

2004

MOD 755/1

81

137459

~~98259~~



WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM

FLANDERS HYDRAULICS
RESEARCH

ALTERNATIEVE STORTLOCATIES IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE SIMULATIES VOOR TERUGSTORTEN VAN BAGGERSPECIE STORTLOCATIE VLAKTE VAN HOBOKEN



W

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Departement Leefmilieu en Infrastructuur
Administratie Waterwegen en Zeewezen
Afdeling Maritieme Toegang

MODEL 755/1

ALTERNATIEVE STORTLOCATIES IN DE BENEDEN- ZEESCHELDE

**SIMULATIES VOOR TERUGSTORTEN VAN
BAGGERSPECIE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE.
STORTLOCATIE VLAKTE VAN HOBOKEN**

Mei 2004

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE	i
LIJST VAN DE TABELLEN	ii
LIJST VAN DE FIGUREN	iii
1 INLEIDING	1
2 NUMERIEK MODEL VOOR DE BENEDEN ZEESCHELDE	2
2.1 Rekenrooster - bathymetrie	2
2.2 Hydrodynamische randvoorwaarden	3
2.3 Sedimentrandvoorwaarden - karakteristieken	3
2.3.1 Eigenschappen van slib	3
2.3.2 Slibrandvoorwaarden	4
3 VERGELIJKING VAN RESULTATEN VAN HET SLIBTRANSPORTMODEL MET DEZE UIT IMDC 2004B	6
4 ALTERNATIEVE STORTLOCATIE VLAKTE VAN HOBOKEN	8
4.1 Algemeen	8
4.2 Stortscenario	9
4.3 Bespreking van de resultaten	11
4.3.1 Algemeen	11
4.3.2 Invloed op slibconcentratie	11
4.3.3 Invloed op slibtransport door een raai	12
4.3.4 Extra sedimentatie ten gevolge van het storten op de Vlake van Hoboken	13
5 CONCLUSIE	15
6 LITERATUURLIJST	16

FIGUREN

LIJST VAN DE TABELLEN

Tabel 1 Laagdikte van de lagen in het 3D-model.....	3
Tabel 2 Overzicht van de eigenschappen van slib voor het slibtransportmodel.....	4
Tabel 3 Verdeling van de 1600 ton droge stof die per getij gestort wordt over de lagen van het numeriek model en het overeenkomstig stortdebiet	10

LIJST VAN DE FIGUREN

- | | |
|-----------|---|
| Figuur 1 | Vergelijking van berekende waterstand met meetgegevens voor locaties Ossenissee en Baalhoek. |
| Figuur 2 | Vergelijking van berekende waterstand met meetgegevens voor locaties Rilland-Bath en Boudewijnsluis. |
| Figuur 3 | Vergelijking van berekende waterstand met meetgegevens voor locaties Kallo en Hemiksem. |
| Figuur 4 | Vergelijking van berekende waterstand met meetgegevens voor locaties Boom en Temse. |
| Figuur 5 | Vergelijking van de waterstand. Locaties Waarde en Bath. |
| Figuur 6 | Vergelijking van de waterstand. Locaties Kallo en Oosterweel. |
| Figuur 7 | Vergelijking van slibtransport door een raai. Raaien Waarde en Oosterweel. |
| Figuur 8 | Vergelijking van slibtransport door een raai. Raai Schelle. |
| Figuur 9 | Verskil in slibconcentratie tussen situatie na storten en referentietoestand bij vloedkentering tij1. |
| Figuur 10 | Verskil in slibconcentratie tussen situatie na storten en referentietoestand bij laagwater tij1. |
| Figuur 11 | Verskil in slibconcentratie tussen situatie na storten en referentietoestand bij vloedkentering tij2. |
| Figuur 12 | Verskil in slibconcentratie tussen situatie na storten en referentietoestand bij laagwater tij2. |
| Figuur 13 | Verskil in slibconcentratie tussen situatie na storten en referentietoestand bij vloedkentering tij3. |
| Figuur 14 | Verskil in slibconcentratie tussen situatie na storten en referentietoestand bij laagwater tij3. |
| Figuur 15 | Locatie van de observatiepunten in de vaargeul en raaien voor vergelijking van de slibconcentratie en het slibtransport na storten met de referentiesituatie. |
| Figuur 16 | Invloed van het storten op de slibconcentratie in een punt 500m afwaarts en opwaarts van de stortlocatie. |
| Figuur 17 | Invloed van het storten op de slibconcentratie in een punt 5 km afwaarts (boven) en opwaarts (beneden) van de stortlocatie. |

- Figuur 18 Invloed van het storten op de slibconcentratie in een punt 10 km afwaarts van de stortlocatie.
- Figuur 19 Invloed van het storten op de slibconcentratie in een punt 10 km opwaarts van de stortlocatie. Locatie in de Schelde en in de Rupel.
- Figuur 20 Invloed van het storten op het slibtransport door de raaien te Schelle en Oosterweel.
- Figuur 21 Extra sedimentatie ten gevolge van het storten van het slib. Gemiddelde sedimentatie over 3 tijen en extra sedimentatie tijdens tij 1 (tij waarin gestort wordt).
- Figuur 22 Extra sedimentatie ten gevolge van het storten van het slib. Extra sedimentatie tijdens tij 2 en tij 3.

1 INLEIDING

Met betrekking tot de aanvraag van de milieuvergunning voor het terugstorten van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde, zijn in opdracht van het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen door IMDC NV een aantal scenario's voor het storten van slib op de Plaat van Boomke en Punt van Melsele onderzocht. Door de Afdeling Maritieme Toegang werd aan het Waterbouwkundig Laboratorium de vraag gesteld om met betrekking tot de aanvraag van dezelfde milieuvergunning een aantal scenario's door te rekenen voor het storten van slib op de Vlakte van Hoboken (brief van december 2003). Deze stortlocatie wordt in de milieuvergunning aangevraagd als bijkomende stortlocatie, naast de Plaat van Boomke en de Punt van Melsele.

In juli 2003 werd door het Waterbouwkundig Laboratorium een 3D-hydrodynamisch model van de Beneden-Zeeschelde tussen Waarde en Schelle ter beschikking gesteld aan IMDC NV voor het doorrekenen van de nodige onderzoeksscenario's. Hiervoor werd het hydrodynamisch model door IMDC NV uitgebreid tot een slibtransportmodel (IMDC 2004a, IMDC 2004b). Vermits de stortlocatie Vlakte van Hoboken meer opwaarts gelegen is dan de Plaat van Boomke, is door het Waterbouwkundig Laboratorium een nieuw hydrodynamisch model en slibtransportmodel ontwikkeld van de Beneden-Zeeschelde, waarbij het bestaande rekenrooster is uitgebreid naar opwaarts en afwaarts. Beide slibtransportmodellen werden gemaakt met de 3D-Morphology versie van de Delft3D-flow software waarvoor het Waterbouwkundig Laboratorium en het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen een licentie hebben.

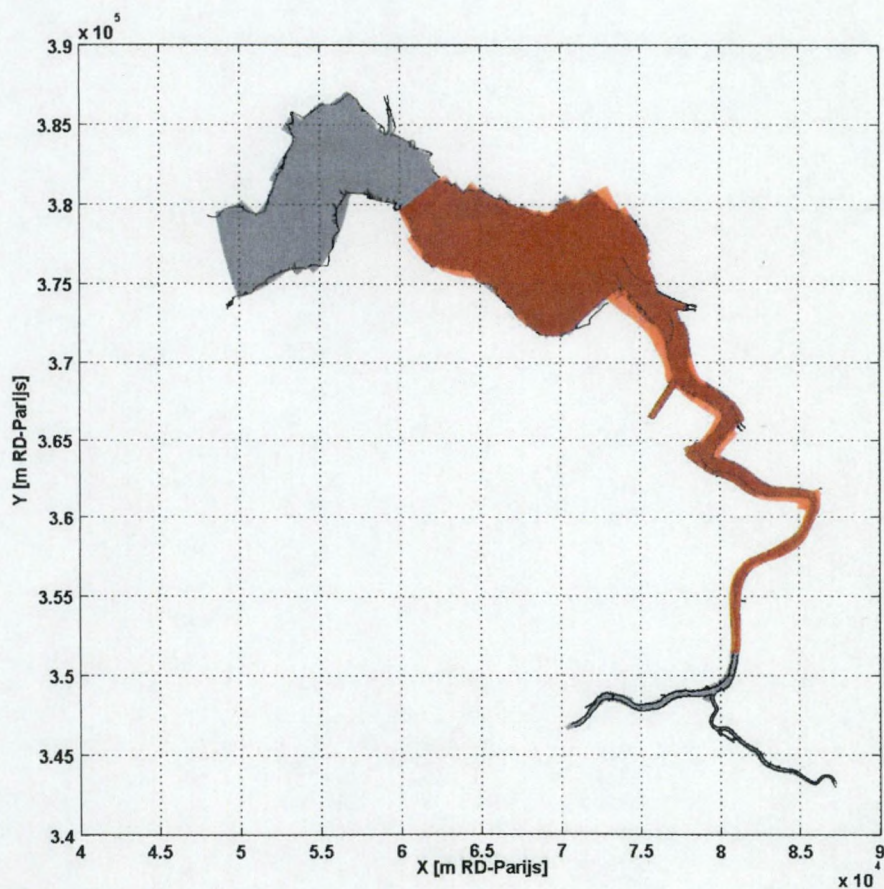
Hoofdstuk 2 beschrijft het nieuwe slibtransportmodel voor de Beneden Zeeschelde. Hierin worden ook de raakpunten en verschillen met het model beschreven in IMDC 2004a aangehaald. Een vergelijking van de resultaten van het slibtransportmodel ontwikkeld voor deze studie met de resultaten van het model uit IMDC 2004a volgt in hoofdstuk 3. Het doorgerekende scenario voor het storten van slib op de Vlakte van Hoboken en de invloed van het storten wordt beschreven in hoofdstuk 4.

2 NUMERIEK MODEL VOOR DE BENEDEN ZEESCHELDE

2.1 Rekenrooster - bathymetrie

Het rekenrooster is een kromlijinig rooster dat gebaseerd is op het rooster van het NEVLA 2Dh-model en bestaande detailroosters van de Beneden Zeeschelde. De afwaartse rand van het rooster bevindt zich te Terneuzen. De opwaartse rand bestaat uit 2 deelranden: één rand is gelegen nabij de monding van de Durme in de Schelde en een tweede rand is gelegen afwaarts van de monding van de Nete in de Rupel te Walem. Om de rekentijd te beperken is het deel van het rooster dat de Westerschelde vanaf Terneuzen tot de Belgisch - Nederlandse grens omvat 3 maal vergrofd in de M-richting en 2 maal in de N-richting. Het Deurganckdok, wat niet aanwezig is in het rekenrooster voor het NEVLA 2Dh-model, is ook ingebouwd in het huidige rekenrooster. Onderstaande figuur vergelijkt het nieuwe rooster (zwart) met het rekenrooster van juli 2003 (rood).

De bathymetrie is geïnterpoleerd uit de lodingen van de afdeling Maritieme Toegang van 2001. Hierbij moet opgemerkt worden dat een wijziging is aangebracht aan de bathymetrie in de omgeving van het Deurganckdok om de geplande verdieping van de vaargeul ter plaatse van de Drempel van Frederik in te bouwen in het model.



Vergelijking van het rekenrooster (zwart) met het juli 2003-rooster voor de Beneden-Zeeschelde (rood).

Voor het modelleren van slib wordt gebruik gemaakt van een 3D-model. Hiervoor is de waterkolom opgedeeld in 10 lagen. De dikte van deze lagen wordt in Delft3D opgegeven als een percentage van de

totale diepte. Voor de verdeling van de lagen over de waterkolom wordt een logaritmische verdeling toegepast, waarbij de lagen nabij de bodem een kleinere dikte hebben dan de bovenliggende lagen. Tabel 1 geeft een overzicht van de laagdikte van de verschillende lagen (uitgedrukt als een percentage van de totale diepte).

nummer laag	laagdikte (% van totale diepte)
1 (oppervlakte)	13.5
2	13.5
3	17
4	17
5	13
6	10
7	6.5
8	4.5
9	3
10 (bodem)	2

Tabel 1 Laagdikte van de lagen in het 3D-model.

2.2 Hydrodynamische randvoorwaarden

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). In figuren 1 tot en met 4 wordt voor de periode van 11 juni 2002 12h tot en met 13 juni 2002 0h de gemeten waterstand vergeleken met de waterstand uit het 2Dh-model voor het volledige tijgebied van de Schelde en de waterstand berekend met het 3D-slibtransportmodel.

Voor het doorrekenen van de onderzoeksscenario's wordt in IMDC 2004b op de op- 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 (IMDC 2004a).

Uit de met het 2Dh-model voor het volledige tijgebied van de Schelde berekende waterstanden, debieten en zoutconcentraties voor de maand juni 2002, zijn de data van 9 juni 2002 geselecteerd voor het aanmaken van het cyclisch getij dat in dit onderzoek wordt opgelegd op de op- en afwaartse randen van het model.

2.3 Sedimentrandvoorwaarden - karakteristieken

2.3.1 Eigenschappen van slib

Belangrijke invoerparameters in een slibtransportmodel zijn de karakteristieke eigenschappen van slib zoals dichtheid, korreldiameter, de kritische schuifspanningen voor erosie en sedimentatie. Deze worden in DELFT3D ingevoerd via een sediment-invoerbestand. Bij de bespreking van deze parameters moet opgemerkt worden dat dit volledige invoerbestand overgenomen is van het slibtransportmodel uit IMDC 2004b. Deze paragraaf geeft een beknopt overzicht van de waarden die in het invoerbestand zijn opgegeven. Voor de bepaling van de waarden zelf wordt verwezen naar IMDC 2004b.

Voor het doorrekenen van de verschillende scenario's wordt slib beschouwd als bestaande uit deeltjes in suspensie met een absolute dichtheid van 2650 kg/m^3 . Als het slib pas afgezet is, is de dichtheid gelijk aan 1150 kg/m^3 en heeft het slib een droge stofgehalte van 244 kg/m^3 , wat overeenkomt met een poriegehalte van 90%.

Een sliblaag die op de bodem gelegen is kan geërodeerd worden op voorwaarde dat de schuifspanning van de stroming op de bodem groter wordt dan een kritische waarde (voor erosie). Sedimentatie van slib zal optreden als deze schuifspanning van de stroming op de bodem lager wordt dan de kritische

waarde voor sedimentatie. Voor de slibtransportmodellering is deze kritische waarde voor erosie gelijk aan 0.4 N/m^2 en voor sedimentatie gelijk aan 0.2 N/m^2 . Voor de erosie van slib moet ook de waarde van de erosiesnelheid opgegeven worden. Deze wordt gelijk genomen aan $5 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^2/\text{s}$.

In zout water kan vlokvorming van slib optreden. De mate van vlokvorming is afhankelijk van het zoutgehalte van het water. De gevormde vlokken hebben een grotere diameter dan de individuele slibdeeltjes, waardoor de valsnelheid van de deeltjes ook groter is. Om de vlokvorming weer te geven moet in het invoerbestand van Delft3D de valsnelheid in zoet water opgegeven worden, een maximale valsnelheid en een maximale zoutconcentratie waarboven de valsnelheid van een slibdeeltje gelijk gesteld wordt aan deze maximale valsnelheid. Voor de maximale zoutconcentratie wordt 7 ppt opgegeven. De waarde voor de maximale valsnelheid en de valsnelheid in zoet water worden aan mekaar gelijk gesteld (0.002 m/s), wat tot gevolg heeft dat het effect van de zoutconcentratie op de valsnelheid niet meegerekend wordt bij de slibtransportmodellering (er wordt gerekend met een constante valsnelheid).

Onderstaande tabel vat de waarden voor de verschillende hierboven beschreven invoerparameters nog eens samen.

parameter	waarde
absolute dichtheid	2650 kg/m^3
dichtheid van pas afgezet slib	1150 kg/m^3
droge stofgehalte	244 kg/m^3
kritische schuifspanning voor erosie	0.4 N/m^2
kritische schuifspanning voor sedimentatie	0.2 N/m^2
erosiesnelheid	$5 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^2/\text{s}$
maximaal zoutgehalte	7 ppt
valsnelheid voor zout water	0.002 m/s
valsnelheid voor zoet water	0.002 m/s

Tabel 2 Overzicht van de eigenschappen van slib voor het slibtransportmodel.

2.3.2 Slibrandvoorwaarden

In het algemeen geldt bij slibtransportmodellering dat de moeilijkheid van het bepalen van de slibrandvoorwaarden op de op- en afwaartse randen van een model erin bestaat dat weinig tot geen slibconcentratiemetingen beschikbaar zijn. Bijgevolg is het meestal niet mogelijk om de randvoorwaarden af te leiden uit metingen maar moeten deze vastgesteld worden op basis van expert judgement.

Zowel voor het model beschreven in IMDC 2004b als voor het model dat voor dit onderzoek toegepast wordt zijn geen metingen beschikbaar van de slibconcentratie in de buurt van de op- en afwaartse randen. De randvoorwaarden zijn dan ook bepaald door expert judgement. De randvoorwaarden van het model in IMDC 2004b zijn bepaald uit een voorgaande slibtransportmodellering met een model waarin het Deurganckdok niet aanwezig is. Voor een meer gedetailleerde beschrijving hiervan wordt dan ook verwezen naar IMDC 2004b. Wat betreft het slibtransportmodel dat voor deze studie toegepast wordt, zijn de randvoorwaarden gebaseerd op de randvoorwaarden die in IMDC 2004b op de afwaartse rand te Waarde en de opwaartse rand te Schelle van het juli 2003-rooster zijn opgelegd. Hierbij is getracht om de randvoorwaarden zo te kiezen dat ongeveer dezelfde slibconcentratie bekomen wordt ter plaatse van Schelle en Waarde.

Op de afwaartse rand van het slibtransportmodel uit IMDC 2004b wordt een slibconcentratie opgelegd die een cyclische variatie vertoont. De slibconcentratie varieert van 0.017 kg/m^3 tot 0.08 kg/m^3 op het noordelijk uiteinde van de afwaartse rand en van 0.0577 kg/m^3 tot 0.104 kg/m^3 op het zuidelijke uiteinde van de afwaartse rand. Op de opwaartse rand ter plaatse van Schelle wordt een constante concentratie opgelegd die gelijk is aan 0.140 kg/m^3 .

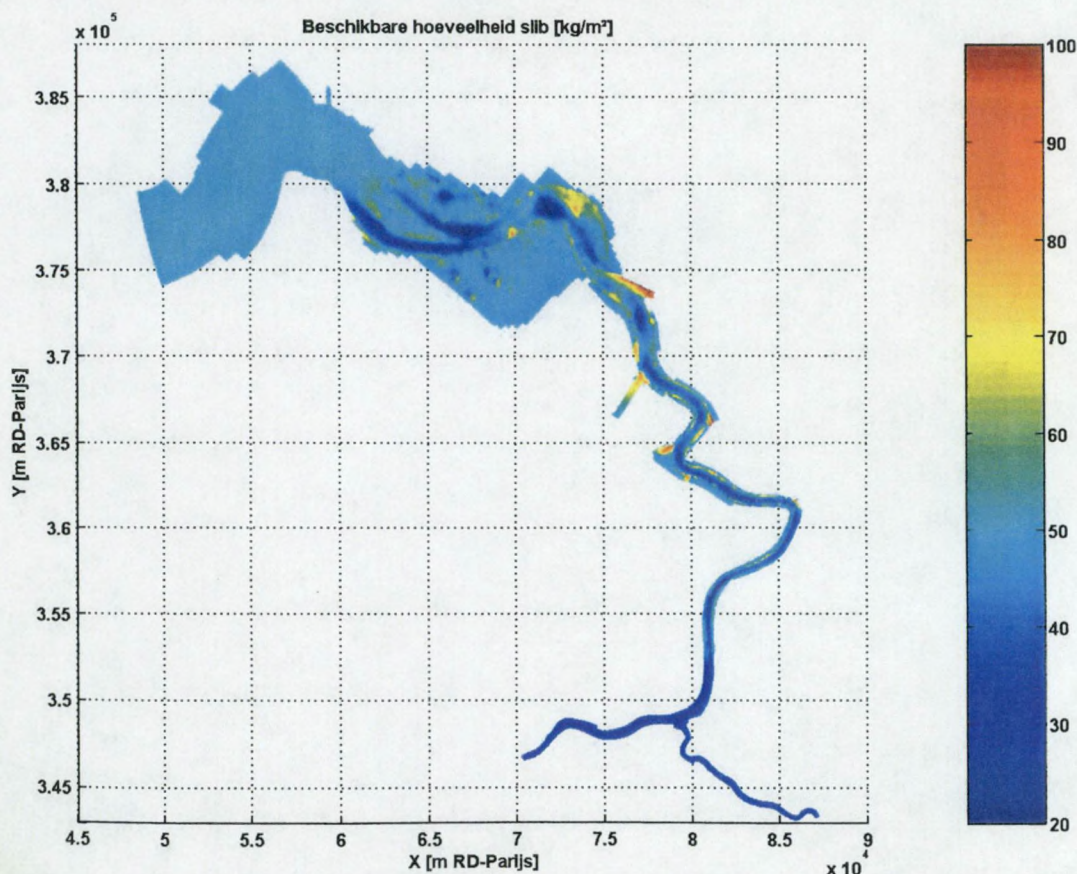
Vermits de afwaartse rand van het rekenrooster dat gebruikt wordt voor dit onderzoek meer naar afwaarts gelegen is en vermits de berekeningsresultaten uitwijzen dat de slibconcentratie in de zone tussen Terneuzen en Waarde bijna volledig bepaald wordt door erosie van de aanwezige sliblaag, wordt op de afwaartse rand van het model geen cyclisch variërende, maar een constante concentratie opgelegd. Op het noordelijke uiteinde van de afwaartse rand wordt een constante concentratie van 0.0485 kg/m^3 opgelegd, op het zuidelijke uiteinde een concentratie van 0.0885 kg/m^3 .

Door de aanwezigheid van het turbiditeitsmaximum in de Beneden-Zeeschelde, is de slibconcentratie ongeveer maximaal in de omgeving van de Plaat van Boomke en Oosterweel. Omdat de opwaartse randen van het slibtransportmodel voor deze studie meer naar opwaarts gelegen zijn dan de rand te Schelle van het juli 2003-rooster en uit metingen blijkt dat de slibconcentratie in de omgeving van de randen nabij de monding van de Durme en de Nete lager is, is het aannemelijk dat op deze randen een lagere concentratie wordt opgelegd. Een aantal testberekeningen heeft uitgewezen dat een concentratie van 0.078 kg/m³ aanleiding geeft tot een concentratie ter plaatse van Schelle die ongeveer overeenkomt met de constante waarde van 0.140 kg/m³ die in IMDC 2004b wordt opgelegd op de opwaartse rand van het model.

Een tweede belangrijke randvoorwaarde voor een slibtransportmodellering is de dikte van de aanwezige sliblaag. In DELFT3D wordt deze niet opgegeven als een dikte in meter, maar als de massa slib die aanwezig is per m² (uitgedrukt in kg/m²). Deze hoeveelheid slib uitgedrukt in kg/m² kan omgerekend worden naar een dikte van de sliblaag door deze te delen door het droge stofgehalte van dit slib (244 kg/m³, tabel 2).

Door het ontbreken van onmiddellijk beschikbare gegevens voor deze parameter, is de hoeveelheid slib voor het slibtransportmodel volledig overgenomen uit IMDC 2004b. Omdat dit model gebaseerd is op het juli 2003-rooster met een afwaartse rand te Waarde en een opwaartse rand te Schelle, was het noodzakelijk om de data uit IMDC 2004b te extrapoleren naar afwaarts en opwaarts. Wegens het ontbreken van gegevens is de hoeveelheid slib in de zone tussen Terneuzen en Waarde bepaald door deze gelijk te nemen aan de gemiddelde waarde op de rand te Waarde (50 kg/m²). De hoeveelheid slib in de zone tussen de rand van het juli 2003-rooster te Schelle en de opwaartse randen van het model nabij de monding van Nete en Durme is gelijk genomen aan een waarde lager dan de waarde in de vaargeul op de rand (30 kg/m²). Een oriënterende berekening heeft uitgewezen dat de in IMDC 2004b opgelegde constante concentratie van 0.140 kg/m³ op de opwaartse rand te Schelle het best benaderd wordt met deze waarde voor de hoeveelheid aanwezig slib.

Onderstaande figuur stelt voor het volledige model de beschikbare hoeveelheid slib (in kg/m²) voor.



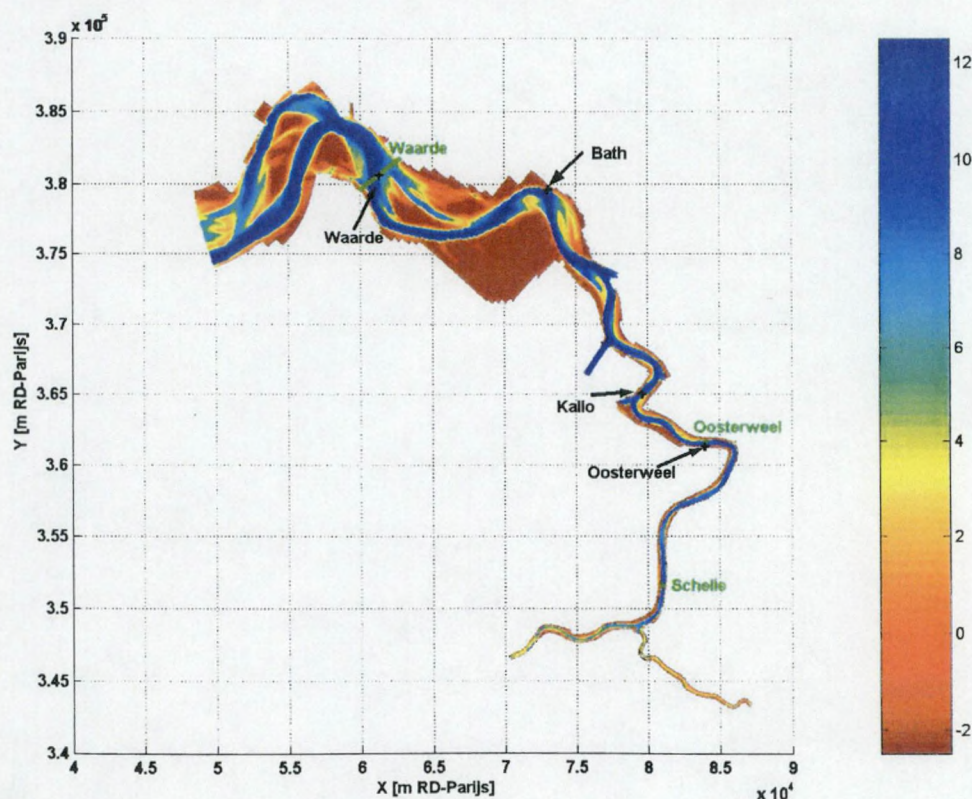
Beschikbare hoeveelheid slib [kg/m²] in het slibtransportmodel

3 VERGELIJKING VAN RESULTATEN VAN HET SLIBTRANSPORTMODEL MET DEZE UIT IMDC 2004B

In het vorige hoofdstuk is het nieuwe slibtransportmodel beschreven dat gebruikt wordt voor het doorrekenen van de scenario's voor het storten van slib op de Vlake van Hoboken. Hierin werd ook een vergelijking gemaakt met het slibtransportmodel gebaseerd op het juli 2003-rekenrooster dat gebruikt is in IMDC 2004a.

Uit deze vergelijking volgt dat vooral door het feit dat de randen van het rekenrooster zich meer naar opwaarts en afwaarts bevinden dan deze van het juli 2003-rooster een andere werkwijze is gevolgd voor de bepaling van de hydrodynamische en slibrandvoorwaarden. Zoals aangehaald in paragraaf 2.2 is het cyclisch getij dat opgelegd is op de opwaartse en afwaartse randen benaderd door een herhaling van de waterstanden, debieten en zoutconcentraties van de tijkromme van 9 juni 2002, berekend met het NEVLA 2dh-model. Uit paragraaf 2.3.2 met de bespreking van de slibrandvoorwaarden volgt dat door het ontbreken van slibconcentratiemetingen ter plaatse van de op- en afwaartse randen van het model, deze randvoorwaarden zijn vastgesteld op basis van expert judgement. Hetzelfde geldt ook voor de extrapolatie van de hoeveelheid beschikbaar slib op de bodem in het gebied tussen Terneuzen en Waarde en in het gebied tussen Schelle en de opwaartse rand van het model.

Voor de vergelijking van de modelresultaten van het slibtransportmodel met de resultaten uit IMDC 2004b wordt omwille van de hierboven aangehaalde benaderingen de waterstand in de observatiepunten Waarde, Bath, Kallo en Oosterweel beschouwd en het slibtransport door de raaien te Waarde, Oosterweel en Schelle. De beschouwde observatiepunten en raaien zijn voorgesteld in onderstaande figuur.



Locatie van observatiepunten (zwart) en raaien (groen) voor de vergelijking van de resultaten van het slibtransportmodel

Figuren 5 en 6 vergelijken de waterstand uit het slibtransportmodel met de waterstanden uit IMDC 2004b. Uit deze figuren blijkt dat het benaderen van het cyclisch getij dat op de randen van het model beschreven in IMDC 2004b is opgelegd door een opeenvolging van de getijkromme van 9 juni 2002 voor alle observatiepunten vooral bij hoogwater een iets hogere waterstand tot gevolg heeft.

De vergelijking van het slibtransport door de raaien te Waarde, Oosterweel en Schelle is voorgesteld in de figuren 7 en 8. De figuur voor de betreffende raai is opgedeeld in 2 deelfiguren. Een eerst figuur geeft de vergelijking van het slibtransport. Dit slibtransport is uitgedrukt in kg/s en stelt de sedimentflux in kg droge stof doorheen de betreffende raai voor. De tweede deelfiguur voor een bepaalde raai stelt de tijkromme van het observatiepunt voor dat op deze raai gelegen is.

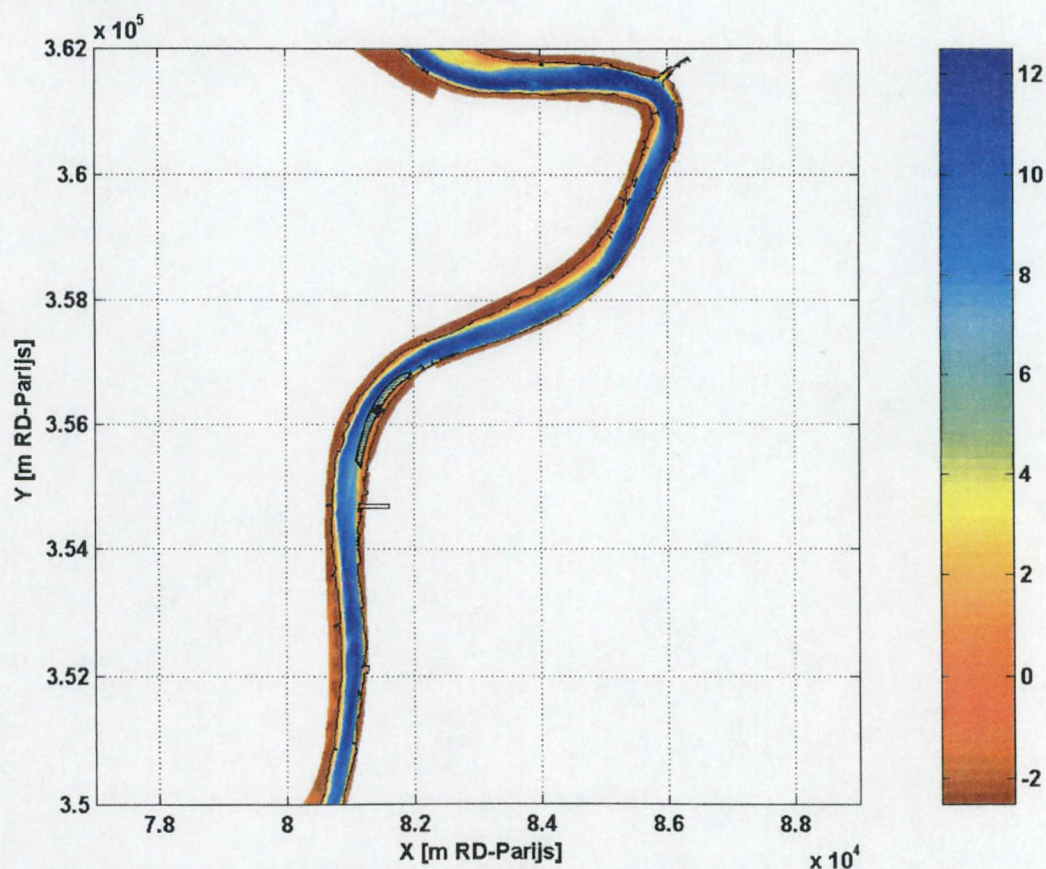
Wordt het slibtransport door deze 3 raaien berekend met het slibtransportmodel dat voor dit onderzoek gebruikt is, vergeleken met het slibtransport uit IMDC 2004b, dan volgt dat geen verschuiving in de tijd merkbaar is tussen de resultaten van beide modellen. Het slibtransportmodel dat in het kader van deze studie is ontwikkeld berekent voor bepaalde fasen van het getij een iets hoger transport dan het slibtransportmodel uit IMDC 2004b. Voor de raai te Waarde is dit bij maximum vloed en het begin van de eb, voor de raai te Oosterweel is dit tijdens de eb en het deel van de vloed tot en met hoogwater. Het slibtransport dat berekend is met het model uit deze studie geeft voor de raai te Schelle een relatief goede overeenkomst met het slibtransport uit IMDC 2004b, behalve voor de periode van maximum vloed tot het begin van de eb, waar hogere transporten berekend worden in vergelijking met het transport berekend met het slibtransportmodel beschreven in IMDC 2004b.

4 ALTERNATIEVE STORTLOCATIE VLAKTE VAN HOBOKEN

4.1 Algemeen

Dit hoofdstuk beschrijft het doorgerekende scenario voor het storten van slib op de Vlake van Hoboken. De Vlake van Hoboken is een langgerekte vlakte die zich uitstrekt tussen boei 118 en boei 120 langs de rechteroever van de Schelde, ter hoogte van de gemeente Hoboken. De stortlocatie omvat de zone gelegen tussen de 1.9m-GLLWS en 6.7m-GLLWS-dieptelijn. Deze zone is in onderstaande figuur voorgesteld met behulp van arcering. In het numeriek model wordt het storten van slib op deze locatie gesimuleerd door het lozen van een zekere hoeveelheid slib in één rooster cel gedurende een periode van 5 minuten. De locatie van deze rooster cel is op de figuur aangeduid met een +-teken.

De volgende paragraaf geeft een beschrijving van de te storten hoeveelheid en de ogenblikken waarop dit gestort wordt in het numeriek model. Voor het doorrekenen van dit scenario worden 3 tijkrommes doorgerekend. Enkel tijdens de eerste tijkromme wordt het slib gestort, de volgende tijkrommes worden doorgerekend om de verspreiding van het slib na te gaan. Met betrekking tot het doorrekenen van dit scenario moet opgemerkt worden dat het storten van slib tijdens het eerste getij en het daarna doorrekenen van een aantal tijkrommes waarin niet gestort wordt een benadering is van de realiteit. In werkelijkheid wordt het slib continu gestort in een regime van 5 dagen op 7. De derde paragraaf van dit hoofdstuk bespreekt kort de invloed van het storten van het slib op de slibconcentratie, het slibtransport en de bijkomende sedimentatie.



Alternatieve stortlocatie Vlake van Hoboken (arcering) en de locatie waarin het slib gestort wordt in het numeriek model (+-teken)

4.2 Stortscenario

Zoals aangehaald in hoofdstuk 1, wordt de stortlocatie Vlake van Hoboken in de milieuvergunning aangevraagd als bijkomende stortlocatie naast de stortlocaties Plaat van Boomke en Punt van Melsele. Het slib dat op deze locatie gestort zal worden is afkomstig van zowel het onderhoudsbaggerwerk van de Beneden-Zeeschelde als het onderhoudsbaggerwerk van het Deurganckdok. Voor het doorrekenen van het scenario voor het storten van het slib wordt het onderhoud van de Beneden-Zeeschelde begroot op 9000 ton droge stof per getij. Dit is in de veronderstelling dat continu gebaggerd wordt in een regime van 5 dagen op 7, zoals aangehaald in 4.1. De aanslibbing van het Deurganckdok wordt geschat op 1500 ton droge stof per getij. Indien dit slib slechts gedurende 5 werkdagen op 7 gebaggerd wordt komt dit neer op 2100 ton per getij. De totale hoeveelheid te storten slib uit zowel de Beneden-Zeeschelde als het Deurganckdok komt dan neer op 11100 ton droge stof per getij. Voor de bepaling van deze hoeveelheden wordt verwezen naar IMDC 2004a.

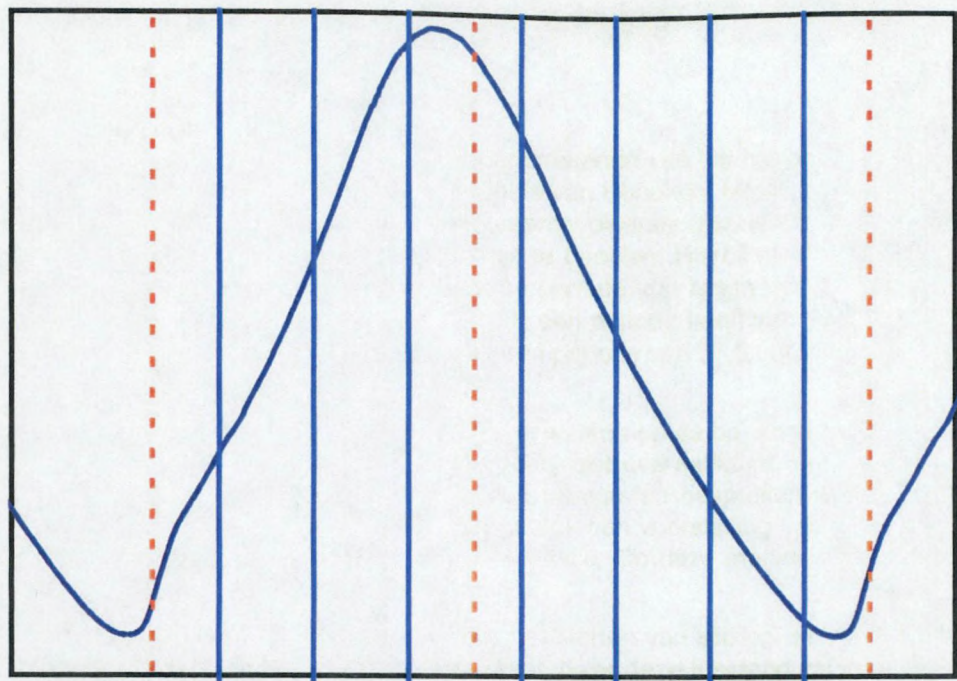
Voor het storten van deze hoeveelheid slib wordt verondersteld dat dit gebaggerd wordt met een baggerschip met een inhoud van 1000 equivalente m^3 . Dit equivalent volume wordt bepaald door het werkelijke volume dat in het schip aanwezig is om te rekenen naar een volume slib met een standaard dichtheid van $2 \text{ ton}/m^3$. Rekening houdend met een poriëgehalte van 40% komt dit overeen met een hoeveelheid droge stof van $1.6 \text{ ton}/m^3$ of een totaal van 1600 ton droge stof voor het volledige baggerschip. Wordt de totale hoeveelheid van 11100 ton droge stof met dit type baggerschip gebaggerd, dan komt dit neer op het storten van $7 \times 1600 \text{ ton} (= 11200 \text{ ton})$ per getij.

Uit overleg met de Afdeling Maritieme Toegang is gebleken dat indien 1 baggerschip zou ingezet worden voor het baggeren en storten van deze hoeveelheid slib en indien een maximale stortfrequentie wordt verondersteld, rekening houdend met de duur van een baggercyclus, de tijd tussen twee opeenvolgende stortingen op de Vlake van Hoboken geschat wordt op 2 uur. Worden twee baggerschepen ingezet, dan is bij een maximale frequentie de intervaltijd theoretisch gelijk aan 1 uur.

Zoals aangehaald in paragraaf 2.2 heeft het cyclisch getij dat op de randen van het numeriek model opgelegd is een periode van 12.5 uur. Voor de verdeling van de 7 stortingen over de getijkromme is als basis de getijkromme voor het punt in het midden van de vaargeul ter plaatse van de stortlocatie Vlake van Hoboken beschouwd. Onderstaande figuur geeft een voorstelling van de tijkromme met een aanduiding van de tijdstippen waarop het slib gestort wordt (blauwe lijnen). De rode streepijnen duiden eb- en vloedkentering aan.

Bij het verdelen van deze 7 stortingen over de getijkromme is vastgesteld dat een tijdsspanne van 2 uur tussen twee opeenvolgende stortingen niet haalbaar is. Er moet namelijk ook nog rekening gehouden worden met het in paragraaf 4.1 aangehaalde feit dat in werkelijkheid niet gedurende 1 tij gestort wordt, maar in een continueregime gedurende 5 opeenvolgende dagen. Bij een intervaltijd van 2 uur zou de tijd tussen de laatste storting van het betreffende getij en de eerste van het daaropvolgende getij slechts 0.5 uur bedragen. Wegens de asymmetrie van de tijkromme ter plaatse van de Vlake van Hoboken (de vloed duurt 5 u 40 min, de eb 6 u 50 min.), is het uitvoeren van 7 stortingen met een minimum intervaltijd van 1 uur tijdens 1 fase van het getij (eb of vloed) eveneens niet haalbaar.

Om bovenstaande redenen is ervoor gekozen om de 7 stortingen te verdelen over de volledige tijkromme met een intervaltijd van 100 minuten tussen twee stortingen. Om te vermijden dat tijdens de periode waarin kentering optreedt, die gekenmerkt wordt door lage snelheden, al het gestorte materiaal zou bezinken is ervoor gekozen om de tijd tussen de storting juist voor en juist na kentering groter te nemen dan deze 100 minuten (deze is 2 uur en 20 minuten voor ebkentering en 1 u 50 minuten voor vloedkentering). Wegens de asymmetrische vorm van de tijkromme ter plaatse van de Vlake van Hoboken worden er 3 stortingen uitgevoerd tijdens vloed en 4 tijdens eb. De op deze manier bekomen verdeling is voorgesteld door de blauwe lijnen in onderstaande figuur.



Verdeling van de ogenblikken voor het storten (blauwe lijnen) over de tijdkromme. De rode streeplijnen duiden eb- vloedkentering aan.

Zoals hierboven al aangehaald, wordt in het numeriek model de hoeveelheid slib gestort in één rooster-cel. Per keer dat er gestort wordt, wordt de hoeveelheid slib van 1600 ton droge stof zo verdeeld over de waterkolom dat 50% gelijkmatig verdeeld wordt over de 2 lagen boven de bodem, 40% over de 3 hierboven gelegen lagen en 10% over de 5 bovenste lagen. Dit leidt tot de verdeling die in tabel 3 is weer-gegeven. De tweede kolom in de tabel geeft van het totaal van 1600 ton droge stof de hoeveelheid aan die met deze verdeling overeenkomt en in elke laag gestort wordt. Deze hoeveelheid wordt omgerekend naar een te storten debiet door deze te delen door de concentratie en de duur van het storten. Voor het storten van slib wordt verondersteld dat het slib met een dichtheid van 1150 kg/m³ een poriëngehalte heeft van 90%. Dit maakt dat de concentratie van het gestorte slib gelijk is aan 233kg/m³. Zoals boven aangehaald is, wordt het slib in het numeriek model gestort gedurende een periode van 5 minuten. De op deze wijze berekende debieten zijn gegeven in de derde kolom van onderstaande tabel. In de invoer-file van Delft3D moet voor elke laag ook een zoutgehalte opgegeven worden. Omdat het slib dat gestort wordt afkomstig is van het onderhoudsbaggerwerk van zowel de Beneden-Zeeschelde als het Deurgan-ckdok is de zoutconcentratie van het te storten slib niet eenduidig bepaald. Omdat het effect van het storten van slib met een zoutgehalte dat verschillend is van dit van de stortlocatie verwaarloosbaar is, wordt voor elke laag het zoutgehalte gelijk genomen aan de zoutconcentratie ter plaatse van de stortlo-catie op het tijdstip waarop het slib gestort wordt.

laag	Verdeling over lagen [%]	aantal ton droge stof	debiet [m³/s]
1	2	80	0.458
2	2	80	0.458
3	2	80	0.458
4	2	80	0.458
5	2	80	0.458
6	13.33	213.33	3.052
7	13.33	213.33	3.052
8	13.33	213.33	3.052
9	25	400	5.722
10	25	400	5.722

Tabel 3 Verdeling van de 1600 ton droge stof die per getij gestort wordt over de lagen van het numeriek model en het overeenkomstig stortdebiet

4.3 Bespreking van de resultaten

4.3.1 Algemeen

Zoals al aangehaald in paragraaf 4.1 worden bij het doorrekenen van het hierboven beschreven scenario voor het storten van de 7 x 1600 ton slib op de Vlake van Hoboken, telkens drie tijen doorgerekend. Tijdens het eerste tij wordt het slib gestort, de twee daaropvolgende tijen worden doorgerekend om de verspreiding van het slib en de eventuele sedimentatie te bepalen. Hierbij moet opgemerkt worden dat hier en in al wat volgt een tij wordt beschouwd als de periode van laagwater tot het daaropvolgende laagwater. Verwijzend naar het feit dat het cyclisch getij een periode heeft van 12.5 uur, komt het doorrekenen van 3 tijen dus neer op het doorrekenen van een periode van 37.5 uur van laagwater tot en met het derde daaropvolgende laagwater.

Uit paragraaf 2.2 volgt dat als hydrodynamische randvoorwaarde op de op- en afwaartse randen van het model een cyclisch getij wordt opgelegd. Vermits dit getij niet overeenkomt met het getij van een bestaande periode, zal in alle figuren die in de volgende paragrafen besproken worden geen expliciete tijdsaanduiding voorkomen. Elke figuur zal daarentegen ook een voorstelling van de tijkromme bevatten van een observatiepunt in de buurt van de besproken locatie. Op deze manier is het toch mogelijk om het ogenblik van het getij aan te duiden.

Naast het in paragraaf 4.2 beschreven scenario voor het storten van slib op de Vlake van Hoboken is ook de toestand doorgerekend waarin niets gestort wordt. Naar deze toestand zal in al wat volgt verwezen worden als de referentiesituatie of de referentietoestand. Met deze referentietoestand zal de toestand na het storten van het slib vergeleken worden. De volgende paragrafen geven een korte beschrijving van de invloed op de slibconcentratie in de Beneden-Zeeschelde, de invloed op het slibtransport en de bijkomende sedimentatie ten gevolge van het storten van slib. Met betrekking tot de absolute waarden van slibconcentratie en slibtransport die in de figuren in deze paragrafen getoond worden moet opgemerkt worden dat de referentietoestand in deze studie berekend is met een niet-gecalibreerd slibtransportmodel. In paragraaf 2.2 zijn wel de waterstanden in een aantal observatiepunten vergeleken met meetgegevens, maar niet de slibconcentraties.

4.3.2 Invloed op slibconcentratie.

Figuren 9 tot en met 14 geven voor het gebied van de Beneden-Zeeschelde vanaf de Kallosluis tot en met de opwaartse randen van het model ter hoogte van de monding van de Durme in de Schelde en de Nete in de Rupel het verschil in slibconcentratie tussen de toestand na het storten van het slib en hetzelfde ogenblik in de referentiesituatie. In deze figuren is getracht om met een tijd van 6 uur tussen twee opeenvolgende figuren de toestand van het tijdstip omstreeks het ogenblik van eb- en vloedkentering te visualiseren*. Elke figuur is opgedeeld in twee delen: het bovenste deel stelt het verschil in slibconcentratie voor in laag 5 van het numeriek model (op een afstand van ongeveer 1/3 van de totale diepte verwijderd van de bodem). De figuur onderaan geeft de tijkromme van een punt gelegen in de vaargeul ter hoogte van de stortlocatie. De rode lijnen in deze figuur duiden het ogenblik aan waarop gestort is, de groene lijn is een aanduiding van het tijdstip waarop men zich op dat ogenblik bevindt en waarvoor het verschil in concentratie berekend is.

Vergelijking van figuren 9 tot en met 14 leert dat tijdens het storten van slib een aantal kleinere zones met concentratieverhogingen ontstaan die zich als het ware als slibwolken naar opwaarts of afwaarts verplaatsen, afhankelijk van het ogenblik in het getij waarop gestort wordt. Deze zones doen zich voor tijdens het getij waarin gestort wordt en aan het begin van het tweede tij. Geleidelijk aan smeren deze zones zich uit tot één grotere zone van ongeveer 10-15 km met een kleinere concentratieverhoging in vergelijking met de initiële slibwolken. Bij vloedkentering van tij 2, ongeveer 6 uur na de laatste storting (figuur 11) is deze grotere zone al grotendeels gevormd. Door de werking van de getijden heeft deze zone geen vaste begrenzing, maar verplaatst deze zich als het ware van afwaarts naar opwaarts en omgekeerd. Het meest afwaartse uiteinde waar zich een concentratieverhoging voordoet bevindt zich juist

* Bij de modellering is de output opgevraagd met een tijdsstap van een half uur. Hierdoor is het mogelijk dat het tijdstip omstreeks het ogenblik van eb- of vloedkentering samenvalt met respectievelijk laag- of hoogwater.

opwaarts van Lillo, het meest opwaartse uiteinde strekt zich uit tot Temse voor de Schelde en tot Boom voor de Rupel.

Om de grootteorde van de stijging van de slibconcentratie in de hierboven besproken zone in te schatten is voor een punt gelegen in de vaargeul op 500 m, 5 km en 10 km opwaarts én afwaarts van de stortlocatie de slibconcentratie in de referentietoestand vergeleken met de concentratie na het storten van het slib. De locatie van deze punten is voorgesteld in figuur 15. De vergelijking van de slibconcentratie is gegeven in figuren 16 tot en met 19. De figuur voor een bepaalde locatie is opgedeeld in 4 deelfiguren. De eerste drie deelfiguren vergelijken de slibconcentratie in de referentietoestand (rode lijn) met de slibconcentratie na het storten van het slib (blauwe lijn). Zowel de rode als de blauwe curven behoren bij linkse Y-as, de groene curve daarentegen behoort bij de rechtse Y-as in de figuur en stelt het verschil in concentratie voor tussen de toestand na het storten van het slib en de referentietoestand. Bij deze laatste Y-as dient opgemerkt te worden dat voor de punten gelegen 500 m opwaarts en afwaarts van de stortlocatie (figuur 12) een logaritmische verdeling van de as is gekozen wegens de grote stijging van de concentratie tijdens het storten in vergelijking met de stijging tijdens tij 2 en tij 3. Voor de overige punten is een lineaire verdeling op de rechtse Y-as gekozen. De laatste deelfiguur stelt de tijkromme voor van de betreffende locatie.

Vergelijking van de slibconcentratie na storten met de concentratie in de referentietoestand voor de locaties op 500 m op- en afwaarts van de stortlocatie (figuur 16) leert dat tijdens het storten van het slib een sterke verhoging (tot $1 \text{ kg/m}^3 = 1000 \text{ mg/l}$) van de concentratie optreedt. Dit is slechts een tijdelijke verhoging. Ongeveer 0.5 tot 1 uur na het storten is de slibwolk het punt gepasseerd en daalt de concentratie terug naar de waarde van de referentietoestand. Naar de laatste stortingen toe, echter, wanneer al een groot deel van de slibwolken zijn uitgesmeerd tot één grote slibwolk blijkt een min of meer constante verhoging van de concentratie met 0.01 tot 0.05 kg/m^3 ($= 10$ tot 50 mg/l , wat ongeveer een stijging van 20% ten opzichte van de referentietoestand betekent). Na elk ogenblik van eb- en vloedkentering vermindert deze stijging van de slibconcentratie ten opzichte van de referentiesituatie. De afname van de stijging is ook groter voor de lagen aan het oppervlak dan voor de bodemlaag. Door de lage snelheden bij eb- en vloedkentering zal een deel van het slib in de hogere lagen bezinken naar de onderste lagen en zal sedimentatie optreden van het slib in de onderste lagen.

Voor de observatiepunten die op 5 en 10 km op- en afwaarts van de stortlocatie gelegen zijn (figuren 17 tot en met 19) doet zich hetzelfde verschijnsel voor. De stijging van de concentratie ten opzichte van de referentietoestand doet zich in deze punten enkel voor als de slibwolk deze punten passeert. Bij een observatiepunt dat afwaarts gelegen is van de stortlocatie is dit tijdens maximum eb en het begin van vloed, bij een opwaarts punt is dit maximum vloed en het begin van eb. Tijdens het tweede tij is deze stijging van de concentratie ten opzichte van de referentietoestand ongeveer gelijk aan 25% van de slibconcentratie voor een punt op 5 km van de stortlocatie (figuur 17) en 10-15% voor het punt op 10 km afwaarts van de stortlocatie (figuur 18). Ook hier vermindert de stijging van de concentratie na eb- en vloedkentering.

Voor de observatiepunten gelegen op 10 km opwaarts van de stortlocatie op de Schelde en de Rupel (figuur 19) treedt tijdens het tweede tij een ongeveer even grote stijging op van de slibconcentratie als tijdens het tij waarin gestort wordt. Dit kan verklaard worden door het feit dat de laatste stortingen uitgevoerd zijn juist voor laagwater aan het begin van het tweede tij. De vloed doet de slibwolken die in vergelijking met de referentietoestand nog een relatief hogere concentratie hebben, terug naar opwaarts bewegen. Tijdens het laatste tij doet zich een lagere stijging van de concentratie voor.

4.3.3 Invloed op slibtransport door een raai

Enkel de raaien in het numeriek model gedefinieerd ter hoogte van Oosterweel en Schelle zijn gelegen in het gebied waarbinnen zich een verhoging van de slibconcentratie voordoet na storting van het slib op de Vlake van Hoboken. De raai te Oosterweel is gelegen afwaarts van de stortlocatie, de raai te Schelle bevindt zich opwaarts van de stortlocatie. Deze raaien zijn ook voorgesteld in figuur 15.

De vergelijking van het slibtransport na het storten met het slibtransport in de referentietoestand is voor beide raaien voorgesteld in figuur 20. De figuur voor een bepaalde raai is opgedeeld in twee deelfiguren. De bovenste deelfiguur stelt het slibtransport door de raai voor in de toestand na het storten van het slib (rode lijn) en in de referentiesituatie (blauw). Dit slibtransport is uitgedrukt in kg/s en stelt de sedi-

mentflux door de raai in kg droge stof per tijdseenheid voor. De onderste deelfiguur geeft de tijkromme van het observatiepunt dat op de raai gelegen is weer.

Vergelijking van het slibtransport na het storten met het slibtransport in de referentiesituatie leert dat voor beide raaien een relatief kleine stijging van het transport zich voordoet op het ogenblik dat de slibwolk de raai passeert. Voor de raai te Oosterweel die afwaarts van de stortlocatie gelegen is, is dit bij maximum eb en bij het begin van vloed. Voor de raai te Schelle is dit tijdens maximum vloed en bij het begin van de eb. De stijging van het slibtransport neemt af tijdens het tweede en het derde tij. Op het einde van het derde tij en het begin van het vierde tij is het transport na het storten bijna gelijk aan het transport in de referentietoestand.

4.3.4 Extra sedimentatie ten gevolge van het storten op de Vlake van Hoboken

Figuur 21 bovenaan geeft een beeld van de gemiddelde sedimentatie per getij die optreedt ten gevolge van het storten van 7 x 1600 ton slib gedurende een volledig getij op de Vlake van Hoboken. Deze extra sedimentatie is bepaald door zowel voor de referentietoestand als voor de toestand waarin het slib wordt gestort het verschil in beschikbare hoeveelheid slib per m² te berekenen tussen het ogenblik van laagwater voordat de eerste storting plaatsgevonden heeft en het ogenblik van het derde daaropvolgende laagwater. Dit verschil in beschikbare hoeveelheid slib per m² wordt omgerekend naar een gemiddelde toename of afname van de dikte van de sliblaag per getij door te delen door het droge stofgehalte (244 kg/m³, zie tabel 2) van dit slib en het aantal tijen (3). De extra sedimentatie per getij wordt dan berekend door het verschil in toename/afname van de dikte van de sliblaag te berekenen tussen de situatie met dumping van slib op de Vlake van Hoboken en de referentiesituatie. Weergegeven in formulevorm geeft dit volgende uitdrukking:

$$E = \left(\frac{d_{T1} - d_{T0}}{n} \right)_{\text{storten}} - \left(\frac{d_{T1} - d_{T0}}{n} \right)_{\text{referentietoestand}}$$

met:

- E: gemiddelde extra sedimentatie per getij
- n: aantal tijen
- d_x: Dikte van de sliblaag op tijdstip x
- T0, T1: respectievelijk laagwater voor de eerste maal dat er gestort wordt (T0) en het n-de daaropvolgende laagwater (T1).

Uit figuur 21 bovenaan die deze gemiddelde extra sedimentatie per getij voorstelt, volgt dat het storten van slib op de Vlake van Hoboken leidt tot een aanslibbing van maximaal 1 cm per getij van de toegangsgeulen naar de Royersluis en de Zeesluis van Wintam. In de toegangsgeul naar de vroegere sluis van Wintam die gelegen is op de Rupel doet zich ook een extra sedimentatie van maximaal 1 cm per getij voor. Verder doet zich ook een aanslibbing van de opwaartse en afwaartse uiteinden van de Vlake van Hoboken voor en een aanslibbing van de Plaat van Boomke en de Punt van Melsele.

De extra sedimentatie per getij in figuur 21 boven is een gemiddelde sedimentatie berekend over 3 tijen. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat gedurende het eerste tij het slib gestort wordt op de Vlake van Hoboken, en gedurende de twee volgende tijen niet. Daarom is de extra sedimentatie per getij ook berekend voor elk van de 3 tijen afzonderlijk. Deze is gegeven in figuren 21 beneden en figuur 22. Bij deze figuren moet opgemerkt worden dat de extra aanslibbing berekend is volgens de hierboven gegeven berekeningswijze, telkens van laagwater tot het volgende laagwater, waarbij het aantal tijen (n) gelijk is aan 1.

Wat betreft de aanslibbing van de toegangsgeulen naar de Zeesluis van Wintam, de oude sluis van Wintam en de toegangsgeul naar de Royersluis, volgt uit deze figuren dat de grootste aanslibbing van 5 mm tot 1 cm zich voordoet in het tij waarin het slib gestort wordt en gedurende het tweede tij. Tijdens het derde tij doet zich, uitgezonderd voor de Royersluis een veel kleinere aanslibbing voor.

De extra aanslibbing op de op- en afwaartse uiteinden van de Vlake van Hoboken treedt vooral op tijdens het tij waarin het slib gestort wordt en het daarop volgende tij. Gedurende het derde tij is er vooral aanslibbing van het opwaartse uiteinde van de Vlake van Hoboken met een 5-tal mm. De aanslibbing

van de Plaat van Boomke en de Punt van Melsele doet zich vooral tijdens het eerst tij na het storten voor.

Opmerkelijk is de sedimentatie in de vaargeul tijdens het tij waarin gestort wordt en tijdens het volgende tij. Deze sedimentatie doet zich voor op die plaatsen waar de slibwolken van het gestort slib zich bevinden op het moment dat eb- of vloedkentering zich voordoen. Dit volgt uit vergelijking met figuren 9 en 10 die de locatie van de slibwolken weergeeft bij respectievelijk vloedkentering van tij1 en ebkentering van tij 2.

5 CONCLUSIE

Met betrekking tot de milieuvergunning voor het terugstorten van baggerspecie afkomstig uit de Beneden-Zeeschelde en het Deurganckdok in de Beneden-Zeeschelde, is in dit rapport het doorgerekende scenario beschreven voor het storten van slib op de Vlake van Hoboken. Deze stortlocatie zou als bijkomende stortlocatie dienen, naast de Plaat van Boomke en de Punt van Melsele. De verschillende onderzoeksscenario's voor het storten van slib op de Plaat van Boomke en de Punt van Melsele zijn doorgerekend door IMDC NV.

In het kader van dit onderzoek werd een nieuw hydrodynamisch en slibtransportmodel ontwikkeld voor de Beneden-Zeeschelde, dat zich meer naar opwaarts en afwaarts uitstrekt dan het bestaande juli 2003-rooster, wat in IMDC 2004a gebruikt wordt voor het modelleren van de onderzoeksscenario's voor het storten van slib op de Plaat van Boomke. De vergelijking van het slibtransport door een raai berekend met dit nieuwe model met het slibtransport uit IMDC 2004b laat besluiten dat een relatief goede overeenkomst tussen de resultaten van beide modellen wordt bekomen.

Voor het doorgerekende scenario voor het storten van slib op de Vlake van Hoboken, dat afkomstig is van zowel het onderhoudsbaggerwerk van de Beneden-Zeeschelde als het onderhoud van het Deurganckdok, zijn 3 tijen doorgerekend. Tijdens het eerste van deze 3 tijen wordt 7 x 1600 ton slib om de 100 minuten gestort, de volgende doorgerekende tijen laten toe de verspreiding van het slib te bestuderen. Vergelijking van de toestand na storten van het slib met de referentietoestand, waarin geen slib gestort wordt, leert dat een stijging van de slibconcentratie zich voordoet in een zone waarvan het afwaartse uiteinde zich bevindt juist opwaarts van Lillo en het opwaartse uiteinde te Temse op de Schelde en te Boom op de Rupel. In de toegangseulen naar de Royersluis, de Zeesluis van Wintam en de vroegere sluis van Wintam, alsook aan de afwaartse en opwaartse uiteinden van de Vlake van Hoboken en op de plaat van Boomke en de Punt van Melsele, treedt gemiddeld per getij de belangrijkste aanslibbing op.

Borgerhout, mei 2004

de onderzoekers, belast met de studie

ir. Youri Meersschaut

ir. Kristof Verelst

Gezien,

dr. Frank Mostaert,
afdelingshoofd Waterbouwkundig Laboratorium
en Hydrologisch Onderzoek

5 CONCLUSIE

Met betrekking tot de milieuvergunning voor het terugstorten van baggerspecie afkomstig uit de Beneden-Zeeschelde en het Deurganckdok in de Beneden-Zeeschelde, is in dit rapport het doorgerekende scenario beschreven voor het storten van slib op de Vlake van Hoboken. Deze stortlocatie zou als bijkomende stortlocatie dienen, naast de Plaat van Boomke en de Punt van Melsele. De verschillende onderzoeksscenario's voor het storten van slib op de Plaat van Boomke en de Punt van Melsele zijn doorgerekend door IMDC NV.

In het kader van dit onderzoek werd een nieuw hydrodynamisch en slibtransportmodel ontwikkeld voor de Beneden-Zeeschelde, dat zich meer naar opwaarts en afwaarts uitstrekt dan het bestaande juli 2003-rooster, wat in IMDC 2004a gebruikt wordt voor het modelleren van de onderzoeksscenario's voor het storten van slib op de Plaat van Boomke. De vergelijking van het slibtransport door een raai berekend met dit nieuwe model met het slibtransport uit IMDC 2004b laat besluiten dat een relatief goede overeenkomst tussen de resultaten van beide modellen wordt bekomen.

Voor het doorgerekende scenario voor het storten van slib op de Vlake van Hoboken, dat afkomstig is van zowel het onderhoudsbaggerwerk van de Beneden-Zeeschelde als het onderhoud van het Deurganckdok, zijn 3 tijen doorgerekend. Tijdens het eerste van deze 3 tijen wordt 7 x 1600 ton slib om de 100 minuten gestort, de volgende doorgerekende tijen laten toe de verspreiding van het slib te bestuderen. Vergelijking van de toestand na storten van het slib met de referentietoestand, waarin geen slib gestort wordt, leert dat een stijging van de slibconcentratie zich voordoet in een zone waarvan het afwaartse uiteinde zich bevindt juist opwaarts van Lillo en het opwaartse uiteinde te Temse op de Schelde en te Boom op de Rupel. In de toegangseuilen naar de Royersluis, de Zeesluis van Wintam en de vroegere sluis van Wintam, alsook aan de afwaartse en opwaartse uiteinden van de Vlake van Hoboken en op de plaat van Boomke en de Punt van Melsele, treedt gemiddeld per getij de belangrijkste aanslibbing op.

Borgerhout, mei 2004

de onderzoekers, belast met de studie



ir. Youri Meersschaut



ir. Kristof Verelst

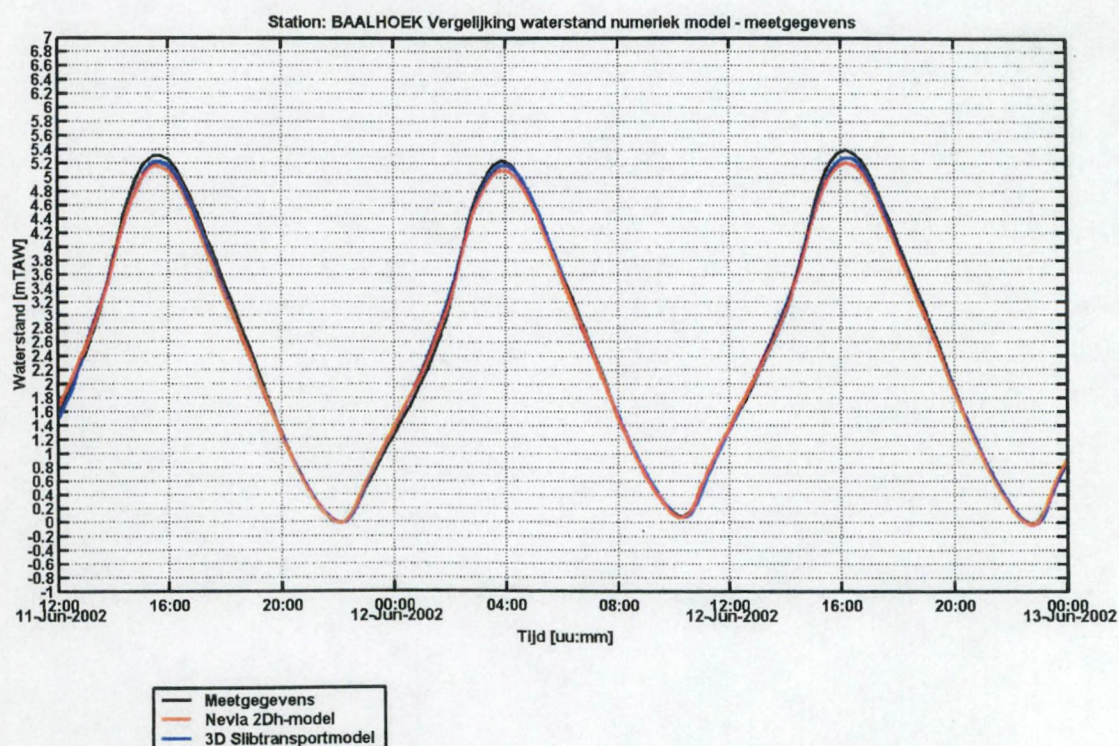
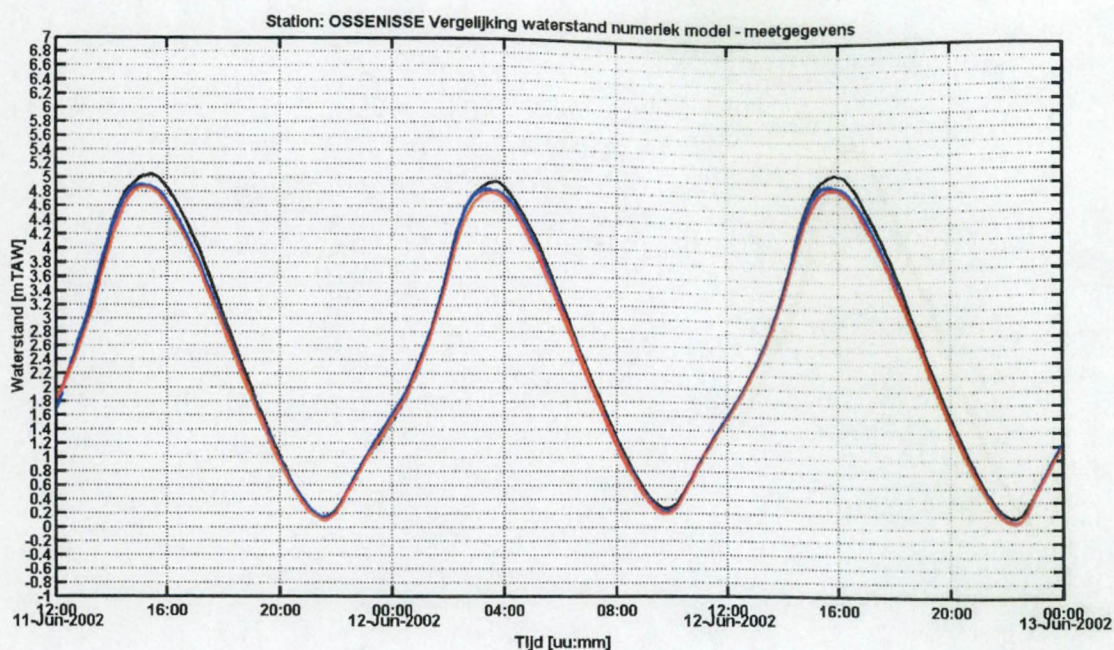
Gezien,



dr. Frank Mostaert,
afdelingshoofd Waterbouwkundig Laboratorium
en Hydrologisch Onderzoek

6 LITERATUURLIJST

- [1] IMDC 2004a. "Onderzoek naar de effecten op het milieu bij het terugstorten van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde", rapport I/RA/11239/04.020/CMA, mei 2004.
- [2] IMDC 2004b. "Optimalisatie van onderhoudsbaggerwerken Deurganckdok. Sedimentologisch en morfologisch modelonderzoek", rapport I/RA/11239/03.067/CMA, juni 2004.
- [3] Waterbouwkundig Laboratorium (WLH) 2004. "2Dh Nevla Scheldemodel (SCALWEST 2000 met verbeterde Belgische roosterschematisatie) Bouw en afregeling stromingsmodel", Model 753, februari 2004.



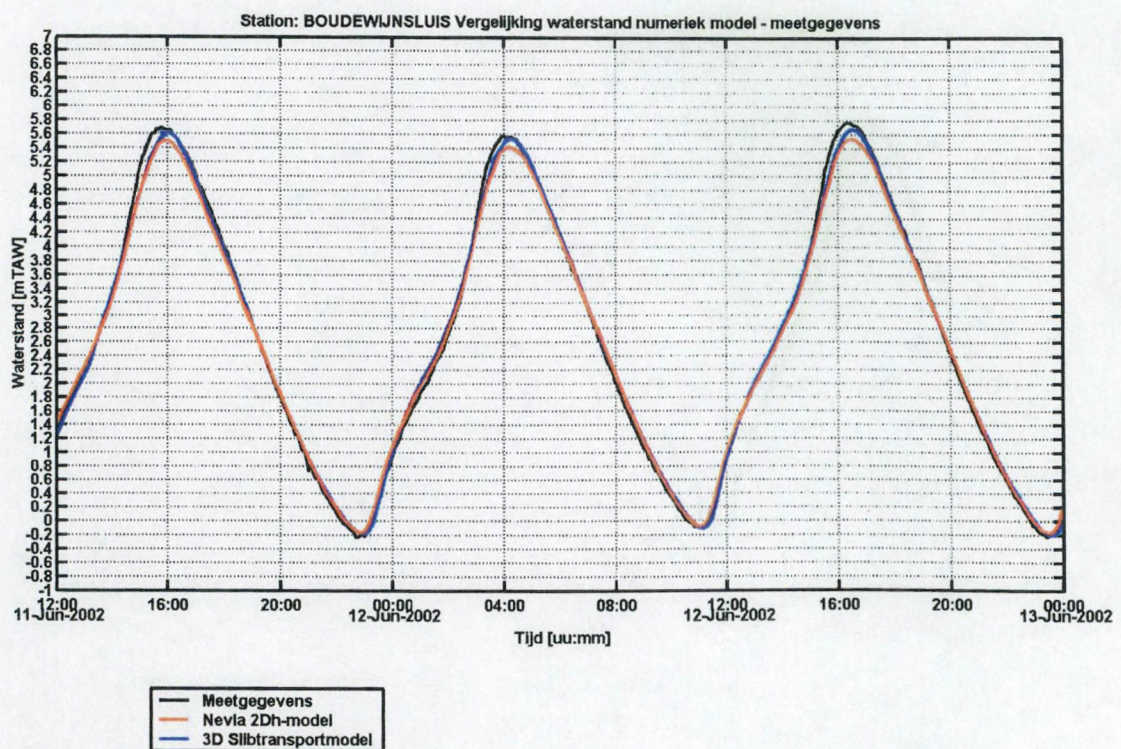
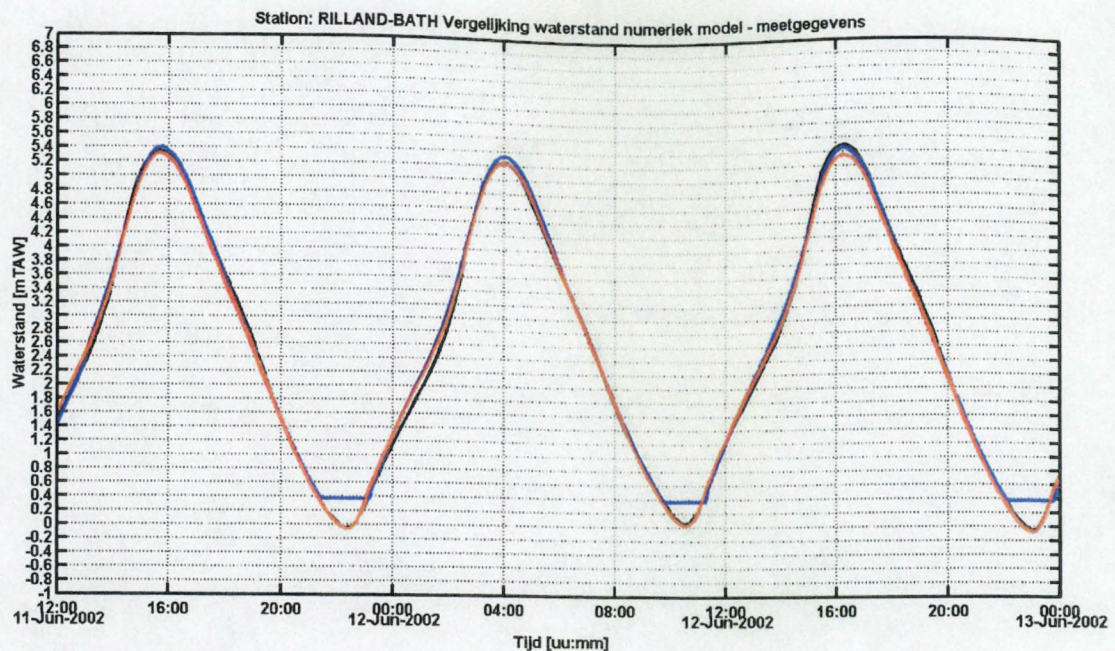
Vergelijking van berekende waterstand met meetgegevens
voor locaties Ossenisse en Baalhoek



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 1



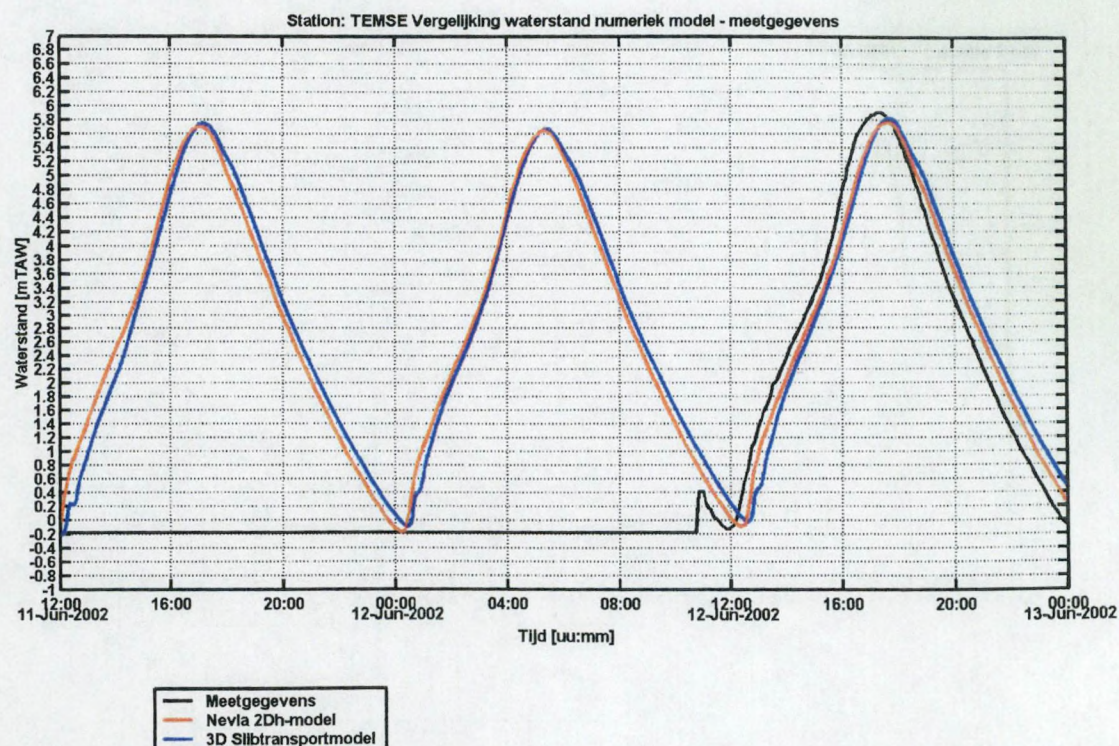
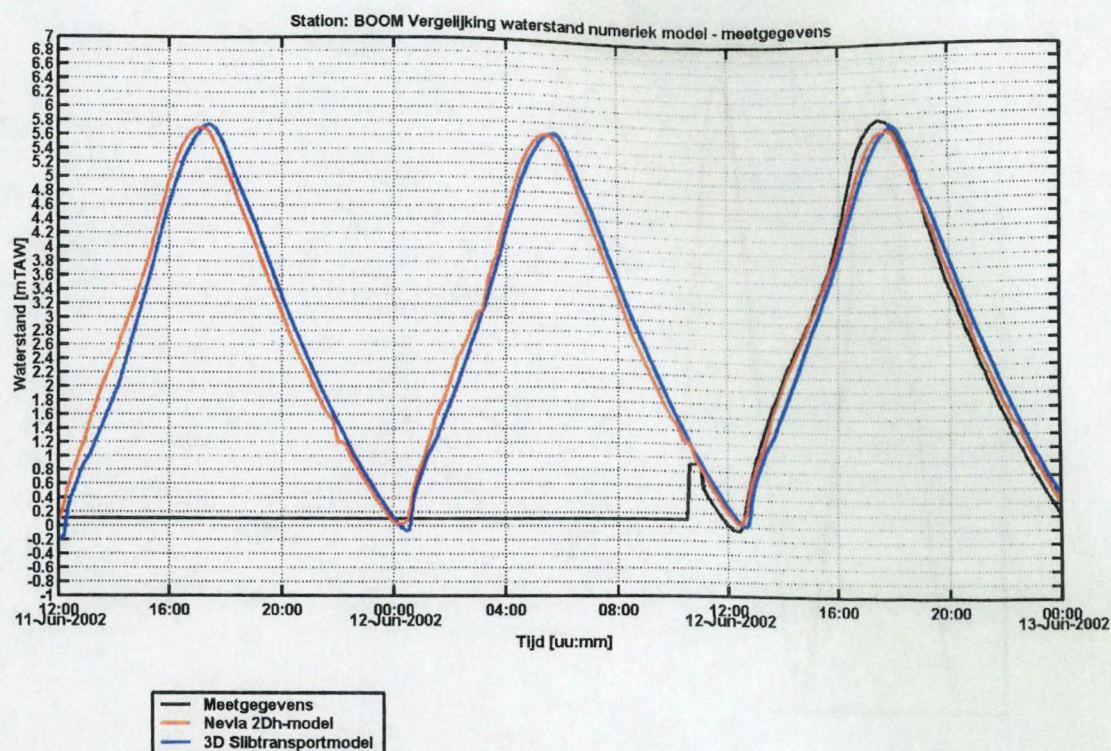
Vergelijking van berekende waterstand met meetgegevens
voor locaties Rilland-Bath en Boudewijnsuis



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 2



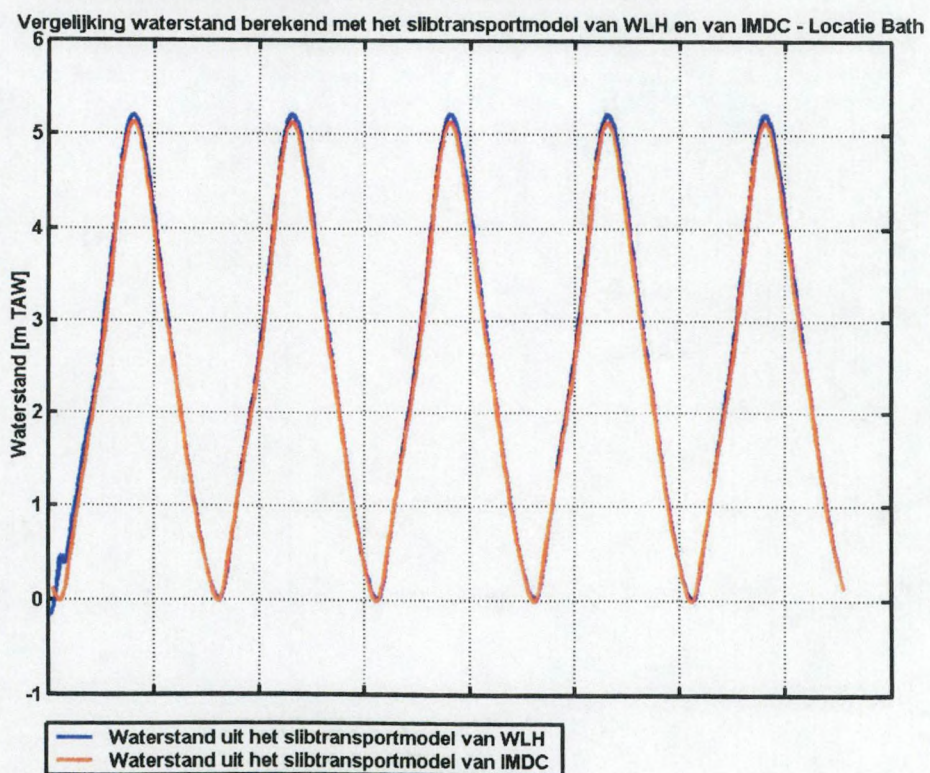
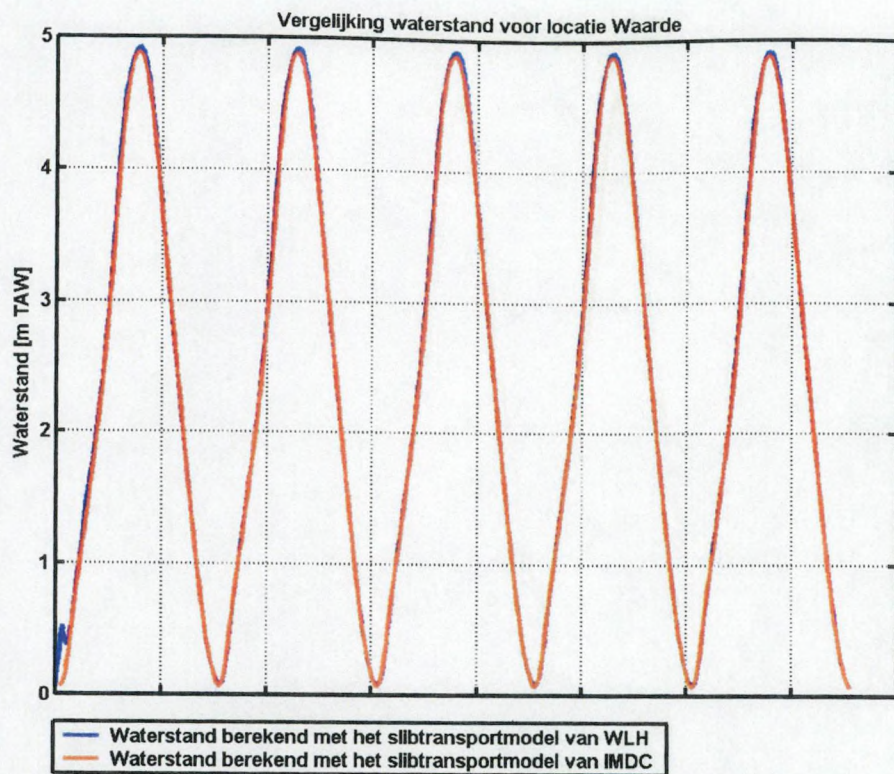
Vergelijking van berekende waterstand met meetgegevens
voor locaties Boom en Temse



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 4



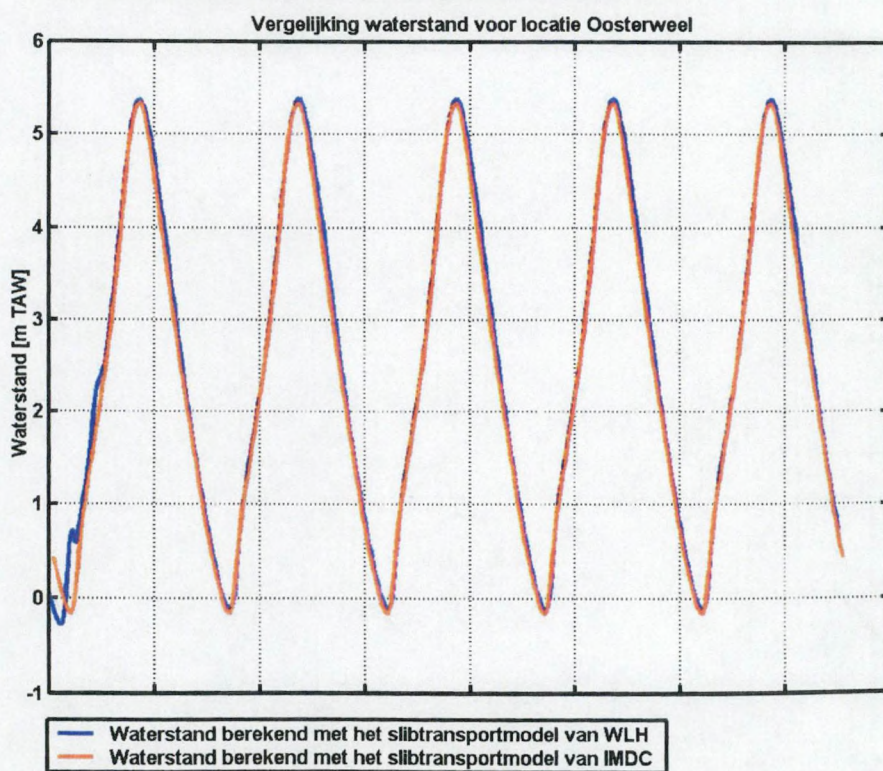
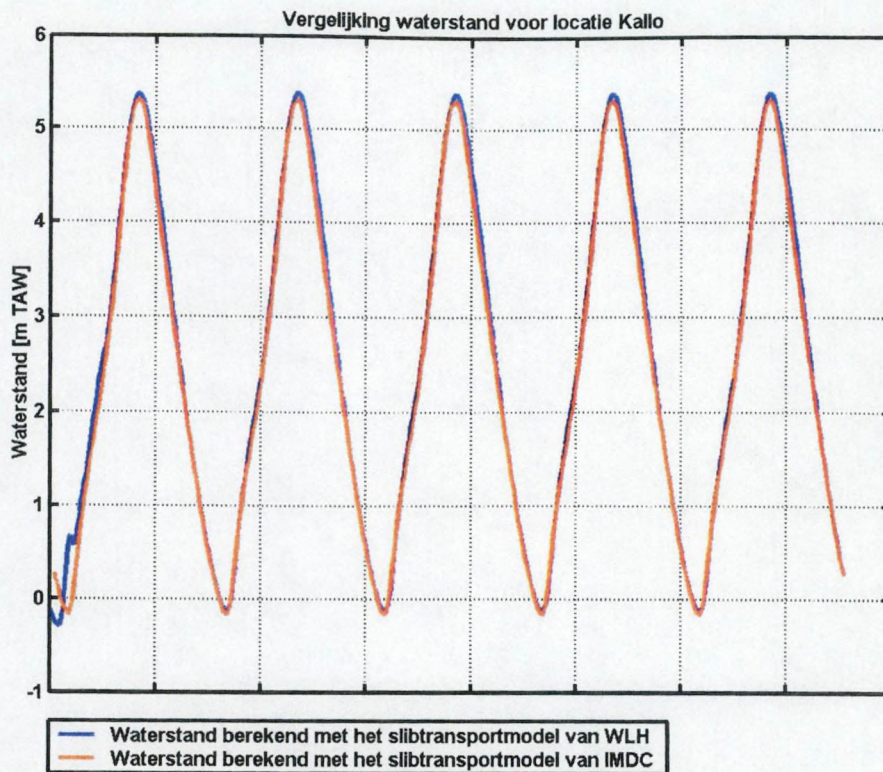
Vergelijking van de waterstand.
Locaties Waarde en Bath



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 5



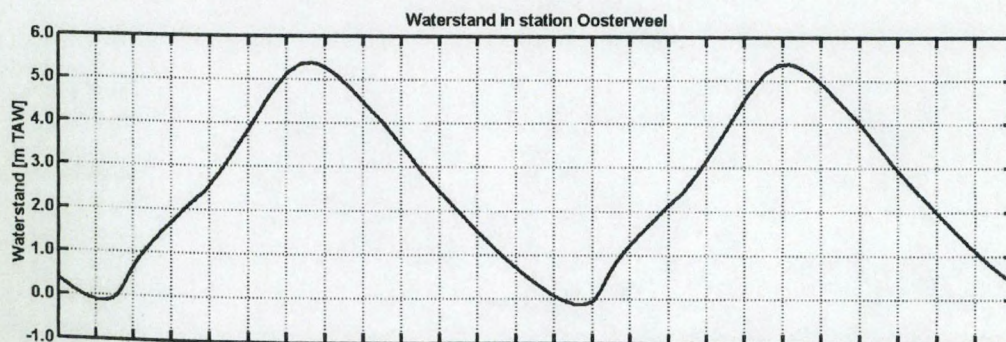
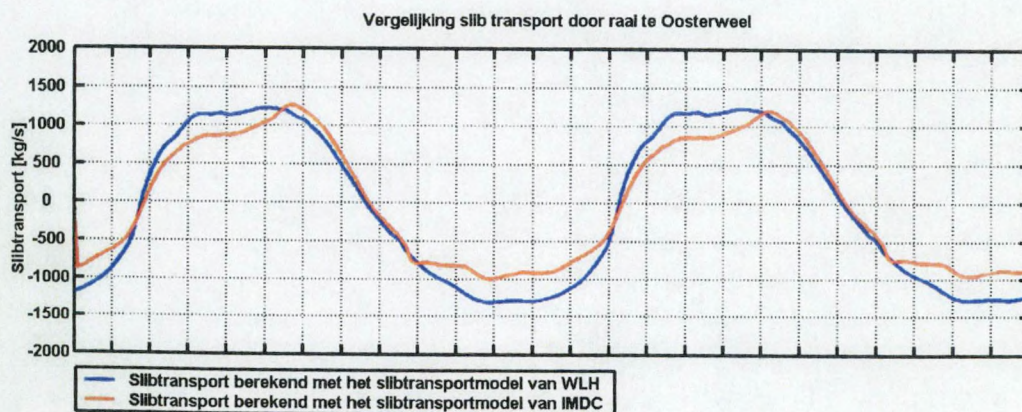
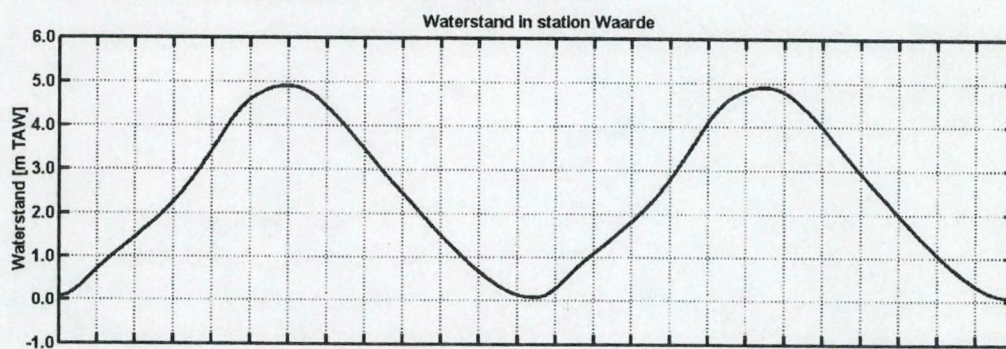
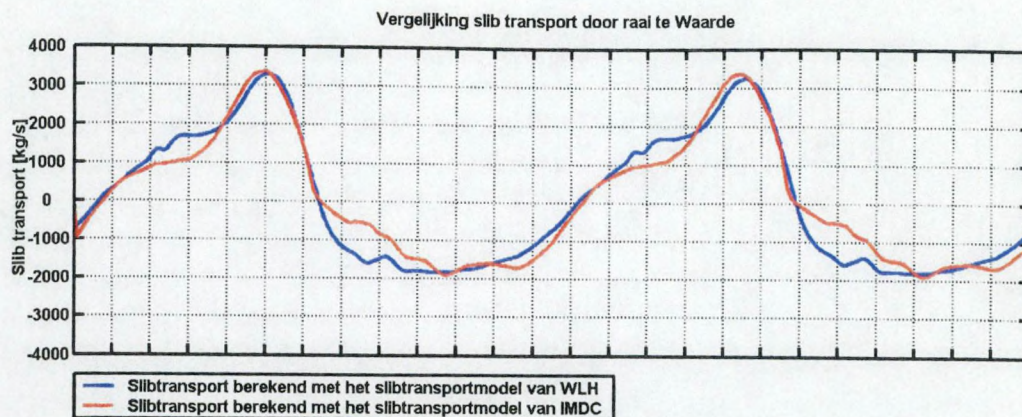
Vergelijking van de waterstand.
Locaties Kallo en Oosterweel



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 6



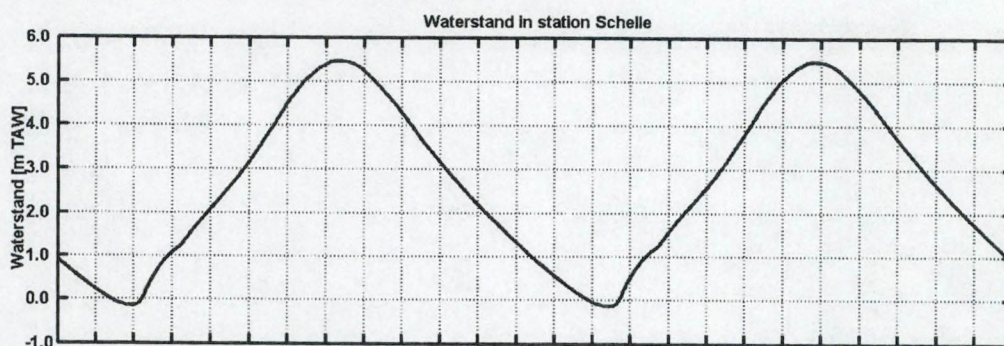
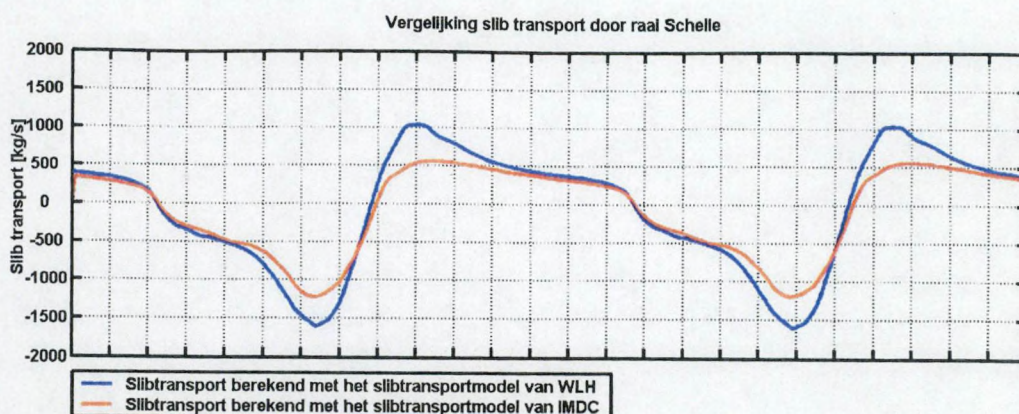
Vergelijking van slibtransport door een raai
Raaien Waarde en Oosterweel



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 7



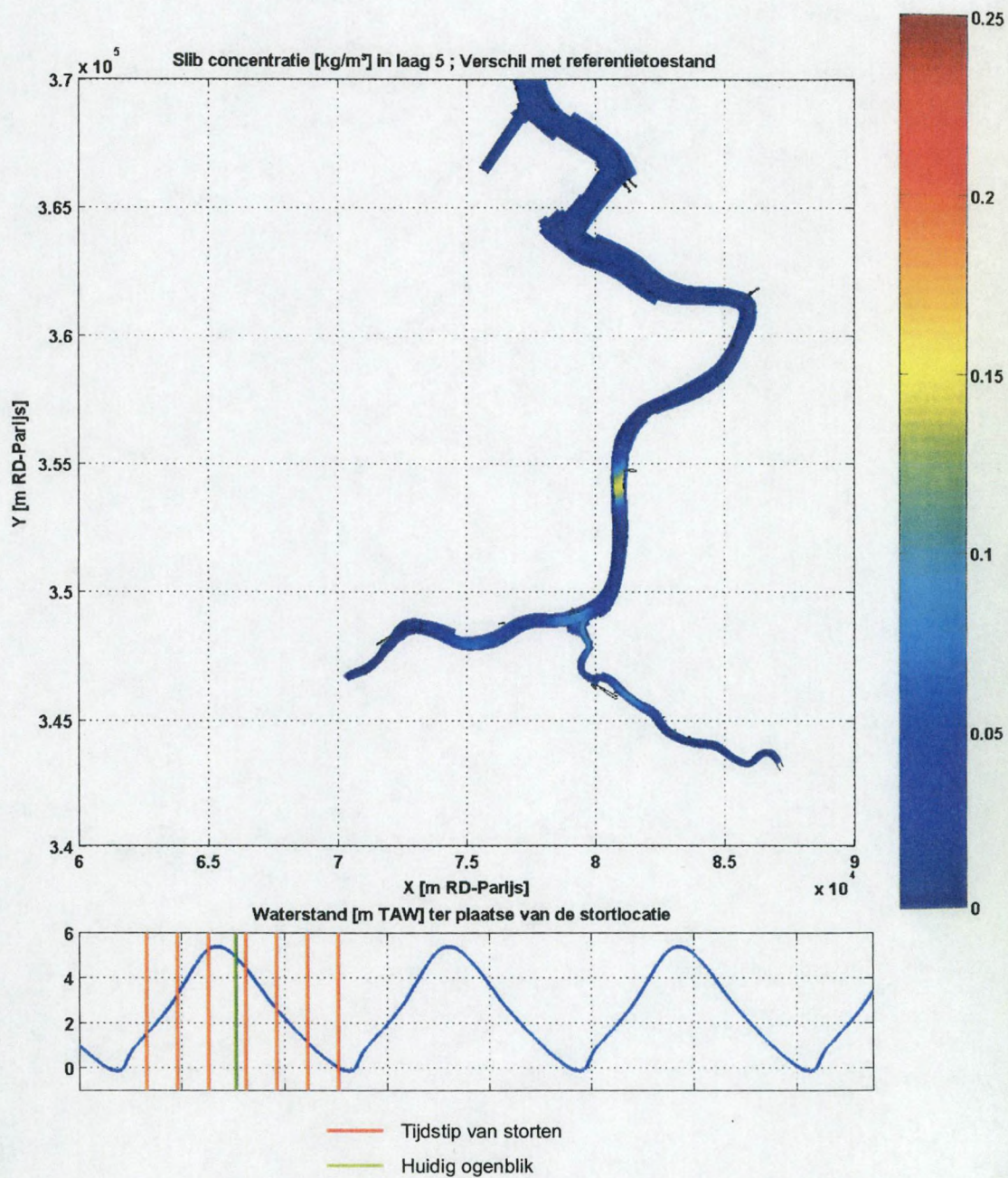
Vergelijking van slibtransport door een raai
 Raai Schelle



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
 EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
 Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 8



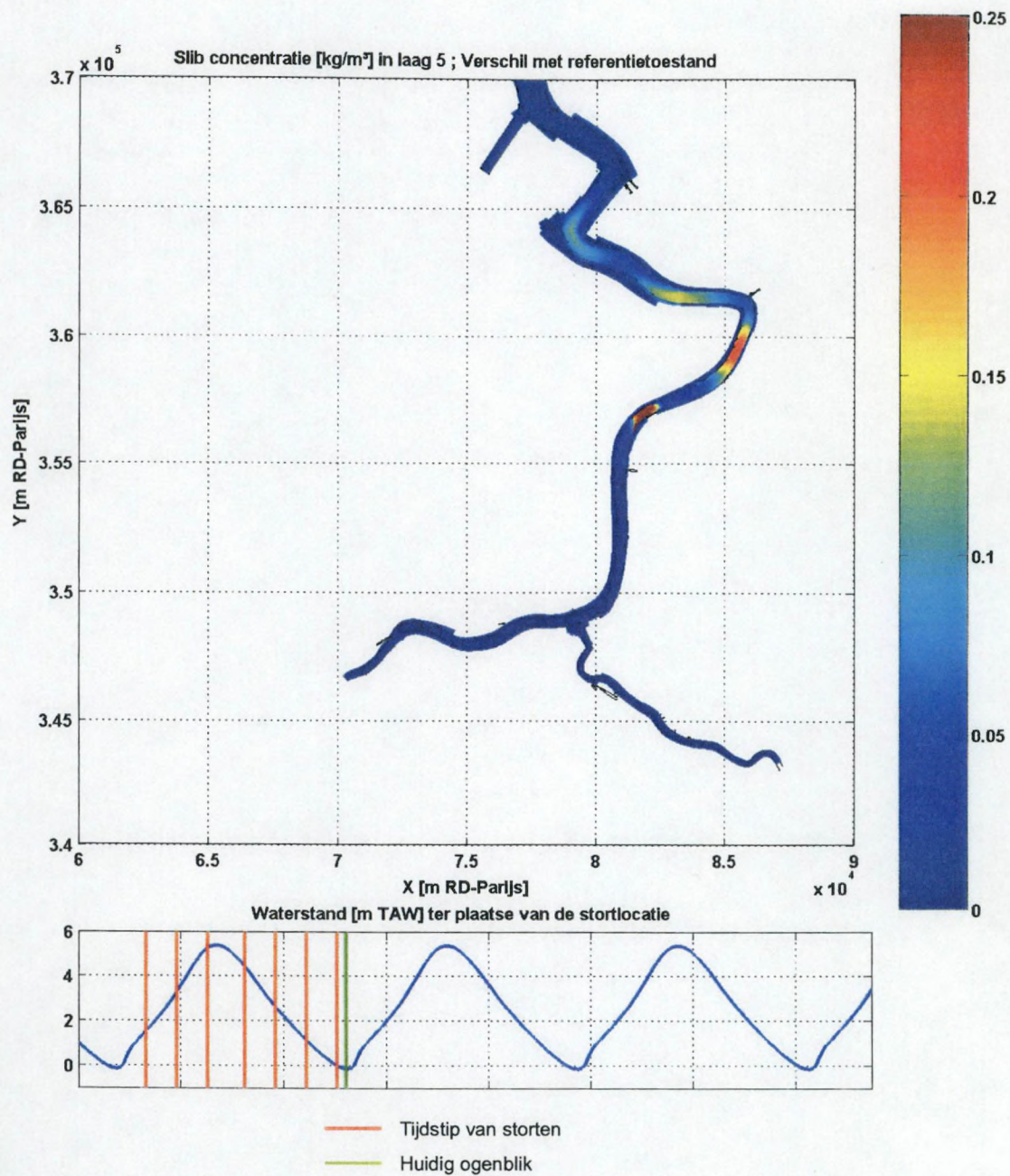
Verschil in slibconcentratie tussen situatie na storten en referentietoestand bij vloedkentering tij1



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 9



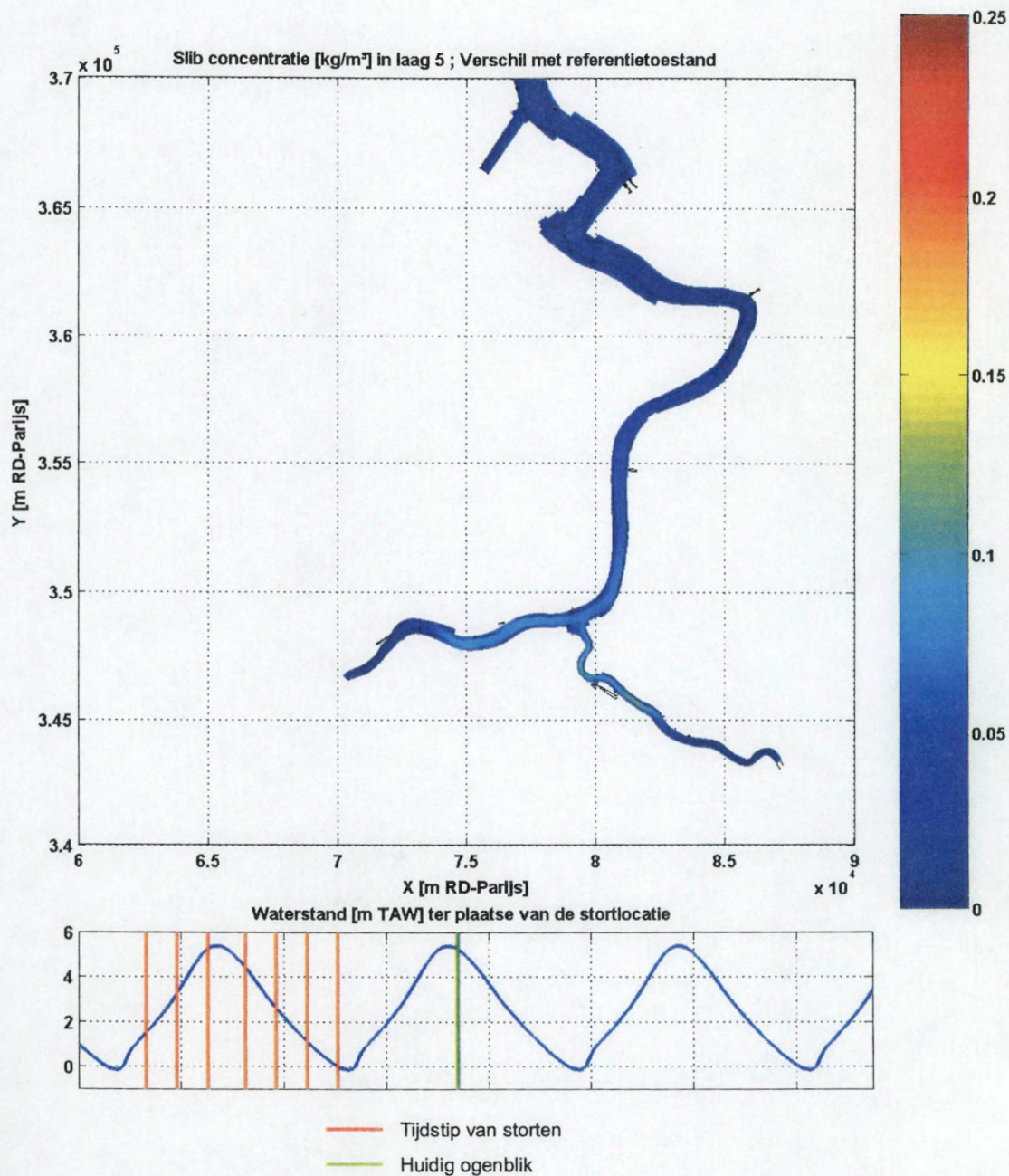
Verschil in slibconcentratie tussen situatie na storten en referentietoestand bij laagwater tij1



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 10



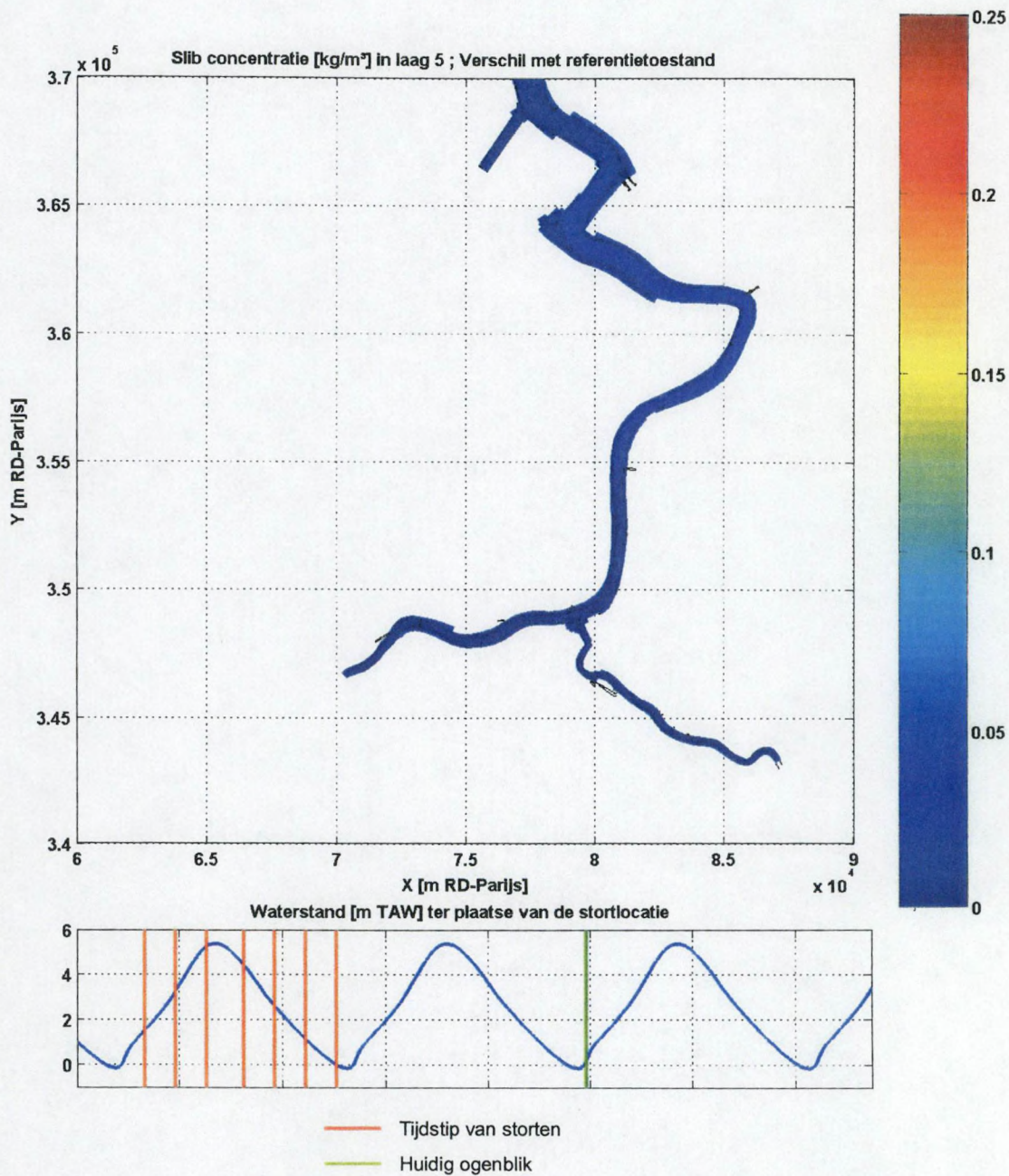
Verschil in slibconcentratie tussen situatie na storten en referentietoestand bij vloedkentering tij2



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 11



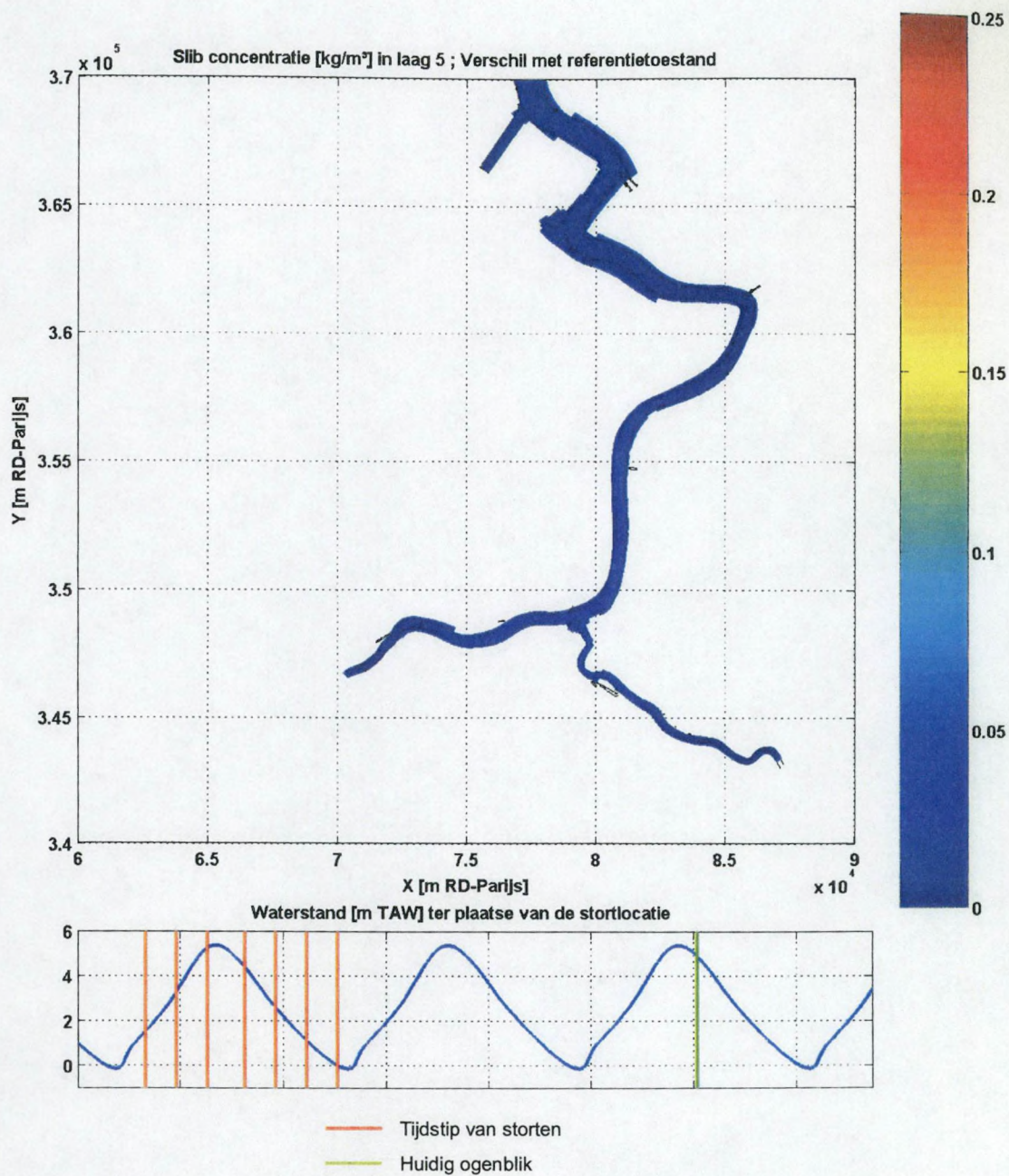
Verschil in slibconcentratie tussen situatie na storten en referentietoestand bij laagwater tij2



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 12



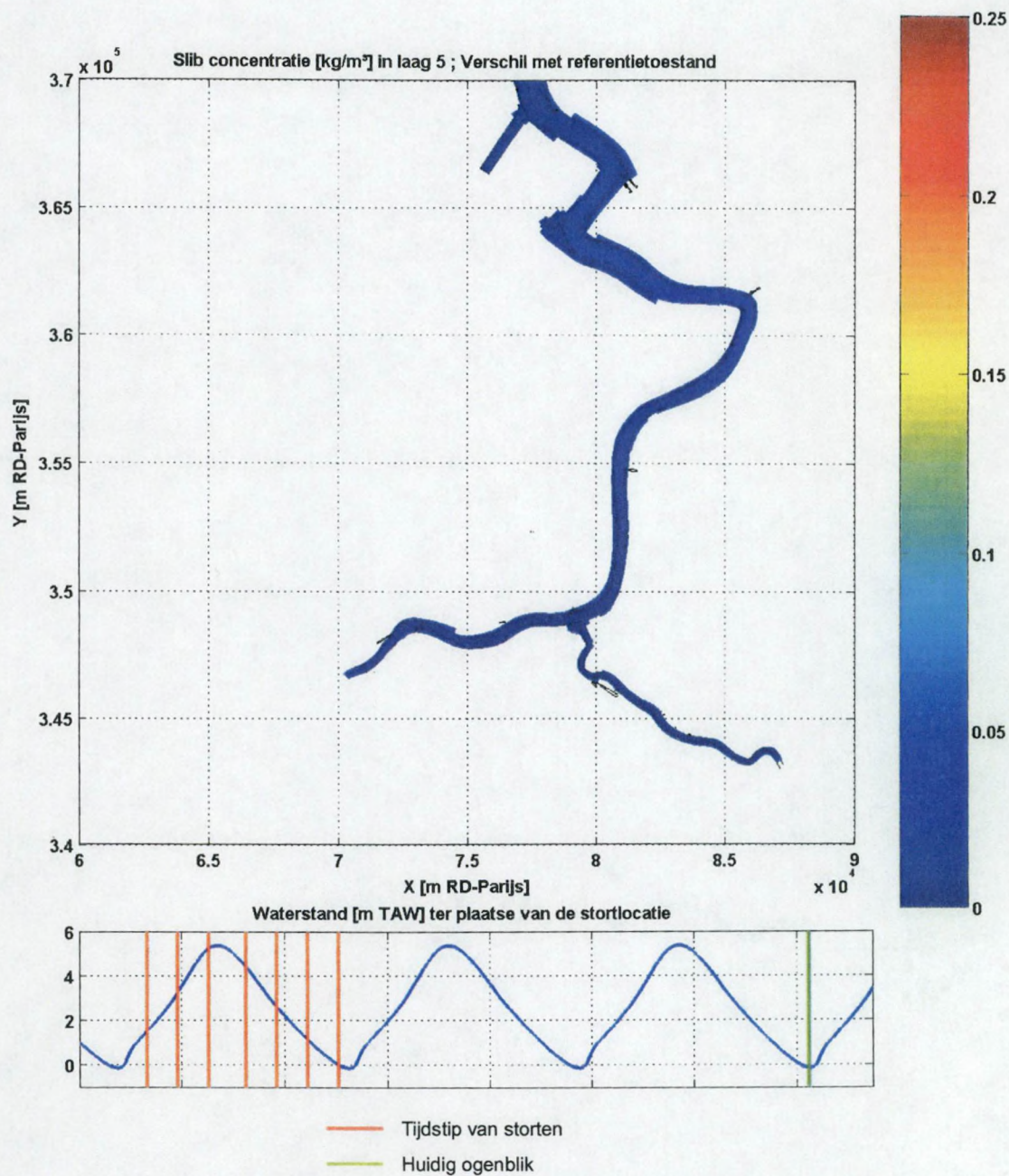
Verschil in slibconcentratie tussen situatie na storten en referentietoestand bijloedkentering tij3



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 13



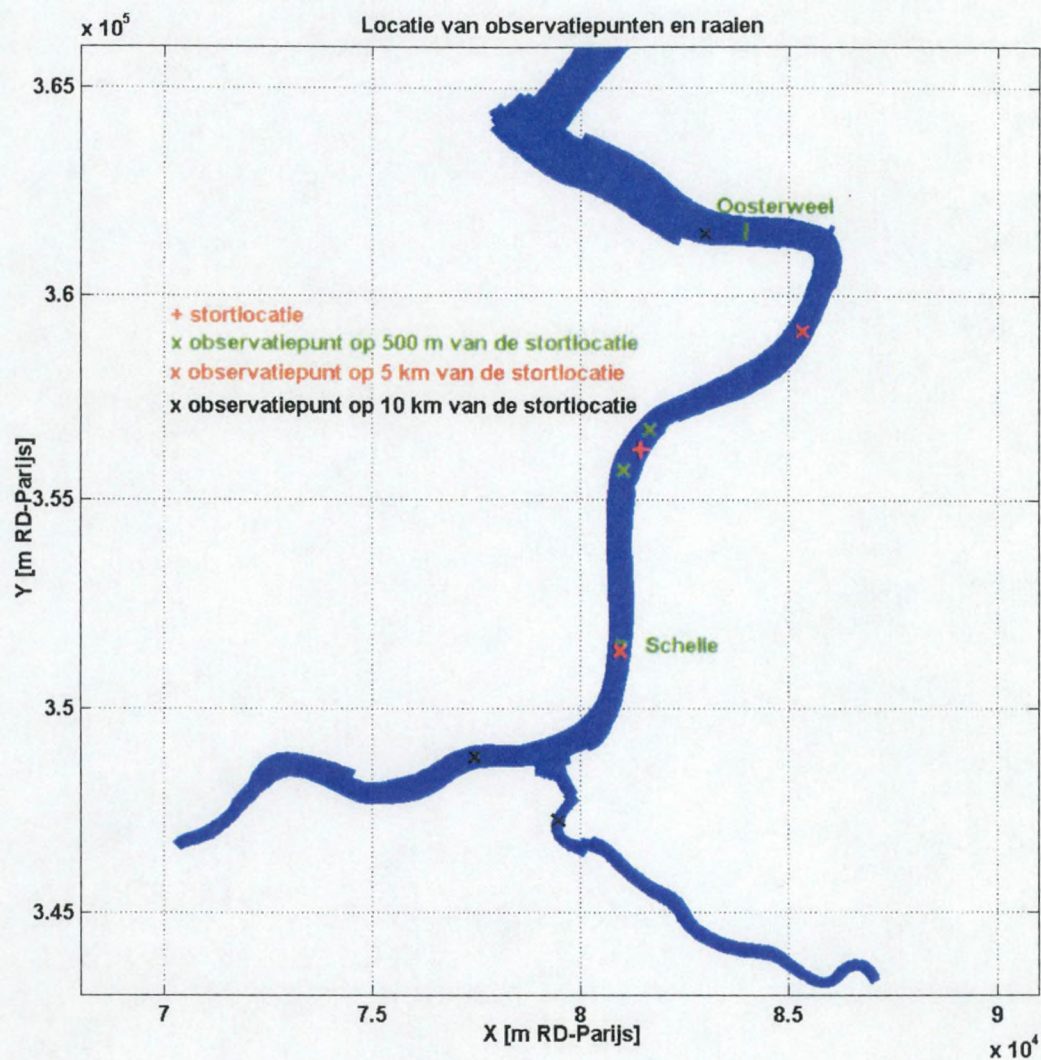
Verschil in slibconcentratie tussen situatie na storten en referentietoestand bij laagwater tij3



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 14



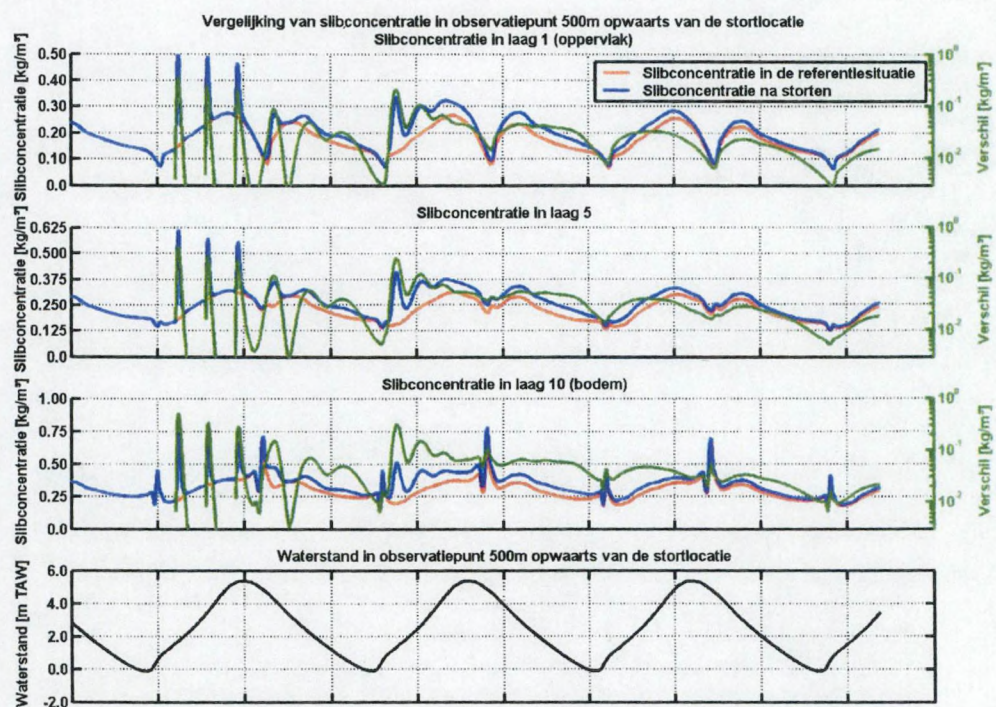
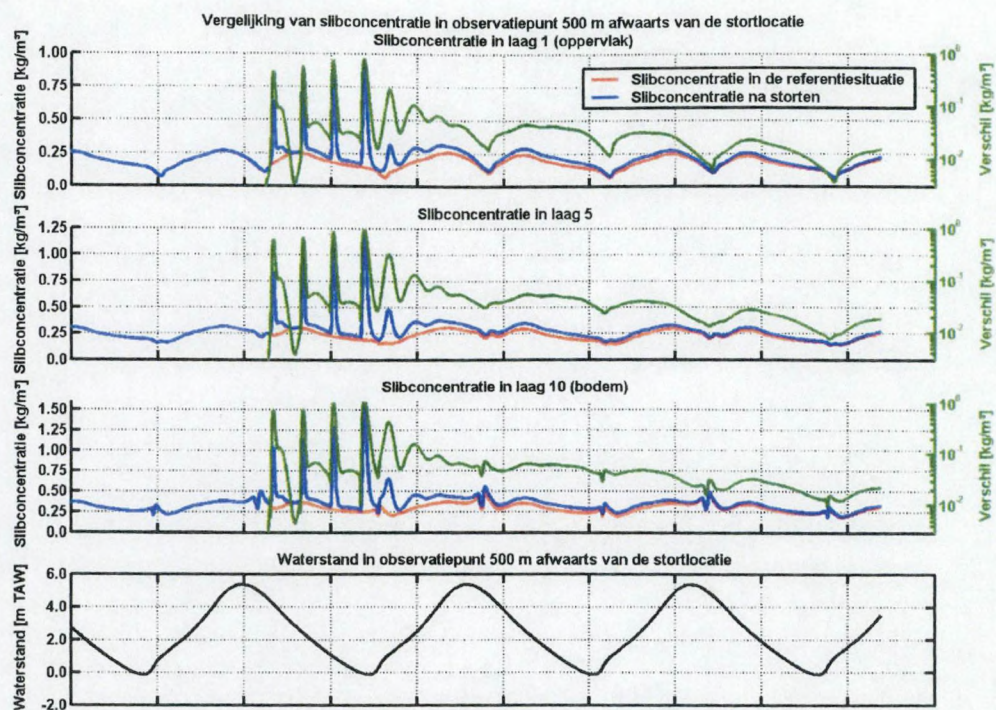
Locatie van de observatiepunten in de vaargeul en raaien
voor vergelijking van de slibconcentratie en het slibtransport
na storten met de referentiesituatie



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 15



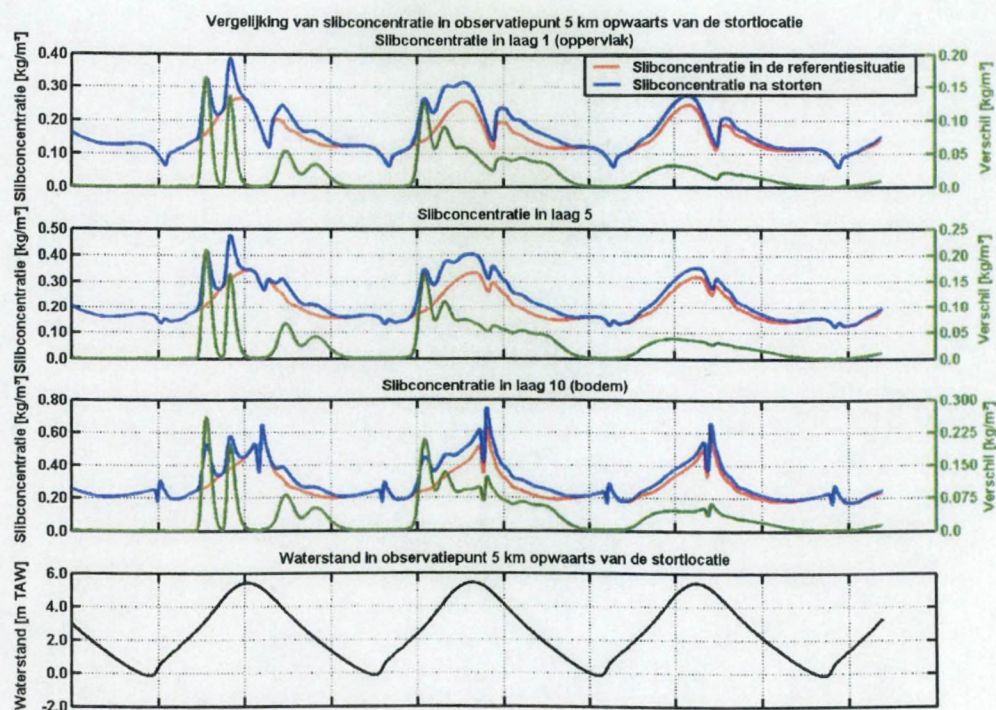
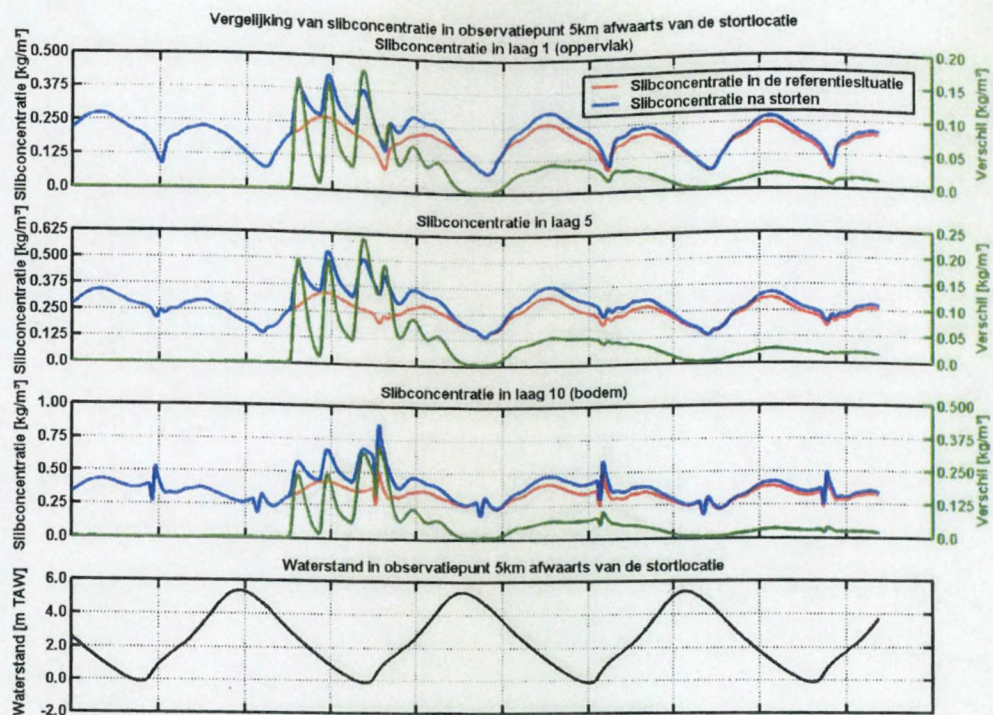
Invloed van het storten op de slibconcentratie in een punt
500m afwaarts en opwaarts van de stortlocatie



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 16



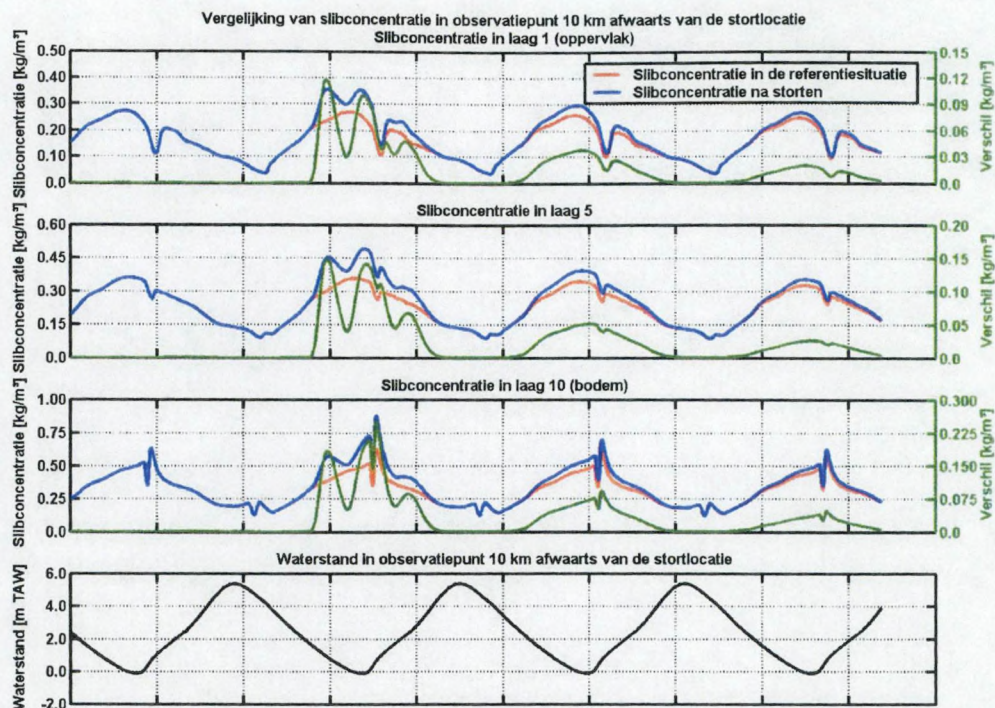
Invloed van het storten op de slibconcentratie in een punt
5km afwaarts en opwaarts van de stortlocatie



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 17



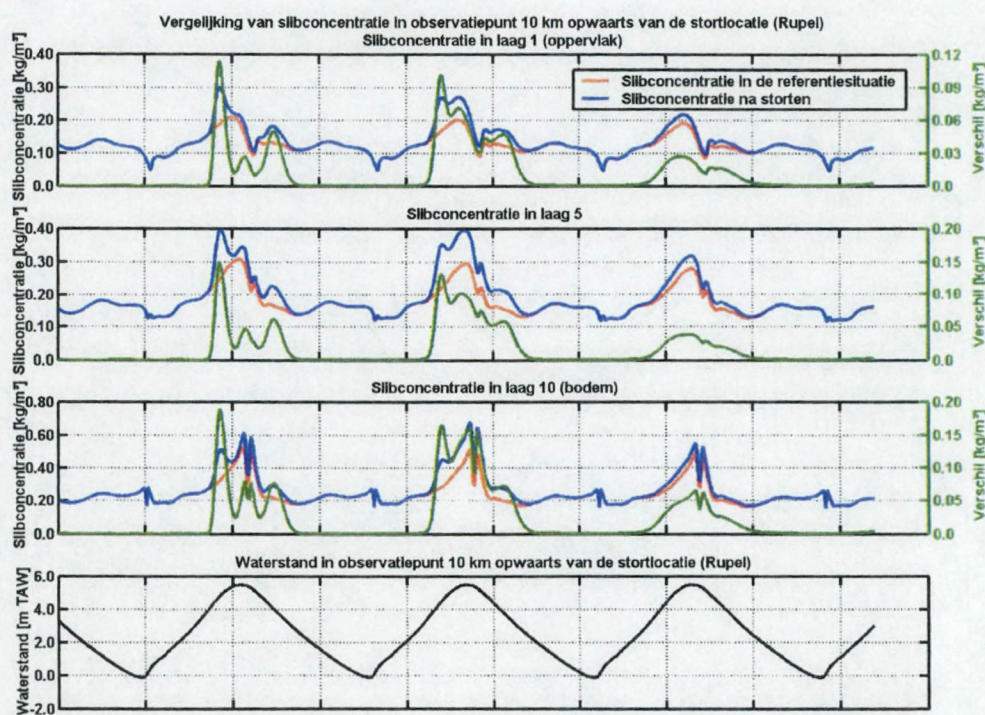
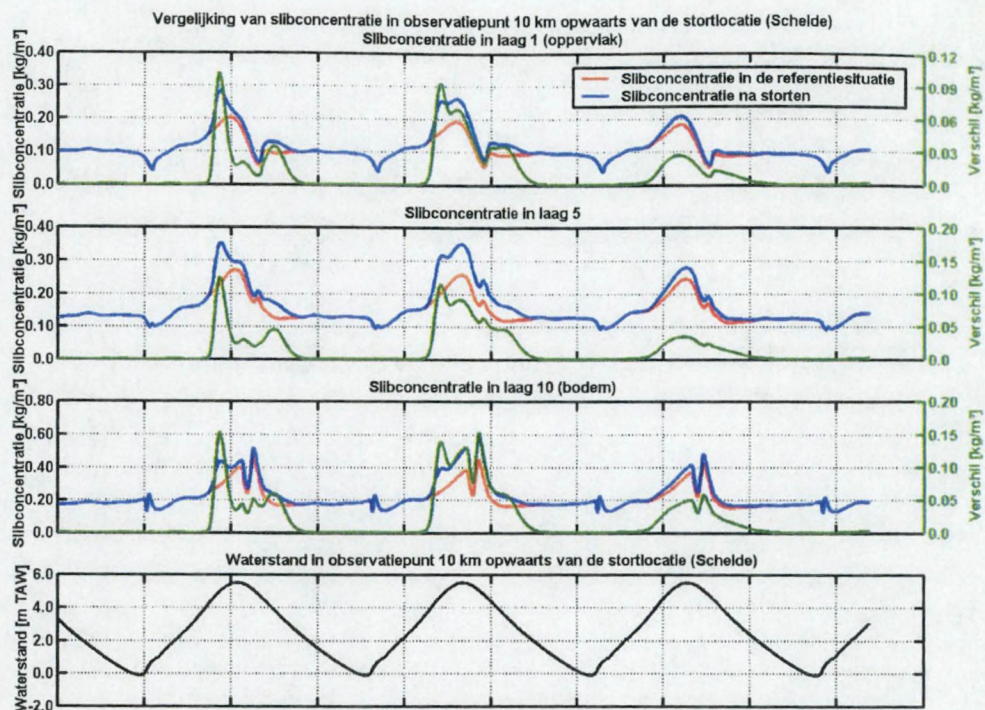
Invloed van het storten op de slibconcentratie in een punt
10km afwaarts van de stortlocatie



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 18



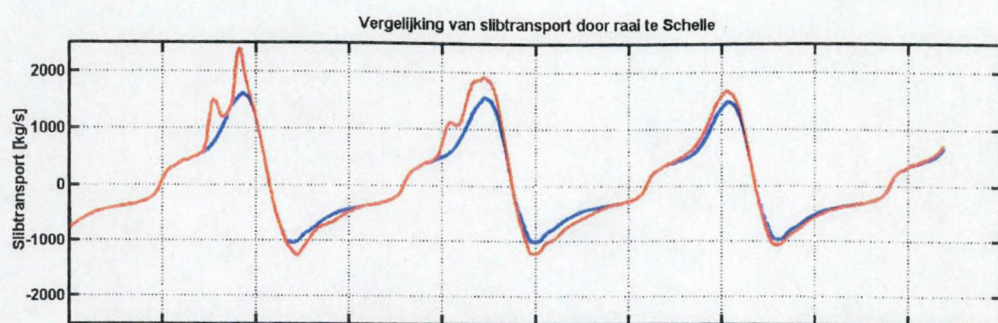
Invloed van het storten op de slibconcentratie in een punt
10km opwaarts van de stortlocatie



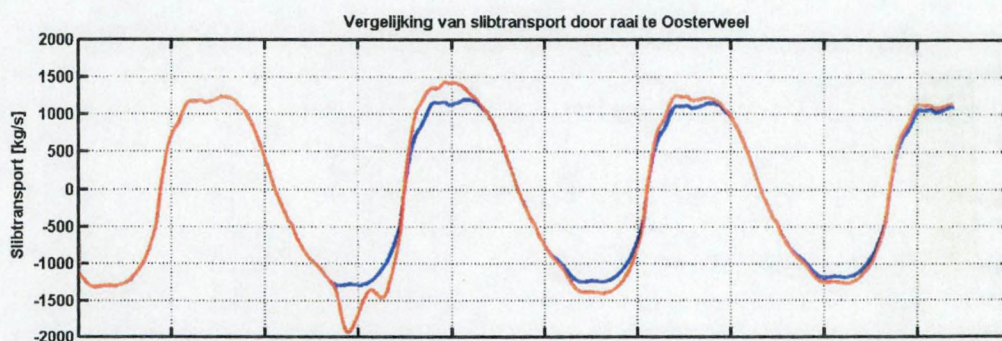
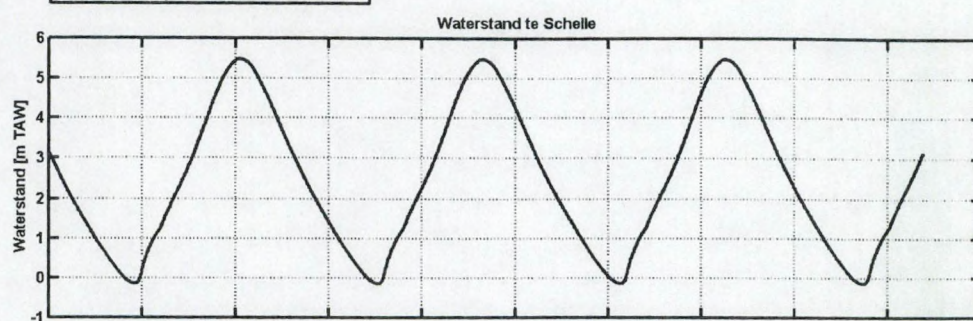
**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

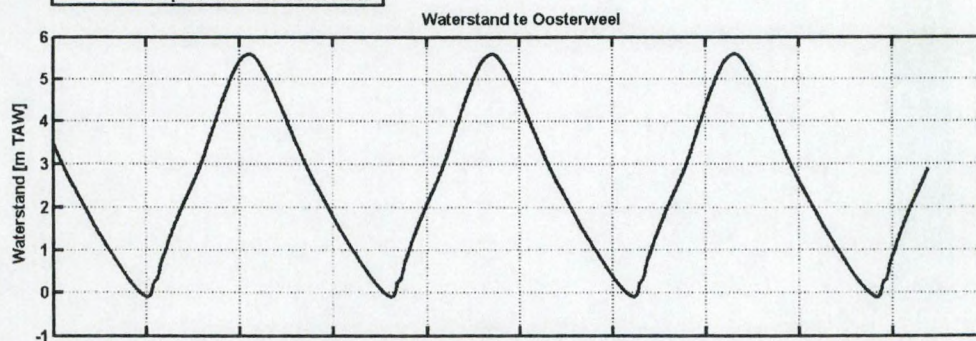
Figuur 19



— Slibtransport na storten
— Slibtransport in de referentiesituatie



— Slibtransport na storten
— Slibtransport in de referentiesituatie



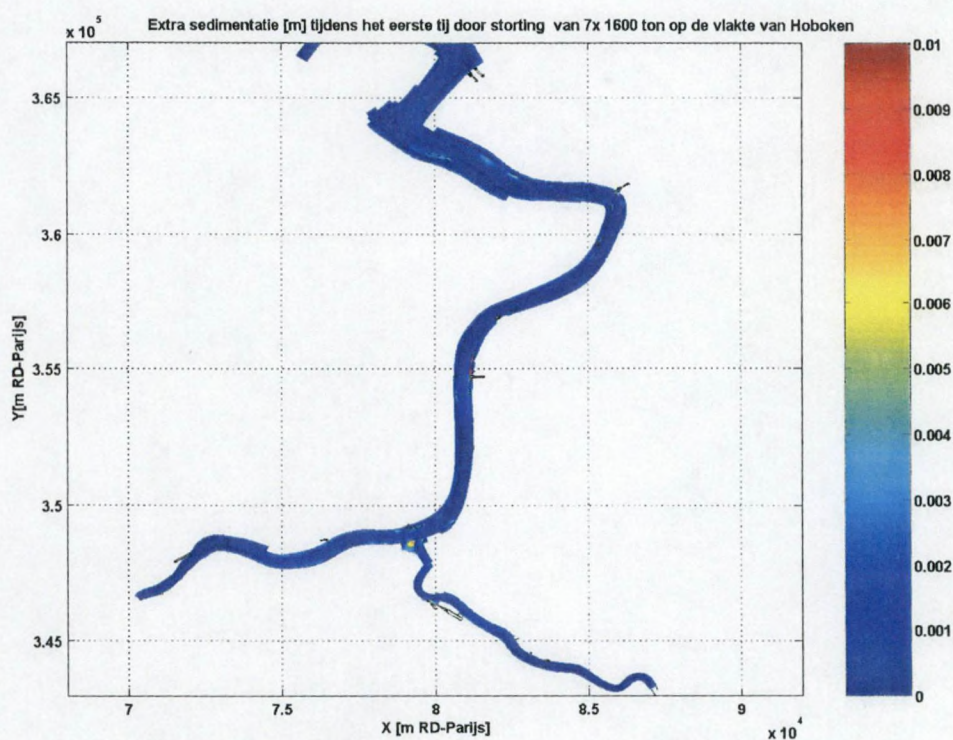
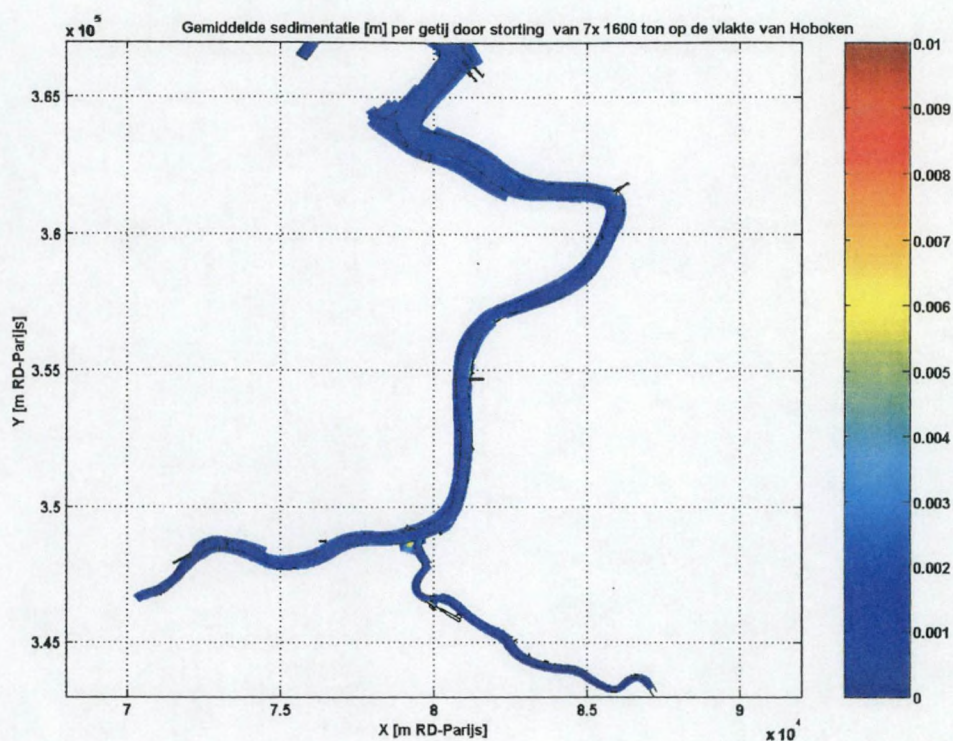
Invloed van het storten op het slibtransport door de raaien te Schelle en Oosterweel



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 20



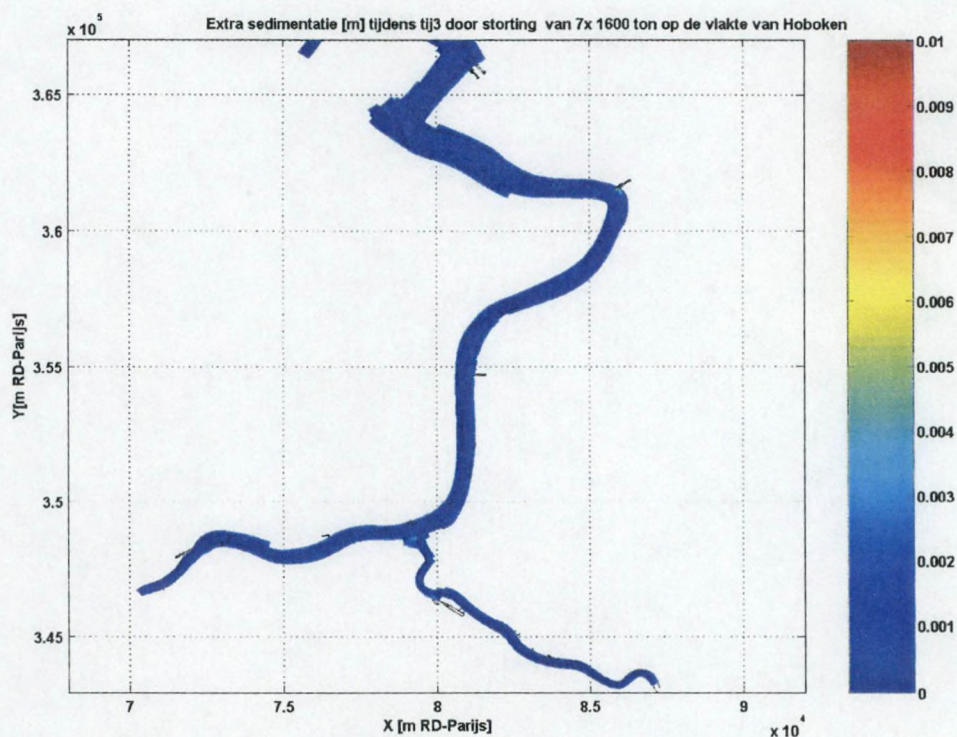
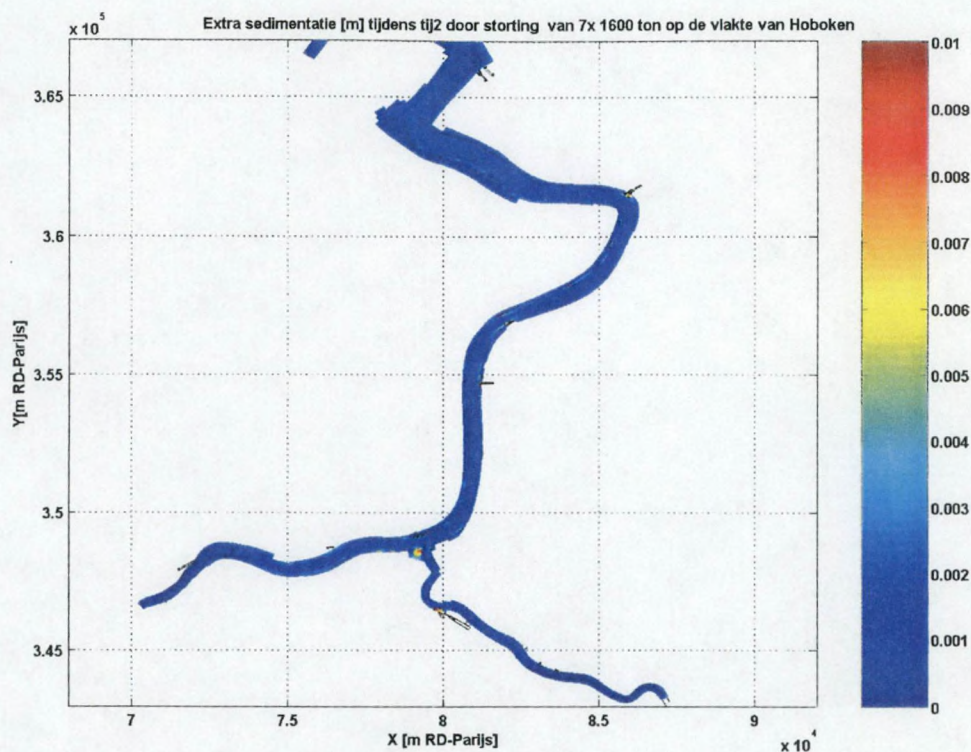
Extra sedimentatie ten gevolge van het storten van het slib
Gemiddelde sedimentatie over 3 tijen en extra sedimentatie
tijdens tij1 (tij waarin gestort wordt)



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 21



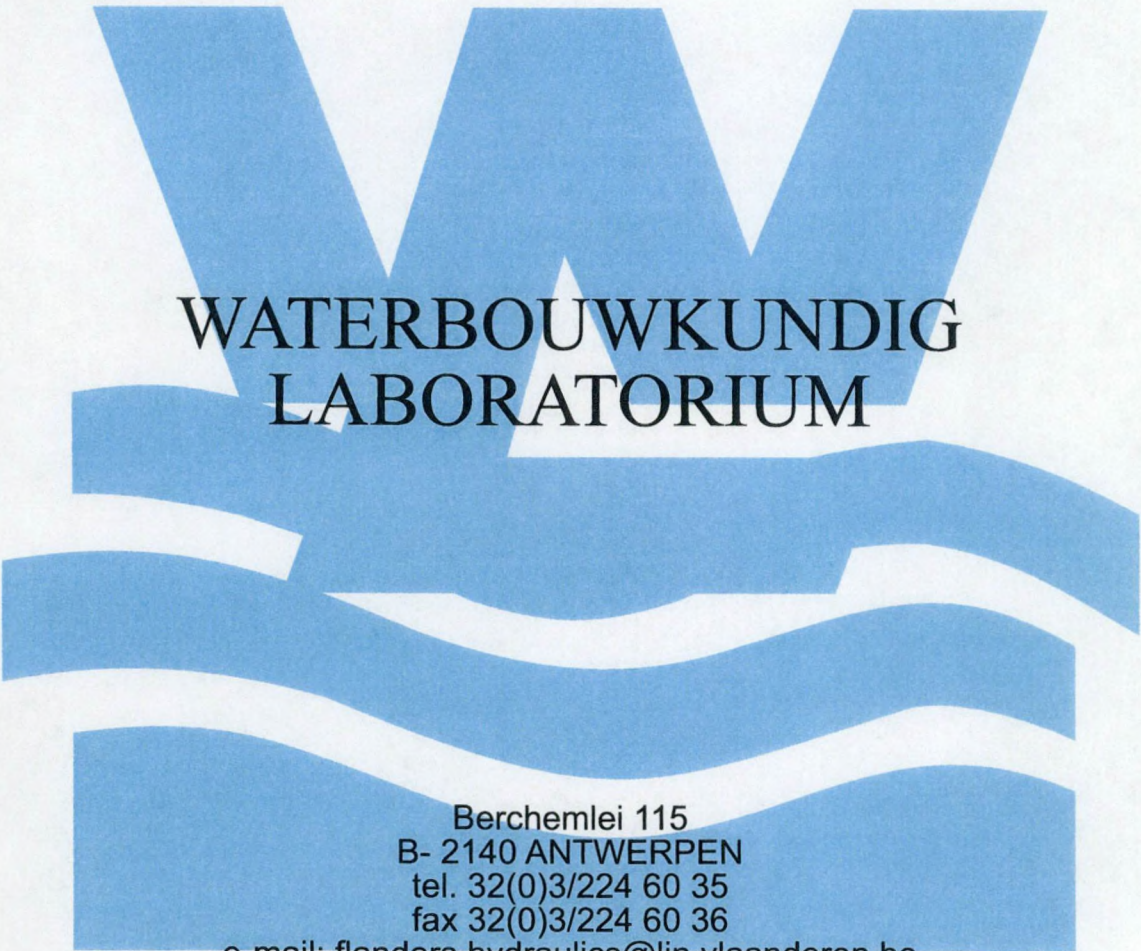
Extra sedimentatie ten gevolge van het storten van het slib
Extra sedimentatie tijdens tij2 en tij3



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
EN HYDROLOGISCH ONDERZOEK**
Borgerhout - Antwerpen

M 755/1

Figuur 22



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM

Berchemlei 115
B- 2140 ANTWERPEN
tel. 32(0)3/224 60 35
fax 32(0)3/224 60 36

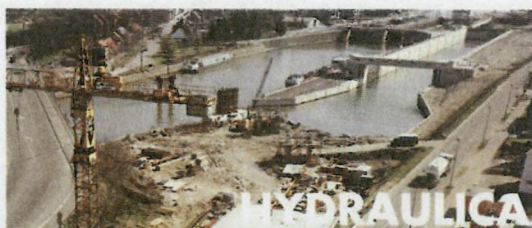
e-mail: flanders.hydraulics@lin.vlaanderen.be
watlab@lin.vlaanderen.be

<http://watlab.lin.vlaanderen.be>

FLANDERS HYDRAULICS RESEARCH

**WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM**

**FLANDERS
HYDRAULICS**



ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
departement Leefmilieu en Infrastructuur
administratie Waterwegen en Zeewezen
afdeling Waterbouwkundig Laboratorium