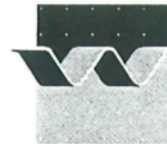


Vergelijking van modelresultaten
RIKZ- en WL-onderzoek naar verspreiding
boorspecie Westerscheldetunnel

E.J. Kranenborg



wl | delft hydraulics



OPDRACHTGEVER: Rijkswaterstaat
RIKZ-Middelburg
Grenadierweg 31
4338 PG Middelburg

TITEL: Vergelijking van modelresultaten RIKZ- en WL-onderzoek naar
verspreiding van boorspecie Westerscheldetunnel

SAMENVATTING:

De aanleg van de Westerscheldetunnel heeft in het kader van MER aanleiding gegeven tot het uitvoeren van modelstudies om de effecten in de Westerschelde van het storten van resulterend boorspecie te bestuderen: een studie door het RIKZ en een RESTWES-studie door WL. Deze modellen zijn op verschillende concepten gebaseerd en daardoor rijst de vraag in hoeverre de verkregen resultaten vergelijkbaar zijn. Doel van onderhavige studie is 1) de resultaten te vergelijken en 2) de verschillen tussen de resultaten te interpreteren in termen van gemodelleerde processen

Voor deze studie is met Delft3D-WAQ een stortscenario toegepast dat identiek is aan een van de scenario's zoals is uitgevoerd in het kader van de RIKZ-studie. De modelparameters zijn overgenomen uit de WL-studie. Twee modelruns zijn uitgevoerd; een run met uitsluitend tunnelslib als gemodelleerde component (zoals het geval in de RIKZ-studie) en een run waarbij ook de in RESTWES gebruikte natuurlijke slibverdeling van het jaar 1998 is meegenomen.

Gebleken is dat de berekening met medeneming van de natuurlijke slibverdeling een ruimtelijke verdeling van boorslib in zowel waterkolom als sediment laat zien die overeen komt met corresponderende resultaten van de RIKZ-studie. De berekening met uitsluitend boorslib laat een sterke resuspensie zien waardoor de slibconcentraties in de waterkolom hoog zijn en bovendien geen slib op de bodem blijft liggen.

In onderhavige studie is het transport van slib in de waterkolom in westwaartse richting verantwoordelijk voor een netto sedimentatie in de Westerschelde die een factor twee lager in grootte is dan uit de RIKZ-studie volgt. Als gevolg hiervan zijn de slib-balansen in beide studies zeer verschillend. Dit verschil kan verklaard worden uit het gebruik van een twee-dimensionale modellering in de WL-studie in plaats van een drie-dimensionale modellering in de RIKZ-studie. Op grond van onderhavige studie wordt geconcludeerd dat er geen aanleiding is de conclusies van de RIKZ-studie te herzien.

REFERENTIES:

VER.	AUTEUR	DATUM	OPMERK.	REVIEW	GOEDKEURING
I	EJ Kranenburg <i>EJ</i>	22-9-1999		JA van Paege <i>JA</i>	T. Schilperoort <i>T</i>
PROJECTNUMMER: Z2746					
TREFWOORDEN:					
INHOUD: I	TEKST	TABELLEN	02	FIGUREN	10
APPENDICES					
STATUS:					
☐ VOORLOPIG		☐ CONCEPT		☒ DEFINITIEF	

Inhoud

1	Introductie	1-1
	1.1 Motivatie.....	1-1
	1.2 Aanpak	1-1
2	Scenariobeschrijving en modelopzet.....	2-1
3	Resultaten	3-1
	3.1 Ruimtelijke verspreiding boorslib in waterkolom	3-1
	3.2 Ruimtelijke verspreiding boorslib op bodem	3-1
	3.3 Verloop slib-concentratie SAWES-vakken.....	3-3
	3.4 Bodem-water uitwisseling	3-3
4	Discussie.....	4-1
5	Conclusies	5-1
6	Literatuur	6-1

Appendices

A Figuren

I Introductie

I.1 Motivatie

Als gevolg van de geplande bouw van de Westerschelde-tunnel tussen Ellewoutsdijk en Terneuzen zal in 1999 en 2000 over een periode van anderhalf jaar een hoeveelheid boorslib equivalent met 1 miljoen m³ compacte klei (ca. 1.5 miljard kg) in de Westerschelde gestort worden. Gezien de verwachte milieu-effecten (verslechterd lichtklimaat door verhoogde troebelheid van de waterkolom, aanslibbing van boorslib op slikken en schorren) is recent een tweetal model-studies verricht naar het effect van deze storting op de slib-huishouding; een studie verricht door RIKZ (hierna te noemen: RIKZ-studie) in het kader van MER (Salden, 1998) en een studie door het WL (hierna te noemen: WL-studie) in het kader van het RESTWES-project (Villars, Vos, 1999). Vanwege verschillen in de modelaanpak is vanuit RIKZ de vraag gerezen in hoeverre de met beide modellen verkregen resultaten vergelijkbaar zijn.

Doel van dit rapport is het maken van een vergelijking tussen de resultaten van de RIKZ-studie en een modelaanpak gebaseerd op de WL-studie. Hiertoe zijn evenals in de WL-studie een aantal berekeningen uitgevoerd met Delft3D-WAQ. De model-parameters zijn uit de WL-studie overgenomen, een stort-scenario is uit de RIKZ-studie gekozen om vergelijking van resultaten mogelijk te maken. In dit rapport worden de verschillen tussen de verkregen modelresultaten en de resultaten van de RIKZ-studie geïnterpreteerd in termen van de gemodelleerde processen.

I.2 Aanpak

In dit rapport is voor de volgende aanpak gekozen:

- In Hoofdstuk 2 wordt de modelopzet besproken: Het gebruikte stort-scenario (identiek voor beide modellen) wordt gepresenteerd en de gebruikte modellen worden beschreven.
- In Hoofdstuk 3 worden de resultaten van de uitgevoerde berekeningen beschouwd vanuit vier verschillende invalshoeken.
- In Hoofdstuk 4 worden de verschillen tussen de verkregen modelresultaten en de resultaten van de RIKZ-studie geïnterpreteerd.
- In hoofdstuk 5 worden de uit de discussie volgende conclusies samengevat.

2 Scenariobeschrijving en modelopzet

In de RIKZ-studie zijn modelresultaten gegenereerd op basis van drie verschillende stortscenario's. In die studie wordt geconcludeerd dat de keuze van het specifieke scenario geen significante invloed heeft op de verspreiding en sedimentatie van het boorslib. Om deze reden is voor het onderzoek in dit rapport een keuze voor een specifiek scenario gemaakt: Als uitgangspunt is stortscenario nr. 3 uit de RIKZ-studie gekozen, i.e. storting van 1.5 miljard kg boorslib over een periode van drie maanden op de Middelpaalt. Analooq aan de WL-studie in het kader van RESTWES-vindt storting van boorslib in de waterkolom plaats. De berekeningen zijn uitgevoerd met Delft3D-WAQ, waarbij gebruik gemaakt is van parameterwaarden die gedefinieerd zijn in het kader van RESTWES.

Het in de RIKZ-studie toegepaste model (SLIB3D) verschilt in opzet aanzienlijk van het in de RESTWES-studie toegepaste Delft3D-WAQ model. De essentiële verschillen zijn in onderstaande tabel 1 weergegeven (modelgegevens RIKZ-studie in: Salden (1997)):

Verschillen	RIKZ-studie	WL-studie
Model slibtransport	SLIB3D	Delft3D-WAQ
Dimensie	3D	2D (dieptegemiddeld)
Rooster	Scaldis 400	Scalwest
Discretisatie-techniek	Second-moment methode	Eindige-Volume methode
Aantal slibfracties in model	1	4
Stortlocaties	Middelpaalt, bodem	Oever Terneuzen Dow. Chemicals, waterkolom

Tabel 1: Overzicht belangrijke verschillen tussen gebruikte modellen in de RIKZ-studie en de WL-studie.

In het SLIB3D-model is slechts een gemodelleerde component toegepast (i.e. boorslib), terwijl in de WL-studie naast boorslib drie natuurlijke slibfracties zijn gemodelleerd. Om een vergelijking met de resultaten van de RIKZ-studie mogelijk te maken zijn daarom voor het gegeven stortingscenario twee dieptegemiddelde berekeningen met Delft3D-WAQ uitgevoerd. Om twee modellen te kunnen vergelijken met precies een slibcomponent is een berekening uitgevoerd met uitsluitend boorslib als gemodelleerde component (hierna te noemen: berekening 1). In berekening 2 zijn boorslib en drie natuurlijke slibfracties (hierna te noemen: berekening 2) gebaseerd op slib-gegevens van het jaar 1998 zoals gebruikt in de WL-studie meegenomen. Overige parameters (transport, chemie) zijn voor berekeningen 1 en 2 identiek en gebaseerd op de WL-studie in het kader van RESTWES.

In berekeningen 1 en 2 worden het sedimentatiemodel van Krone en het nulde-orde resuspeniementmodel van Partheniades gebruikt. Elke sedimentfractie in de waterkolom sedimenteert onafhankelijk van andere fracties. In berekening 2 wordt de resuspeniementflux over de aanwezige sedimentfracties verdeeld op basis van de massaverhoudingen van de slibfracties op de bodem in een roostervak. De mate van resuspeniement van boorslib is daarmee afhankelijk van de massa-grootte van natuurlijke slibfracties.

3 Resultaten

Om een vergelijking tussen de resultaten van de RIKZ-studie en de in deze studie verkregen resultaten mogelijk te maken, zijn de resultaten op dezelfde wijze gepresenteerd als in Salden (1998) in de vorm van:

- Figuren van de ruimtelijke verspreiding van boorslib in de waterkolom aan het eind van de stortingsperiode (drie maanden na begin van de storting) en zes maanden na begin van de storting.
- Grafieken van de sedimentatie van boorslib aan het eind van de stortingsperiode (drie maanden na begin van de storting) en zes maanden na begin van de storting.
- Verloop van slibconcentraties in SAWES-vakken (indeling van de Westerschelde in veertien vakken ten behoeve van een globaal beeld van de slibverdeling, zie figuur 3) over het jaar 1998.
- Verloop van totale boorslib massa in de waterkolom en het sediment in het gehele gemodelleerde Westerschelde-domein over het jaar 1998.

De presentatie is uitgesplitst naar de twee berekeningen (i.e. uitsluitend boorslib gemodelleerd vs. boorslib en natuurlijk slib als gemodelleerde fracties).

3.1 Ruimtelijke verspreiding boorslib in waterkolom

In figuur 1.1 is de verspreiding van boorslib drie en zes maanden na begin van de stortperiode getoond zoals berekend in berekening 1. Opvallend is dat zes maanden na het begin van de storting vrijwel alle slib uit de waterkolom verdwenen is; op de meeste lokaties is minder dan 1% van de concentratie ten tijde van 3 maanden na storting aanwezig. In vergelijking met de resultaten van de RIKZ-studie zoals weergegeven in figuur 3.1 van Salden (1998) is de concentratie na drie maanden hoger terwijl na zes maanden de berekende concentraties juist lager uitvallen.

In berekening 2 wordt de overeenkomst met de resultaten van de RIKZ-studie groter (figuur 1.2); drie maanden na begin van de storting zijn de slib-concentraties lager dan bij de resultaten in figuur 1.1 en zijn in orde-grootte gelijk aan de resultaten van de RIKZ-studie. De afname in concentratie in de daaropvolgende drie maanden is minder geprononceerd, en ook zijn de concentraties na zes maanden van dezelfde orde-grootte.

Opgemerkt dient te worden dat een directe vergelijking van resultaten bemoeilijkt wordt door de sterke variatie van concentraties in de tijd door getijwerking. Bovendien zijn de Delft3D-WAQ-berekeningen uitgevoerd op een verschillend en bovendien ruimtelijk geaggregeerd rooster (zowel horizontaal (resolutie factor vier lager) als verticaal (vertikale middeling van drie-dimensionale hydrodynamica)), waardoor lokale gradienten minder sterk zijn.

3.2 Ruimtelijke verspreiding boorslib op bodem

Figuur 2.1 toont voor berekening 1 de afwezigheid van ruimtelijke verspreiding van slib op de bodem bij modellering van uitsluitend boorslib. De beide figuren laten zien dat bij deze

modelopzet geen netto sedimentatie plaatsvindt; alle slib blijft in de waterkolom aanwezig. Dit beeld is tegengesteld aan de resultaten van de RIKZ-studie (figuur 3.2 in Salden (1998)) waar een duidelijke sedimentatie getoond wordt.

Het geschetste beeld verandert sterk als de natuurlijke slib-fracties in berekening 2 worden meegenomen; figuur 2.2 toont de momentane sedimentatie in de ondiepe gebieden op platen en op diverse lokaties langs de kust. Bovendien toont figuur 2.2 dat, zes maanden na begin van de storting, het overgrote deel van het boorslib in het Westerschelde-bekken aanwezig is gebleven. Op basis van visuele inspectie van figuur 2.2 en het corresponderende figuur 3.2 in Salden (1998) lijken de hoeveelheden gesedimenteerd slib in orde-grootte dezelfde als berekend in de RIKZ-studie. Ook hier geldt dat door aggregatie van het rekenrooster lokale gradienten minder uitdrukkelijk naar voren komen.

Een overzicht van de hoeveelheden gesedimenteerd boorslib kan compact worden weergegeven per SAWES-vak (voor een weergave van deze vakken: zie figuur 3); in onderstaande tabel 2 zijn de hoeveelheden na drie en zes maanden weergegeven:

Nummer SAWES-vak	Na drie maanden	Na zes maanden
2	$6.7 \cdot 10^7$	$7.3 \cdot 10^7$
3	$9.9 \cdot 10^8$	$1.0 \cdot 10^9$
4	$4.0 \cdot 10^8$	$3.6 \cdot 10^8$
5	$4.5 \cdot 10^9$	$4.7 \cdot 10^9$
6	$2.9 \cdot 10^9$	$2.3 \cdot 10^9$
7	$5.6 \cdot 10^9$	$5.6 \cdot 10^9$
8	$1.0 \cdot 10^{10}$	$8.1 \cdot 10^9$
9	$6.4 \cdot 10^9$	$5.5 \cdot 10^9$
10	$1.1 \cdot 10^{10}$	$1.1 \cdot 10^{10}$
11	$2.6 \cdot 10^{10}$	$1.8 \cdot 10^{10}$
12	$1.1 \cdot 10^{10}$	$1.0 \cdot 10^{10}$
13	$5.3 \cdot 10^{11}$	$5.1 \cdot 10^{11}$
14	$4.7 \cdot 10^{10}$	$4.4 \cdot 10^{10}$
15 (Schelde-estuarium)	$1.2 \cdot 10^{10}$	$8.9 \cdot 10^9$
Totaal:	$6.7 \cdot 10^{11}$	$6.3 \cdot 10^{11}$

TABEL 2: Overzicht massa gesedimenteerd boorslib (g) per SAWES-vak.

Uit deze tabel blijkt dat een groot deel van het eenmaal gesedimenteerde slib op de bodem blijft liggen. Hoewel er netto een afname van slib op de bodem is (door resuspensie en vervolgens uitspoeling in de waterkolom), is er bij enkele, oostelijk gelegen vakken (vaknummers 2, 3 en 5) sprake van slib-accumulatie. Tabel 2 laat ook zien dat de totale hoeveelheid massa boorslib op de bodem van de Westerschelde in berekening 2 circa twee keer zo laag is als is berekend in de RIKZ-studie. In figuur 4.3 van Salden (1998) wordt een massahoeveelheid boorslib getoond van orde-grootte $1.4 \cdot 10^{12}$ gedurende drie maanden na beeindiging van de storting. Dit gegeven toont aan dat een kwantitatieve vergelijking op basis van figuren van ruimtelijke verdelingen onnauwkeurig is.

3.3 Verloop slib-concentratie SAWES-vakken

In figuren 4.1-2 en 4.3-4 is het verloop van boorslib-concentratie in de SAWES-vakken voor berekening 1 resp. berekening 2 weergegeven. Beide figuren laten een snelle toename van de boorslib-concentratie vlak na begin van de storting zien, gevolgd door een afvlakking van de concentratie na ca. een maand. Deze afvlakking vindt minder snel plaats dan in de RIKZ-studie. Beide figuren laten een toename van de maximale concentratie per SAWES-vak zien naarmate het betreffende vak dichterbij het vak ligt waar de slib-storting plaats vindt (SAWES-vak 13). In vergelijking met de resultaten van berekening 1 zijn de boorslib-concentraties van berekening 2 een factor twee lager.

In vergelijking met de RIKZ-studie zijn de resultaten getoond in figuren 4.3 en 4.4 het meest in overeenstemming. De berekende maximale concentratie in SAWES-vak 13 is vrijwel gelijk aan die van de RIKZ-studie. Een vergelijking met de overige SAWES-vakken wordt bemoeilijkt doordat in figuur 3.3 van Salden (1998) geen consequente toename van de maximale concentratie wordt getoond naarmate het SAWES-vak dichterbij SAWES-vak 13 ligt.

3.4 Bodem-water uitwisseling

De totale massa-verdeling van boorslib in de Westerschelde is voor berekening 2 weergegeven in figuur 5. Getoond is de massa-verdeling voor het jaar 1998 uitgesplitst naar de waterkolom en het sediment. Figuur 5 laat een toename van de bodemhoeveelheid zien als gevolg van netto sedimentatie. Na afloop van de stortingsperiode sedimenteert het overgroot deel van de in de waterkolom aanwezige hoeveelheid slib. De hoeveelheid slib in suspensie blijft na beeindiging van de storting laag als gevolg van een lage netto resuspensie. Hierdoor neemt de hoeveelheid slib op de bodem na beeindiging van de storting zeer langzaam af. Deze waarnemingen zijn in overeenstemming met figuur 4.3 in Salden (1998). Net als in tabel 2 wordt in figuur 5 een circa twee keer zo lage hoeveelheid gesedimenteerd boorslib getoond ten opzichte van de RIKZ-studie (cf. Figuur 4.3 in Salden (1998)).

4 Discussie

Uit een vergelijking van de resultaten verkregen met de in deze studie verrichte berekeningen en de resultaten uit de RIKZ-studie blijkt duidelijk dat berekening 1 (uitsluitend boorslib als gemodelleerde component) sterk afwijkende resultaten oplevert, met als meest in het oog springend facet de afwezigheid van accumulatie van boorslib op de bodem. Een verklaring hiervan ligt in de wijze van resuspensiemodellering in Delft3d-WAQ zoals beschreven is in sectie 2: In berekening 1 bestaat de resuspensieflux volledig uit boorslib, terwijl in berekening 2 dezelfde resuspensieflux opgebouwd is uit alle slibcomponenten waardoor de geresuspendeerde hoeveelheid boorslib kleiner is. In berekening 1 is - bij aantrekken van de stroming na kentering - de resuspensieflux van boorslib groter dan de sedimentatieflux, terwijl in berekening 2 er gebieden zijn (platen en oevers) waar de resuspensieflux klein genoeg is om tot boorslib-accumulatie op de bodem te kunnen leiden.

In berekening 1 leidt de grote resuspensieflux tot hoge concentraties slib in de waterkolom, welke door reststroom-transport worden afgevoerd in westelijke richting. Hierdoor verdwijnt het slib snel uit het Westerschelde-bekken. In berekening 2 leidt de lagere resuspensieflux tot relatief lagere concentraties in de waterkolom, terwijl resuspensie van gesedimenteerd slib na de stortingsperiode hogere concentraties tot gevolg heeft dan op vergelijkbare tijdstippen in berekening 1.

Het ruimtelijke sedimentatiepatroon in berekening 2 (modellering van boorslib en natuurlijke slib-fracties) komt kwalitatief sterk overeenkomen met de resultaten van de RIKZ-studie. Sedimentatie vindt met name plaats op de platen. In vergelijking met de RIKZ-studie vindt er op sommige locaties langs de oevers wat meer sedimentatie plaats. De overeenkomsten in concentratieverloop gedurende de simulatie in het jaar 1998 zijn blijkens de resultaten berekend voor de SAWES-vakken kleiner. In de vakken in de buurt van de stortingslocatie wordt dezelfde concentratie-grootte gevonden maar individuele SAWES-vakconcentraties kunnen tussen beide studies sterk verschillen. Onderhavige studie laat een monotone afname van slib-concentratie als functie van afstand tot de stortlocatie zien. De afwezigheid van dit verband in de RIKZ-studie duidt op de invloed van lokale transportprocessen die leiden tot lokale maxima in concentratie en sedimentatie.

In de twee-dimensionale, diepte-gemiddelde berekeningen 1 en 2 is in vergelijking met de drie-dimensionale RIKZ-studie een meer westwaarts gericht slibtransport te verwachten. Een eerste overweging is relevant bij de aanname dat een verticale slib-gradient in de Westerschelde aanwezig is. In een twee-dimensionale berekening wordt het slib in de waterkolom met de dieptegemiddelde snelheid getransporteerd, dit in tegenstelling tot een drie-dimensionaal model waar hoge concentraties slib nabij de waterbodem door bodemwrijving met een lagere snelheid worden afgevoerd. Een tweede mogelijke oorzaak is het ontbreken van estuarine circulatie in een twee-dimensionaal model (westwaarts transport van zoet water in de bovenlaag en oostwaarts transport van zout water nabij de zeebodem) en daarmee de afwezigheid van een potentieel oostwaarts transportmechanisme voor slibdeeltjes nabij de bodem. Tabel 2 laat echter wel zien dat na afloop van storting lokaal een toename van boorslib door sedimentatie op de bodem mogelijk is.

Een aanwijzing voor het verdwijnen van slib uit het Westerschelde-bekken in westelijke richting wordt gevonden door de lijn in figuur 5 te beschouwen die de totale massa van boorslib (waterkolom en sediment) weergeeft. De richtingscoëfficiënt van deze lijn is een maat voor de massa-toename in het Scheldebekken. Tijdens de eerste ca. 15 dagen na begin van de storting is deze steilheid constant, wat toegeschreven kan worden aan de constante dumping van boorslib. Na deze periode neemt de steilheid duidelijk af, wat aangeeft dat boorslib verdwijnt uit het bekken. Bovenstaande discussie over het westwaartse transport maakt aannemelijk dat het boorslib naar de Noordzee afgevoerd wordt. Figuur 5 geeft een indicatie dat transport in de waterkolom verantwoordelijk is voor afvoer van bijna de helft van het boorslib gedurende de stortperiode. Hiermee geeft onderhavige studie aan dat het grootschalige slib-transport in de WL-studie in het kader van RESTWES sterk zal verschillen van het transport in de RIKZ-studie.

5 Conclusies

Concluderend kan worden gesteld dat:

- De horizontale momentane concentratie-verdelingen en sedimentatie-verdelingen zoals berekend in berekening 2 (modellering van boorslib en natuurlijke slib-fracties) en de ruimtelijke verdelingen berekend in de RIKZ-studie wat locatie betreft sterk overeenkomen (aanslibbing in ondiepe gebieden als platen en oevers). Er is geen overeenkomst tussen de distributies berekend in onderhavige studie met uitsluitend boorslib als gemodelleerde component (berekening 1) en de corresponderende distributies in de RIKZ-studie. Oorzaak van dit verschil is de grote resuspensieflux in berekening 1 waardoor in figuur 2.1 momentaan geen netto sedimentatie getoond wordt. De resultaten van berekening 2 (i.e. de aanpak van de WL-studie) moeten dus met de RIKZ-resultaten vergeleken worden.
- De variatie van boorslib-concentratie in de tijd in kwalitatief opzicht overeenkomt; na de storting wordt eerst een snelle toename van de slib-concentratie gesignaleerd, gevolgd door een afvlakking, gevolgd door een sterke afname na afloop van de stortperiode. De in deze studie berekende concentraties kunnen ruimtelijk echter aanzienlijk verschillen van de in de RIKZ-studie berekende concentraties.
- Er in berekening 2 sprake is van een veel groter advectief, westelijk gericht transport van slib in de waterkolom dan in de RIKZ-studie naar voren komt. Dit verschil kan - mede onder de aanname van aanwezigheid van een verticale slib-gradient in de Westerschelde - verklaard worden uit het ontbreken van potentieel belangrijke transportprocessen bij gebruik van een twee-dimensionale modellering zoals in berekening 2 is toegepast.
- Als gevolg van verschillen in transportkarakteristieken in berekening 2 en de RIKZ-studie de berekende massabalansen aanzienlijk verschillen; de hoeveelheid in het Westerschelde-bekken aanwezige boorslib berekend in deze studie is een factor twee lager dan de hoeveelheid berekend boorslib in de RIKZ-studie.
- De twee-dimensionale modellering zoals in berekening 2 is toegepast te beperkend lijkt. De resultaten van deze studie geven daarom geen aanleiding de conclusies van de RIKZ-studie te herzien. Wel geven de diverse conceptuele verschillen, naast het verschil in dimensie, tussen de modellen die gebruikt zijn in de WL-studie en de RIKZ-studie (zie tabel 1) aanleiding tot systematische analyse van deze verschillen. Deze analyse kan gebaseerd worden op een vergelijking van resultaten verkregen met drie-dimensionale modellering van slib-transport.

6 Literatuur

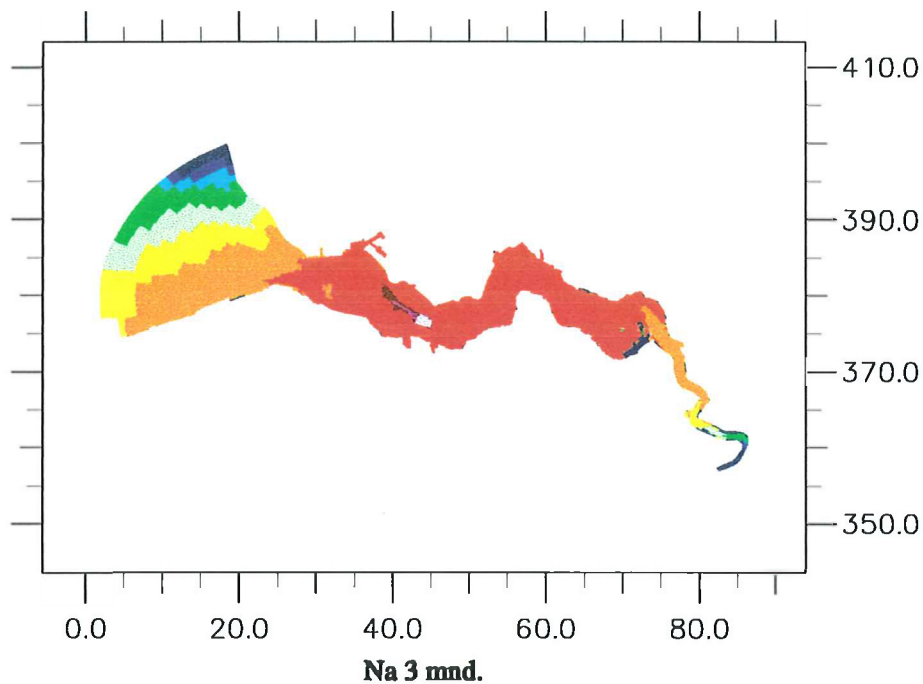
Salden, R.M., 1997, Een slib-transportmodel van het Schelde estuarium ten behoeve van waterkwaliteitsmodellering, Werkdocument RIKZ/OS-97.116X.

Salden, R.M., 1998, Verspreiding van boortunnelspecie in de Westerschelde bij verschillende stofvarianten, Werkdocument RIKZ/OS-98.101X.

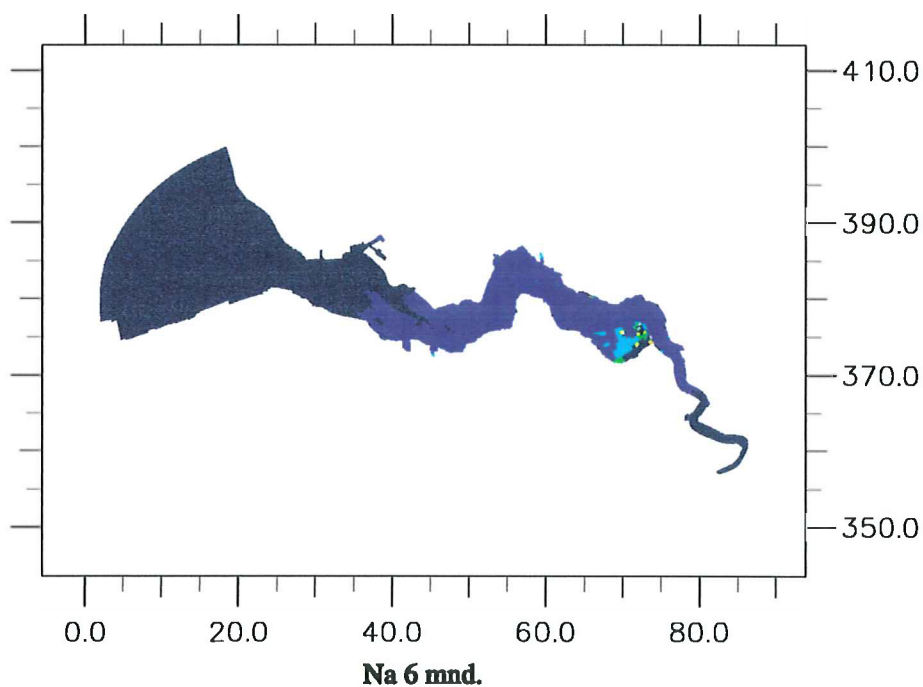
Villars, M.T, Vos, R.J., 1999, Remote Sensing as a tool for integrated monitoring of the Western scheldt, WL | DELFT HYDRAULICS report Z2472.

A Figuren

Tunnel-slib (g/m³)



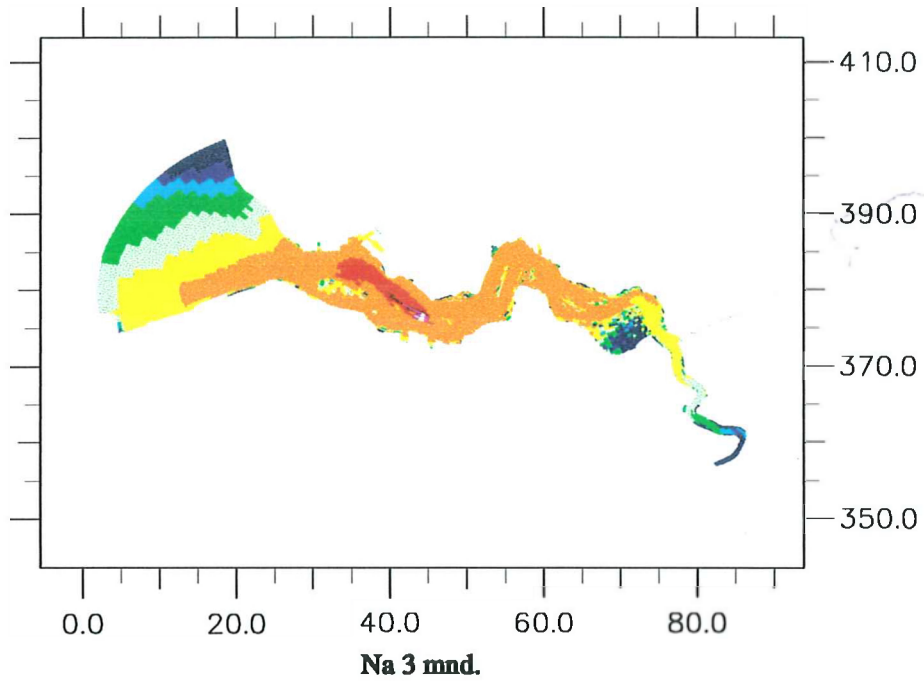
Tunnel-slib (g/m³)



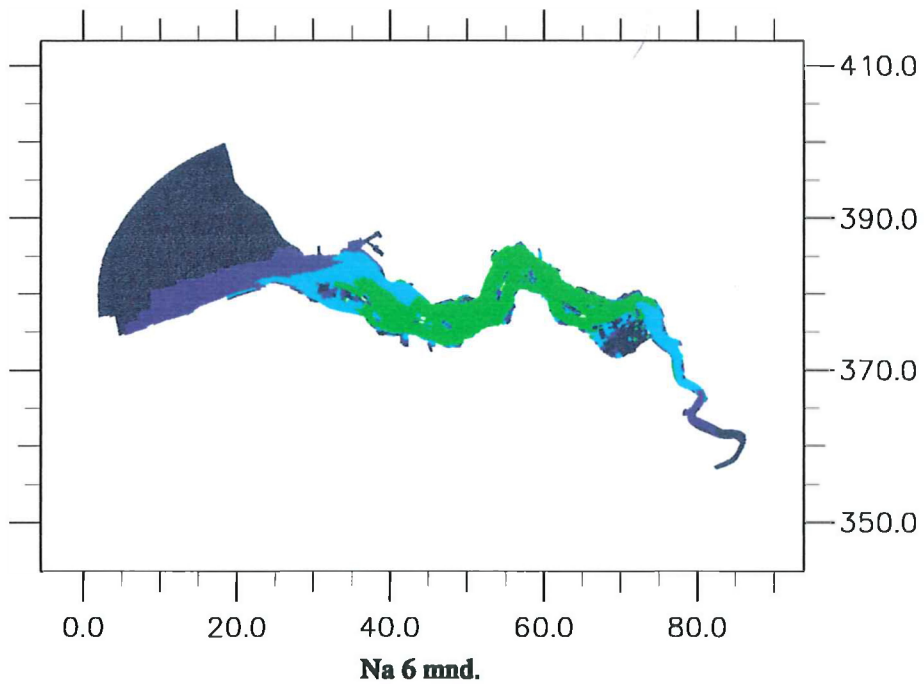
Slibconcentratie tunnelslib (g/m³) voor berekening 1,
3 en 6 maanden na aanvang storting

Fig. 1.1

Tunnel-slib (g/m³)



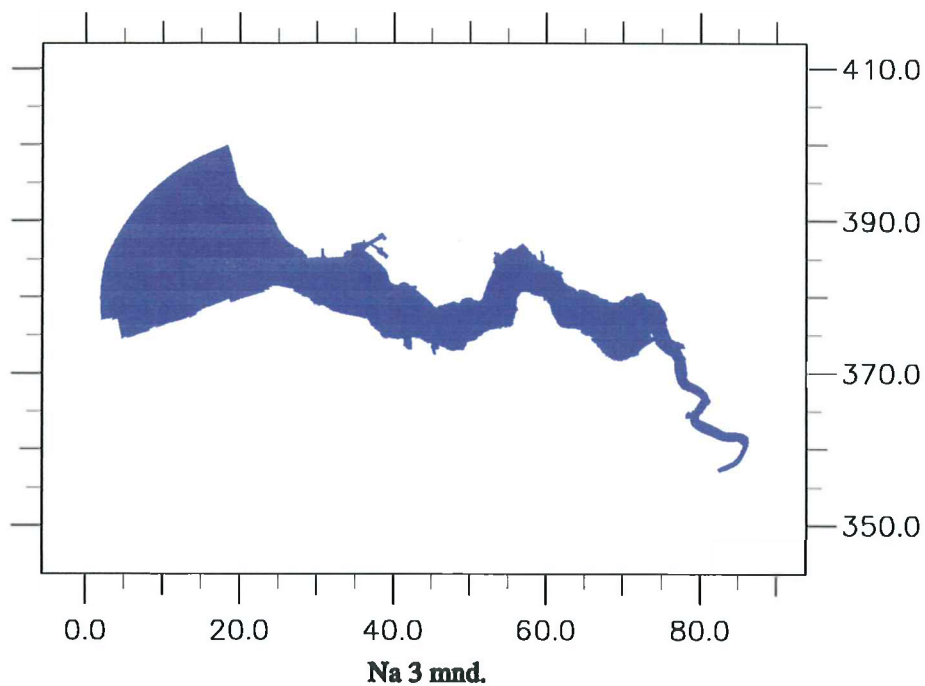
Tunnel-slib (g/m³)



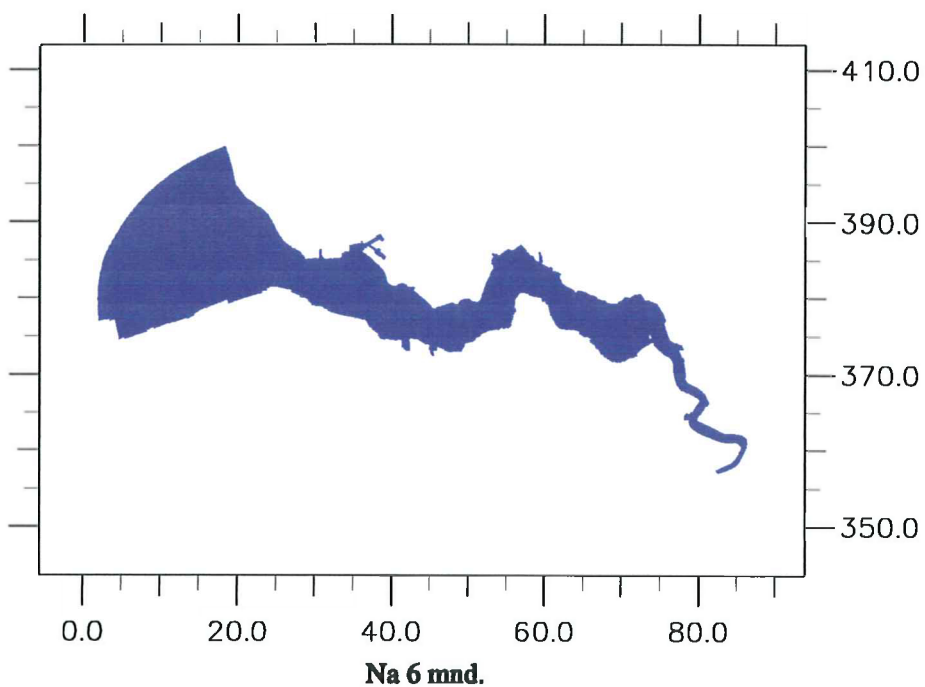
Slibconcentratie tunnelslib (g/m³) voor berekening 2,
3 en 6 maanden na aanvang storting

Fig. 1.2

Tunnel-slib Bodem (g/m^2)



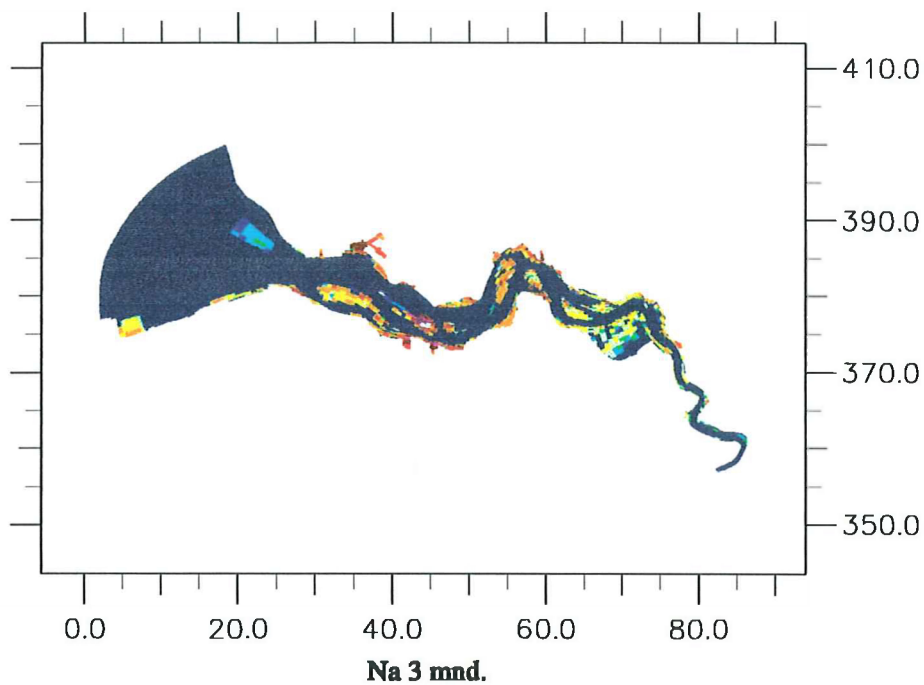
Tunnel-slib Bodem (g/m^2)



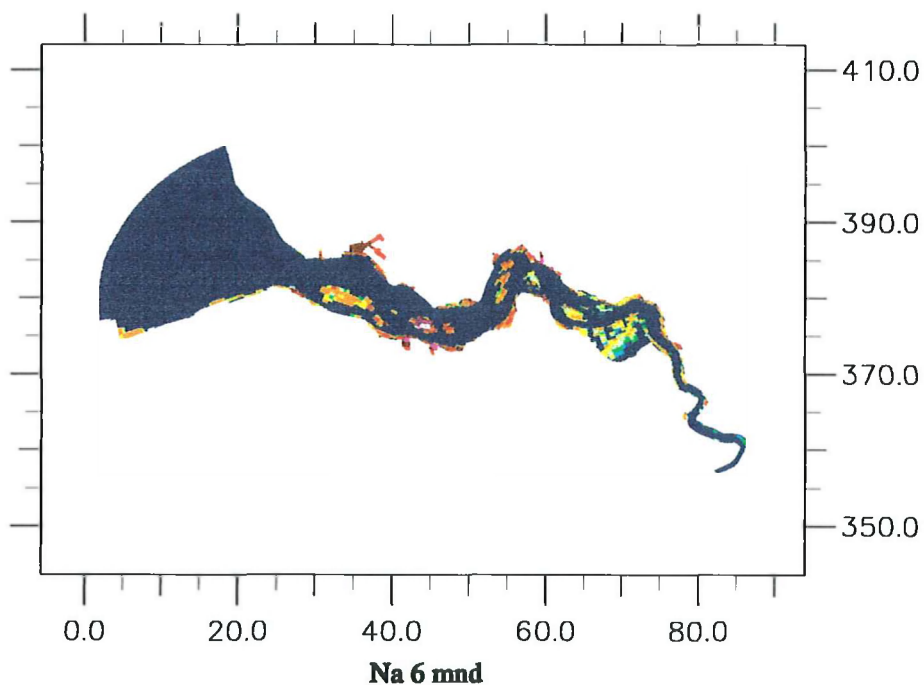
Sedimentatie tunnelslib (g/m^2) voor berekening 1,
3 en 6 maanden na aanvang storting

Fig. 2.1

Tunnel-slib Bodem (g/m²)



Tunnel-slib Bodem (g/m²)



Sedimentatie tunnelslib (g/m²) voor berekening 2,
3 en 6 maanden na aanvang storting

Fig. 2.2

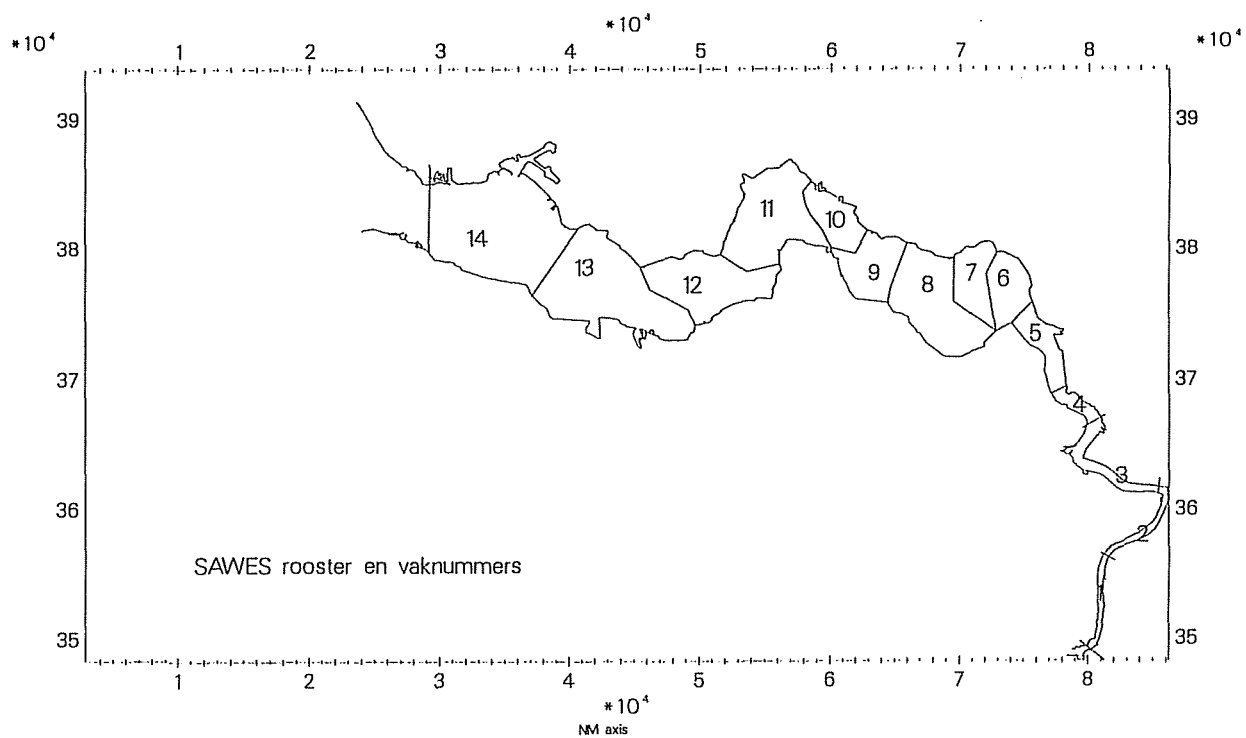
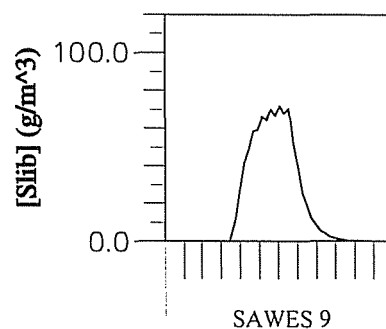
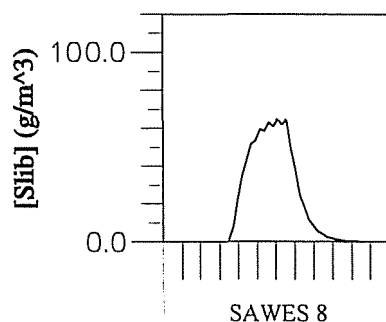
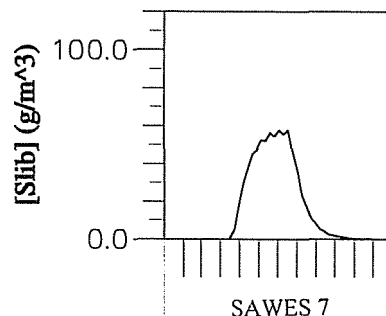
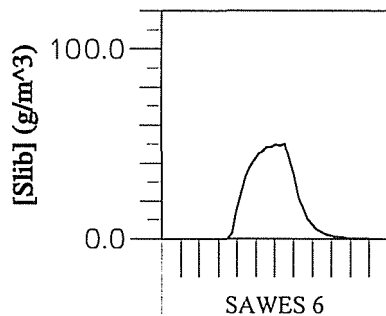
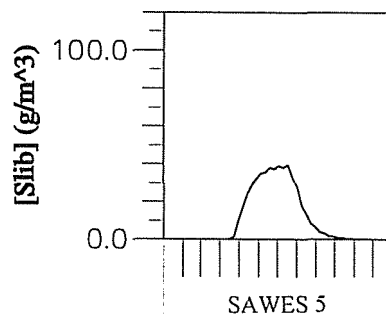
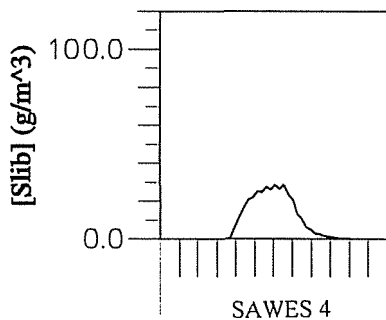
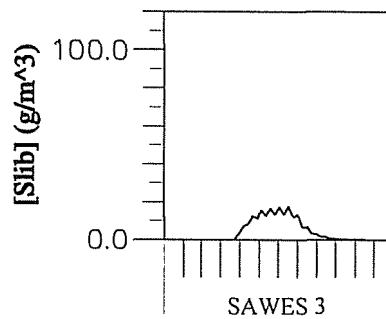
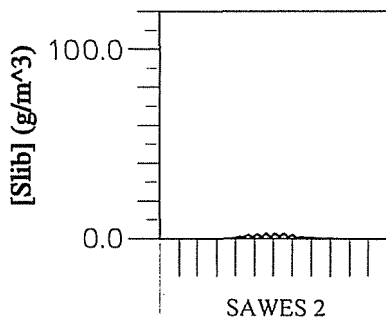


Fig. 3: Definitie SAWES-vakindeling van het Westerschelde-bekken. Vak 15 is niet afgebeeld en omvat het gehele rekendomein ter linker zijde van SAWES-vak 14.

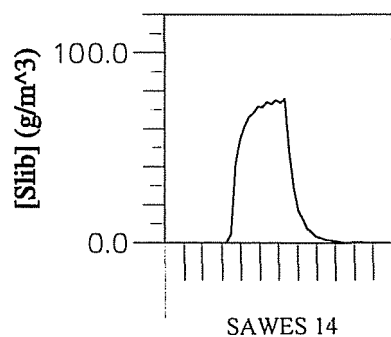
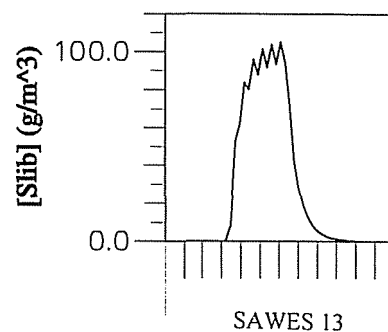
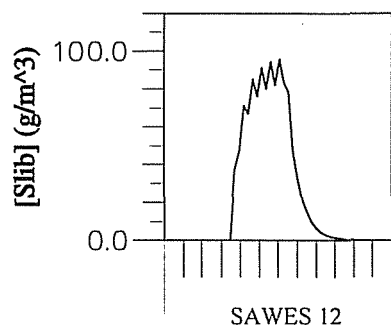
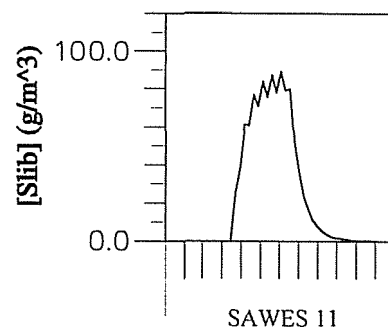
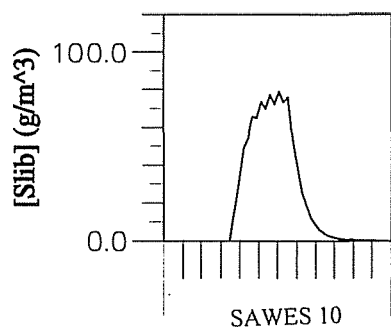


Verloop concentratie tunnelslib (g/m^3) in 1998

Berekening 1

SAWES-vakken 2 – 9

Fig. 4.1

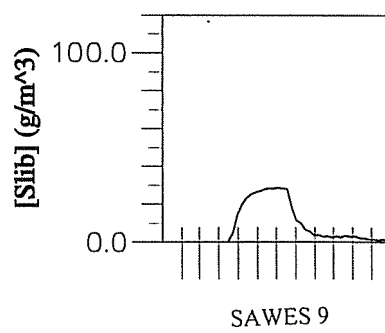
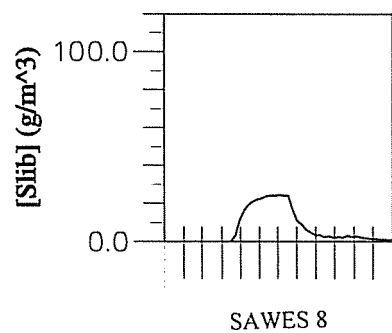
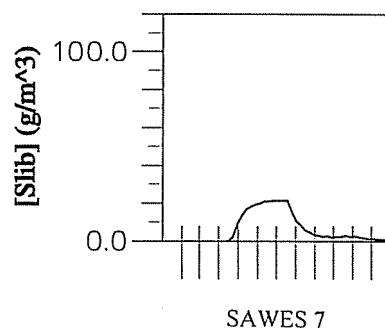
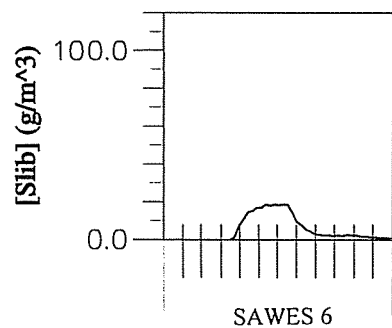
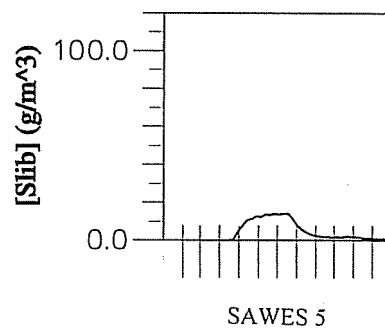
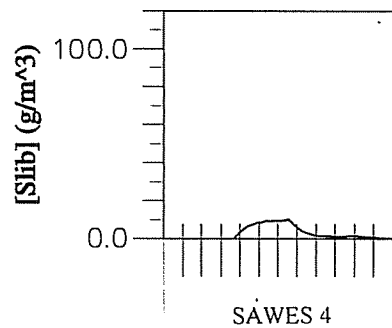
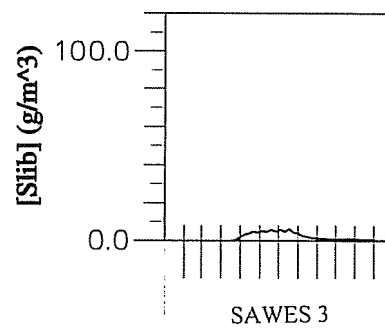
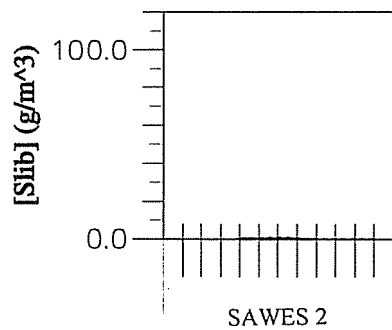


Verloop concentratie tunnelslib (g/m^3) in 1998

Berekening 1

SAWES-vakken 10 – 14

Fig. 4.2

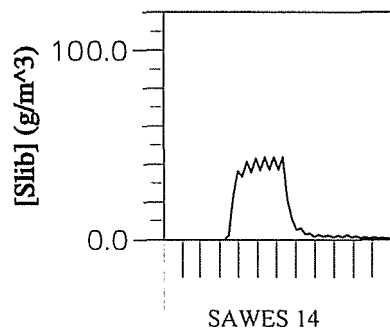
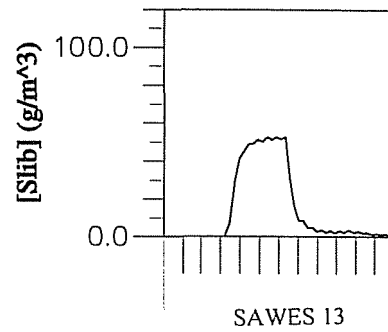
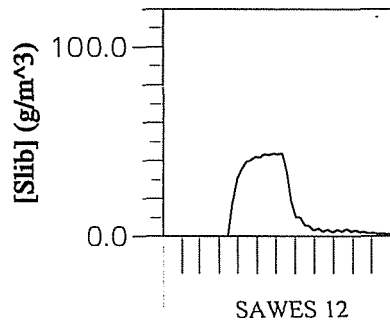
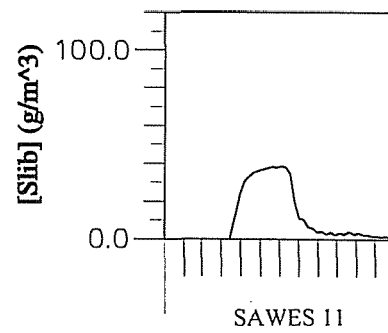
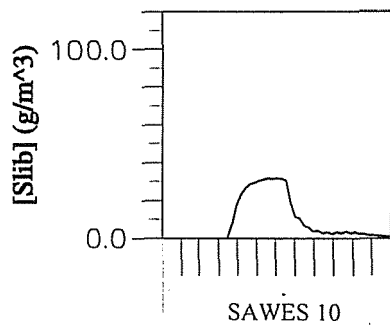


Verloop concentratie tunnelslib (g/m^3) in 1998

Berekening 2

SAWES-vakken 2 – 9

Fig. 4.3



Verloop concentratie tunnelslib (g/m^3) in 1998

Berekening 2

SAWES-vakken 10 – 14

Fig. 4.4

Massa tunnelslib Westerschelde-bekken

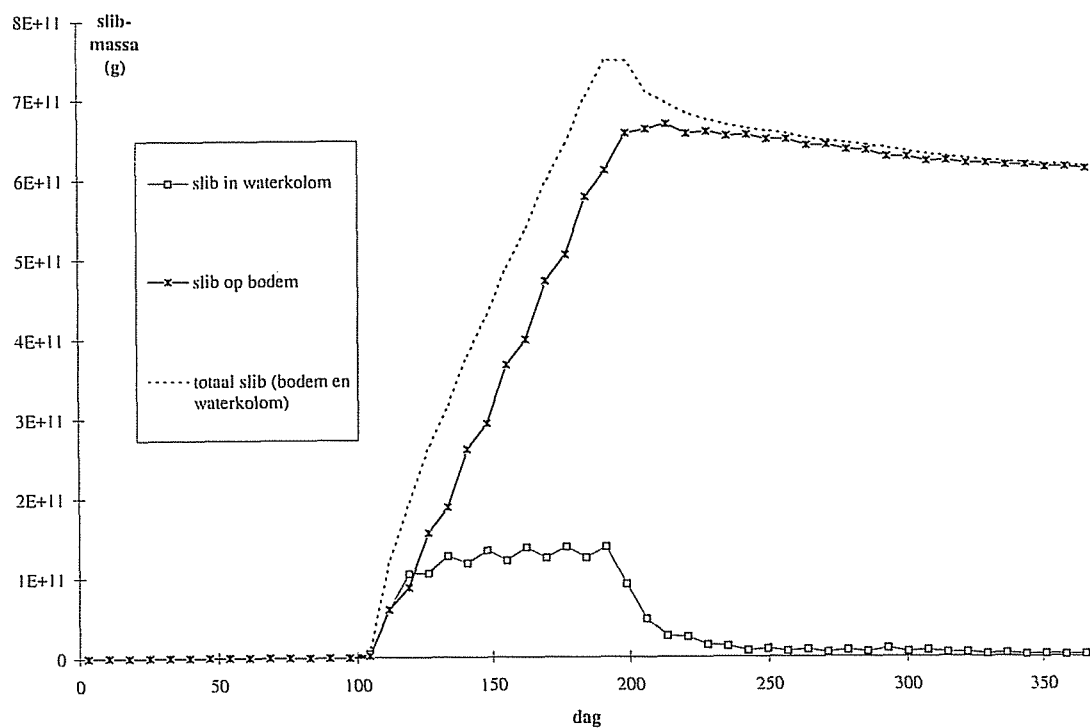


Fig. 5: Verloop massa tunnelslib (g) in Westerschelde-bekken in 1998 voor berekening 2. Weergegeven zijn de massa's slib in de waterkolom, op de bodem, en het totaal van water en bodem.