



Monitoring verspreiding boorslib in de Westerschelde

periode januari-maart 2000

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ

Project boorspecie
Monitoring verspreiding boorslib in de
Westerschelde
periode januari-maart 2000

- Datarapportage -

juni 2000

Werkdocument RIKZ/AB/2000/813x

Colofon

Projectgroep:

Aline Arends (projectleider)
Jan van Dijke
Erin Hoogenboom
Dirk van Maldegem
Thomas Rutten
Roger Salden
Anke Zindler

Redactie:

Dirk van Maldegem
Aline Arends

GIS figuren:

Bram Schouwenaar

Medewerking in situ metingen:

Fris Lefèvre
Gerard Spronk
Jan Theune
Gillis Wattel
Meetdienst Zeeland

Datamanagement:

John v.d.Woude
Frits Lefèvre

Opdrachtgever:

Kombinatie Middelpaats Westerschelde

Inhoud

Colofon

1. Inleiding.....	7
2. Uitgevoerde metingen.....	9
2.1 In-situ troebelheid	
2.2 In-situ sedimentatie	
2.3 Bodemonsters bij de lozingspijp	
2.4 Datamanagement	
3. Resultaten in-situ troebelheid.....	11
3.1 Periode januari-maart 2000	
3.2 Vergelijking met T0 in periode januari-maart 1999	
4. Resultaten incidentele bemonsteringen.....	18
5. Storting van havenslib en verspreiding van boorslib in de omgeving van de ` Westerschelde-tunnel.....	19
5.1 Stortingen van havenslib	
5.2 Verspreiding van boorslib	
6. Conclusies.....	27
Gebruikte literatuur.....	28
Bijlage 1: Overzicht van de parameters van de in-situ meetpalen.....	29
Bijlage 2: Dubbeldagstijgemiddeld slibconcentratie vanaf december 1998 van DOW en Baalhoek.....	30

Overzicht figuren

Overzichten

- Figuur 1: Overzicht van de in-situ troebelheid meetlocaties en havengebieden. Meetpunt 1 is de Scheldesteiger bij DOW. Meetpunt 2 is de meetpaal bij Baalhoek.
- Figuur 2: Overzicht van de in-situ sedimentatie meetlocaties, de lozingspijp en de verspreidingsvakken van de boorspecie.
- Figuur 3: Overzicht van de locaties van incidentele bodemonmonster.

Resultaten in-situmetingen periode januari-maart 2000

- Figuur 4: Verloop dubbeldaags-tijgemiddeld slibconcentratie bij DOW op NAP-4m en NAP-17m, periode januari-maart 2000
- Figuur 5: Verloop dubbeldaags-tijgemiddeld slibconcentratie bij Baalhoek op NAP-4,5 en NAP-8m, periode januari-maart 2000
- Figuur 6: Verloop van het dubbeldaags-tijgemiddelde slibconcentratie bij DOW, gemiddeld over de waterkolom, periode januari-maart 2000. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven.
- Figuur 7: Verloop van het dubbeldaags-tijgemiddelde slibconcentratie bij Baalhoek, gemiddeld over de waterkolom, periode januari-maart 2000. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven
- Figuur 8: Genormeerd slibconcentratie van meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, waterstand bij Terneuzen en windsnelheid bij Hansweert periode januari-maart 2000.
- Figuur 9: Genormeerd slibconcentratie van meetpunt 2 Baalhoek, waterstand en windsnelheid bij Hansweert, periode januari-maart 2000.

Vergelijk in-situmetingen uit deze periode met in-situmetingen tijdens T0

- Figuur 10: Vergelijk van de dubbeldaags-tijgemiddelde slibconcentratie bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode januari - maart 1999 en 2000.
- Figuur 11: Vergelijk van de minimale en maximale waarden van de slibconcentratie, behorende bij de dubbeldaags-tijgemiddelde bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode januari - maart 1999 en 2000.
- Figuur 12: Vergelijk van de dubbeldaags-tijgemiddelde slibconcentratie bij Baalhoek gemiddeld over de waterkolom, periode januari - maart 1999 en 2000.
- Figuur 13: Vergelijk van de minimale en maximale waarden van de slibconcentratie, behorende bij de dubbeldaags-tijgemiddelde bij Baalhoek gemiddeld over de waterkolom, periode januari - maart 1999 en 2000.

Vergelijk resultaten in-situ metingen met momenten van sliblozingen:

- Figuur 14 Vergelijking van het signaal bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW en de slibstortingen uit de Braakmanhaven
- Figuur 15. Het slibsignaal en de slibstortingen uit de Braakmanhaven op 19 oktober 1999
- Figuur 16 Effecten van speciéstorting uit Braakmanhaven op slibconcentratie bij meetpunt 1 DOW Scheldesteiger voor periode 11-16 oktober.
- Figuur 17 Effecten van speciéstorting uit Braakmanhaven op slibconcentratie bij meetpunt 1 DOW Scheldesteiger voor periode 18-21 oktober.
- Figuur 18 Effecten van speciéstorting uit Braakmanhaven op slibconcentratie bij meetpunt 1 DOW Scheldesteiger voor periode 25-28 oktober.
- Figuur 19 Vergelijking van hoger slibgehalte op niveau NAP-4m t.o.v. niveau NAP-17m bij meetpunt 1 DOW Scheldesteiger met de afvoeren van de lozingspijp tijdens eb

1. Inleiding

Aanleiding

In 1995 is door de Ministerraad besloten de Westerscheldetunnel aan te leggen. In augustus 1999 is begonnen met het boren van de tunnel. Het vrijkomende materiaal bestaat voornamelijk uit zand en Boomsche klei. De boorspecie (mengsel van klei en bentoniet) die niet wordt hergebruikt, wordt verspreid in de Westerschelde. Verwacht wordt dat tussen de 1,7 Mm³ en 2,7 Mm³ (afhankelijk van de hoeveelheid toegevoegd bentoniet) materiaal zal vrijkomen. Het materiaal wordt door middel van een pijpleiding en schepen verspreid in de Westerschelde. Voor de verspreiding door de pijpleiding zijn de benodigde vergunningen, een WM- en een WVO vergunning, verleend door de provincie en directie Zeeland van Rijkswaterstaat. Voorwaarde voor de vergunningverlening is het uitvoeren van een monitoringsprogramma om de verspreiding van het slib in de Westerschelde te volgen. Dit is een voortvloeisel van de uitgevoerde MER studie [ref1] waarin de verwachte effecten van het verspreiden van de boorspecie zijn aangegeven.

Opdrachtverlening

In opdracht van de aannemers combinatie KMW heeft het RIKZ een plan van aanpak voor de monitoring van het boorslib opgesteld [ref. 2]. Uitvoering van dit plan gebeurt eveneens door het RIKZ. Het plan van aanpak bevat verschillende monitoringstechnieken: in-situ metingen, remote sensing, radiologische metingen en modellen. Het plan wordt gefaseerd uitgevoerd afhankelijk van de effecten van het verspreide materiaal en de boorsnelheid. Momenteel wordt de 1^e fase van de monitoring uitgevoerd. De 1^e fase duurt langer dan gepland door problemen tijdens het boren van de tunnel. Na afloop van deze fase wordt een korte evaluatie uitgevoerd, waarna de monitoring voor de 2^e fase wordt vastgesteld. Elk kwartaal verschijnt een datarapport met daarin de resultaten van de verrichte metingen. Dit datarapport is een vervolg op de monitoring over de periode oktober-december 1999 [ref. 3].

Verrichte metingen

In de periode die beschreven is in dit rapport (januari-maart 2000) is gebruik gemaakt van de in-situ troebelheidsmetingen en bodemonsters. Eind vorig jaar is gestart met de sedimentatie metingen op de intergetijdegebieden. De andere monitoringstechnieken worden in een later stadium ingezet en zijn in dit rapport nog niet beschreven.

De in-situ troebelheidsmetingen zijn in december 1998 gestart in opdracht van Directie Zeeland om de referentie situatie (T0) vast te leggen. De referentie situatie is beschreven in het rapport "Slib in de Westerschelde, een beschrijving van de troebelheid en slibverspreiding in de Westerschelde". De metingen uitgevoerd in de periode januari-maart 2000 zijn net als de vorige perioden op dezelfde manier verwerkt als in de referentie periode.

In december 1999 zijn de sedimentatiemetingen gestart op een aantal slikken in de nabijheid van de pijp. In de data worden bovendien een aantal locaties meegenomen, die in het kader van andere projecten worden opgenomen. Deze metingen zijn eerder gestart.

Op 11 januari en 23 maart 2000 zijn bodemonsters bij en in de directe omgeving van de lozingspijp genomen om te chequen of geen boorslib op de bodem van het verspreidingsvak van de pijpleiding terecht komt. Deze rapportage geeft de resultaten van deze meting.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde metingen. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de gemeten slibconcentratie van de periode januari-maart 2000 gepresenteerd. Deze worden afgezet tegen de resultaten in 1999. In hoofdstuk 4 zijn de analyseresultaten van de bodemonsters bij de lozingspijp gegeven. Hoofdstuk 5 gaat over de effecten van het storten van havenslib en van het lozen van de boorspecie via de pijp op de gemeten in-situ troebelheid. Hierbij is een overzicht gegeven van de sliblozingen via de pijp en de verspreidingen van de boorspecie met een schip. In hoofdstuk 6 staan tenslotte de conclusies beschreven.

2. Uitgevoerde metingen

2.1 In-situ troebelheid

Gedurende de periode januari-maart 2000 zijn troebelheidsmetingen uitgevoerd bij de Scheldesteiger DOW (meetpunt 1) en de meetpaal bij Baalhoek (meetpunt 2). Deze zijn het vervolg van de in situ troebelheidsmetingen in de periode juli-december 1999 [ref. 3 en 4]. De gebruikte methode komt overeen met de T0 beschrijving [ref. 5]. In figuur 1 zijn de locaties van de meetpunten gegeven. Deze metingen hebben continu plaatsgevonden op verschillende diepten in de geul. Bij meetpunt 1 is op 3 diepten gemeten; bij meetpunt 2 op 2 diepten. De T0 rapportage [ref. 5] bevat uitgebreide achtergrondinformatie over de meetmethodiek. De gemeten optische troebelheidswaarde in milivolt is omgerekend naar slibconcentratie in mg/l. Dit levert op 2 locaties in de Westerschelde een continu beeld van de slibconcentratie.

Figuur 1 (zie hiernaast) bevat overzicht van de in-situ troebelheid meetlocaties en havengebieden. Meetpunt 1 is de Scheldesteiger bij DOW. Meetpunt 2 is de meetpaal bij Baalhoek.

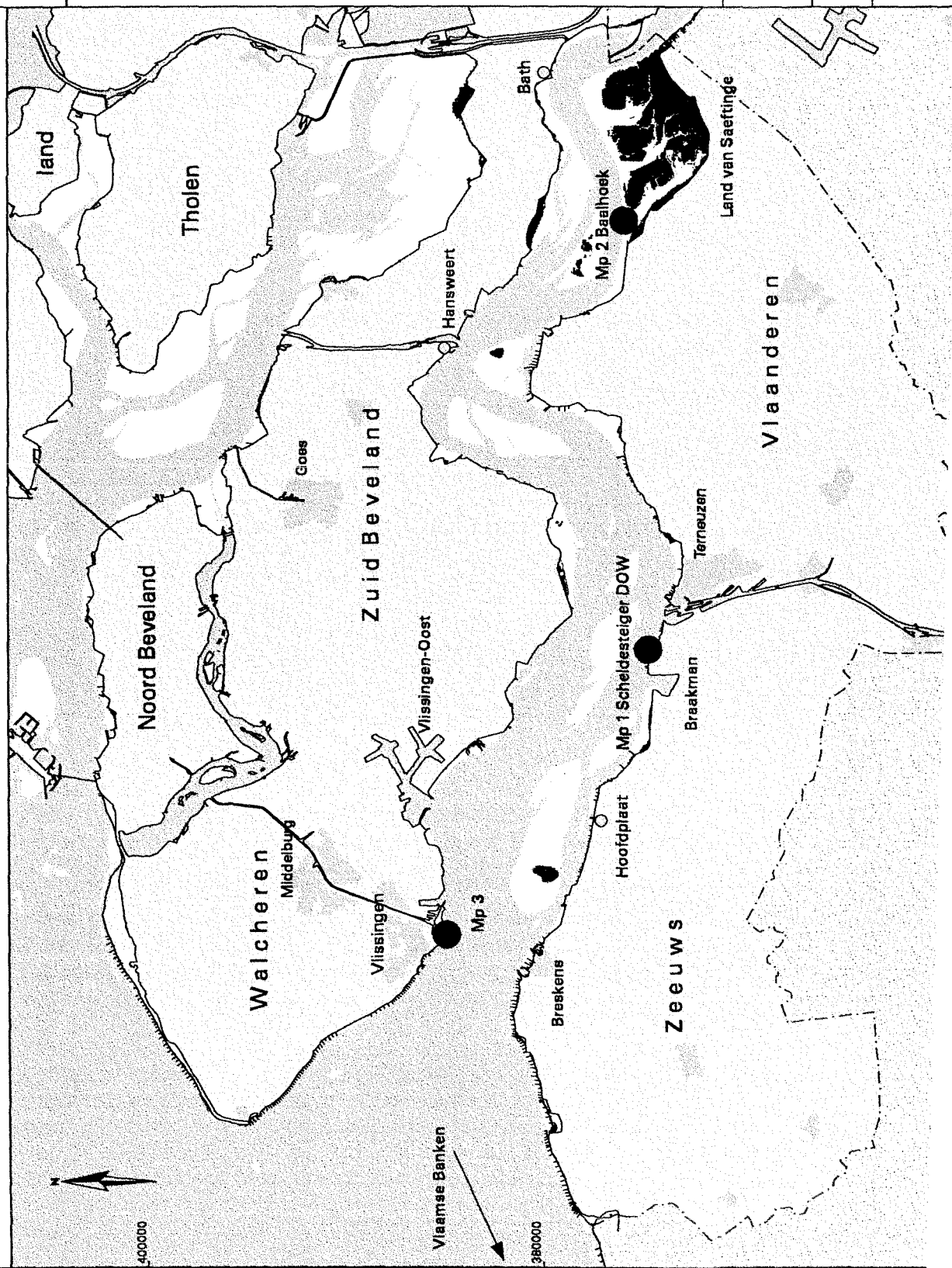
Naast de troebelheid zijn parameters gemeten die nodig zijn om de variatie van de slibconcentratie te kunnen verklaren. Dit zijn o.a. waterstand, windsnelheid en chlorideconcentratie (zie bijlage 1). Deze parameters worden standaard in de Westerschelde gemeten in het kader van het meetnet van Rijkswaterstaat.

Op de gemeten gegevens is dezelfde bewerkingsprocedure toegepast als bij de T0 metingen [ref. 5]. De gemeten waarden zijn na te zijn gecontroleerd, gemiddeld over de diepte en vervolgens over het dubbeldaagse getij. De dieptemiddeling is uitgevoerd omdat het slib zich goed opmengt over de waterdiepte in een goed gemengd estuarien systeem als de Westerschelde. De getijmiddeling is uitgevoerd om de sterke variaties in de slibconcentraties ten gevolge van het dagelijks getij te elimineren. Naast de gemiddelde waarde zijn de minimale- en maximale waarden gedurende de dubbeldaagsgetijperiode aangegeven.

Verder heeft normering van de slibconcentratie voor het effect van de wisselende stroomsnelheid plaatsgevonden zoals ook in de T0 rapportage is gedaan [ref. 5]. In hoofdstuk 3 zijn deze resultaten gepresenteerd.

De ruwe gecontroleerde gegevens zijn opgeslagen in de database van RIKZ. Alleen de verwerkte gegevens zijn gepresenteerd in deze rapportage.

Overzichtskaartje met meetpunten



Westerschelde

Legenda

- Hoger dan + 2 m
- 2.5 m tot + 2 m
- Dieper dan -2.5 m
- Mp 1 t/m 3

Figuur 1

Schaal 1 : 300000



2.2 In-situ sedimentatie

In december 1999 is gestart met in-situ sedimentatiemetingen op de platen en slikken in de omgeving van de verspreidingslocatie van de boorspecie. Het doel van deze metingen is na te gaan of de verspreide boorspecie invloed heeft op de hoogte en de bodemsamenstelling van de slikken. Deze metingen worden maandelijks uitgevoerd op 12 locaties, verdeeld over 4 raaien (figuur 2).

Figuur 2 (zie hiernaast) bevat een overzicht van de in-situ sedimentatie meetlocaties, de lozingspijp en de verspreidingsvakken van de boorspecie.

Twee raaien zijn gelegen westelijk van Terneuzen, aan de zeezijde van de Paulina-polder liggen (raainr. 7b en 7c). Eén raai oostelijk van Terneuzen, op de slikken langs het Pas van Terneuzen (raainr. 6b) en verder stroomopwaarts hiervan op de Slikken van Hulst (raainr. 5). Per raai zijn 3 meetpunten uitgezet.

Figuur 2 bevat tevens 8 raaien, die in het kader van andere RIKZ projecten al langere tijd worden opgenomen. Deze raaien zijn zowel gelegen langs de Zeeuws-Vlaamse over (raainr. 4, 6a en 7a) als de Zuid-Bevelandse oever (raainr. 2a t/m 2d). Er ligt ook een raai op de Middelpaalt (raainr. 2e).

De sedimentatiemetingen zijn geschikt om het korte termijn effect te monitoren. Ze leveren een beeld van de ontwikkeling van het sedimentatie-erosieproces in de omgeving van de locaties, waar de boorspecie wordt verspreid. Doordat de nieuw uitgezette raaien pas in december 1999 zijn opgestart is het nog niet mogelijk hiervoor aan te geven of de geconstateerde veranderingen in het sedimentatie-erosieproces het gevolg zijn van de lozingen van de boorspecie of van de natuurlijke variatie. Daarom worden de resultaten hiervan gekoppeld aan de gegevens van de raaien, die al lange tijd worden opgenomen. Hiermee moet het mogelijk zijn onderscheid te maken naar afzetting van boorspecie en natuurlijke variatie.

De resultaten worden in het volgende datarapport gepresenteerd.

2.3 Bodemonsters bij de lozingspijp

Uit de afgegeven vergunningen aan KMW volgt dat het boorslib, dat verspreid wordt in de Westerschelde via de lozingspijp, niet op de bodem van het verspreidingsvak van de lozingspijp terecht mag komen. Om dit na te gaan zijn in de directe omgeving van deze pijp op 11 januari en 23 maart 2000, 6 respectievelijk 7 monsters genomen (figuur 3). De monsters zijn genomen met een Van Veenhapper met bovenklepje. Deze happer pakt een schijf van ca. 15 cm dik. Het bovenste cm's dikke sliblaagje is afgeschraapt met een lepel en in een 200 cc potje gedaan. De monsters zijn genomen tijdens LW kentering. Op 11 januari werd geen boorslib via de lozingspijp afgevoerd. Op 23 maart werd, zoals afgesproken, tijdens de bemonstering slib afgevoerd.

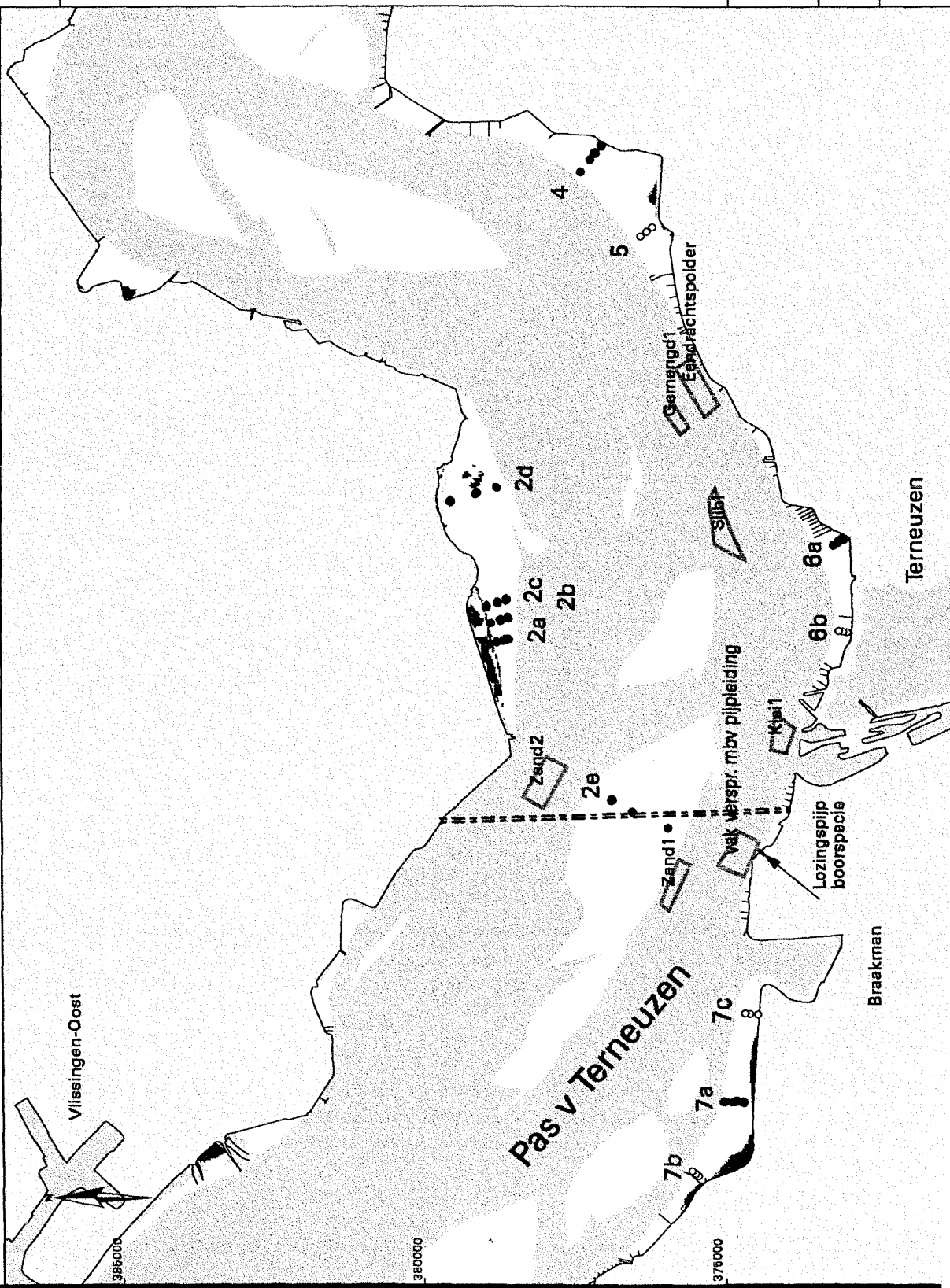
Figuur 3 (zie hiernaast) bevat overzicht van de locaties van incidentele bodemonster.

2.4 Data-management

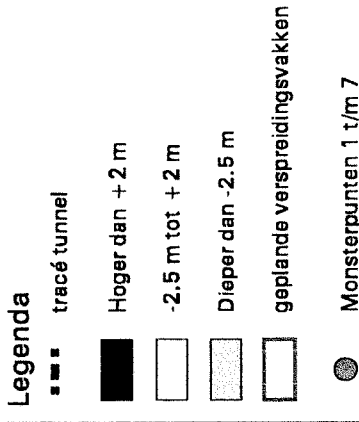
DATAMANAGEMENT BOORSPECIE is opgestart om ervoor te zorgen dat alle meetgegevens op een overzichtelijke manier worden opgeslagen. Hiertoe wordt op de projectschijf van BOORSPECIE de INTRANETSITE BOORSPECIE ingericht. De gegevens zijn tijdens het boorproces alleen toegankelijk voor de leden van het projectteam.

Sedimentatie/Erosie meetpunten en Verspreidingsvakken boorspecie

Westerscheide tunnelgebied



Westerschelde tunnelgebied



Figur 3

Schaal 1 : 20000

3. Resultaten in-situ troebelheid

3.1 Periode januari-maart 2000

De periode januari-maart 2000 valt in de winter en het vroege voorjaar, een periode waarin de biologische activiteit in het water eerst op een minimaal niveau is gekomen en vervolgens toeneemt. In deze periode worden de troebelheidssensoren nauwelijks vervuild door algen en mosselzaad. Gedurende de afgelopen periode is één nieuwe sensor geplaatst. De uitgangspunten van de beoordeling van het troebelheidssignaal staan vermeld in de T0 rapportage [ref. 5]. Eénmaal per week wordt de sensoren schoongemaakt en gecontroleerd. Dit is nodig gebleken om zeker te zijn van een goede werking van de sensoren.

Om gedurende de zomerperiode de sensoren veel last hebben van aangroei wordt nagegaan wat de beste methode is om deze aangroei tegen te gaan. Er is een proef gedaan met wissers op de sensoren. De verwachting is dat vaker dan 1 keer per week schoonmaken de beste optie is.

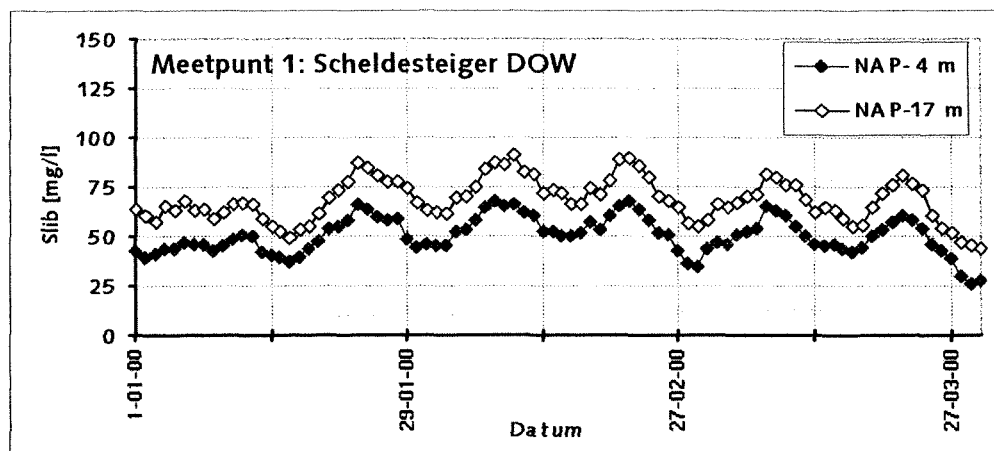
Tijdens de vierwekelijkse ijking van de sensoren wordt ook altijd de meetwaarde in demiwater gemeten. De juiste nulinstelling van de sensor wordt hiermee gecontroleerd.

Meetpunt 1 Scheldesteiger DOW

De dubbeldagstijgemiddelde slibconcentratie bij DOW vertoont uitval op het niveau NAP -11 m. Op 5 januari is geconstateerd dat de sensor op het niveau NAP - 11m niet goed werkt. Op 11 januari is een nieuwe sensor geïnstalleerd. Tijdens de ijkings van deze sensor worden nog steeds afwijkingen geconstateerd. Uit nader onderzoek volgt dat dit vermoedelijk het gevolg is van de lozing van het effluent van een biologische zuivering.

Ca.100 m westelijk van meetpunt 1 aan de Scheldesteiger DOW loost net beneden de LW lijn de biologische zuivering van DOW met een continu debiet van orde 0,2 m³/s. De norm van het afgevoerde zwevende stof bedraagt 30 mg/l. De ijking van de sensor op het niveau NAP-11 m merkt de effecten hiervan. Vermoedelijk gaat de stroombaan van het effluent soms langs de sensor. Onverwachte afwijkingen in het signaal op dit niveau kunnen zodoende het gevolg zijn van het effluent van de zuivering.

De slibconcentratie op het niveau NAP -11 m is enigszins gestoord en wordt om deze reden verder buiten beschouwing gelaten. De slibconcentratie van de 2 overige niveau's op NAP-4m en NAP-17m varieëren tussen 20 en 90 mg/l (figuur 4). Van half januari tot eind februari bereiken de concentraties de hoogste gemiddelde waarden. De verschillen tussen de niveau's NAP-4 m en NAP-17 m zijn regelmatig en bedragen over het algemeen minder dan 20 mg/l. Dit geringe verschil is te verwachten in een goed gemengd systeem. In het dubbeldagstijgemiddeld verloop is een 14 daagse frequentie van de toppen en dalen te zien. Dit is de invloed van de 14 daagse doortij-springtijcyclus. Tijdens springtij zijn de slibconcentraties ongeveer 20 mg/l hoger dan tijdens doortij.

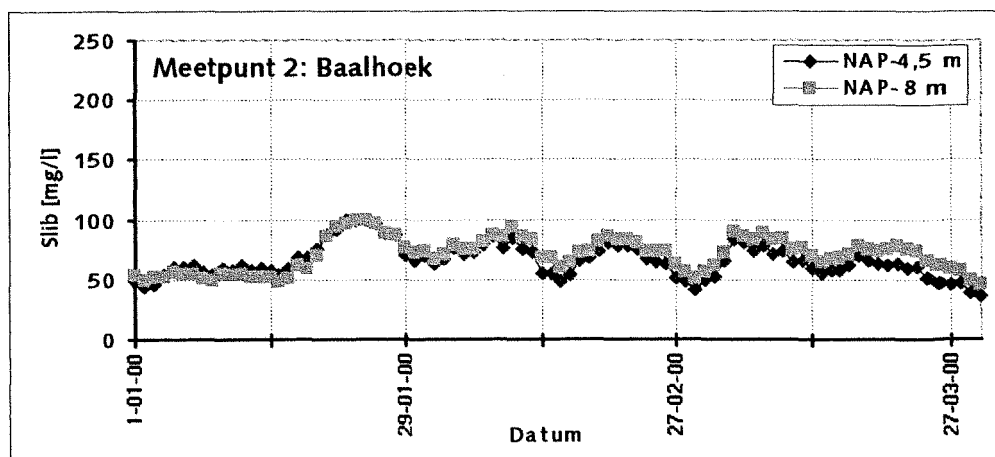


Figuur 4: Verloop dubbeldaags-tijgemiddeld slibconcentratie bij DOW op NAP-4m en NAP-17m, periode januari-maart 2000

Meetpaal bij Baalhoek (meetpunt 2)

Het verloop van de dubbeldaagstijgemiddelde slibconcentratie bij Baalhoek vertoont een gelijkmatig beeld (figuur 5). Er is éénmaal een korte stroomstoring opgetreden. De slibconcentratie van de 2 niveau's varieert tussen 30 en 100 mg/l. De 2^e helft van januari worden de hoogst gemiddelde waarden bereikt. De verschillen tussen de beide niveau's bedragen minder dan 5 mg/l. Dit verschil is minder dan de nauwkeurigheid van de meetresultaten, welke 10 mg/l bedraagt. De slibconcentratie op het niveau NAP-4,5m is soms hoger dan op het niveau NAP-8, in tegenstelling tot de verwachting dat de slibconcentratie op grotere diepte hoger is. De oorzaak hiervan kan komen door de onnauwkeurigheid van de nul instelling van de ijklijn. Vanaf 21 januari is de ijklijn bij Baalhoek op het niveau NAP-8 m bijgesteld.

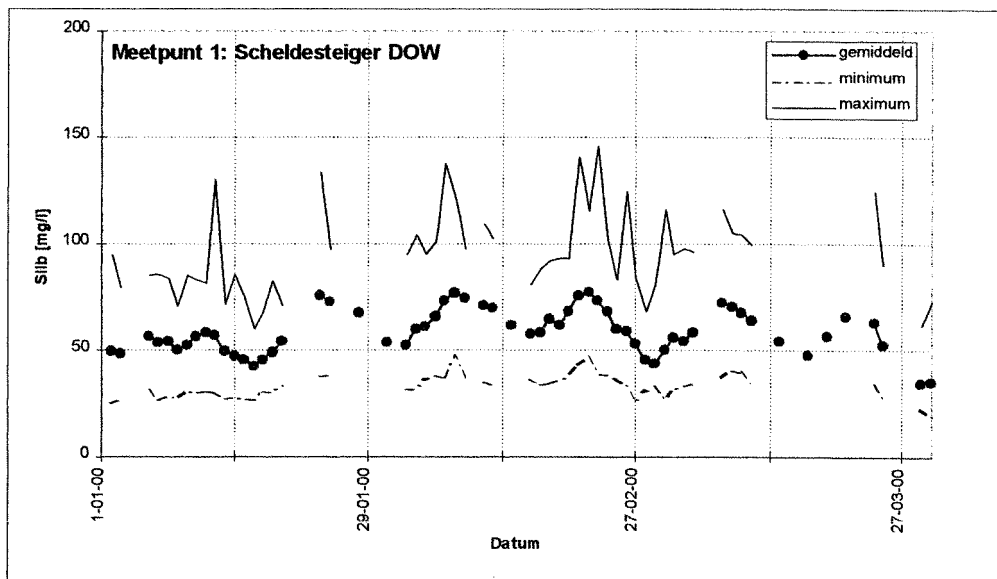
In het verloop is de invloed van de 14 daagse doottij-springtijcyclus te zien. Tijdens springtij zijn de slibconcentraties ongeveer 30 mg/l hoger dan tijdens doottij.



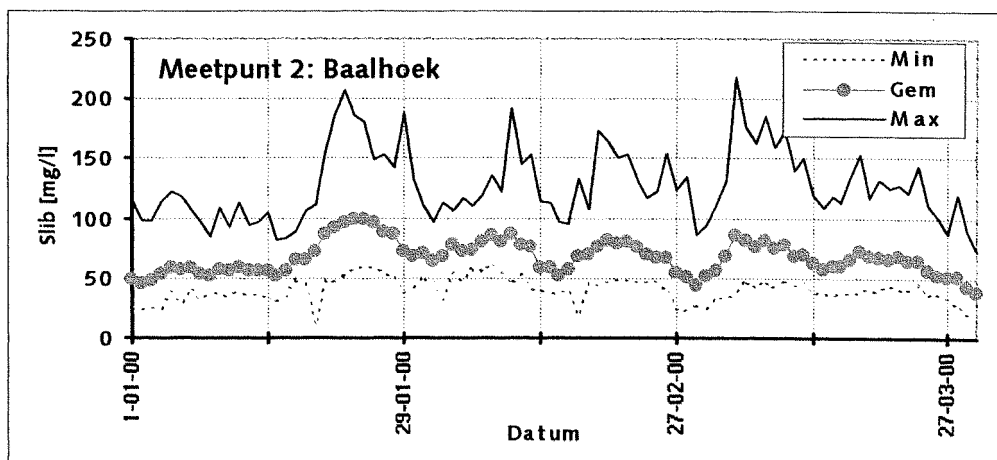
Figuur 5: Verloop dubbeldaags-tijgemiddeld slibconcentratie bij Baalhoek op NAP-4,5 en NAP-8m, periode januari-maart 2000

De verlopen van de dubbeldagstijgemiddelde slibconcentraties van DOW en Baalhoek (vergelijk figuur 4 en 5) komen redelijk overeen, wel is het zo dat in deze periode de concentratie bij Baalhoek wat hoger is dan bij DOW.

Het verloop op de verschillende niveau's is vervolgens gemiddeld over over de waterkolom. Hierbij is rekening gehouden met met de verdeling van de meetsensoren over de waterkolom [ref. 5]. De gemiddelde waarde bij DOW is gebaseerd op 2 sensoren. De dieptegemiddelde minimale en maximale waarden tijdens het verloop van het dubbeldaggs getij zijn eveneens weergegeven (figuur 6 en 7).



Figuur 6: Verloop van de dubbeldaggs-tijgemiddelde slibconcentratie bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode januari-maart 2000. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven.

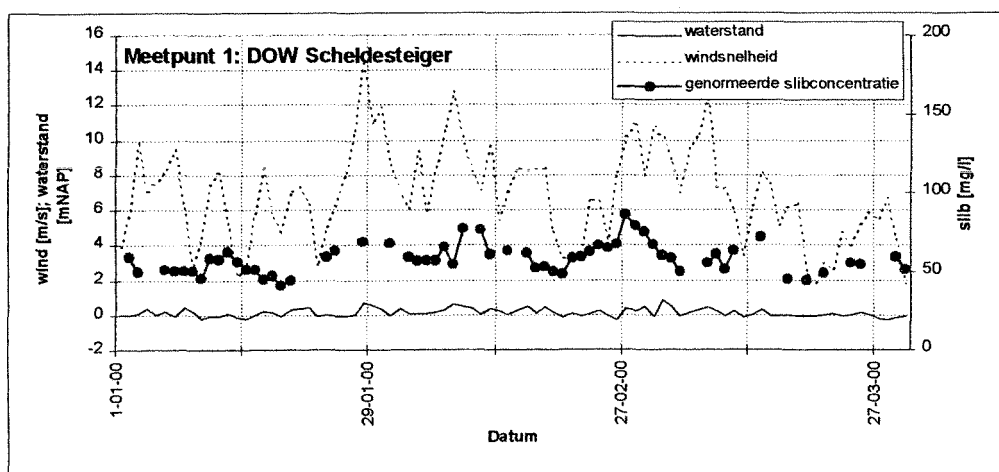


Figuur 7: Verloop van het dubbeldaggs-tijgemiddelde slibconcentratie bij Baalhoek, gemiddeld over de waterkolom, periode januari-maart 2000. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven

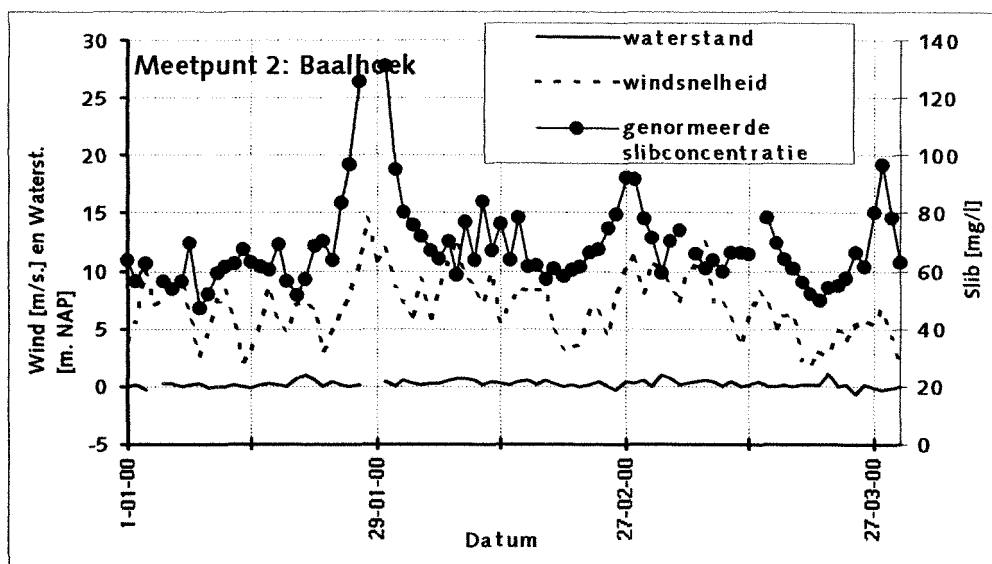
De minimale waarden liggen dicht bij het gemiddelde, terwijl de maximale waarden meer uitschieters laat zien. Dit komt doordat de fijnste deeltjes van het slib niet

sedimenteren en zodoende altijd in de waterkolom zweven. De grovere deeltjes daarentegen zijn afhankelijk van het verloop van de stroomsnelheid. Het verloop daarvan is niet gelijkmatig verdeeld. De pieken treden gedurende korte tijd op. De maximale waarden volgen minder goed de gemiddelde lijn dan de minimale lijn.

De slibconcentratie wordt behalve door het getij beïnvloed door factoren als windsnelheid, seizoen, stroomsnelheid en slibstortingen. In de T0 rapportage [ref. 5] is dit uitgebreid beschreven. Om ook de invloed van de stroomsnelheid te elimineren is de gemeten slibconcentratie genormeerd met de stroomsnelheid² [ref. 5]. Uit de genormeerde slibconcentratie kunnen duidelijke afwijkingen door bijvoorbeeld slibstortingen geconstateerd worden (Figuur 8 en 9). Omdat eventuele pieken in de slibconcentratie ook door hoge windsnelheden veroorzaakt kunnen zijn is in deze figuren eveneens de windsnelheid weergegeven. In deze figuren is tevens het verloop van de waterstand gegeven. De aangegeven gemiddelde waterstand vertoont eveneens fluctuaties. Dit betekent dat gesedimenteerd slib in de intergetijdebieden niet altijd in suspensie komt [5]. De invloed hiervan op het slibconcentratie varieert dus. De geconstateerde pieken in de dubbeldagstijgemiddelde slibconcentratie (figuur 6 en 7) zijn niet terug te vinden in het genormeerde slibsignaal. Omdat genormeerd is over de stroomsnelheid betekent dat, dat hoge stroomsnelheden deze pieken veroorzaken.



Figuur 8: Genormeerd slibconcentratie van meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, waterstand bij Terneuzen en windsnelheid bij Hansweert periode januari-maart 2000.



Figuur 9: Genormeerde slibconcentratie van meetpunt 2 Baalhoek, waterstand en windsnelheid bij Hansweert periode januari-maart 2000.

Een aantal pieken in de slibconcentratie vallen duidelijk samen met pieken in de windsnelheid. In de perioden hiervoor is nooit een verband gezien tussen windsnelheid en slibconcentratie. Zowel bij DOW als Baalhoek is dit het geval. Mogelijk geldt dit alleen voor de wintersituatie.

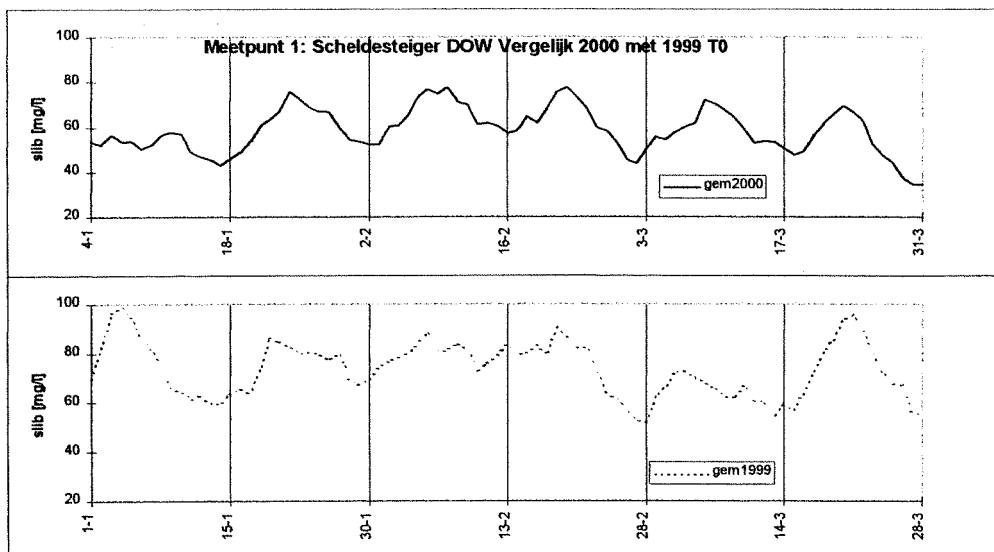
Uit figuur 8 en 9 is te zien dat het genormeerde verloop van de slibconcentratie minder varieert dan de meting zelf. De variaties zijn verder voor een groot deel in de orde van de systematische onnauwkeurigheden van 10 mg/l. In de genormeerde verlopen zijn geen aanwijzingen te vinden voor havenslibstortingen en boorslibblozingen.

3.2 Vergelijking met T0 in periode januari-maart 1999

Om te kunnen zien hoe de periode januari - maart 2000 zich verhoudt tot eerdere metingen is deze periode vergeleken met dezelfde periode in 1999 (bijlage 2). Deze periode is gemeten tijdens de monitoring van de T0 situatie (december 1998 - juni 1999). Uit de voorgaande rapportages [lit 3, 4 en 5] blijkt dat de gemeten T0 situatie goede overeenkomst vertoont met eerdere oppervlaktemetingen uit de periode 1970-1990 [lit 6] en 1993/1994 [Lit 7].

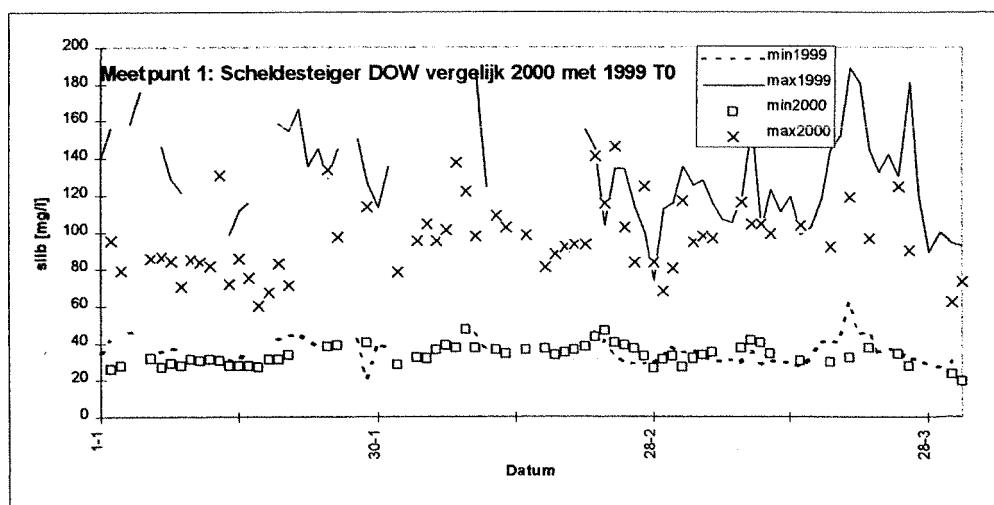
De periode uit 1999 en 2000 zijn echter beter vergelijkbaar omdat het dezelfde meetpunten betreft. Bovendien is t.g.v. de intensieve meetmethode de vergelijking veel nauwkeuriger dan met de historische metingen. Vergelijking met die metingen, zoals tot nu toe werd gedaan, wordt achterwege gelaten.

In deze rapportage zijn de perioden januari-maart van 1999 en 2000 vergeleken. Bij figuren is de tijd van 2000 enkele dagen verschoven, zodat dootij en springtij variatie meer synchroon lopen.



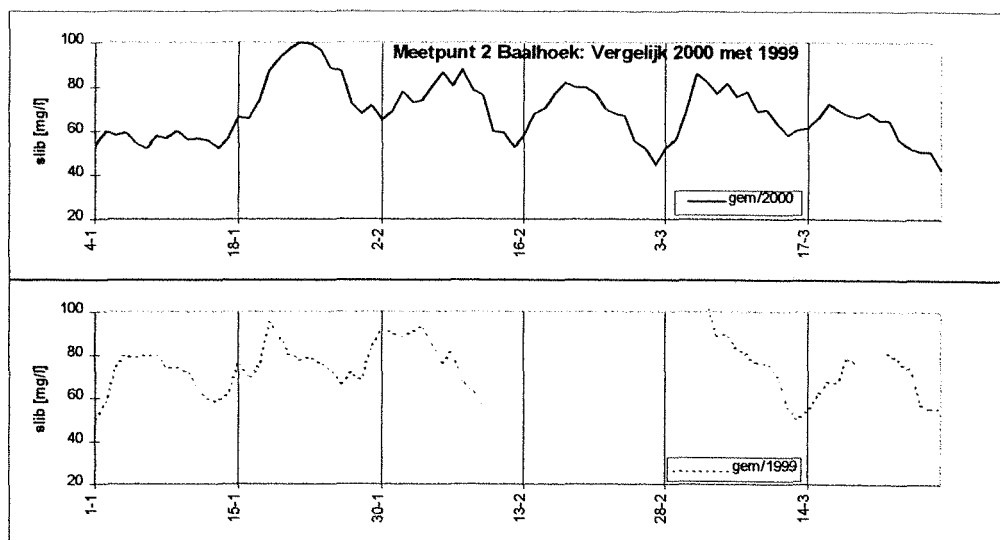
Figuur 10: Vergelijk van de dubbeldaags-tijgemiddelde slibconcentratie bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode januari - maart 1999 en 2000.

In de volgende figuur zijn de minimale en maximale waarden vergeleken:

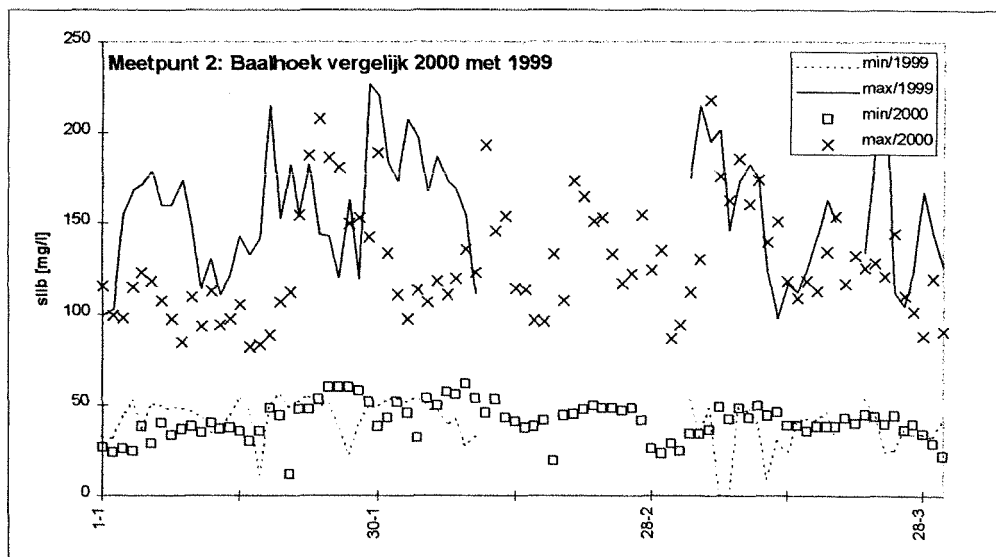


Figuur 11: Vergelijk van de minimale en maximale waarden van de slibconcentratie, behorende bij de dubbeldaags-tijgemiddelden bij DOW, periode januari - maart 1999 en 2000.

Dezelfde exercitie is ook uitgevoerd voor meetpunt 2 Baalhoek:



Figuur 12: Vergelijk van de dubbeldaags-tijgemiddelde slibconcentratie bij Baalhoek gemiddeld over de waterkolom, periode januari - maart 1999 en 2000.



Figuur 13: Vergelijk van de minimale en maximale waarden van de slibconcentratie, behorende bij de dubbeldaags-tijgemiddelde waarden bij Baalhoek, periode januari - maart 1999 en 2000.

Uit de vergelijking van de periode januari-maart 2000 met 1999 (T0 situatie) volgt dat gemiddelde waarden in 2000 bij DOW 0 tot 20 mg/l lager zijn dan in 1999, bij Baalhoek komen de gemiddelde waarden in 2000 redelijk overeen met 1999. Een duidelijke uitzondering hierop is de 1^e helft van januari waar ook bij Baalhoek de gemiddelden in 2000 lager liggen. De minimale waarden in 2000 komen goed overeen met die van 1999. Dit wijst erop dat de ondergrens van het slibconcentratie redelijk stabiel blijft. De maximale waarden zijn bij DOW in 2000 duidelijk lager dan in 1999, bij Baalhoek is er meer overeenkomst.

Uit de gegevens van het chlorideconcentratie is af te leiden dat in 2000 de invloed van de Schelde-afvoer bij DOW veel kleiner was dan in 1999. Dit zou kunnen betekenen dat het rivierslib minder ver stroomafwaarts is afgevoerd. Vergelijking van de windsnelheid gegevens laten geen opvallende verschillen met de verschillen in slibconcentratie zien.

4. Resultaten incidentele bemonsteringen

Incidentele bemonsteringen in het verspreidingsvak van de pijpleiding zijn 2 keer uitgevoerd. De eerste keer (11 januari 2000) werd geen slib geloosd via de pijp, de tweede keer (23 maart 2000) juist wel. Op 11 januari 2000 is via de pijpleiding, in tegenstelling tot een periode van 7 dagen daarvoor, geen slurry verpompt. Op 23 maart 2000 is volgens KMW 13000 m³ verdunde slurry via de pijp afgevoerd. In de dagen ervoor en erna is ook steeds slurry afgevoerd [Driemaandelijke rapportage KMW van april 2000].

Bij het veldwerk is opgemerkt dat het materiaal van de totale bodemhap overwegend bestaat uit schelpen, stenen en zand. Bij locatie 3 en 6 (figuur 3) is meer slib opgemerkt. Locatie 2, 4 en 7 bevatte ook klei. Het slibpercentage is bepaald van de bovenste cm van de bodemhap. Dit percentages ($\% < 16\mu$) is bepaald door middel van standaardvoorschrift A063. Bij deze methode worden de organische- en kalkdelen verwijderd. In tabel 1 is het slibpercentage van de bovenste cm van het bodemonsters gegeven.

Tabel 1: Slibpercentage ($\% < 16\mu$) van de bovenste cm van het bodemonster.

Locatienummer	XYZ coördinaten [mParis;mParijs;mNAP]	bemonstering 11 januari 2000	bemonstering 23 maart 2000
1	43452;374850;27	5%	19%
2	43554;375038;28	42%	63%
3	43826;374516;7,5	9%	2%
4	43773;374751;37	32%	25%
5	43815;374948;31		6%
6	43970;374550;30,5	4%	8%
7	44045;374788;31	24%	54%
gemiddeld		19%	25%
standaardafw.		16%	24%

In de omgeving van de lozingspijp varieert het slibpercentage volgens het bemonsteringsprogramma van 0 tot 50%. De sterke variatie blijkt ook uit de standaardafwijking, die vergelijkbaar is met de gemiddelde waarde van de monsters. Het gemiddelde slibpercentage van de monsters op 23 maart is iets hoger dan op 11 januari. Locatie 3 en 4 laten het omgekeerde zien.

Nagegaan is in hoeverre de slibpercentages van 23 maart significant verschillen van die van 11 maart. Dit is gedaan met een statistische analyse, de Student test (T-toets). Deze is toegepast voor twee gepaarde steekproeven voor zowel gemiddelden als gelijke varianties. Hieruit volgt dat geen significant verschil bestaat tussen de resultaten van beide bemonsteringscampagnes. Dit was ook te verwachten gezien de grote spreiding in de analyseresultaten.

De conclusie is dat een mogelijk significant verschil in slibconcentratie op de bodem tussen een dag dat niet en wel slib wordt geloosd op deze wijze niet is aan te tonen.

Gezien de turbulentie in het gebied wordt niet verwacht dat boorslib zal sedimenteren. Hierover kan meer zekerheid worden verkregen als bodemonsters radiometrisch geanalyseerd worden. Dit wordt in de evaluatie nader uitgewerkt.

5. Storting van havenslib en verspreiding van boorslib in de omgeving van de Westerschelde tunnel

5.1 Stortingen van havenslib

In de periode januari-maart 2000 is van 4 t/m 26 januari in totaal 10.103 m^3 specie met een ploegboot verwijderd uit de voormalige veerhaven Terneuzen. Vanuit de Braakmanhaven is op 29 januari $1,5 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ specie gestort langs de noordzijde van het Pas van Terneuzen.

Tot nu toe is verondersteld dat de havenslibstortingen in de omgeving van de meetpalen de gemeten slibconcentratie kunnen beïnvloeden. Uit de datarapportages [3 en 4] blijkt dat de effecten van de slibstortingen uit de Braakmanhaven niet direct terug te vinden zijn op het dubbeldagstijgemiddelde slibconcentratie van meetpunt 1 Scheldesteiger DOW. In het T0 rapport [Lit 5] is éénmaal een duidelijk effect geconstateerd. Daarom is voor de stortingen uit de Braakmanhaven in detail onderzocht wat de effecten zijn op het slibconcentratie bij meetpunt 1. Deze informatie is nodig bij de analyse van de metingen voor de effecten van de verspreiding van de boorspecie.

Wijze van het storten van slib uit de Braakmanhaven

Het havenslib wordt gestort op ongeveer 1000 m noordelijk van meetpunt 1 aan de overzijde van het Pas van Terneuzen. De stortlocatie bevindt zich net buiten de tonnenlijn op het overgangsgedebied naar de Middelplaat.

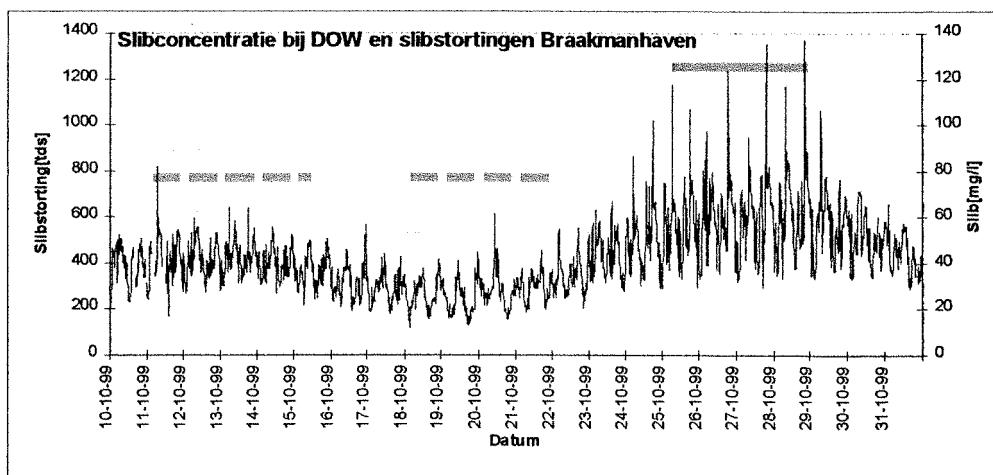
Tijdens stortperioden wordt met een frequentie van ongeveer 30 minuten (afhankelijk van het baggerschip) 800 tot 1200 tds gestort. Het storten vindt meestal overdag plaats en is random gedurende de getijperiode. De stortperiode duurt meestal 4 achtereenvolgende dagen, waarbij per dag 12 uur achtereenvolgende stortingen plaatsvinden en vervolgens 12 uur pauze.

Hypothese voor het verspreiden van het slib na storten

Het Pas van Terneuzen is een diepe brede geul. De slibstortingen zullen verspreiden en worden meegenomen door de tijstroom waarvan de baan afhankelijk is van de tijfase op het moment van storting. Het storten is binnen een minuut uitgevoerd. In een gebiedje van orde 100 bij 100 m zal het materiaal eerst snel bezinken en vervolgens met de stroom worden meegevoerd. Locaal zal de slibconcentratie tijdelijk heel hoog zijn. Door de sterke getijstroom in de geul zullen de effecten van deze stortingen pas na verloop van meer dan één getijde merkbaar zijn bij meetpunt 1, DOW. Een schatting van de tijd kan met slibmodel worden bepaald.

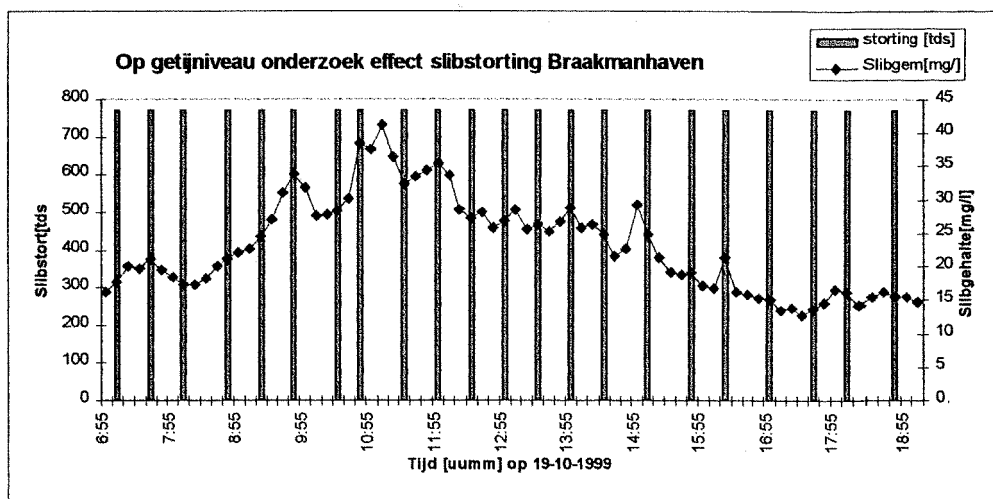
Analyse van het slibsignaal in een specifieke periode

De mogelijke effecten op het slibsignaal van meetpunt 1, DOW Scheldesteiger, zijn in detail onderzocht in oktober 1999. In deze maand hebben drie 4-daagse perioden van slibstortingen plaatsgevonden. De slibconcentratie in deze overgangperiode naar de winter is nog relatief laag, zodat effecten eerder zichtbaar zijn. Het gemeten signaal is regelmatig en vertoont nauwelijks uitval (Figuur 14).



Figuur 14 Vergelijking van het signaal bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW en de slibstortingen uit de Braakmanhaven

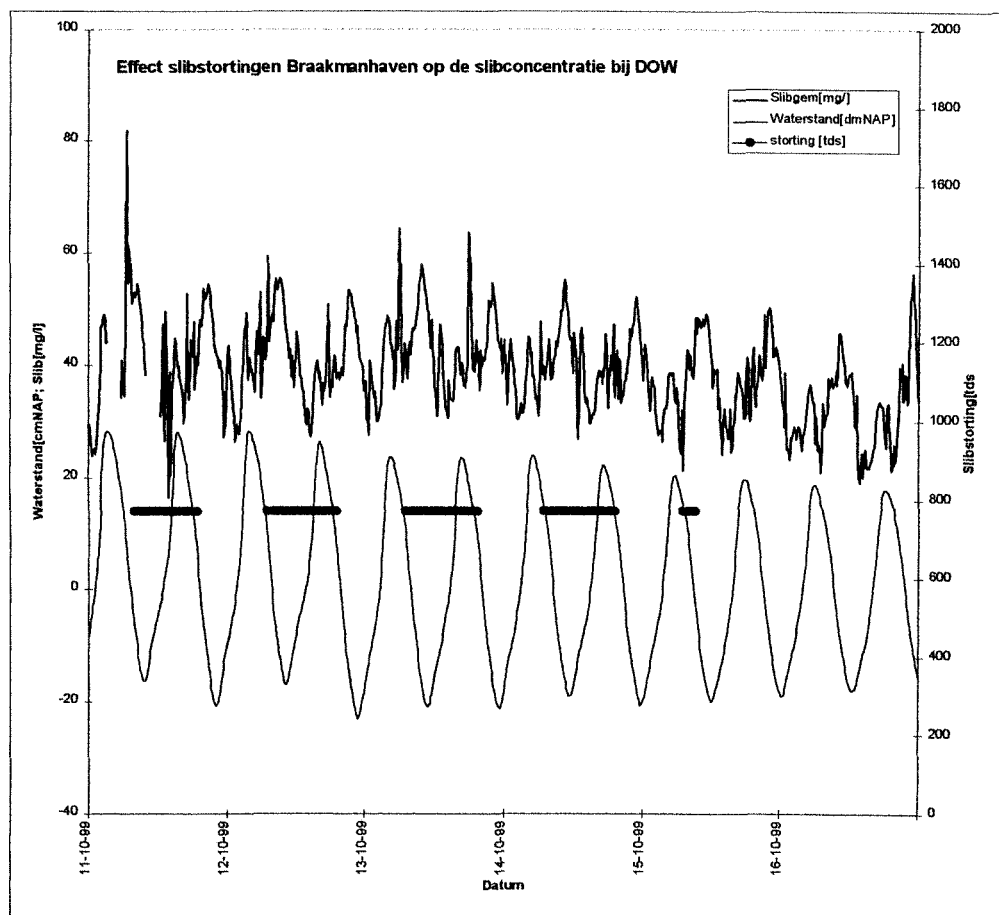
Duidelijk is de 14 daagse variatie van het doottij-springtij te zien. Opvallend zijn de hoge slibpieken van 23-29 oktober. Deze vallen samen met periode van veel wind. Omdat het slib pas na geruime tijd het meetpunt kan bereiken en dan over de waterkolom gemiddeld is uitgegaan van de gemiddelde concentratie over de waterkolom. In figuur 15 zijn voor één getijperiode op 19 oktober 1999 de slibstortingen per vracht en het verloop van de slibconcentratie geplot. De vrachten zijn steeds hetzelfde, omdat is uitgegaan van een constante dichtheid in de steeds volle beun van het baggerschip.



Figuur 15. Het slibsinaal en de slibstortingen uit de Braakmanhaven op 19 oktober 1999

Uit figuur 15 blijkt ook dat het signaal niet direct reageert op continu stortingen van de Braakmanhaven. Er zijn geen systematische verhogingen in het slibsinaal waar te nemen direct na een storting. Dit alles bevestigt de veronderstelling dat de slibconcentratie door de te overbruggen geul pas na enkele tijperiodes kan reageren op de slibstortingen. Daarom zijn de effecten nagegaan voor de drie 4-daagse perioden, namelijk 11-16 oktober, 18-21 oktober en 25-28 oktober. Deze worden achtereenvolgens besproken.

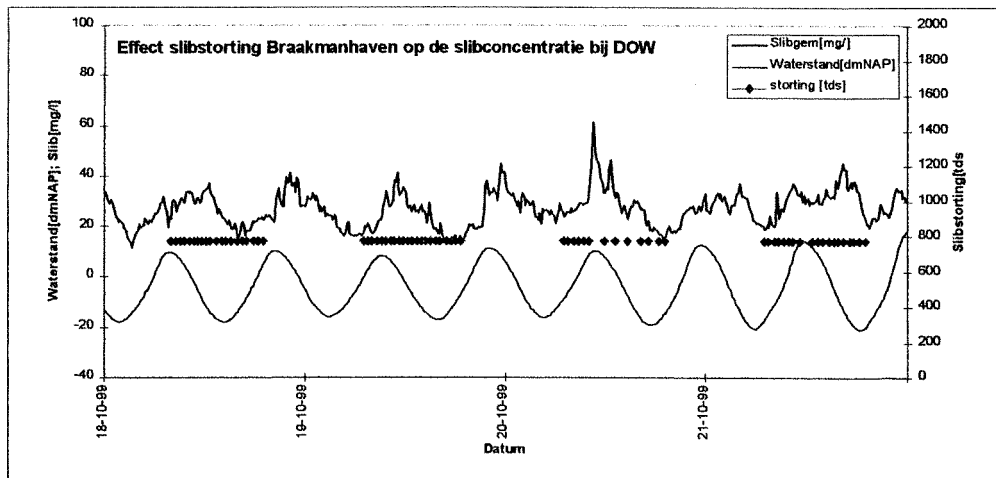
a. Periode 11-16 oktober (figuur 16)



Figuur 16 Effecten van speciéstorting uit Braakmanhaven op de slibconcentratie bij meetpunt 1 DOW Scheldesteiger voor periode 11-16 oktober.

Deze periode vertoont een goed ontwikkeld tij. De hoogte van de slibpieken en gemiddelde verloop blijft vrij constant, terwijl het getij wat afneemt. Dit wijst op een relatieve verhoging van het slibconcentratie. Na de stortperiode neemt de gemiddelde slibconcentratie duidelijk af. Het effect is minder dan 10 mg/l (geen significant verschil).

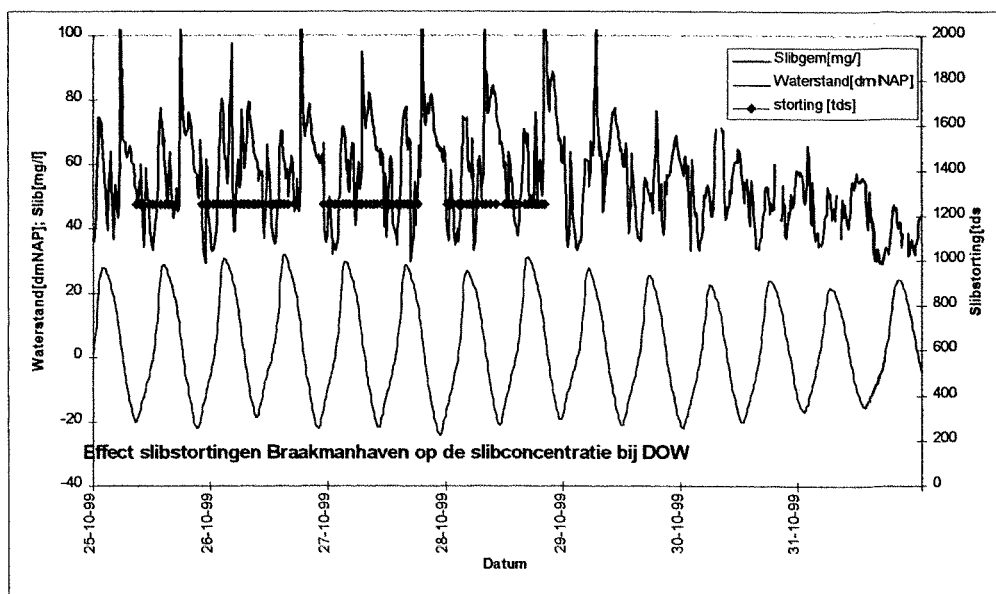
b. Periode 18-21 oktober (figuur 17)



Figuur 17 Effecten van speciëstorting uit Braakmanhaven op de slibconcentratie bij meetpunt 1 DOW Scheldesteiger voor periode 18-21 oktober.

In deze periode is sprake van een duidelijke doottij situatie. De getijslag blijft vrij constant, zodat deze periode zeer interessant is voor nadere analyse. Het lijkt erop dat het slibsinaal pas 3 getijperioden na aanvang van het slibstorten duidelijk gaat reageren. Vier getijden na aanvang is er een duidelijke piek. Dit wijst op een reactietijd van 3 tot 4 getijden. Opvallend is dat na het 3^e stortinterval van 20 oktober de piek duidelijk is afgenomen. In de dag daarna is er wel weer toename zichtbaar, dat zou echter ook een gevolg kunnen zijn van het sterker geworden getij. Het effect is maximaal 20mg/l (significant verschil).

c. Periode 25-28 oktober (figuur 18)



Figuur 18 Effecten van speciëstorting uit Braakmanhaven op de slibconcentratie bij meetpunt 1 DOW Scheldesteiger voor periode 25-28 oktober.

Deze periode valt in een duidelijk springtij. Opvallend is dat de slibpieken na enkele getijden duidelijk toenemen. De slibstortingen zijn ongeveer 50% meer dan gedurende de twee voorgaande perioden. Na de stortperiode neemt de slibconcentratie (en zeker de pieken) duidelijk af, maar dat gaat tevens gepaard met afnemende getijkraft. Ook de windsnelheid kan gedurende deze periode van invloed zijn geweest. Het effect is maximaal 10mg/l (geen significant verschil).

Samenvattend is uit deze nadere analyse het volgende geconcludeerd:

- De slibconcentratie reageert niet direct op de stortingen. Dit heeft te maken met de brede geul Pas van Terneuzen.
- In alle drie-4daagse perioden van slibstortingen zijn na verloop van enkele getijden geringe verhogingen van de slibconcentratie bij meetpunt 1 DOW Scheldesteiger geconstateerd. De ene periode wat duidelijker dan de andere periode. Dit heeft te maken met ander invloeden zoals getijkraft en wind.
- De effecten op de slibconcentratie zijn over het algemeen kleiner dan 10mg/l (geen significant verschil) en maximaal 20mg/l (significant verschil).
- Het is aan te bevelen de reactietijd theoretisch te bepalen met het slibmodel. Hiermee zijn de conclusies mogelijk nader te verifiëren.

5.2 Verspreiding van boorslib

Vanaf 12 november is boorspecie via de pijpleiding verspreid. Tot en met maart 2000 is in totaal $123 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ onverdunde slurry via de pijp verspreid. Dit komt overeen met $43 \cdot 10^3$ tonnen droge stof. Deze hoeveelheid is verwaarloosbaar bij de stortingen van de havens. Daarnaast is $119 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ kleibrokken verspreid op in de MER aangewezen verspreidingslocaties (tabel 2)

Tabel 2 Overzicht van de verspreide boorspecie t/m maart 2000 in 10^3 m^3 [9]

lokatie (zie figuur 2)	januari-maart 2000	totaal verspreid
Zand 1		23
pijpleiding	85	123
klei 1	97	119
slib 1		8
gemengd 1		18

Aangezien vanaf maart 2000 vrij regelmatig grote hoeveelheden boorslib zijn verspreid via de lozingspijp is nagegaan wat de effecten van deze lozingen zijn op het slibconcentratie bij meetpunt 1 (DOW) en meetpunt 2 Baalhoek

Het lozingspunt bevindt zich 300 m oostelijk van meetpunt 1. Beiden bevinden zich langs de zuidelijke oever. Het lozingspunt ligt op het niveau NAP-5m. De meetpaal staat op een diepte van NAP-19 m. Het meetpunt geeft informatie over het slibconcentratie op NAP-4m, NAP-11m en NAP-17m. Het niveau NAP -11m is enigszins gestoord t.g.v. een het effluent van een biologische zuivering. Meetpunt 2 Baalhoek bevindt zich langs de as van de hoofdgeul gemeten op meer dan 30 km afstand oostelijk van het lozingspunt. Deze afstand is groter dan 2 keer de getijweg. Dit betekent dat het geloosde materiaal meetpunt 2 nooit binnen één getij

kan bereiken. D.w.z. dat mogelijke effecten pas meetbaar zijn na minimaal één dag. Meetpunt 2 staat op een diepte van NAP-9,5m en geeft informatie over de slibconcentratie op NAP-4,5 en NAP-8m.

Het debiet van de lozingspijp bedraagt 0,5 m³/s. Er wordt maximaal 2 uur achtereenvolgens geloosd. Bij volledig boren en 3 lozingen per dag (optimale situatie) bedraagt de slibconcentratie van de lozing 40 g/l. De lengte van de jetstroom is geschat op 20m, waarna opmenging plaatsvindt met het Scheldewater. Op grond van dispersie is geschat dat bij lozing de slibconcentratie bij meetpunt 1 toeneemt met orde 30 mg/l. Op grond van dispersie is geschat dat de lozing bij meetpunt 2 niet merkbaar zal zijn. Dit wordt met de metingen nagegaan.

Het boren en daarmee de lozing via de pijp is in februari/maart 2000 volledig op gang gekomen. In deze periode is via de pijp veelal slib <53micron verspreid. Tijdens eb zal 3 tot 10 min. na lozing het slib meetpunt 1 gaan passeren. Omdat de valsnelheid van slib orde mm/s is, kan ervanuit worden gegaan dat het geloosde materiaal het onderste meetpunt niet zal bereiken. Door de turbulentie is het vallen van slibdeeltjes veel lager zal zijn dan op grond van alleen de valsnelheid. Dit betekent dat tijdens vloed de deeltjes na een aantal getijden ook meetpunt 2 Baalhoek kunnen bereiken. Ook dan zal het onderste meetpunt waarschijnlijk niet worden bereikt.

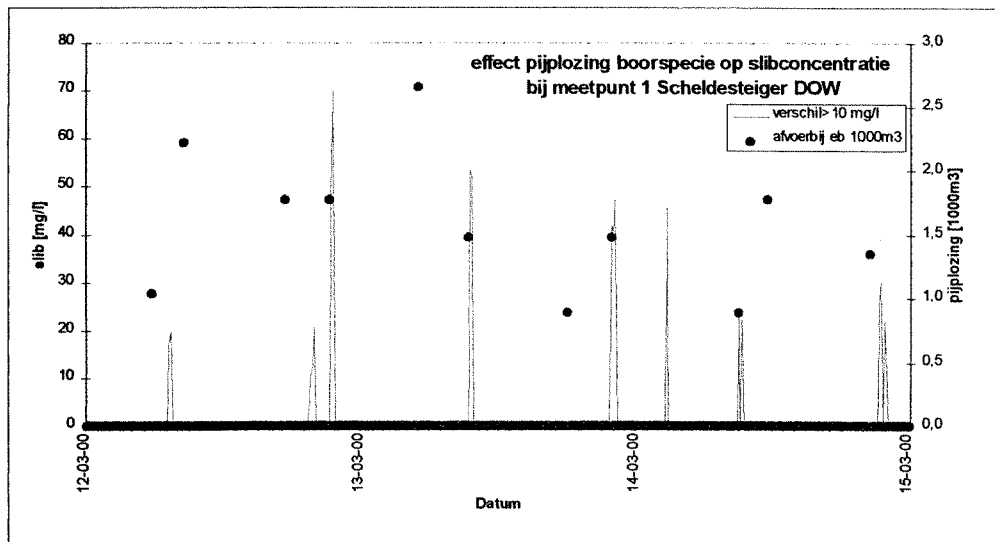
KMW heeft de gegevens van de slibverspreiding vastgelegd in de kwartaalrapportage van april [9]. Verder zijn de logboeken van de pomp ter beschikking gesteld. Uit deze informatie zijn tijdstip en tijdsduur van de debieten te ontleen. De concentratie en samenstelling van de slurry is echter niet bekend. Wel is bekend dat in februari-maart 2000 klei is geboord. Uit mondelinge informatie is vernomen dat soms ook spoelwater wordt geloosd. De concentratie specie in de slurry is min of meer te ontleen aan het aantal geboorde ringen per dag.

Analyse van de meetresultaten van meetpunt 1 DOW is in een 6 tal stappen uitgevoerd en levert de volgende resultaten:

1. In eerste instantie zijn de dubbeldaagstijgemiddelde waarden gedurende het 1e kwartaal 2000 bekeken. Deze verlopen echter zodanig regelmatig op de 2 niveau's, dat moet worden geconcludeerd dat het eventuele effect van de pieken volledig wordt uitgemiddeld.
2. Nagegaan is of door lozing direct stroomopwaarts van meetpunt 1 het verschil tussen de eb-gemiddelde en vloed-gemiddelde slibconcentratie groter wordt. Dit is niet geconstateerd. Het systeem is hier waarschijnlijk te dynamisch voor.
3. Aangenomen is dat de slibpieken te traceren moet zijn op het meetniveau NAP -4 m. In de 10 minuten waarden gedurende de periode februari-maart zijn inderdaad pieken zichtbaar. Het aantal klopt niet met het aantal lozingen. Ook is onduidelijk wat als piek moet worden gedefinieerd.
4. Het slibsignaal is vergeleken met de (aanvangs)momenten van de lozingen via de pijp en tevens het verloop van de waterstand. Hieruit volgt dat de lozingen regelmatig vallen in de periode van max. stroom en zodoende tegelijk vallen met de "natuurlijke" pieken in het slibsignaal. Verder blijkt dat de lozingen zowel over de eb als de vloed optreden. De analyse wordt bemoeilijkt doordat een onbekend deel van de lozingen "spoelwater" zijn. Deze analyse is in eerste instantie gedaan voor februari.
5. Omdat door gravitatie de slibconcentratie op het niveau NAP-17m (C17) in de ongestoorde situatie hoger is dan het slibconcentratie op het niveau NAP-4m (C4) is verondersteld dat indien $C4 - C17 > 10 \text{ mg/l}$, dit een gevolg is van de sliblozing via de pijp. Kleiner dan 10 mg/l is geen significant verschil. Deze exercitie is uitgevoerd voor de maanden februari 1999, maart 1999, februari 2000 en maart 2000. Hieruit

volgt dat in maart 2000 en mindere mate februari 2000 slibconcentratie verhogingen t.g.v. lozingen zijn waar te nemen.

6. Het verloop wordt gestoord door de lozingen tijdens vloed. Deze zijn uit de grafieken gefilterd op grond van het waterstandsverloop. De maandgrafiek van maart na filtering bevat nog veel informatie, en is daarom ingezoomd op een willekeurige periode, 12 t/m 14 maart 2000 (figuur 19):



Figuur 19 Vergelijking van het verschil in slibconcentratie op het niveau NAP-4m en het niveau NAP-17m bij meetpunt 1 DOW Scheldesteiger met de afvoeren van de lozingspijp tijdens eb

Uit figuur 19 volgt dat:

- 5 van de 8 pieken (achtereenvolgende 10 minuut waarden) vallen tijdens de lozing via de pijp.
- 3 van de 8 pieken tegelijk vallen met een lozing die aanvangt aan het eind van de vloed.
- 6 van de 11 lozingen via de pijp waarschijnlijk uit "spoelwater" bestaan. Klopt globaal met de mondelinge informatie dat 3 maal daags het basin met boorslib wordt geloosd.
- De grootte van de effecten bedraagt 20-70 mg/l gedurende de periode dat het boorslib wordt de 1 uur.

Analyse van de meetresultaten voor meetpunt 2 Baalhoek is gedaan in 3 stappen en bevat de volgende resultaten:

1. De slibconcentratie op de niveau's NAP-4,5m (C4,5) en NAP-8m (C8) verschillen weinig. Analooq aan de analyse voor meetpunt 1 DOW Scheldesteiger is verondersteld dat indien $C_{4,5} - C_8 > 10 \text{ mg/l}$, mits de verschillen anders zijn te verklaren, dit een gevolg kan zijn van de sliblozing via de pijp tijdens vloed. Een verschil kleiner dan 10 mg/l is geen significant verschil. Deze exercitie is uitgevoerd voor maart 2000. In deze periode zijn in de nabije omgeving geen baggerwerken uitgevoerd.
2. De resultaten laten een duidelijk positief effect zien van 4 t/m 7 maart, 20 en 21 maart en één piek op 24 maart. Het positief effect van 4 t/m 7 maart valt samen met de combinatie veel wind en hoge waterstand en is zodoende toe te schrijven aan erosie van hooggelegen slikken. De effecten op 20 en 21 maart vallen samen met springtij. De piek op 24 maart valt samen met een hoge piek bij meetpunt 1 DOW.

Deze hoge piek zou mogelijk een gevolg kunnen zijn van algenbloei, omdat deze alleen in het oppervlaktewater optreedt. Als dit het gevolg was van een sliblozing zou deze piek bij meetpunt 2 een aantal dagen later te zien zijn.

3. Er is echter geen verhoging van de slibconcentratie zoals dit wel bij meetpunt 1 DOW zichtbaar is als gevolg van de sliblozing. Hieruit wordt geconcludeerd dat de effecten van de lozingen van het boorslib niet meetbaar zijn bij Baalhoek

6. Conclusies

1. Het meetniveau NAP-17m bij meetpunt 1 DOW Scheldesteiger wordt gestoord door het effluent van een biologische zuivering. De resultaten hiervan zijn daarom buiten beschouwing gelaten.
2. De in-situ slibconcentraties zijn in 2000 bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW wat lager dan tijdens de T0. Mogelijke oorzaak is de geringere Scheldeafvoer in 2000. De concentraties bij meetpunt 2 Baalhoek zijn van dezelfde orde van grootte. De invloed van wind hierop is niet traceerbaar
3. Uit de incidentele bemonstering in de omgeving van de lozingspijp is niet te ontlennen of het geloosde slib via de pijp op de bodem terecht komt. Het is niet waarschijnlijk dat het boorslib op de bodem terecht komt.
4. De havenslibstortingen uit de Braakman zijn niet direct van invloed op de slibconcentratie bij meetpunt 1. Na een aantal getijden is een geringe verhoging van de slibconcentratie zichtbaar.
5. De verspreide boorspecie via de lozingspijp geeft tijdens eb bij meetpunt 1 een verhoging op het niveau NAP -4m. Deze bedraagt 20-70 mg/l, ca 1 uur gedurende de periode van lozing. Bij meetpunt 2 zijn geen effecten gemeten.

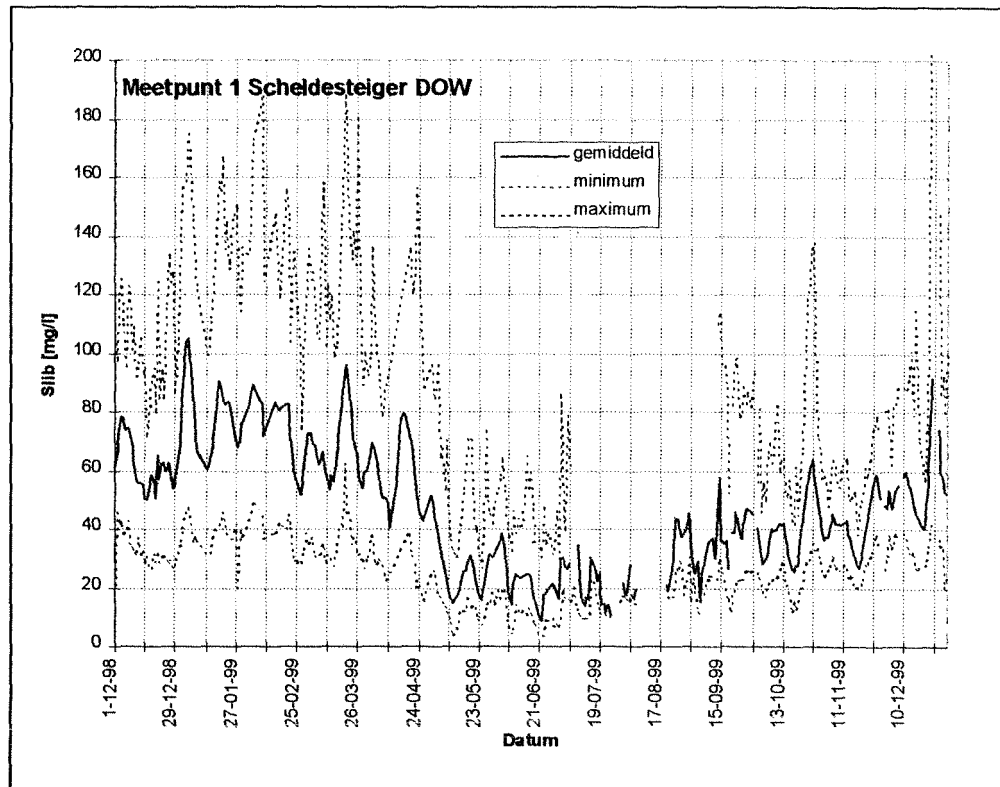
Gebruikte literatuur

1. Rijkswaterstaat directie Zeeland, Bouwdienst Rijkswaterstaat, 1998.
Milieu Effect Rapportage boorspecie Westerscheldetunnel. juli 1998
2. Winder, B, de, R. Salden, 1999.
Plan van Aanpak monitoring verspreiding Boorspecie. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Werkdocument RIKZ/AB-99.823x.
3. Maldegem D.v., A.Arends, 2000
Monitoring verspreiding boorslib in de Westerschelde, periode juli-september 1999.
Datarapportage. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Werkdocument RIKZ/AB-99.852x.
4. Maldegem D.v., A.Arends, 2000
Monitoring verspreiding boorslib in de Westerschelde, periode oktober-december 1999.
Datarapportage. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Werkdocument RIKZ/AB-00.802x.
5. Maldegem D.v., B.de Winder A.Arends, 1999.
Slib in de Westerschelde, een beschrijving van de troebelheid en slibverspreiding in de Westerschelde. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Rapport RIKZ/AB-99.02.
6. Maldegem D.v., C.Storm, 1990.
Verloop slibconcentratie Schelde-estuarium in relatie tot de baggerwerken. Directie Zeeland. Werkdocument NWL 90.53.
7. Maldegem D.v., 1995.
Slibscanningen Schelde-estuarium in 1993 en 1994. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Werkdocument RIKZ/AB-95.820x.
8. Mulder.H., 1995.
De droge dichtheid als functie van het slibconcentratie t.b.v. een sedimentbalans. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Werkdocument RIKZ/OS-95.614x.
9. Combinatie Middelplaat Westerschelde
Bewaking Vergunningsvoorschriften hergebruik en verspreiding boorspecie Westerscheldetunnel
Derde driemaandelijke rapportage, April 2000.

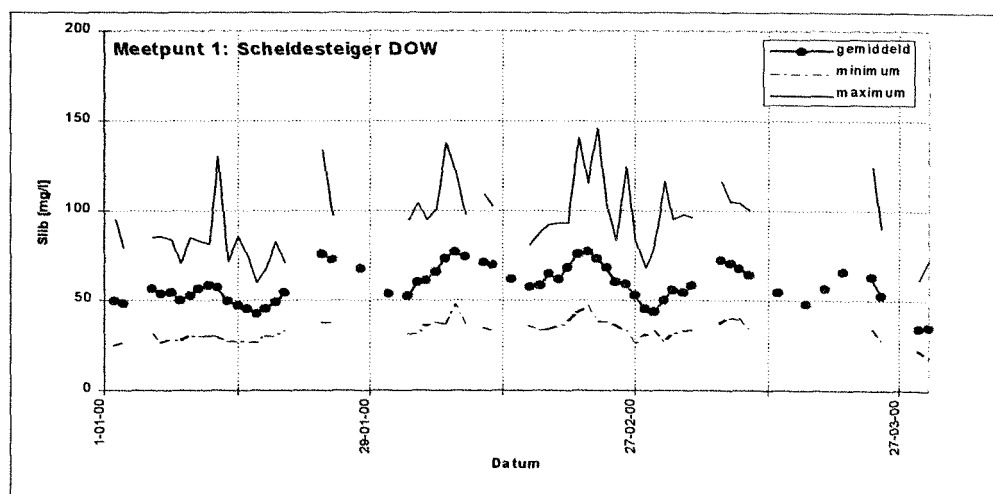
Bijlage 1: Overzicht van de in-situ meetpalen en de bijbehorende parameters [ref. 2].

Meetpaal	parameters [eenheid]	nivo's	frequentie
Scheldesteiger DOW Terneuzen (meetpunt 1) RD Coördinaten meetpaal: X= 43631 Y= 374687 Z= NAP -19 m RD coördinaten ADCP: X= 43732 Y= 374653 Z= NAP-19 m	troebelheid (MEX3001) [V]	NAP -4m	10 min
		NAP -11m	10 min
		NAP -17m	10 min
	fluorescentie [µg/l]	NAP -11m	10 min
	waterstand [m NAP]		
	stroomsnelheid [cm/s] (niet continu)	NAP -4m	10 min
		NAP -11m	10 min
		NAP -17m	10 min
Baalhoek (meetpunt 2) RD Coördinaten meetpaal X= 65541 Y= 376000 Z= NAP -9.5 m RD Coördinaten ADCP: X= 65526 Y= 376011 Z=NAP-14 m	troebelheid (MEX TXPRO)	NAP-4,5m	10 min
		NAP -8m	10 min
	waterstand [m NAP]		
	stroomsnelheid [cm/s] (niet continu)	NAP-4,5m	10 min
		NAP - 8m	10 min
	stroomrichting [Graden] (niet continu)	NAP-4,5m	10 min
		NAP - 8m	10 min
Verkeerspost Hansweert (meetpunt HANS) RD Coördinaten X= 58390 Y= 384990	Windsnelheid [m/s]	± NAP +14	10 min
	Windrichting [Degrees]	m	10 min
Hoofdplaat (meetpunt westelijk van DOW)	chlorideconcentratie	NAP-1m	10 min
	watertemperatuur	NAP-7m	10 min

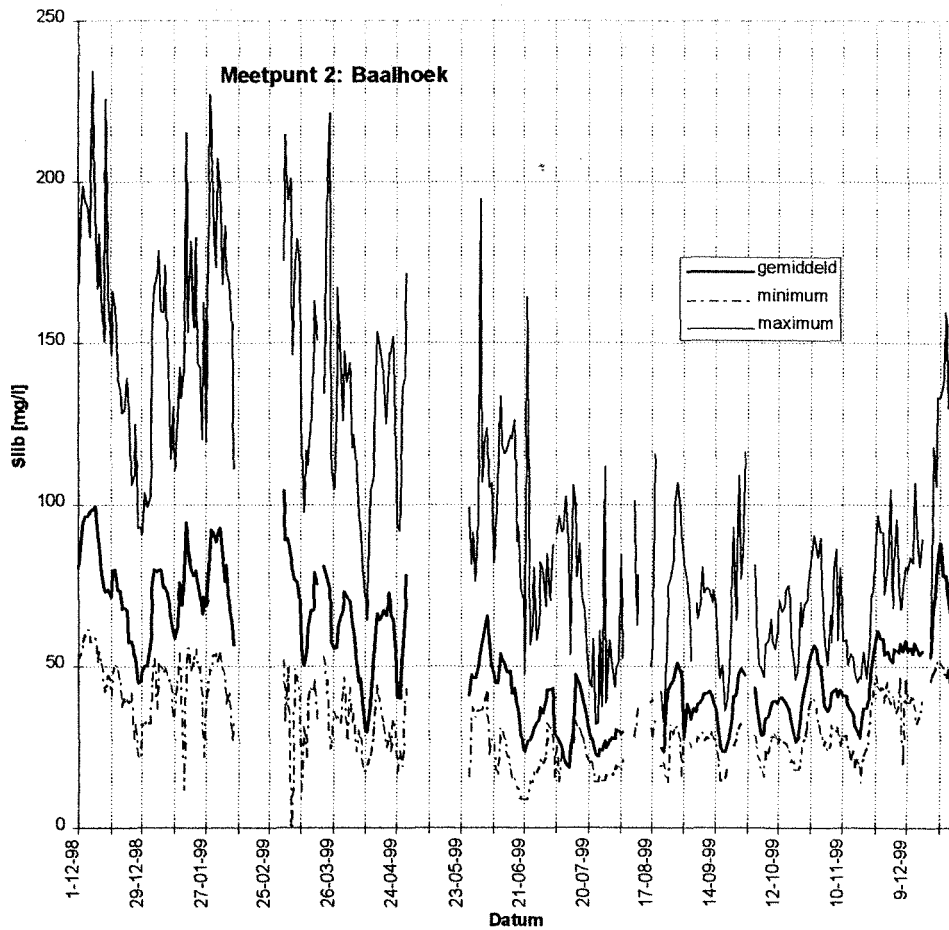
Bijlage 2: Dubbeldaagstijgemiddelde slibconcentratie vanaf december 1998 van DOW en Baalhoek.



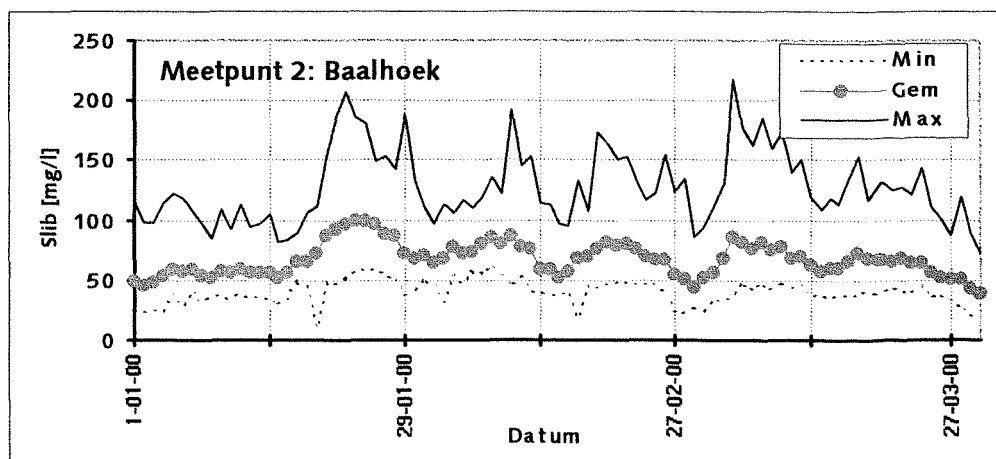
Figuur B1: Verloop van de dubbeldaags-tijgemiddelde slibconcentratie bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, periode december 1998 - september 1999.



Figuur B2: Verloop van de dubbeldaags-tijgemiddelde slibconcentratie bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, periode januari - maart 2000.



Figuur B3: Verloop van de dubbel-daags-tijgemiddelde slibconcentratie bij meetpunt 2 Baalhoek, periode december 1998 - september 1999.



Figuur B4: Verloop van de dubbel-daags-tijgemiddelde slibconcentratie bij meetpunt 2 Baalhoek, periode januari - maart 2000.