injectie van zout water met een debiet van tussen 6 en 60 m³/sec en zoutgehalten tussen 7.9 en 36 mg/l.

De hoogte van de zo gecreëerde zoutwig is beperkt tot minder dan 3 meter zelfs bij het zeer hoge debiet (60 m³/s) en een realistisch zoutgehalte van 12 mg/l. Gezien de bodem van de Beneden Zeeschelde reeds een drietal meter uitsteekt boven de dokbodem is het te verwachten dat de

zoutindringing vanuit de Schelde slechts marginaal gehinderd zal worden door zulke beperkte zoutwig; dit omdat de uitwisseling zich op een hoger niveau afspeelt.

Deze mogelijkheid zal niet verder onderzocht worden vanwege het verwachte beperkte effect..

APP 6-1.9 Verhogen van het bovendebiet in de Schelde

Door het verhogen van de bovendebieten van de Schelde wordt ernaar gestreefd om impact te hebben op de plaats van het turbiditeitsmaximum in de Beneden Zeeschelde, met als uiteindelijk doel het terugdringen van dat turbiditeitsmaximum tot afwaarts het Deurganckdok. Het langjarig bovendebiet te Schelle, d.i. afwaarts de Rupelmonding bedraagt circa $110\text{m}^3/\text{s}$, waarbij de bijdrage vanuit het Rupelbekken ongeveer 50 tot $60\text{m}^3/\text{s}$ bedraagt of ongeveer 50% bedraagt. Dit aandeel kan niet gewijzigd worden, aangezien er geen afleidingen gebeuren in het Rupelbekken. De enige mogelijkheid om de bovendebieten te vergroten is bijgevolg een drastische ingreep in het systeem van afvoer van het water uit Bovenschelde en Leie, dat thans wordt afgeleid naar Oostende, Heist, Terneuzen en de Schelde. Behoudens in perioden van was is er thans reeds een globaal tekort aan water om de verschillende functies in het water- en scheepvaartstelsel te kunnen voldoen. Het gemiddeld afgevoerd debiet van de Bovenschelde en de Leie wordt geraamd op ca $40\text{m}^3/\text{s}$ elk. Hiervan wordt ca $40\text{m}^3/\text{s}$ afgevoerd via de Zeeschelde, $15\text{m}^3/\text{s}$ via het kanaal Gent Terneuzen, $15\text{m}^3/\text{s}$ via het kanaal Brugge- Oostende en $10\text{m}^3/\text{s}$ via het afleidingskanaal van de Leie. Door het herschikken van deze afleidingen kan het gemiddeld bovendebiet van de Zeeschelde met maximaal $40\text{m}^3/\text{s}$ verhoogd worden. Anderzijds kan een significante verplaatsing van het turbiditeitsmaximum slechts gerealiseerd worden door een debiet van minimaal enkele honderden m^3/s . Het is bijgevolg duidelijk dat zulke debieten niet beschikbaar zijn en dat bijgevolg deze denkpiste niet haalbaar is. Dit is dan nog zonder een uitspraak te doen over de ecologische impact van een dergelijke ingreep op de verschillende rivieren en stroomgebieden.

Deze ingreep wordt niet weerhouden voor nader onderzoek omdat hij fysisch niet haalbaar is.

APP 6-1.10 Verlagen van het bovendebiet in de Schelde

Het doel van het verlagen van de bovendebieten is uiteraard om het turbiditeitsmaximum te verplaatsen naar opwaarts het Deurganckdok. Dit zou kunnen nagestreefd worden door het afleiden van al het water van Bovenschelde en Leie naar de Westerschelde en de Noordzee via het Kanaal Gent-Brugge-Oostende, het Afleidingskanaal van de Leie en het Kanaal Gent – Terneuzen. Hierdoor zou globaal het bovendebiet herleid worden van gemiddeld $110\text{m}^3/\text{s}$ tot het debiet van het Rupelbekken dat circa $50\text{m}^3/\text{s}$ bedraagt. Indien deze streefwaarde vergeleken wordt met de historische tijdreeks van bovendebieten in het Scheldebekken, dan wordt meteen duidelijk dat in de beschouwde periodes het turbiditeitsmaximum zeker niet opwaarts het Deurganckdok kan gesitueerd geweest zijn (cfr. De turbiditeitsmetingen in Prosperpolder schommelden tussen 28 en 99mg/l).

Gelet op het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat het verlagen van de bovendebieten niet realistisch is als maatregel om de aanslibbing in het Deurganckdok tegen te gaan te meer omdat in deze periode de saliniteit en de variatie ervan over een getij groter is dan bij een hoog bovendebiet en dit zou de zoet-zout uitwisseling in de dokmond kunnen versterken.

Deze ingreep wordt niet weerhouden voor nader onderzoek omdat hij fysisch niet haalbaar is.

APP 6-1.11 Aanbrengen van een luchtbellenscherm

Een methode die soms op kleinere schaal wordt toegepast in jachthavens is het creëren van een luchtbellenscherm in de ingang van het dok. Dit wordt gerealiseerd door onderaan een leiding te plaatsen die over de ganse breedte van het dok op continue wijze luchtballen vrijgeeft. Hierdoor ontstaat een scherm van luchtballen die de stromingen tussen het dok en de Schelde zullen beïnvloeden.

Het is te verwachten dat de neervorming in de ingang van het dok wordt belemmerd op deze wijze. Verder zou zo'n scherm een artificiële vermenging van de verschillende waterlagen

veroorzaken. Hierdoor zou zulke actie ook effect kunnen hebben op de zout-zoet uitwisseling rond de ingang van het dok.

In de praktijk is de realisatie van zulk scherm niet eenvoudig gezien een zeer groot debiet lucht nodig is om een significant effect te hebben. Verder is de schaalvergroting ten overstaan van bestaande systemen zeer groot zodat het niet vanzelfsprekend is dat dezelfde effecten zullen optreden.

Tenslotte moet opgemerkt worden dat een constructie op de bodem van het dok steeds zeer gevoelig is voor schade door ankers hetgeen, vooral in noodsituaties, moeilijk vermeden zal kunnen worden.

Onderstaand worden enkele korte illustraties gegeven:

- In Dredging & Port Construction (october 1987) wordt melding gemaakt van een luchtbellenscherm in Preston en Sharpness point waar het zou gebruikt worden voor het afremmen van aanslibbing. Hier wordt een maximum waterdiepte van 12 meter aangegeven. Het systeem is oorspronkelijk ontworpen om olieverontreiniging tegen te houden.
- In het kader van het MKO (Minimalisering Kosten Onderhoudsbaggerwerk) te Rotterdam werd een proef gerealiseerd in de ingang van de Botlek haven. Een rapport werd opgemaakt in 1977. Onderzoek in dit kader zou uitwijzen dat de zoutindringing gedeeltelijk wordt gehinderd door zulk scherm. De energiekosten worden als zeer hoog beschreven. Tevens zou zulk scherm slechts zinvol zijn als er een duidelijk tweelagensysteem bestaat in de rivier. De kwetsbaarheid voor vallende ankers wordt als zeer negatief ervaren. Er wordt geraamd dat een luchtdebiet van ca 30 m³/sec nodig zou zijn.

Er is geen kennis van meer recente experimenten in dit verband voor commerciële havens. Echter gezien dit systeem de wateruitwisseling dicht bij de bodem beïnvloedt kan dit potentieel een belangrijke impact hebben.

De belangrijkste kritieken op dit soort systemen zijn de volgende:

- Erg kwetsbaar door overvarende schepen, slepende ankers en onderhoudsbaggerwerkzaamheden.
- Zeer hoog energieverbruik en bijgevolg hoge operationele kosten.

Deze optie kan slechts gerealiseerd worden na een uitgebreid onderzoek in laboratorium als voorbereiding op grootschalige in situ proeven.

Het inbouwen van deze effecten in een wiskundig model is alsnog zeer theoretisch zonder dat er voldoende betrouwbaarheid van de resultaten kan gegarandeerd worden.

Rond de eeuwwisseling (1999-2001) werd een tweejarige proef gerealiseerd in de haven van New York/New Jersey met het AirguardTM Systeem (Chapman et al, 2001). Dit systeem werd er toegepast op een beperkte oppervlakte (30,000 ft² = 300 m²). Het systeem werd geïnstalleerd over de volledige oppervlakte en had in eerste instantie tot doel het slib in suspensie te houden zodat het voorbij de afmeerzone getransporteerd werd. Tot besluit werd gesteld dat zulk systeem economisch verantwoord is als de baggerkost (inclusief berging of verwerking) zich in de grootteorde van 50 tot 75 US\$/m³ bevindt.

Dit economisch omslagpunt ligt zeer ver boven de te verwachten onderhoudsbaggerkosten in de Beneden Zeeschelde.

APP 6-1.12 Aanbrengen van een overvaarbaar slibscherm

Een andere wijze van gedeeltelijke afsluiting van de dokingang is het installeren van een overvaarbaar (of beweegbaar) slibscherm over de onderste meters van het dok.

Zulk scherm bestaat uit in de bodem verankerde doeken die bovenaan voorzien zijn van drijflichamen. Door deze drijflichamen wordt het dok in verticale positie gehouden zodat de wateruitwisseling in de onderste meters beperkt wordt.

Voor de overvaarbare uitvoering is het scherm dermate flexibel dat het buigt als er een schip overvaart en terug rechtkomt nadat het schip voorbij is.

Het belangrijkste probleem is de duurzaamheid van het doek enerzijds en anderzijds de effecten van de scheepsschroeven op het scherm.

Onderstaand worden enkele korte illustraties gegeven:

- In 1978 werd in het kader van het MKO project door het bedrijf Svasek BV een inventaris opgemaakt van de verschillende mogelijkheden voor de constructie van zulk vast slibscherm.
- In het kader van hetzelfde MKO project (Rotterdam) werd in de Botlek haven gekozen voor een proef met een vast, overvaarbaar slibscherm. Er werden twee proeven gerealiseerd (één in 1982 en de volgende ca 1987). De laatste proef betreft een scherm met een hoogte van ca 3 meter dat onderaan door een "zandworst" werd verankerd en bovenaan met drijflichamen is uitgerust. Het werd in secties van 16 meter lengte geplaatst (totaal 20 secties of 320 meter lengte)

Er is geen kennis van meer recente experimenten in dit verband voor commerciële havens.

In het verleden werd dit concept geen succes omwille van de kwetsbaarheid van het systeem voor beschadiging door schroefwerking en omwille van de hinder van de resterende onderhoudsbaggerwerken. Echter gezien dit systeem de wateruitwisseling dicht bij de bodem beïnvloedt kan dit potentieel een belangrijke impact hebben en werden een aantal verkennende simulatieonderzoeken gerealiseerd

APP 6-1.13 Aanbrengen van een waterscherm

Er zou kunnen overwogen worden om de lucht te vervangen door water dat onderaan het dok geïnjecteerd wordt om op deze wijze de zout-zoet uitwisseling te beïnvloeden.

Het is te verwachten dat de energie-input hier nog aanzienlijk groter zal zijn dan bij een luchtscherm omdat de dissipatie van de energie van een waterstraal onder water zeer snel gaat.

Deze oplossing lijkt niet realiseerbaar omwille van technische en energieredenen.

APP 6-1.14 Injecteren van warm water uit een elektriciteitscentrale

Het injecteren van koelwater uit elektriciteitscentrales zou, gezien de hogere temperatuur van het water, leiden tot een vermindering van de densiteit van het dokwater. Een dergelijke maatregel zou, indien tijdonafhankelijk uitgevoerd, leiden tot grotere dichtheidsverschillen tussen dok en Schelde gedurende de vloed (of althans de periode van instroming van de onderlaag naar het dok). Dit zou een contraproductief effect hebben aangezien er dan meer slibaanvoer zou zijn dan zonder toevoeging van koelwater. De enige mogelijkheid bestaat er bijgevolg in om op het gepaste moment van het getij koelwater te injecteren in de bovenste waterlagen, waarbij het uitstromend dokwater naar de Schelde niet wordt vervangen door instromend Scheldewater in de bovenlaag, maar door koelwater. Een dergelijke maatregel zou een permanente controle van de stroming in het dok en van de saliniteit in Schelde en dok vereisen om het proces van koelwaterinjectie te kunnen sturen. Dit proces zal niet afgestemd zijn op het productieproces van de centrale, waardoor er conflicten in het sturingsproces kunnen ontstaan. De efficiëntie van een dergelijke maatregel wordt a priori als erg klein geëvalueerd omdat er vooral op een effect in de bovenste waterlagen wordt verwacht hetgeen de minst slibhoudende laag is. Nader onderzoek zou hierop een preciezer antwoord kunnen geven; echter gezien het geringe en het zelfs negatieve verwachte effect wordt er niet nader op ingegaan.

APP 6-2 Innovatieve verwijderingstechnieken

Naast het verminderen van de aanslibbingshoeveelheden in het Deurganckdok is het aangewezen om ook te kijken naar de mogelijkheden om de aanslibbingen op een innovatieve wijze te verwijderen uit het dok. Hierbij wordt gedacht aan methodes die het slib verwijderen zonder dat hiervoor traditionele baggertuigen moeten ingezet worden;

Tijdens de expert meeting werden de volgende mogelijkheden geïdentificeerd:

- Het gebruik van een slibgemaal
- Spuien van het dok door inschakeling van de haven op linkeroever
- Het terugpompen van de slibhoudend Scheldewater

APP 6-2.1 Een slibgemaal

Een slibgemaal is een stationair pompsysteem dat zich in een verdieping onder de bodem van het dok bevindt met als doel het continu wegpompen van de slibafzettingen in het dok. Een noodzakelijke vereiste hiertoe is dat de bodem van het dok onder helling wordt uitgebaggerd naar het gemaal toe, zodat het slib gravitair kan toestromen naar het slibgemaal. (Een deel van) het slib kan zo terug naar de Schelde worden verpompt.

Het belangrijkste probleem in dit verband zijn de rheologische eigenschappen van het slib op de dokbodem waardoor het slechts in beweging komt als er minimale aandrijvende krachten zijn, d.i. als de lokale schuifspanning, uitgeoefend door de stroming op het slib voldoende hoog is. Verder is ook de snelheid waarmee het slib naar de verdieping toeschuift een belangrijke parameter en de ervaring op verschillende plaatsen in België en Nederland leert dat de natuurlijke toestroming van slib dikwijls onvoldoende is voor een economisch verantwoorde inzet van een gemaal. Hierbij wordt ondermeer verwezen naar het onderzoek dat werd uitgevoerd door het Laboratorium voor Hydraulica (Berlamont et al, 1986; Berlamont, 1989). Uit het onderzoek, uitgevoerd met betrekking tot het bepalen van de haalbaarheid van een vast slibgemaal in Zeebrugge, bleek dat het afpompen van homogene slibafzetting mogelijk is, waarbij de effectiviteit van de installatie, gekarakteriseerd door verlaging van de slib-waterinterface en de invloedzone van de pompinstallatie sterk afhangen van de rheologische eigenschappen van het slib, meer bepaald de schuifsterkte, die afhankelijk is van de initiële slibdensiteit, de consolidatietijd en de voorgeschiedenis van het slib. Voor niet-homogene sliblagen, die ontstaan door het uitzakken van slib uit suspensie in opeenvolgende afzettingsperiodes (bijvoorbeeld tijdens de kentering) is de efficiëntie uitermate laag, waarbij de helling van de afgepompte kegel kan oplopen tot 1/1. Het is dan duidelijk dat de invloedssfeer hierdoor uitermate klein wordt. De laboratoriumproeven dienaangaande werden bevestigd door metingen in een pilootopstelling ter hoogte van het Steenponton te Antwerpen.

Uit het bovenstaande blijkt duidelijk dat, om tot een mogelijk haalbare oplossing te komen voor een slibgemaal, het noodzakelijk is dat er eerst methodes gezocht worden om de sliblaag in de omgeving van het gemaal te homogeniseren. Door het laboratorium voor Hydraulica werden destijds 3 mogelijke technieken geformuleerd; waterinjectie, luchtbellenschermen en het mengen van het slib door roerders.

Het gebruik van waterinjectietechnieken werd onderzocht en dit zowel onder laboratorium omstandigheden als op de pilootlocatie te Antwerpen. Hieruit bleek dat deze injectie slechts een beperkte invloedradius heeft. Dus moet geconcludeerd worden dat deze techniek niet via een vaste installatie, maar via een bewegend injectiesysteem moet gerealiseerd worden (Berlamont, 1989). Het gebruik van een luchtellenmatras maakte het mogelijk om slib af te pompen onder het Steenponton in Antwerpen, waarbij tests werden uitgevoerd gedurende een periode van 4 maanden. Het betreft hier een relatief beperkte oppervlakte onder het ponton zodat het risico op mechanische schade van het injectiesysteem beperkt was.

Tenslotte werden ook propellers ingezet om de sliblagen te mengen en aldus tot een zo homogeen mogelijke sliblaag te komen: uit de proeven bleek dat het mengen van het slib door mechanische roerders efficiënter was dan waterinjectie maar hoe dit in de praktijk van het Deurganckdok kan gerealiseerd worden is niet vanzelfsprekend.

Ook in de haven van Rotterdam werden, in het kader van het MKO project grootschalige proeven gerealiseerd waarbij een stationair gemaal werd gerealiseerd met een (traditionele) diepzuiger. De zuiginstallatie werd geplaatst in een zogenaamde "zuigput" en er werd ca 55.000 m³/week

verpompt (aan een densiteit omgerekend naar 1.28 t/m^3). Voor een efficiënt gebruik werd het tuig regelmatig verplaatst tussen minstens 3 verschillende punten (ref. MKO 1979)

De resultaten van de proef werden destijds positief beoordeeld. Later werd er naar verluid nog een proef in de Botlek haven gerealiseerd. Hiervan konden geen resultaten achterhaald worden. Na deze proef werden verdere experimenten in deze richting stopgezet.

Als besluit kan wel gesteld worden dat deze oplossing mogelijk perspectieven kan bieden maar dat het aangewezen lijkt om een verplaatsbaar systeem te ontwikkelen dat flexibel kan ingezet worden tijdens het optimalisatieproces en later tijdens een eventuele operationele inzet.

APP 6-2.2 Spuien van het dok door inschakeling van de haven op linkeroever

Een ander methode om het slib uit het dok te verwijderen bestaat in de traditionele spui-techniek die in het verleden ook in een aantal kusthavens gebruikt werd (cfr. De Spuikom in Oostende).

Spuien betekent dat men op korte tijd een groot volume water doorheen het dok laat stromen waardoor er belangrijke stroomsnelheden gerealiseerd worden die het afgezette slib terug in suspensie brengen en meesleuren naar de Schelde.

In de kusthavens wordt hiervoor een spui-techniek gebruikt die bij hoogwater volloopt. Bij laagwater wordt de sluis opengezet zodat het water uit de spui-techniek met een aanzienlijke snelheid terug naar de zee stroomt.

In het geval van het Deurganckdok zou de Waaslandhaven als "spui-techniek" kunnen fungeren. Er moet enkel een voldoende grote afsluitbare verbinding gecreëerd worden tussen de Waaslandhaven en het Deurganckdok. Bv een aantal met een klep afgesloten parallelle kanalen net boven de dokbodem.

Beperkingen voor deze oplossing zijn:

- Hierdoor moet het aanvaard worden dat het waterniveau in de Waaslandhaven aanzienlijk mag variëren tijdens zulke spui oefening (risico voor de stabiliteit van de kaaimuren ?)
- Het is onzeker of de spui-oefening mag gebeuren met afgemeerde schepen gezien er belangrijke stromingskrachten gecreëerd worden

Om deze oplossing te realiseren moeten volgende zaken nog in detail onderzocht worden:

- De minimale volumes en duurtijd dat er moet gespuid worden om enig effect te bekomen.
- Een detailstudie moet uitwijzen of de afgezette sliblagen zo kunnen geërodeerd worden of dat er ook hier methodes moeten gebruikt worden om de stromingskarakteristieken van het slib te verbeteren (cfr vorig punt)
- De frequentie van spuien (hoe frequenter hoe minder het slib geconsolideerd is en hoe makkelijker het erodeert maar hoe meer waterstandsvariaties in de Waaslandhaven)
- Effect van slib in de Waaslandhaven
- Effect van zout in de waaslandhaven
- De impact van het spuien op de natuurlijke slibhuishouding in de Schelde.

Gelet op het feit dat om slib te eroderen de stroomsnelheden voldoende hoog moeten zijn om de kritische schuifspanning voor erosie te overschrijden, gelet op het feit dat het dok een gemiddelde waterdiepte heeft van circa 20m en een breedte van 300m is de doorstroomoppervlakte circa 6000 m^2 . Om een stroomsnelheid van circa 0.5 m/s te realiseren zou een debiet van $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ noodzakelijk zijn, wat onrealistisch hoog lijkt, zelfs om gedurende een uur per getij te kunnen laten stromen. Dit zou per uur ca 10 miljoen m^3 vergen of een waterverlaging in de Waaslandhaven met bijna 2 meter voor een geraamde oppervlakte van de dokken van ca 500 ha. Om deze reden wordt spuien als slibverwijderingstechniek niet haalbaar gezien, maar kan spuien nog wel overwogen en onderzocht worden om het wateruitwisselingsmechanisme tussen dok en Schelde te beïnvloeden.

APP 6-2.3 Het terugpompen van het slibhoudend Scheldewater

Deze denkpiste bestaat erin om aan de ingang van het dok het slibhoudende water (met een groot debiet) af te zuigen en terug naar de Schelde te pompen via een pompput in de bodem van het

dok. Hierdoor wordt het slib in suspensie reeds voor het bezinkt, weggehaald uit het dok en wordt de belangrijkste problematiek bij een slibgemaal en bij spuien vermeden namelijk het feit dat het slib consolideert en hierdoor moeilijker in beweging kan gebracht worden.

Een dergelijk systeem is vergelijkbaar met de bestaande installatie ter hoogte van de Zandvliet sluis, waarbij de oorspronkelijke put, gebouwd voor het opvangen van het indringende zoute/brakke water uit de Schelde tijdens de versassing, thans wordt gebruikt als gravitaire terugstroominstallatie voor het slib uit de dokken op de rechteroever.

De belangrijkste problematiek zal hier ongetwijfeld het volume zijn dat elk getij opnieuw moet verpompt worden

Verder onderzoek is vereist en dient gericht te zijn op:

- Inschatting van het af te pompen debiet (dit zou in dezelfde grootte-orde moeten liggen als de totale wateruitwisseling tussen dok en Schelde)
- De impact van het af gepompte debiet op de wateruitwisseling dok-Schelde
- Inschatting van "trap efficiency" van het slib dat toestroomt uit de Schelde
- De mogelijkheid tot combinatie van deze afzuiginstallatie met een fluïdisering van het afgezette slib in het Deurganckdok, zodat het gravitair naar de pompinstallatie kan toestromen (zie pompemaal paragraaf APP 6-2.1).
- De mogelijke locaties voor de uitstroomopening van de pompinstallatie (zowel opwaarts als afwaarts). De plaats zal grotendeels de recirculatie naar het dok bepalen.
- De potentiële effecten van het teruggepompte water in de Schelde

De effecten werden begroot met het mathematisch model voor zowel een uitstroomlocatie opwaarts van het Deurganckdok als een locatie op rechteroever, gesitueerd ter hoogte van de laagwaterlijn aan Boei 84.

Er werd aangenomen (cfr. paragraaf 4.5.2) dat per getij 1500 TDS uit het Deurganckdok dient verwijderd te worden. Deze 1500 ton werden verspreid over het getij in het systeem ingebracht.

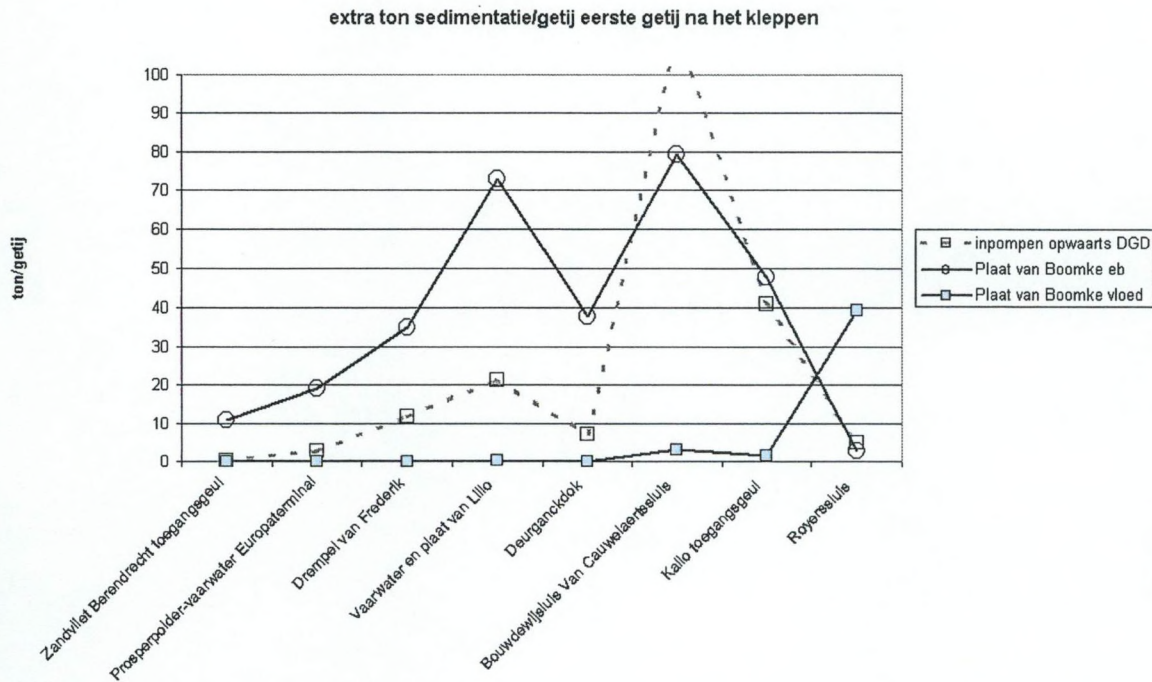
De resultaten van het mathematisch model werden getest voor wat betreft de efficiëntie van het baggerwerken, en de invloed op de verhoging van de turbiditeit.

Figuur A- 93 tem Figuur A- 96 geven de extra ton sedimentatie per getij, veroorzaakt door het inpompen van het sediment ter hoogte van de laagwaterlijn aan boei 84, en opwaarts het Deurganckdok respectievelijk. Ter vergelijking zijn aan de figuren de resultaten voor de stortlocatie Plaat van Boomke toegevoegd. Uit de figuren blijkt duidelijk dat –behalve voor de beperkte zones opwaarts het Deurganckdok- de slibgemalen een slechter resultaat geven dan de reguliere baggerstortingen op de Plaat van Boomke. Dit valt te verklaren door het feit dat door de langzame lozing van het sediment van in het systeem, dit laatste zich minder als een "wolk" zal verplaatsen, hetgeen voor een deel de afzettingsmogelijkheden beïnvloedt.

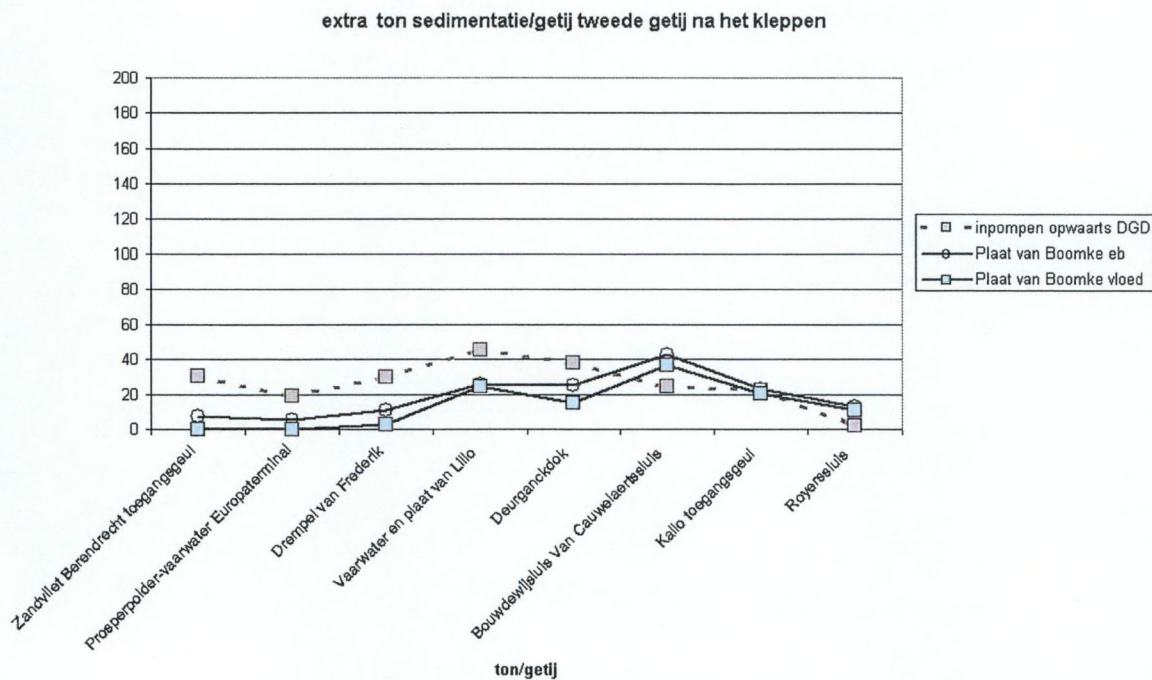
Figuur A- 97 en Figuur A- 98 geven de bereikte waarden voor het gehalte aan sediment in suspensie langsheen een langsas van de Schelde. Om de waarden beter te kunnen inschatten werden op de figuur ook meetresultaten aangegeven. Indien deze figuur vergeleken wordt met dezelfde figuur die opgemaakt werd voor simulaties waarbij reguliere stortingen (zoals bijvoorbeeld Figuur A- 14 en Figuur A- 15) dan valt onmiddellijk het ontbreken van een piekwaarde op zoals deze die zich bij reguliere stortingen manifesteert op de stortlocatie. De invloed op het gehalte aan sediment in suspensie is lichter dan bij de reguliere stortmethodes.

Samenvattend kan gezegd worden dat door de geleidelijke release van het materiaal de invloed op de verhoging van de turbiditeit beduidend kleiner is, maar dat de effectiviteit van deze methode minder is doordat het materiaal noodzakelijkerwijs dichtbij zones met intensieve baggernoden zoals het Deurganckdok moet gestort worden. Indien de vergelijking gemaakt wordt tussen de

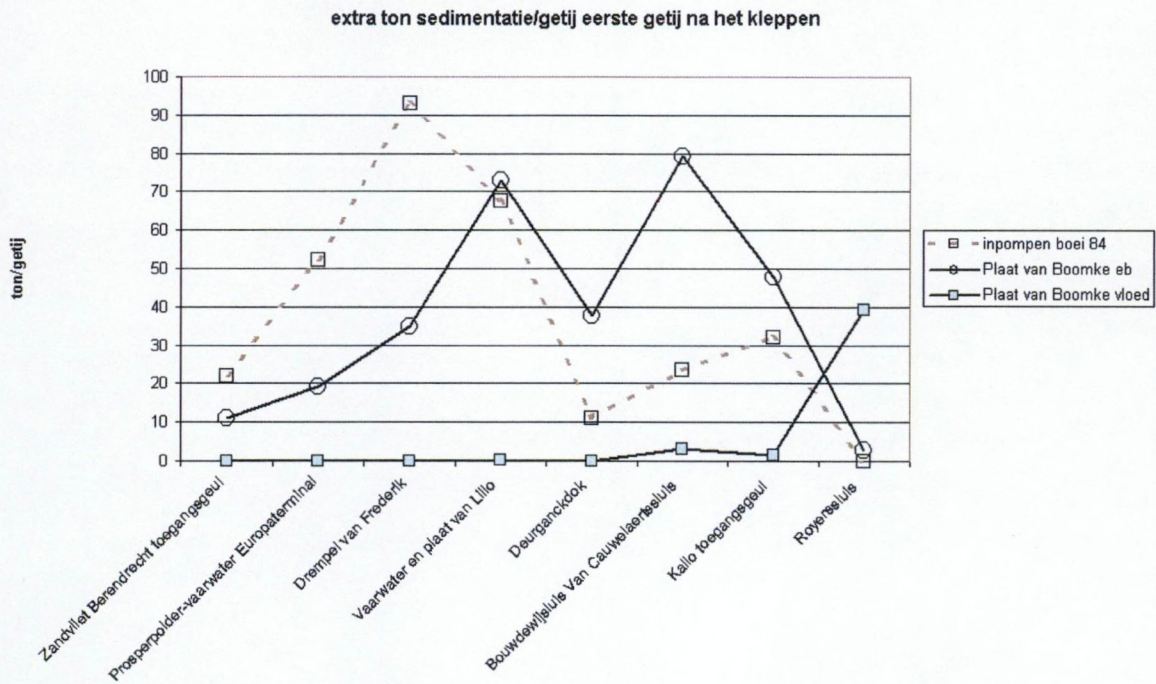
beide stortlocaties kan gesteld worden dat de stortlocatie opwaarts Deurganckdok licht te verkiezen valt, omwille van de lichtjes hogere effectiviteit en de realiseerbaarheid. Nader onderzoek is nodig, niet alleen naar de technische uitvoerbaarheid van deze oplossing, maar ook naar de meest efficiënte werking van het slibgemaal in relatie tot de getijcyclus.



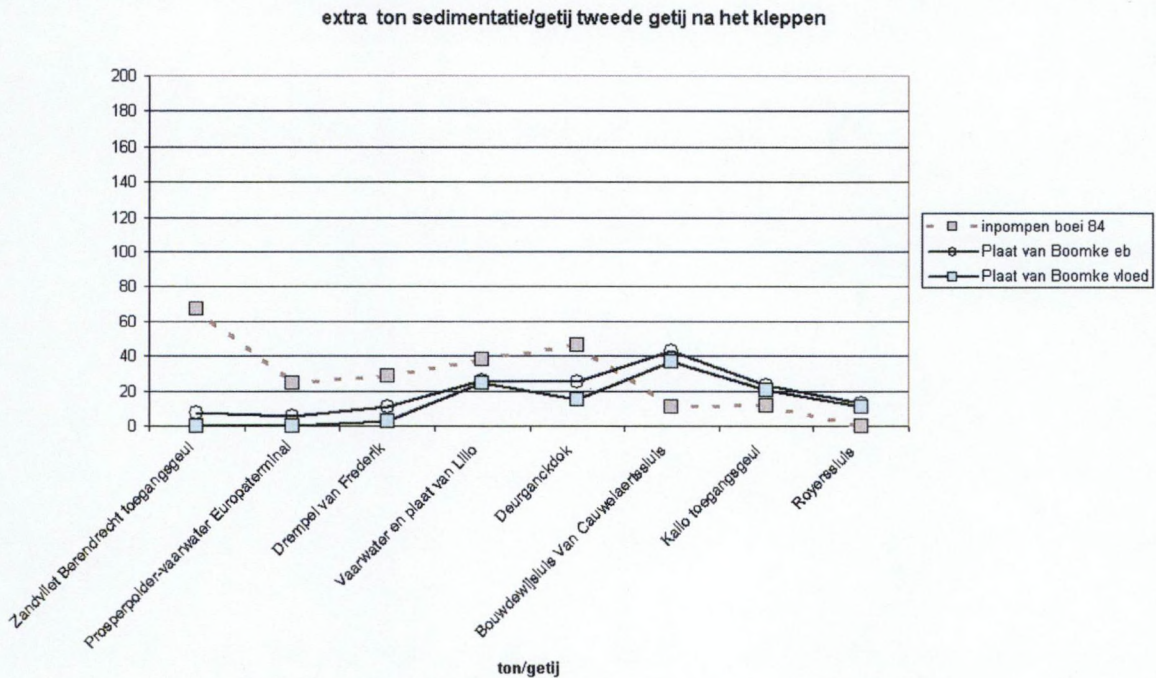
Figuur A- 93 : extra ton sedimentatie/getij gedurende het eerste getij na het kleppen, vergelijking tussen het terugpompen opwaarts van het Deurganckdok of storten op de Plaat van Boomke



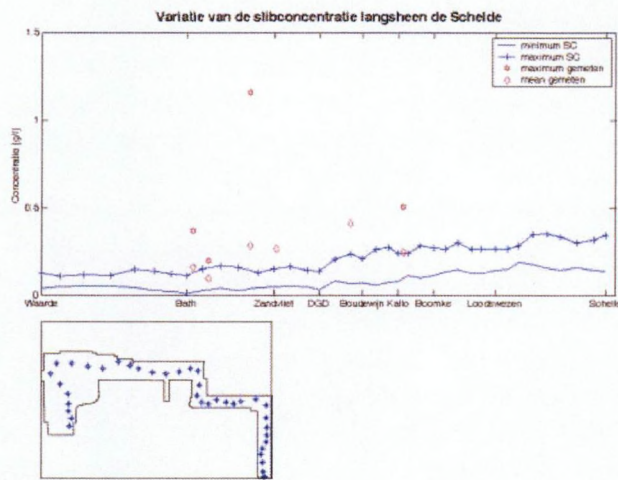
Figuur A- 94 : extra ton sedimentatie/getij gedurende het eerste getij na het kleppen, vergelijking tussen het terugpompen opwaarts van het Deurganckdok of storten op de Plaat van Boomke



Figuur A- 95 : extra ton sedimentatie/getij gedurende het eerste getij na het kleppen, vergelijking tussen het terugpompen ter hoogte van boei 84 of storten ter hoogte van Plaat van Boomke

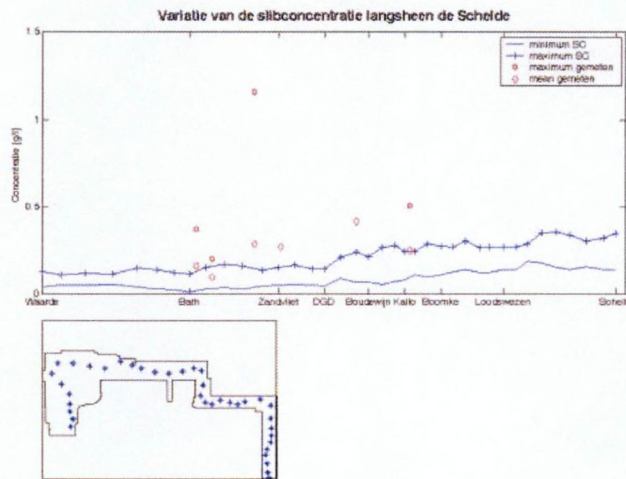


Figuur A- 96 : extra ton sedimentatie/getij gedurende het eerste getij na het kleppen, vergelijking tussen het terugpompen ter hoogte van boei 84 en storten ter hoogte van Plaat van Boomke



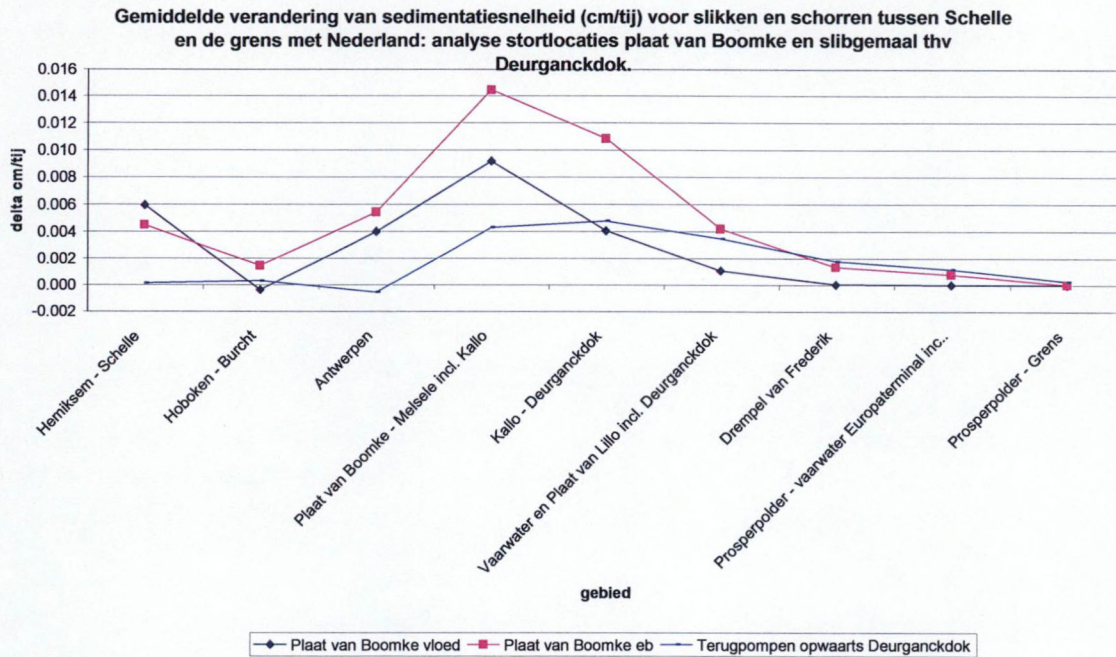
Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 97 : Bereikte maximum en minimumwaarden voor de sedimentconcentratie in een langspoor langs de Schelde voor de simulatie met slibgemaal en lozingslocatie opwaarts het Deurganckdok

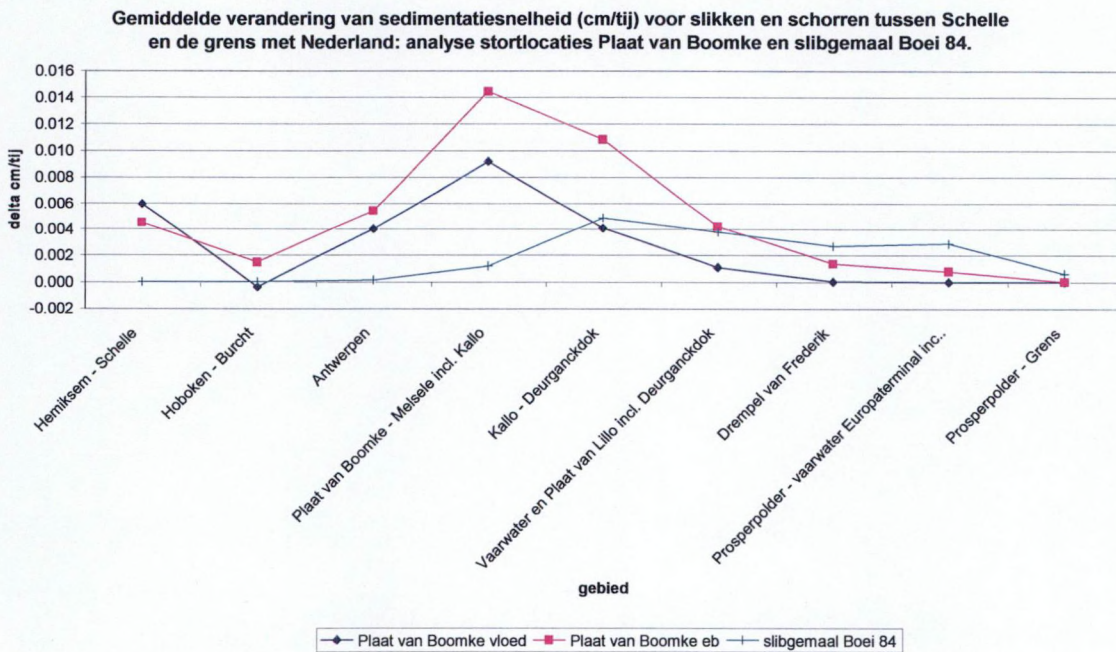


Processed by IMDC Project 11239/maart 2003

Figuur A- 98 : Bereikte maximum en minimumwaarden voor de sedimentconcentratie in een langspoor langs de Schelde voor de simulatie met slibgemaal en lozingslocatie aan de 0 meter lijn ter hoogte van boei 84

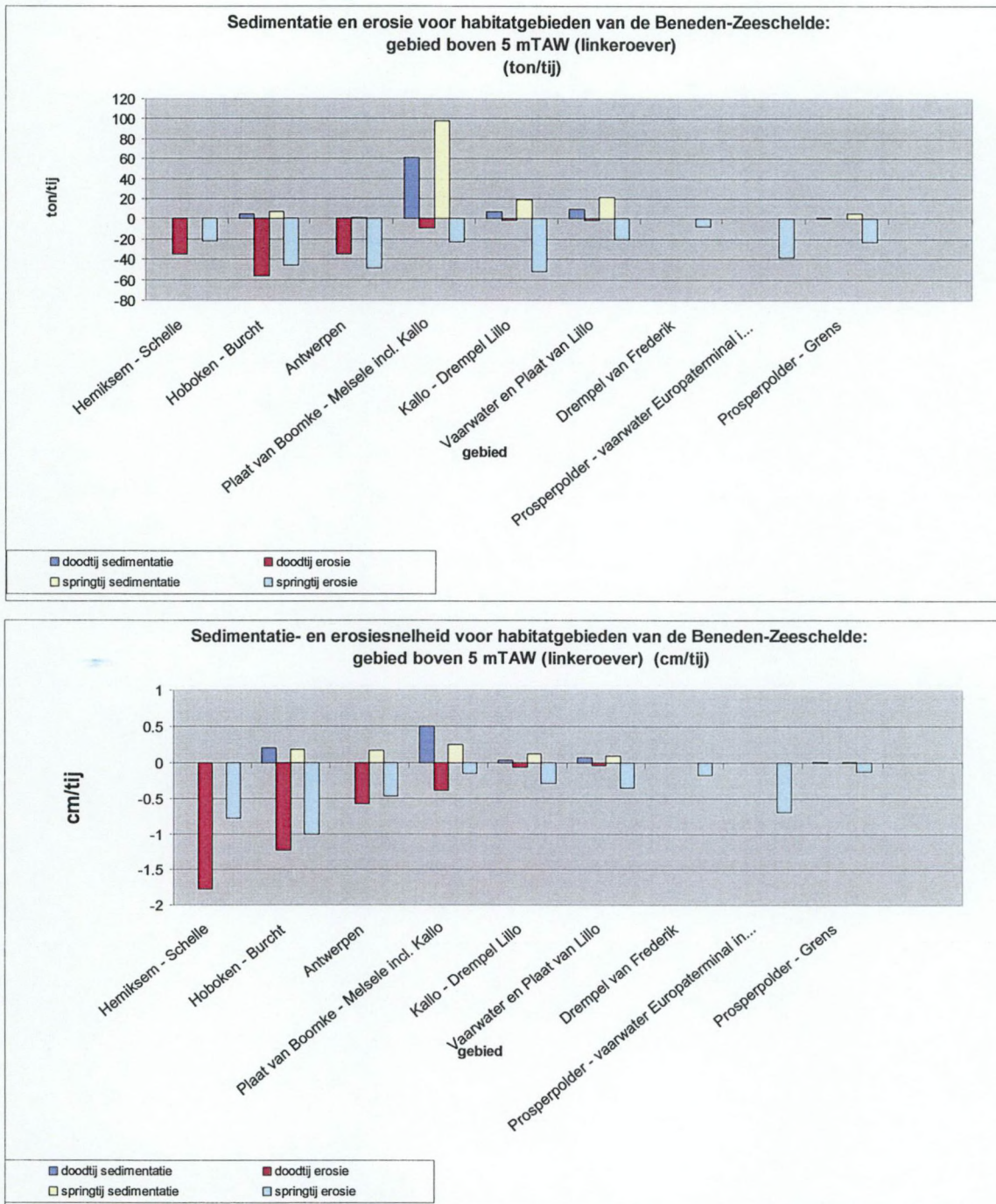


Figuur A- 99 : verandering sedimentatiesnelheid (cm/tij) gedurende het tweede getij na het kleppen, vergelijking tussen tussen stortlocatie Plaat van Boomke en slibgemaal opwaarts van het Deurganckdok

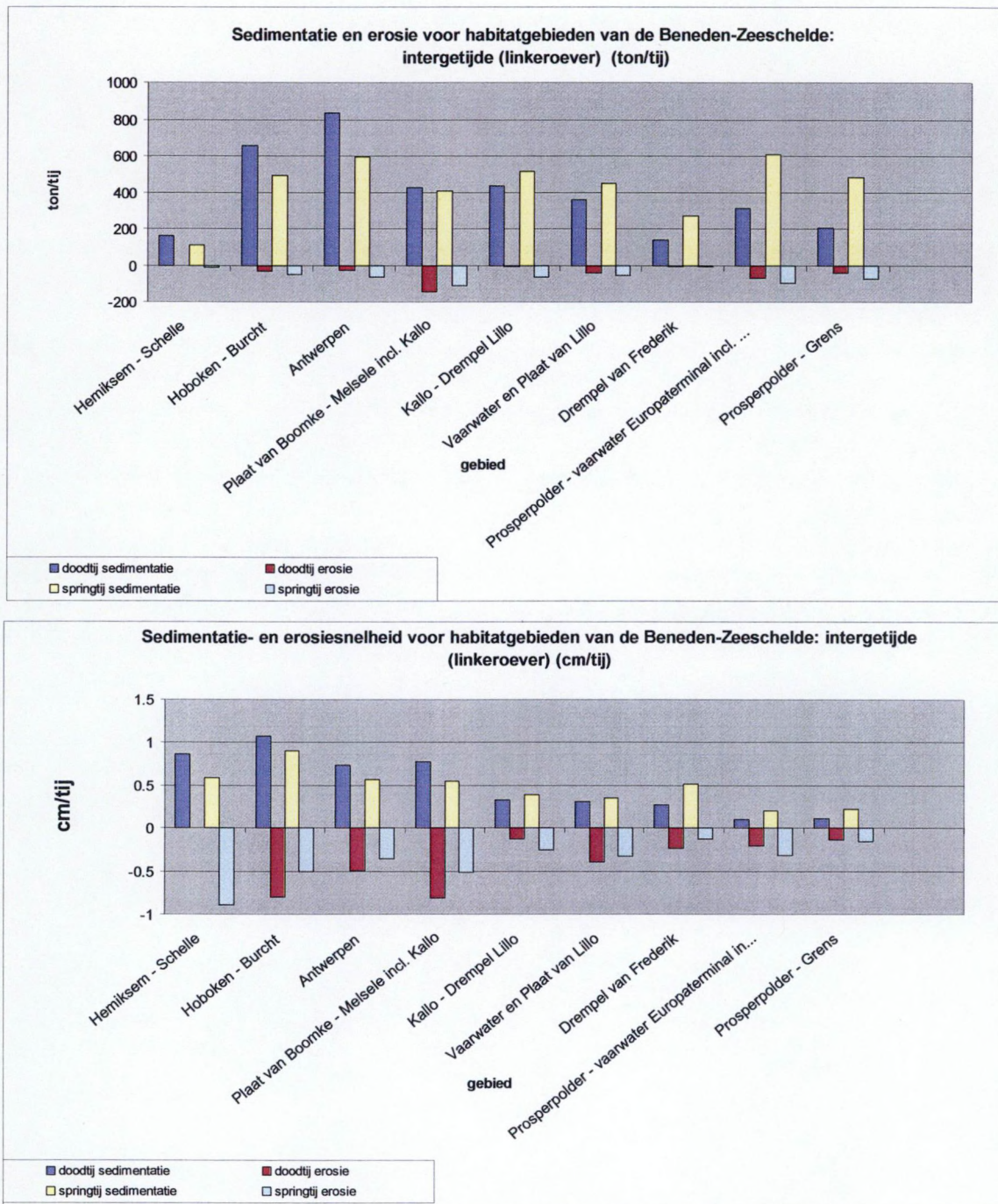


Figuur A- 100 : verandering sedimentatiesnelheid (cm/tij) gedurende het tweede getij na het kleppen, vergelijking tussen tussen stortlocatie Plaat van Boomke en slibgemaal thv boei 84

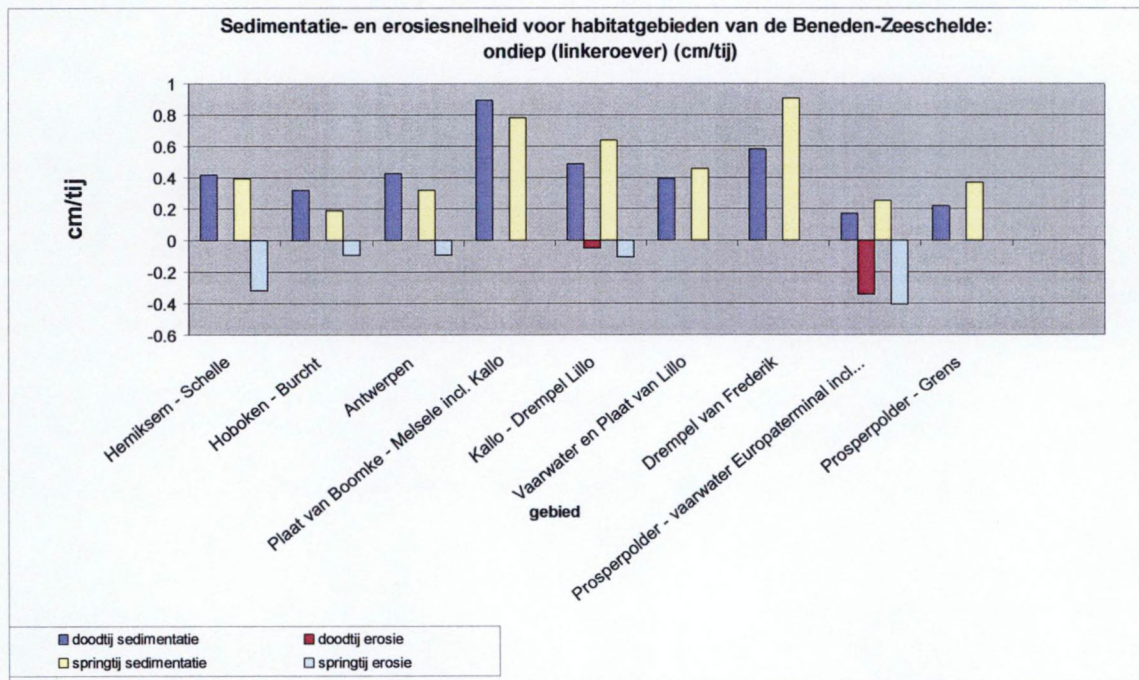
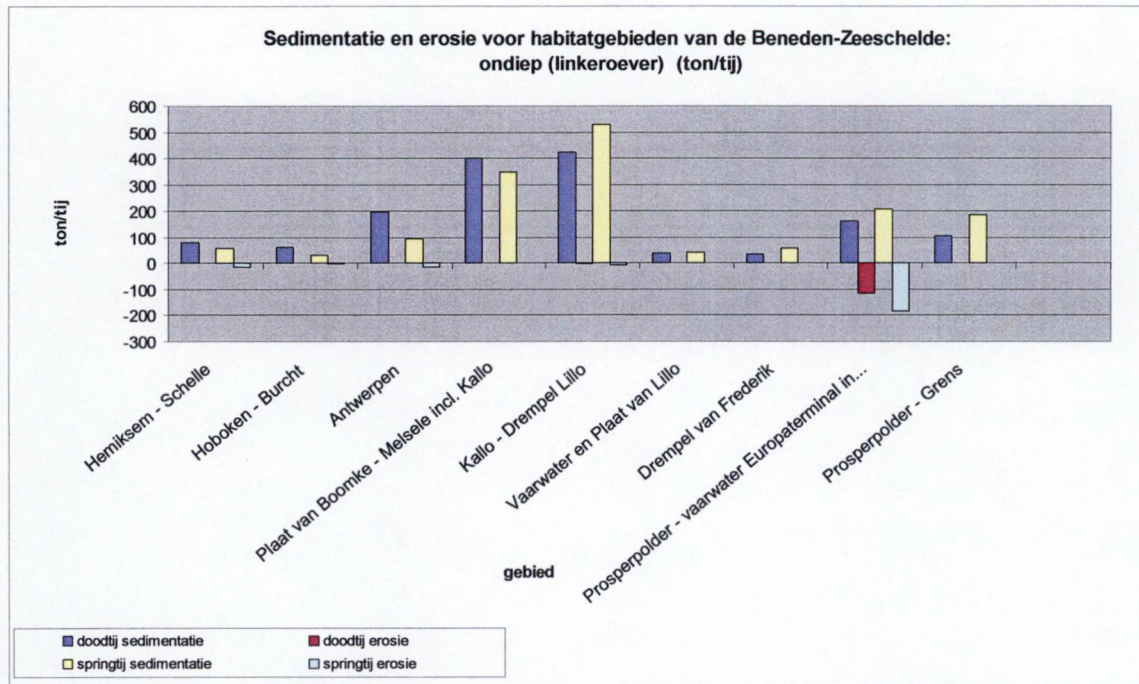
APPENDIX 7 SLIKKEN EN SCHORREN



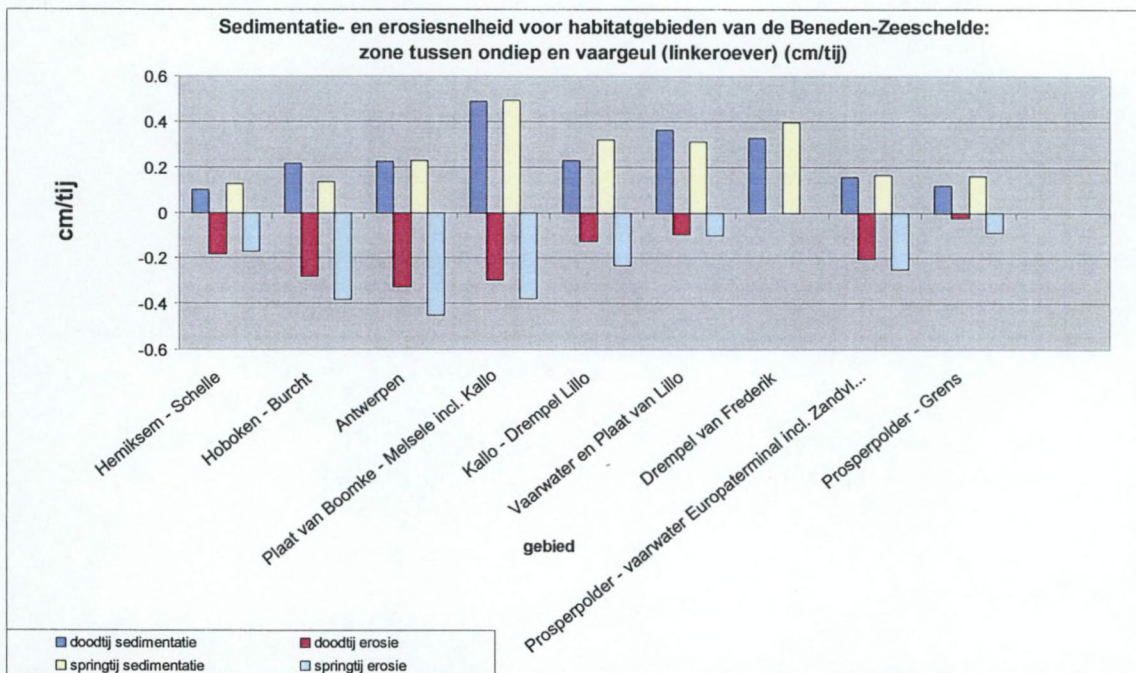
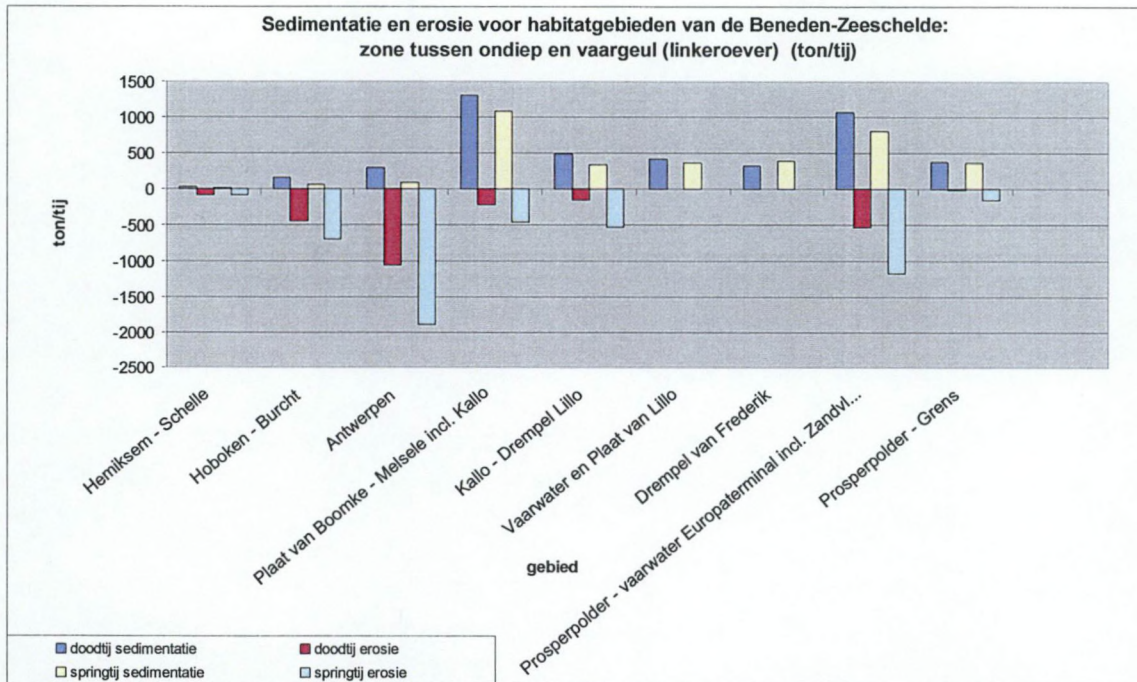
Figuur A- 101 : Sedimentatie en erosie (ton/tij), sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) in het schorregebied van de Beneden-Zeeschelde (linkeroever) tijdens spring- en doottij.



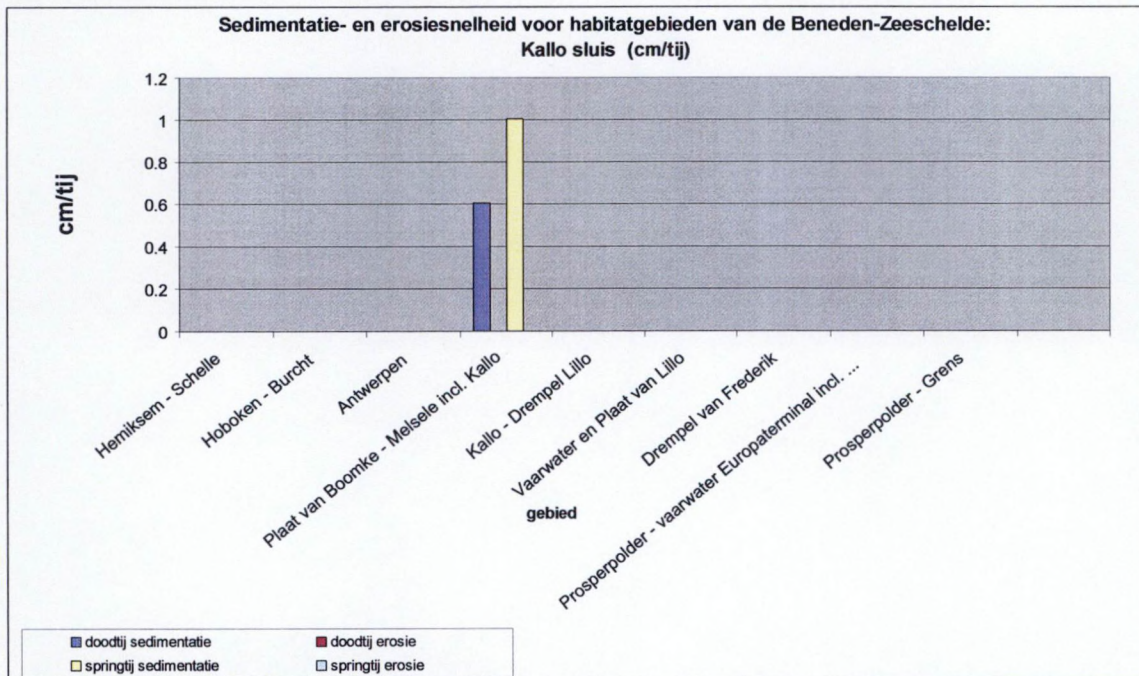
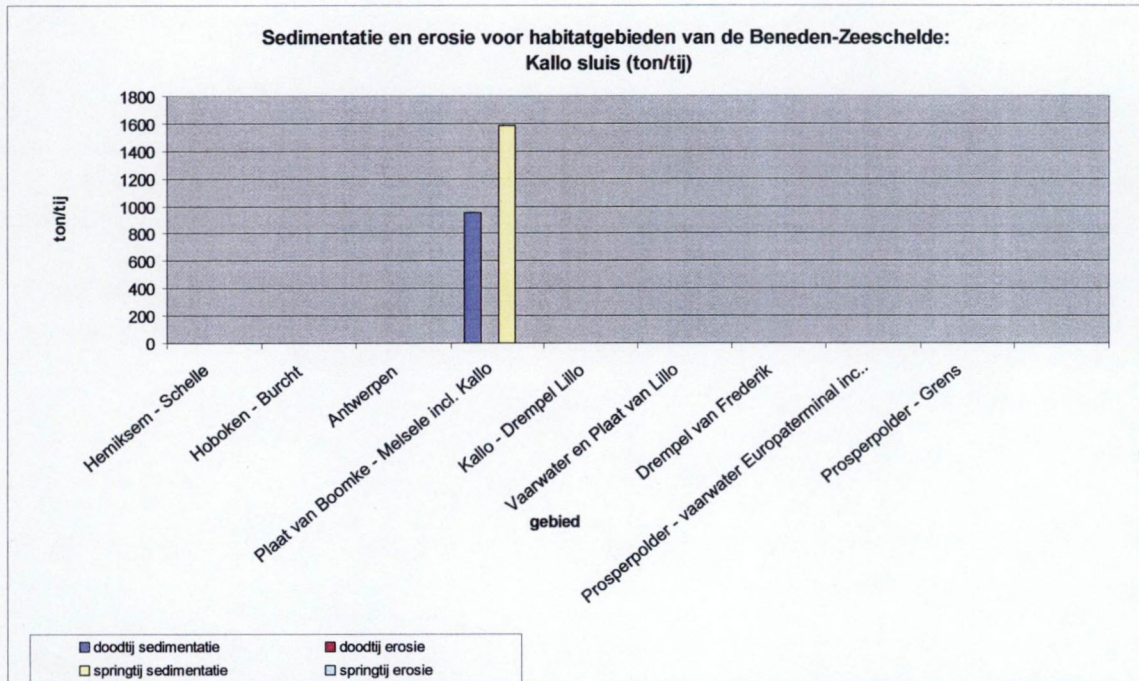
Figuur A- 102 : Sedimentatie en erosie (ton/tij), sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) in het intergetijdengebied (slikken) van de Beneden-Zeeschelde (linkeroever) tijdens spring- en doottij.



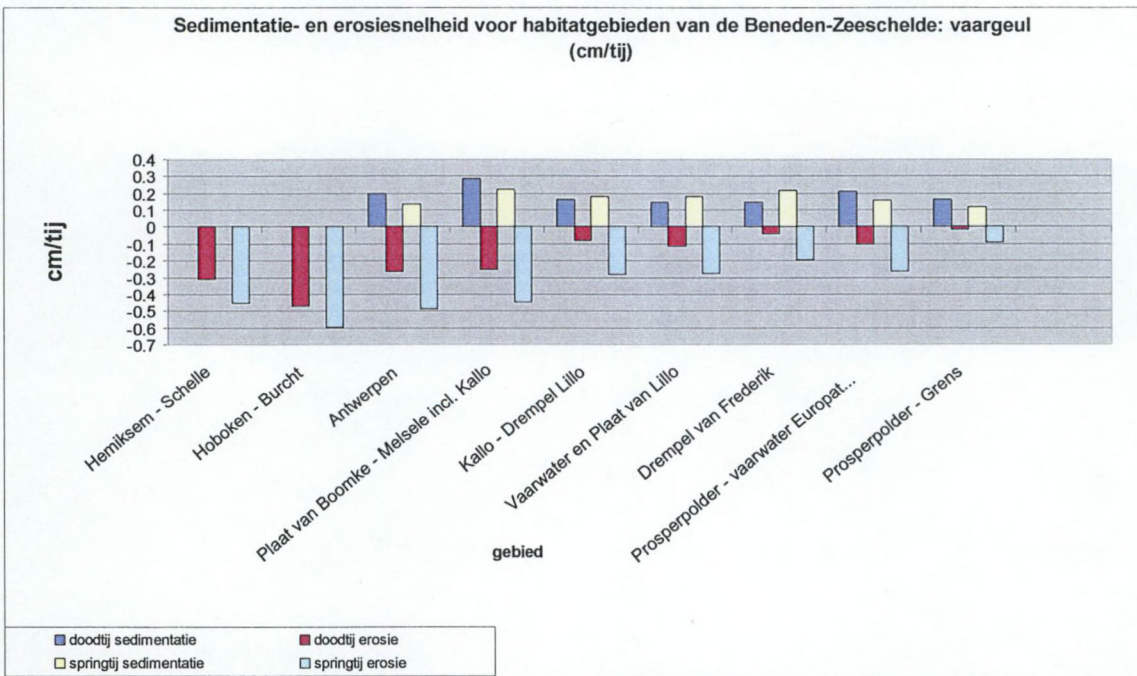
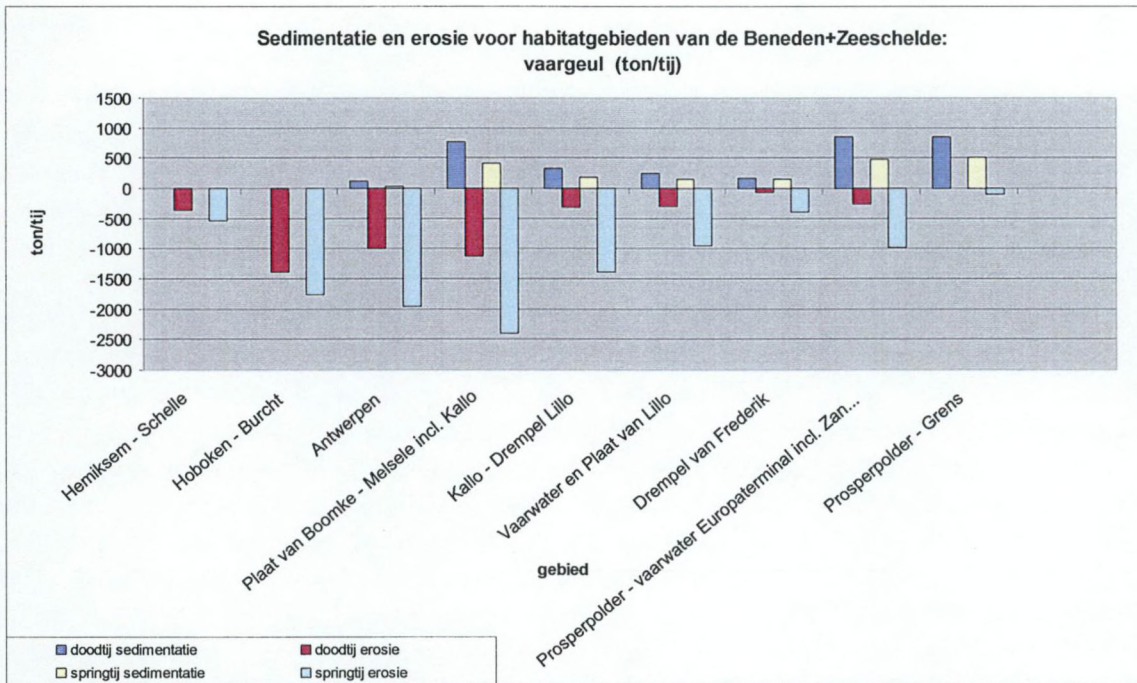
Figuur A- 103 : Sedimentatie en erosie (ton/tij), sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) in het ondiepwatergebied van de Beneden-Zeeschelde (linkeroever) tijdens spring- en doortij.



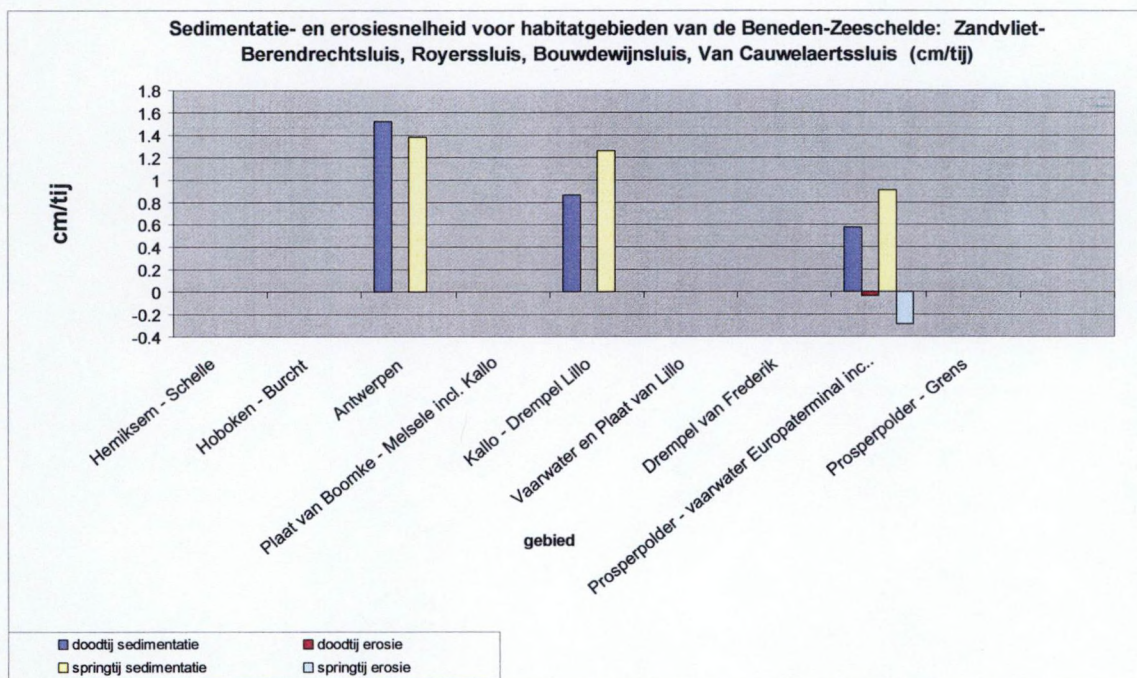
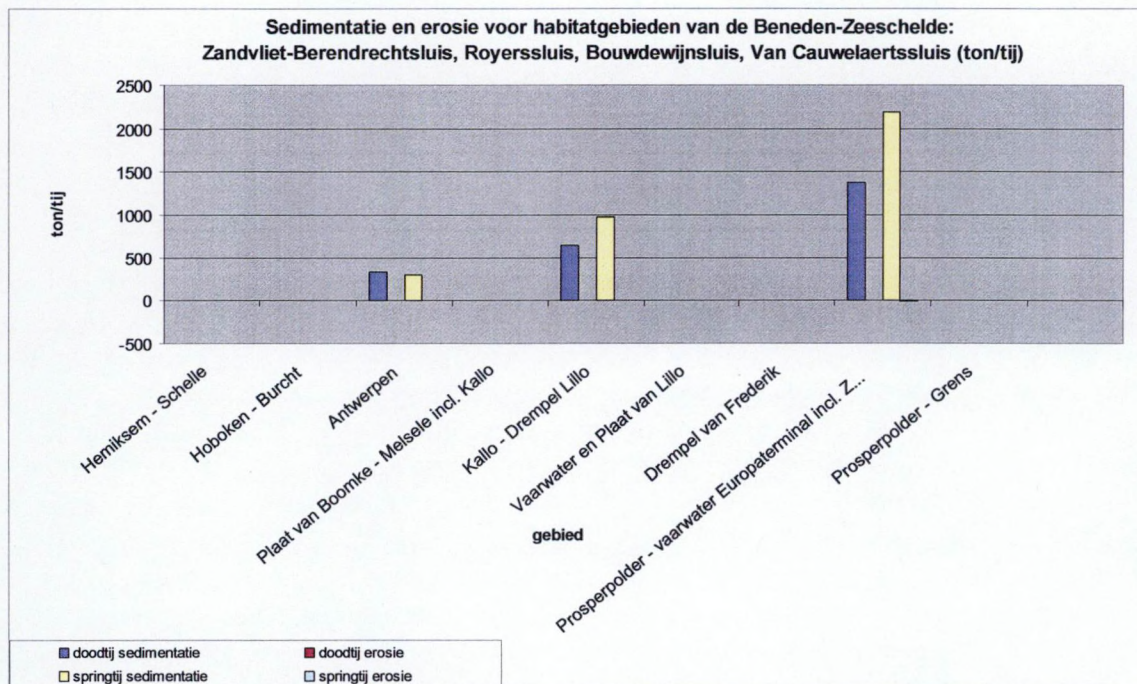
Figuur A- 104 : Sedimentatie en erosie (ton/tij), sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) zone tussen het ondiepwatergebied en de vaargeul van de Beneden-Zeeschelde (linkeroever) tijdens spring- en doortij.



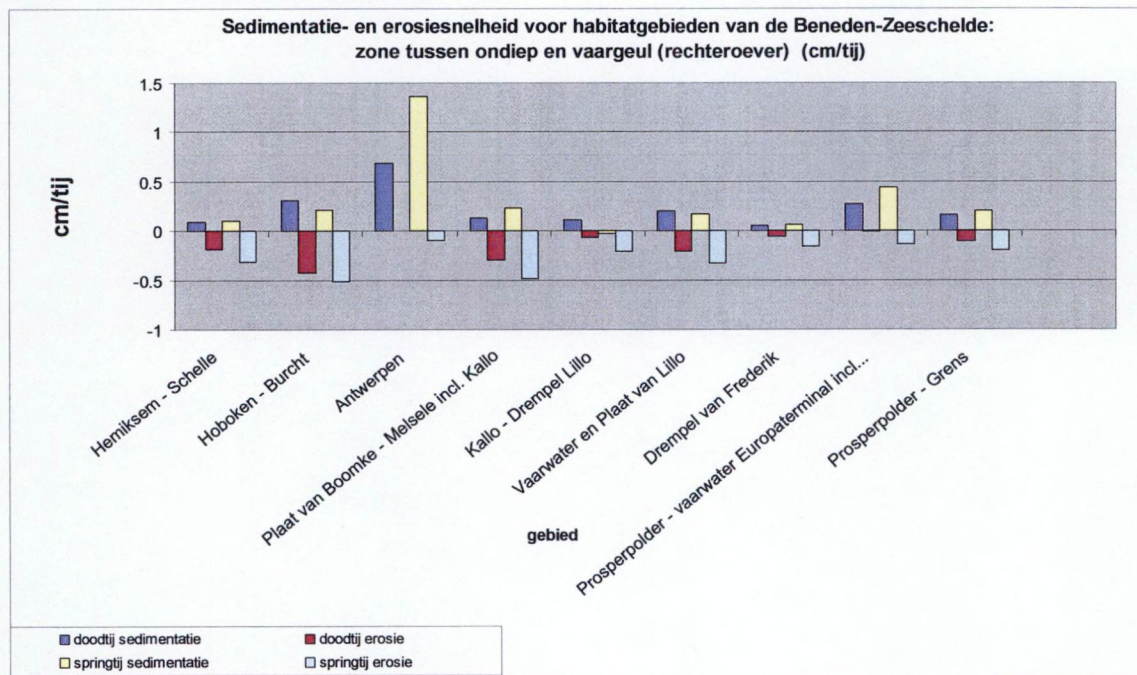
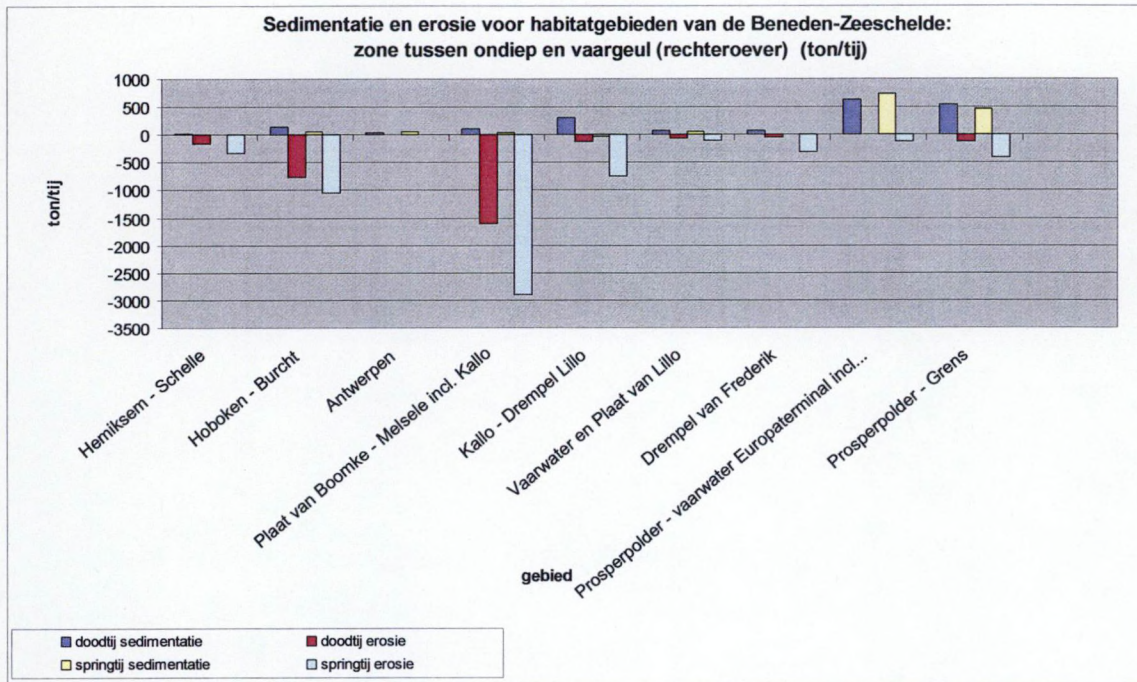
Figuur A- 105 : Sedimentatie en erosie (ton/tij), sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) in de toegangseul van de Kallosluis tijdens spring- en doottij.



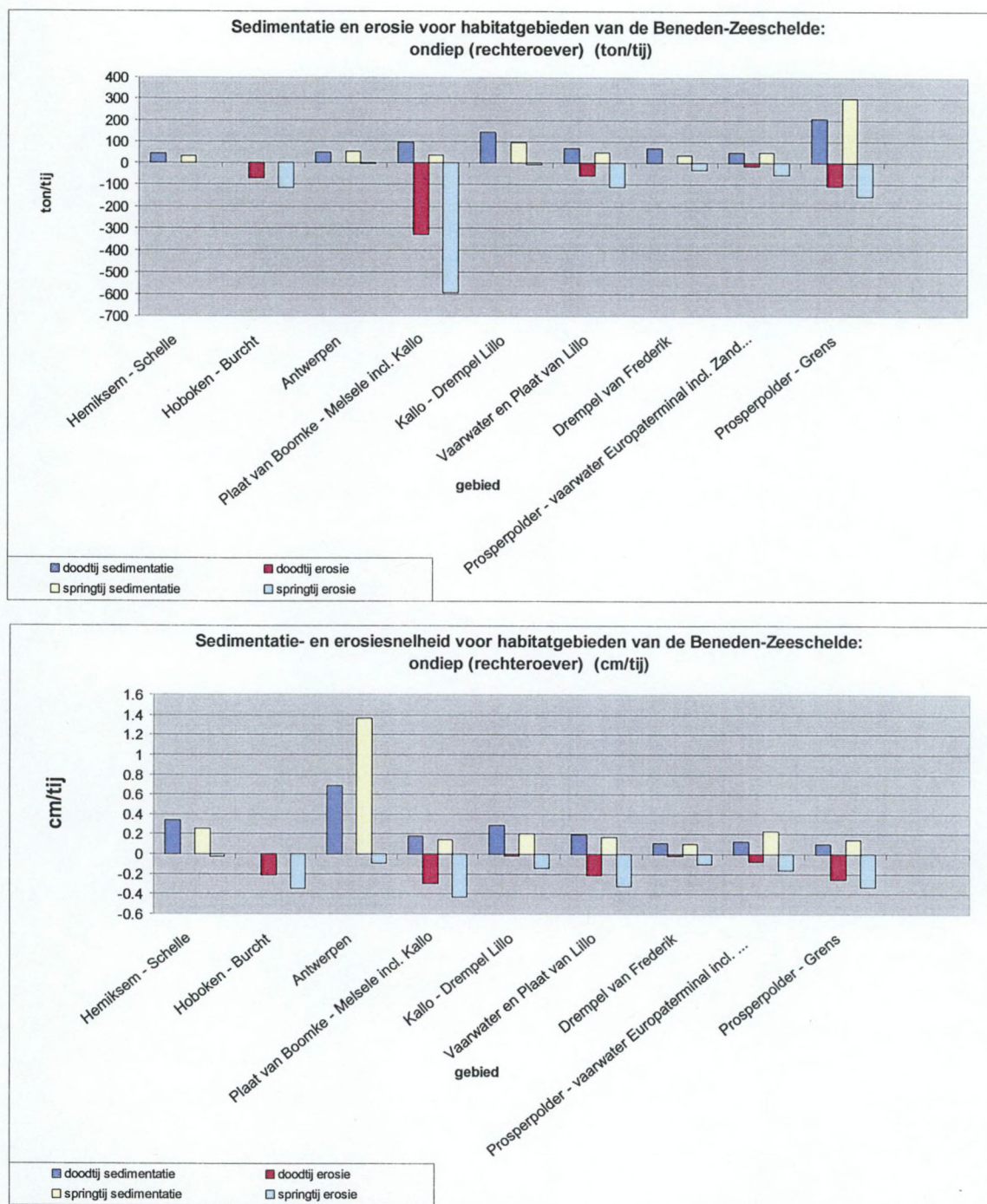
Figuur A- 106 : Sedimentatie en erosie (ton/tij), sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) in de vaargeul van de Beneden-Zeeschelde tijdens spring- en doortij.



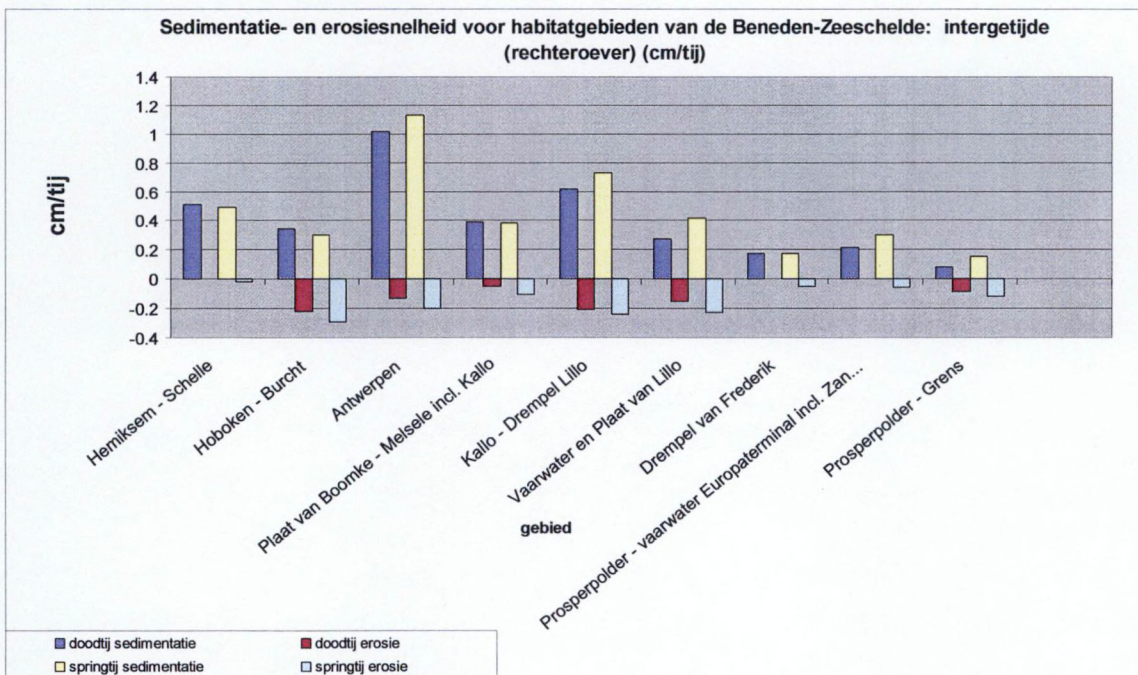
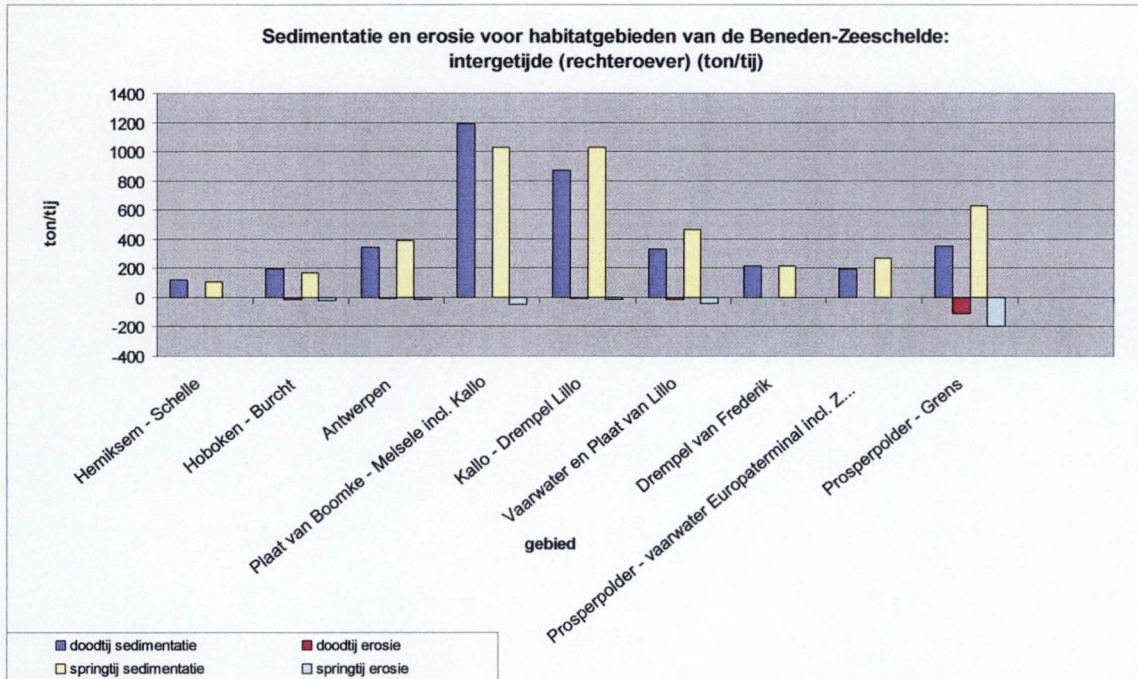
Figuur A- 107 : Sedimentatie en erosie (ton/tij), sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) in de toegangseulen van de Beneden-Zeeschelde (rechteroever) tijdens spring- en doodtij.



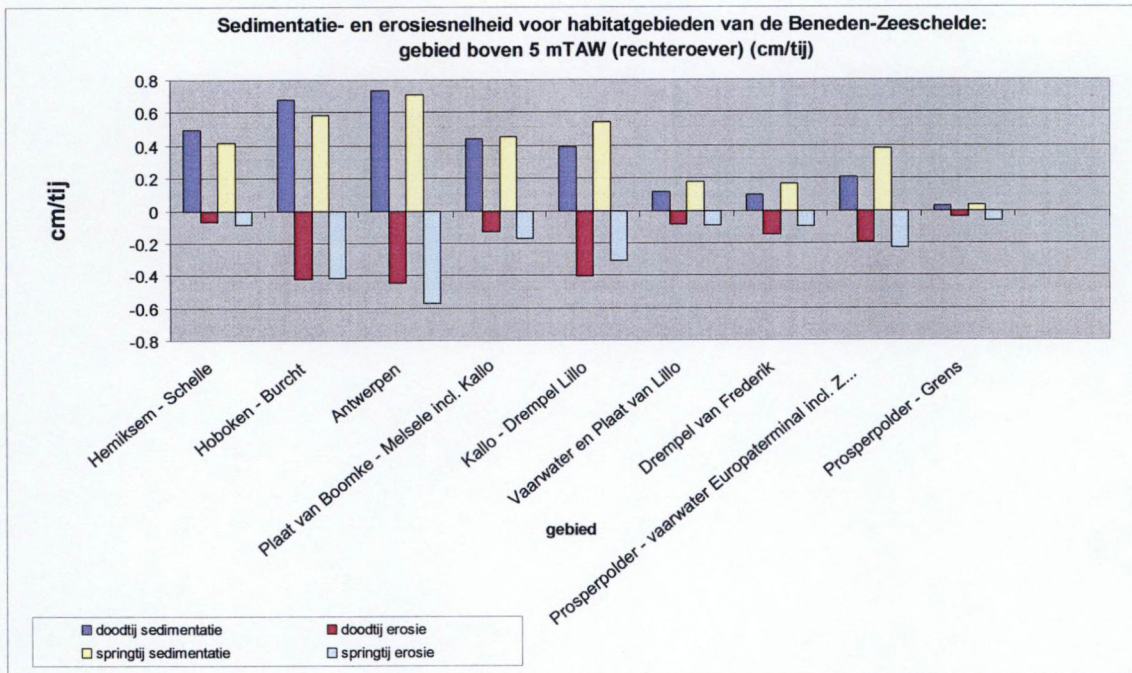
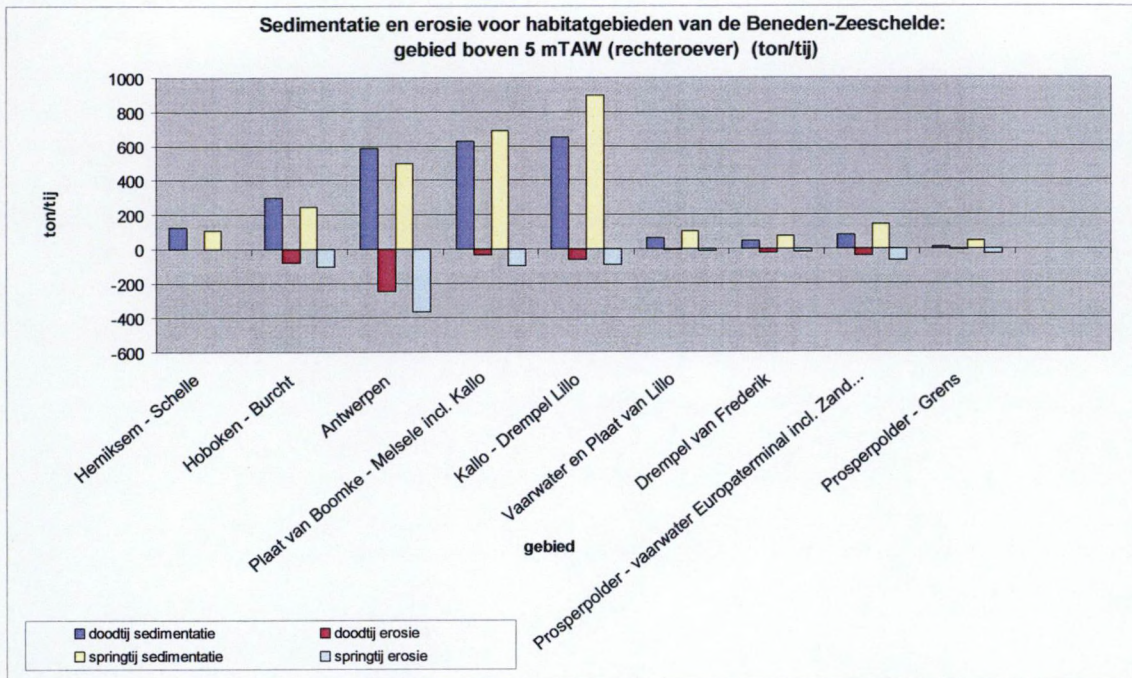
Figuur A- 108 : Sedimentatie en erosie (ton/tij), sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) in de zone tussen ondiepwatergebied en de vaargeul van de Beneden-Zeeschelde (rechteroever) tijdens spring- en doottij.



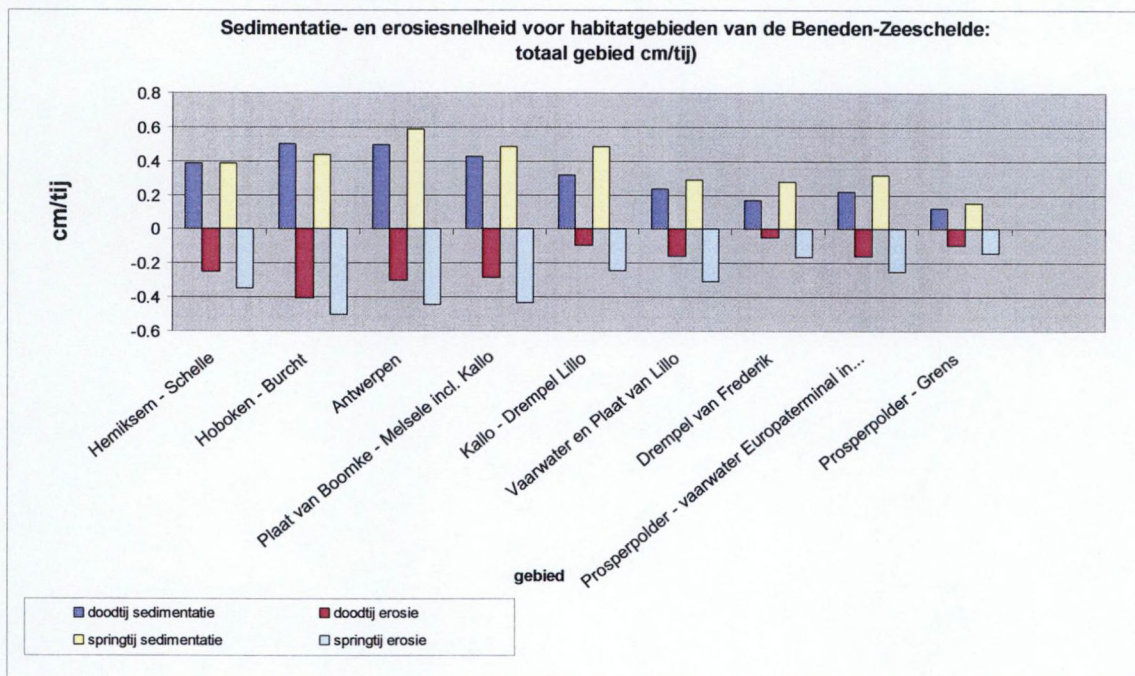
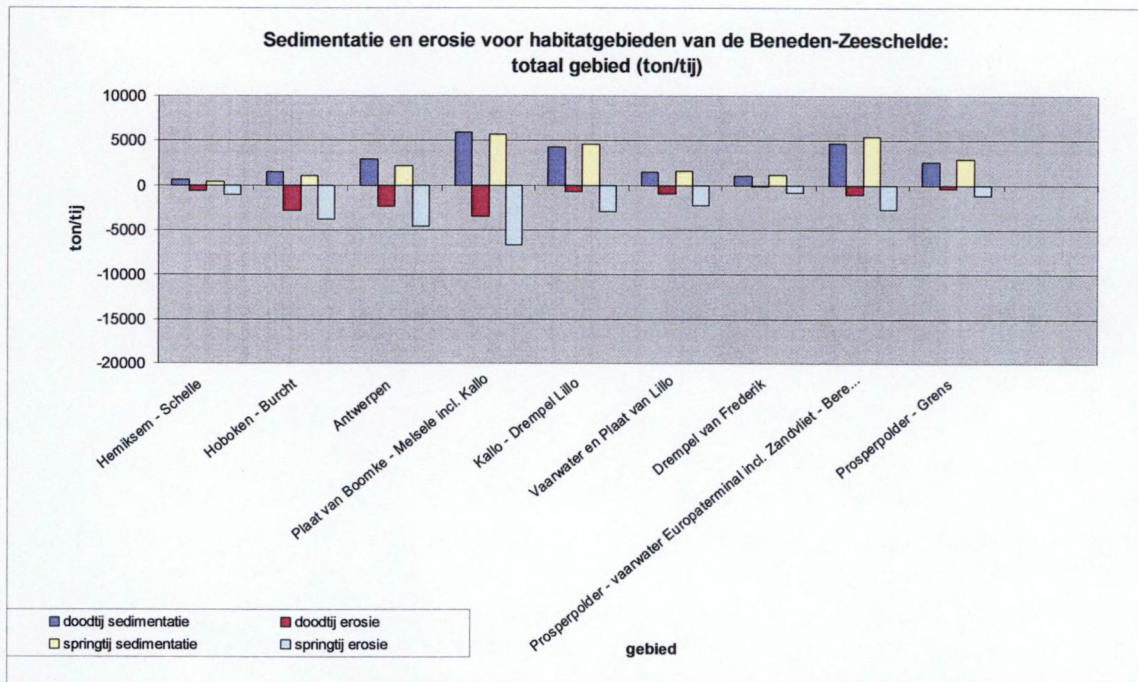
Figuur A- 109 : Sedimentatie en erosie (ton/tij), sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) in het ondiepwatergebied van de Beneden-Zeeschelde (rechtoever) tijdens spring- en doottij.



Figuur A- 110 : Sedimentatie en erosie (ton/tij), sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) in het intergetijdengebied (slikken) van de Beneden-Zeeschelde (rechteroever) tijdens spring- en doortij.



Figuur A- 111 : Sedimentatie en erosie (ton/tij), sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) in het schorregebied van de Beneden-Zeeschelde (rechteroever) tijdens spring- en doortij.



Figuur A- 112 : Sedimentatie en erosie (ton/tij), sedimentatie- en erosiesnelheden (cm/tij) tussen linker en rechteroever van de Beneden-Zeeschelde tijdens spring- en doortij.

APPENDIX 8 CHEMISCHE KARAKTERISTIEKEN: BAGGERPLAATSEN

Tabel A- 8 : gemiddelde concentraties van parameters geanalyseerd in de Beneden-Zeeschelde: 1989-1995

Component	Actuele concentratie in de Beneden-Zeeschelde (mg/kg)						
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Cadmium	3,65 ± 4,13	5,42 ± 6,80	4,13 ± 3,56	2,23 ± 1,48	2,52 ± 2,21	2,68 ± 1,92	2,583 ± 2,62
Chroom	117,04 ± 82,52	96,61 ± 94,56	44,79 ± 35,05	59,03 ± 47,87	53,05 ± 42,72	64,81 ± 52,15	69,16 ± 58,85
Koper	66,86 ± 67,49	47,86 ± 57,52	61,83 ± 57,68	64,42 ± 61,01	56,94 ± 52,75	63,96 ± 62,80	54,87 ± 54,04
Kwik	3,74 ± 6,40	0,51 ± 0,64	0,49 ± 0,45	0,64 ± 0,69	0,37 ± 0,40	0,26 ± 0,25	0,74 ± 1,47
Nikkel	64,90 ± 49,80	25,23 ± 27,62	17,99 ± 14,18	22,59 ± 18,15	18,85 ± 13,38	16,61 ± 13,42	14,02 ± 10,92
Lood	57,92 ± 52,66	43,66 ± 49,91	71,40 ± 58,14	65,23 ± 51,76	55,96 ± 49,89	72,89 ± 65,97	63,84 ± 50,20
Zink	441,47 ± 437,19	316,14 ± 255,31	323,19 ± 256,37	306,82 ± 251,74	343,79 ± 275	343,44 ± 285,56	316,98 ± 267,14
Arseen	22,60 ± 24,11	13,31 ± 10,99	5,86 ± 3,18	11,55 ± 7,88	20,69 ± 13,70	14,50 ± 8,12	20,06 ± 12,72
Fenantreen	-	-	0,43 ± 0,44	0,28 ± 0,23	0,27 ± 0,22	0,40 ± 0,39	0,19 ± 0,16
Benz(a)antraceen	-	-	0,45 ± 0,42	0,25 ± 0,26	0,20 ± 0,17	0,26 ± 0,25	0,14 ± 0,13
Chryseen	-	-	0,43 ± 0,39	0,26 ± 0,22	0,20 ± 0,17	0,26 ± 0,24	0,15 ± 0,13
Benzo(b)fluoranth een	0,60 ± 0,56	0,81 ± 1,09	0,60 ± 0,55	0,48 ± 0,41	0,37 ± 0,32	0,43 ± 0,41	0,26 ± 0,23
Benzo(k)fluoranth een	0,27 ± 0,28	0,20 ± 0,25	0,25 ± 0,23	0,21 ± 0,18	0,17 ± 0,14	0,20 ± 0,19	0,11 ± 0,10
Benzo(a)pyreen	0,52 ± 0,54	0,34 ± 0,44	0,40 ± 0,36	0,35 ± 0,30	0,30 ± 0,26	0,33 ± 0,30	0,18 ± 0,16
Benzo(ghi)peryle en	0,36 ± 0,36	0,59 ± 0,89	0,41 ± 0,37	0,18 ± 0,15	0,24 ± 0,21	0,40 ± 0,42	0,21 ± 0,18
Naftaleen	-	-	0,09 ± 0,1	0,05 ± 0,06	-	-	0,003 ± 0,01
Fluorantheen	0,99 ± 1,03	0,74 ± 0,81	1,26 ± 1,29	0,99 ± 0,86	0,59 ± 0,51	3,40 ± 3,18	0,3 ± 0,25
Indeno(1,2,3- cd)pyreen	0,37 ± 0,38	0,53 ± 0,70	0,39 ± 0,37	0,34 ± 0,33	0,22 ± 0,19	0,41 ± 0,39	0,23 ± 0,21
ΣPAK	3,00 ± 3,00	3,24 ± 4,39	4,71 ± 4,50	3,39 ± 2,95	2,56 ± 2,19	3,40 ± 3,18	1,78 ± 1,55
ΣPCB	0,04 ± 0,05	0,04 ± 0,05	0,04 ± 0,04	0,05 ± 0,05	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,03
EOX	0,73 ± 1,00	1,72 ± 2,04	1,39 ± 1,42	1,48 ± 1,63	1,13 ± 1,19	1,41 ± 1,76	1,93 ± 1,59
Minerale olie	713,43 ± 623,39	658,09 ± 772,76	666,82 ± 715,09	594,8 ± 566,85	355,20 ± 368,64	640,59 ± 974,24	408,28 ± 442,99

Tabel A- 9 : gemiddelde concentraties van parameters geanalyseerd in de Beneden-Zeeschelde: 1995-2003

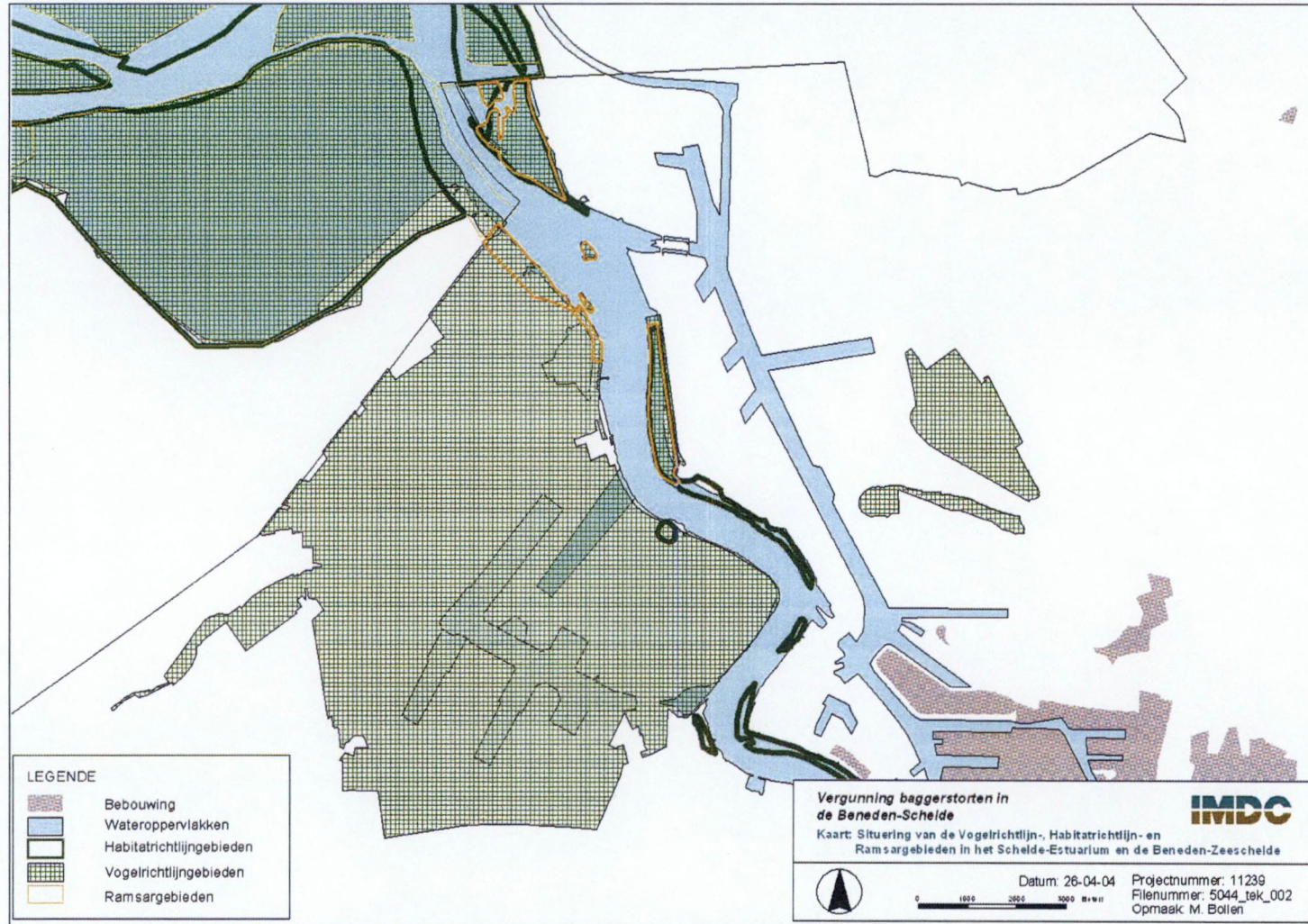
Component	Actuele concentratie in de Beneden-Zeeschelde (mg/kg)							
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Cadmium	2,85 ± 2,98	6,92 ± 4,71	3,86 ± 5,14	3,26 ± 1,9	2,55 ± 1,83	2,52 ± 1,07	2,77 ± 0,93	2,88 ± 1,30
Chroom	107,23 ± 77,70	84,94 ± 48,63	79,79 ± 60,72	86,57 ± 47,75	57,43 ± 31,22	62,73 ± 21,81	80,0 ± 23,8	65,3 ± 26,4
Koper	50,8 ± 59,49	64,19 ± 47,3	25,81 ± 29,86	65,66 ± 61,18	62,67 ± 53,8	43,66 ± 30,53	39,5 ± 25,0	39,8 ± 24,9
Kwik	0,45 ± 0,47	0,63 ± 0,52	0,41 ± 0,39	0,48 ± 0,4	0,38 ± 0,29	0,40 ± 0,30	1,60 ± 1,09	0,42 ± 0,27
Nikkel	20,41 ± 17,79	17,56 ± 10,74	19,94 ± 13,22	17,93 ± 10,78	18,1 ± 12,03	18,85 ± 8,09	22,4 ± 6,29	19,8 ± 6,69
Lood	64,94 ± 58,87	62,99 ± 43,59	58,83 ± 44,37	54,03 ± 32,39	60,80 ± 39,14	60,90 ± 26,40	67,1 ± 28,9	65,0 ± 33,1
Zink	261,06 ± 224,85	368,88 ± 265,65	289,66 ± 206,36	335,65 ± 181,27	256,21 ± 142,28	283,87 ± 128,75	282,54 ± 110,2	283,5 ± 125,9
Arseen	22,86 ± 15,48	28,61 ± 16,78	18,13 ± 10,54	39,25 ± 18,84	17,24 ± 18,84	16,22 ± 4,85	20,2 ± 4,63	21,4 ± 5,37
Fenantreen	0,22 ± 0,24	0,15 ± 0,46	0,121 ± 0,154	0,206 ± 0,240	0,18 ± 0,093	0,40 ± 0,17	0,32 ± 0,25	0,63 ± 0,23
Benz(a)antraceen	0,13 ± 0,13	0,3 ± 0,29	0,402 ± 0,387	0,096 ± 0,071	0,11 ± 0,052	0,27 ± 0,17	0,29 ± 0,38	0,31 ± 0,17
Chryseen	0,10 ± 0,11	0,20 ± 0,19	0,209 ± 0,182	0,269 ± 0,304	0,22 ± 0,09	0,31 ± 0,20	0,35 ± 0,54	0,40 ± 0,21
Benzo(b)fluorantheen	0,25 ± 0,27	0,012 ± 0,11	0,16 ± 0,15	0,333 ± 0,361	0,29 ± 0,14	0,11 ± 0,07	0,12 ± 0,20	0,10 ± 0,04
Benzo(k)fluorantheen	0,10 ± 0,11	0,13 ± 0,13	0,17 ± 0,16	0,155 ± 0,165	0,14 ± 0,06	0,20 ± 0,09	0,19 ± 0,18	0,17 ± 0,08
Benzo(a)pyreen	0,20 ± 0,22	0,27 ± 0,26	0,27 ± 0,27	0,261 ± 0,287	0,25 ± 0,104	0,35 ± 0,18	0,34 ± 0,34	0,33 ± 0,15
Benzo(ghi)peryleen	0,15 ± 0,18	0,11 ± 0,10	0,13 ± 0,12	0,288 ± 0,337	0,26 ± 0,12	0,29 ± 0,11	0,27 ± 0,23	0,24 ± 0,11
Naftaleen	0	0,17 ± 0,15	0,23 ± 0,2	0,080 ± 0,111	0,055 ± 0,039	0,19 ± 0,07	0,13 ± 0,06	0,12 ± 0,05
Fluorantheen	1,78 ± 1,55	0,26 ± 0,35	0,33 ± 0,36	0,209 ± 0,216	0,37 ± 0,16	0,68 ± 0,38	0,63 ± 0,52	0,63 ± 0,23
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	0,22 ± 0,24	0,17 ± 0,16	0,24 ± 0,24	0,366 ± 0,409	0,32 ± 0,13	0,30 ± 0,12	0,28 ± 0,24	0,25 ± 0,11
ΣPAK	1,72 ± 1,85	1,87 ± 1,61	2,26 ± 2,05	2,01 ± 0,97	2,2 ± 0,89	3,15 ± 1,48	2,96 ± 2,91	3,15 ± 1,36
ΣPCB	0,02 ± 0,02	0,026 ± 0,028	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,04 ± 0,02	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,02
EOX	1,18 ± 1,54	1,85 ± 1,89	2,06 ± 4,67	1,23 ± 0,43	1,72 ± 0,84	3,16 ± 1,58	2,97 ± 1,35	2,69 ± 1,22
Minerale olie	328,44 ± 357,25	439,72 ± 467,79	460,83 ± 477,29	316,54 ± 155,95	348,7 ± 191,54	451,52 ± 154,85	466,12 ± 246,06	316,6 ± 129,3

**APPENDIX 9 : SITUERING VAN DE VOGELRICHTLIJN-,
HABITATRICHTLIJN- EN RAMSARGEBIEDEN IN DE BENEDEN-
ZEESCHELDE.**

(Bron: www.instanet.be)



Figuur A- 113 : Overzichtskaart situering ecologische gebieden



Figuur A- 114 : Situering ecologische gebieden afwaarts Beneden-Zeeschelde



Figuur A- 115 : Situering ecologische gebieden opwaarts deel Beneden-Zeeschelde

