



Anke

**Monitoring verspreiding boorslib
in de Westerschelde**

periode oktober-december 1999

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ

Project boorspecie

**Monitoring verspreiding boorslib in de
Westerschelde**

periode oktober-december 1999

- Datarapportage -

februari 2000

Werkdocument RIKZ/AB/2000/802x

Colofon

Projectgroep:

Aline Arends (projectleider)
Erin Hoogenboom
Dirk van Maldegem
Thomas Rutten
Roger Salden
Ben de Winder
Anke Zindler

Redactie:

Dirk van Maldegem
Aline Arends

Medewerking in situ metingen:

Fris Lefèvre
Gerard Spronk
Jan Theune
Gillis Wattel
Meetdienst Zeeland

Datamanagement:

John v.d.Woude
Frits Lefèvre

Opdrachtgever:

Kombinatie Middelplaat Westerschelde

Inhoud

Colofon

| | |
|--|----|
| 1. Inleiding | 3 |
| 2. Uitgevoerde metingen | 4 |
| 3. Resultaten periode oktober-december 1999 | 6 |
| 4. Meetresultaten vanaf december 1998 | 11 |
| 5. Slibstortingen in de omgeving van de Westerschelde-tunnel | 15 |
| 6. Overige factoren, die de slibconcentratie beïnvloeden | 18 |
| 7. Conclusies en aanbevelingen | 19 |
| Gebruikte literatuur | 20 |
| Bijlage 1: Overzicht van de meetpunten en gemeten parameters | 21 |
| Bijlage 2: Getijgemiddelde slibgehalte vanaf december 1998 van DOW en Baalhoek | 22 |

Overzicht figuren

Resultaten periode oktober-december 1999

- Figuur 2: Verloop dubbeldaags-tijgemiddeld slibgehalte bij DOW op NAP-4m, NAP-11m en NAP-17m, periode oktober - december 1999
- Figuur 3: Verloop dubbeldaags-tijgemiddeld slibgehalte bij Baalhoek op NAP-4,5 en NAP-8m, periode oktober - december 1999
- Figuur 4: Verloop van het dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij DOW, gemiddeld over de waterkolom, periode oktober - december 1999. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven.
- Figuur 5: Verloop van het dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij Baalhoek, gemiddeld over de waterkolom, periode oktober - december 1999. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven
- Figuur 6: Genormeerd slibgehalte van meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, waterstand bij Terneuzen en windsnelheid bij Hansweert periode oktober - december 1999.
- Figuur 7: Genormeerd slibgehalte van meetpunt 2 Baalhoek, waterstand en windsnelheid bij Hansweert, periode oktober - december 1999.

Meetresultaten vanaf december 1998

- Figuur 8: Verloop van het dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij DOW, gemiddeld over de waterkolom, periode december 1998 - december 1999. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven.
- Figuur 9: Verloop van het dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij Baalhoek, gemiddeld over de waterkolom, periode december 1998 - december 1999. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven.
- Figuur 10: Genormeerd slibgehalte van meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, waterstand bij Terneuzen en windsnelheid bij Hansweert periode december 1998 - december 1999.
- Figuur 11: Genormeerd slibgehalte van meetpunt 2 Baalhoek, waterstand en windsnelheid bij Hansweert, periode december 1998 - december 1999.
- Figuur 12: Langjarig slibgemiddelde (ref. 5). Locatie 5 en 6 betreft DOW; locatie 8 en 9 betreft Baalhoek. De lijn met blokjes is de maandgemiddelde waarde; de omhullende lijnen is de 2σ standaardafwijking van alle waarnemingen in de betreffende maand.

Overige figuren

- Figuur 1: Overzicht van de meetlocaties waar troebelheid is gemeten. Meetpunt 1 is de Scheldesteiger bij DOW. Meetpunt 2 is de meetpaal bij Baalhoek. In deze figuur zijn tevens de havengebieden aangegeven.
- Figuur 13: Havenslib-stortingen omgeving meetpunt 1 Scheldesteiger DOW. In de vakjes is de periode aangegeven wanneer slibstortingen hebben plaatsgevonden.
- Figuur 14: Genormeerd slibgehalte bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, chloridegehalte bij Hoofdplaat en waterstand bij Terneuzen vanaf 1 december 1998.

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 voortvloeiende 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 zal gefaseerd worden uitgevoerd afhankelijk van de effecten van het verspreide materiaal en de boorsnelheid. Momenteel wordt de eerste fase van de monitoring uitgevoerd. Elk kwartaal verschijnt een datarapport met daarin de resultaten van de verrichte metingen. Dit datarapport is een vervolg op de monitoring over de periode juli - september 1999 [ref. 3].

Verrichte metingen

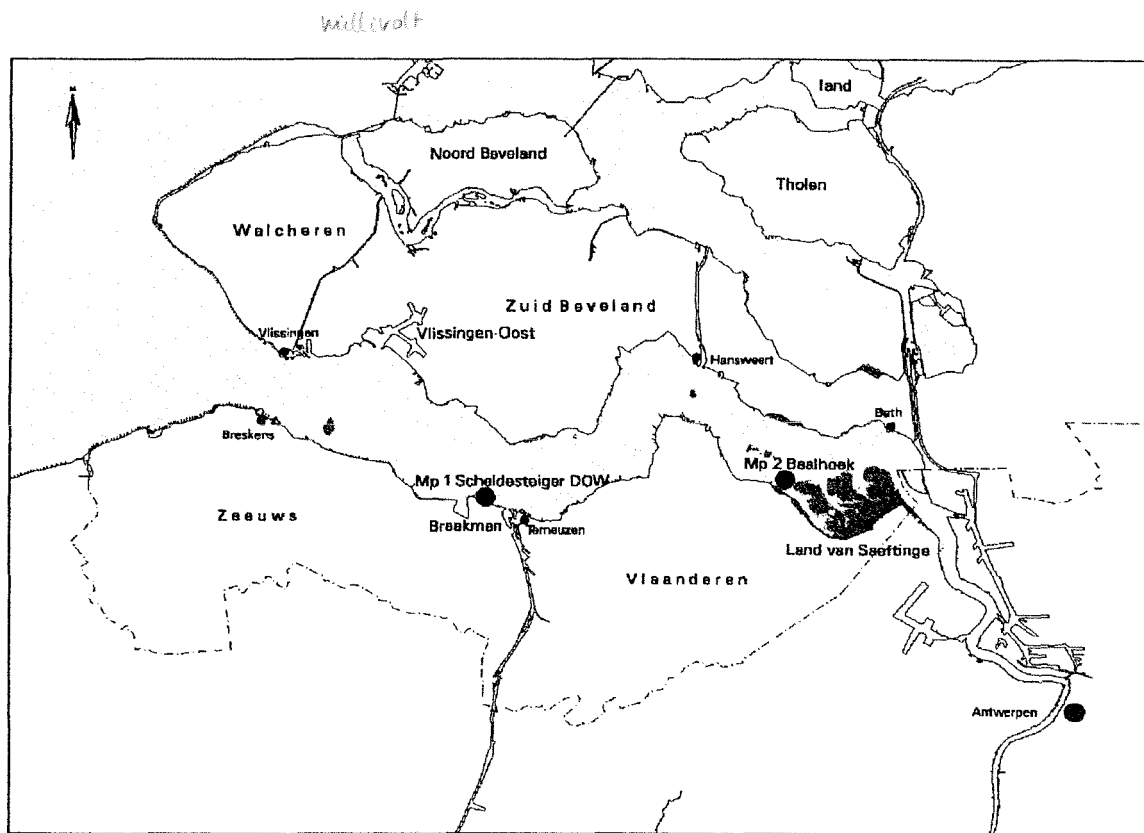
In de periode die beschreven is in dit rapport (oktober - december 1999) is alleen gebruik gemaakt van in-situ troebelheidsmetingen. De andere monitoringstechnieken zullen in een later stadium ingezet worden en zijn in dit rapport nog niet beschreven. Dit is naar verwachting later dan gepland, omdat de boorsnelheid is vertraagd. In november 1999 zijn erosie-sedimentatie plots uitgezet op de intergetijdegebieden. De resultaten hiervan worden meegenomen in de volgende datarapportage. 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 oktober - december 1999 zijn net als de vorige periode op dezelfde manier verwerkt als in de referentie periode.

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 oktober - december 1999 gepresenteerd. In het volgende hoofdstuk worden de resultaten afgezet tegen de referentieperiode vanaf december 1998 en worden de waarnemingen vergeleken met langjarige gemiddelden. Hoofdstuk 5 bevat een overzicht van de havenslibstortingen in de omgeving van Terneuzen en Baalhoek en van de havenslibstortingen. Uit hoofdstuk 6 kan de invloed van de afvoer van de Schelde worden afgelezen. In hoofdstuk 7 staan tenslotte de conclusies en aanbevelingen beschreven.

2. Uitgevoerde metingen

In navolging op de in situ troebelheidsmetingen in de periode juli-september 1999 [ref. 3] en qua methode overeenkomstig de T0 beschrijving [ref. 4] zijn gedurende de periode oktober - december 1999 troebelheidsmetingen uitgevoerd bij de Scheldesteiger DOW (meetpunt 1) en de meetpaal bij Baalhoek (meetpunt 2). 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. 4] bevat uitgebreide achtergrondinformatie over de methodiek hiervan. De gemeten optische troebelheidswaarde in millivolt is omgerekend naar slibgehalte in mg/l. Dit levert op 2 locaties in de Westerschelde een continu beeld van het slibgehalte.



Figuur 1. Overzicht van de locaties waar troebelheid is gemeten. Meetpunt 1 is de Scheldesteiger bij DOW. Meetpunt 2 is de meetpaal bij Baalhoek. In deze figuur zijn tevens de havengebieden aangegeven.

Naast de troebelheid zijn parameters gemeten die nodig zijn om de variatie van het slibgehalte te kunnen verklaren. Dit zijn o.a. waterstand, stroomsnelheid, windsnelheid en chloridegehalte (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. 4]. 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 het slibgehaltes ten gevolge van het dagelijks getij te elimineren. Naast de gemiddelde waarde zijn de minimale- en maximale waarden gedurende de dubbeldaagsgetijperiode aangegeven.

| opm. pag 6

Verder heeft normering van het slibgehalte voor het effect van de wisselende stroomsnelheid plaatsgevonden zoals ook in de TO rapportage is gedaan [ref. 4]. In hoofdstuk 3 zijn deze resultaten gepresenteerd.

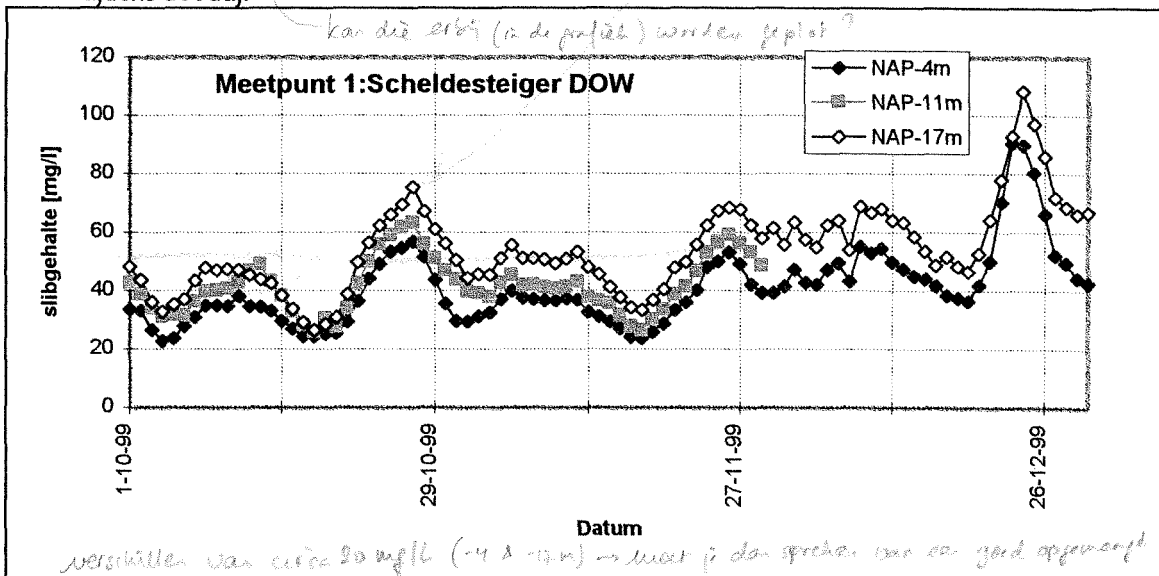
De ruwe gecontroleerde gegevens zijn opgeslagen in de database van RIKZ. Alleen de verwerkte gegevens zijn gepresenteerd in deze rapportage.

3. Resultaten periode oktober - december 1999

De periode oktober - december 1999 valt in het najaar en deels winter, een periode waarin de biologische activiteit in het water sterk afneemt. In deze periode worden de troebelheidssensoren zodoende nauwelijks vervuild door algen en mosselzaad. Dit in tegenstelling tot voorgaande periode. Na de zomerperiode zijn de sensoren en de omgeving hiervan op de meetpalen volledig gereinigd door een duiker. Gedurende de afgelopen periode is één sensor kapot gegaan. De uitgangspunten van de beoordeling van het troebelheidssignaal staan vermeld in de T0 rapportage [ref. 4]. Eénmaal per week schoonmaken en contrôle van de sensoren is nodig gebleken om zeker te zijn van een goede werking van de sensoren. Tijdens de vierwekelijkse ijking van de sensoren wordt ook altijd de meetwaarde in demiwater bepaald. De juiste nulinstelling van de sensor wordt hiermee gecontroleerd. Het meetbereik is bij DOW op 8 december verdubbeld, om uitschieters in het slibsignaal gedurende de winterperiode beter te kunnen bepalen. Bij Baalhoek was hiermee al rekening gehouden. Op 28 oktober 1999 zijn bij Baalhoek nieuwe accu's geplaatst.

Meetpunt 1 Scheldesteiger DOW

Het getijgemiddelde slibgehalte bij DOW heeft enkele dagen uitval in begin oktober en van eind oktober tot begin november. In december is de sensor op het niveau NAP-11m kapot gegaan. (figuur 2). In december geeft dit een hiaat in de meetreeks van DOW. Het slibgehalte van de 3 niveau's varieert tussen 20 en 50 mg/l in oktober tot 40 en ruim 100 mg/l in december. Na oktober is er duidelijk een toename van het slibgehalte zichtbaar. In de 2^e helft van december treedt tijdelijk een extra verhoging in het slibgehalte op. De verschillen tussen de afzonderlijke niveau's bedragen over het algemeen minder dan 10 mg/l. In het verloop is de invloed van de 14 daagse doortij-springtijcyclus te zien. Tijdens springtij zijn de slibgehalten ongeveer 20 mg/l hoger dan tijdens doortij.

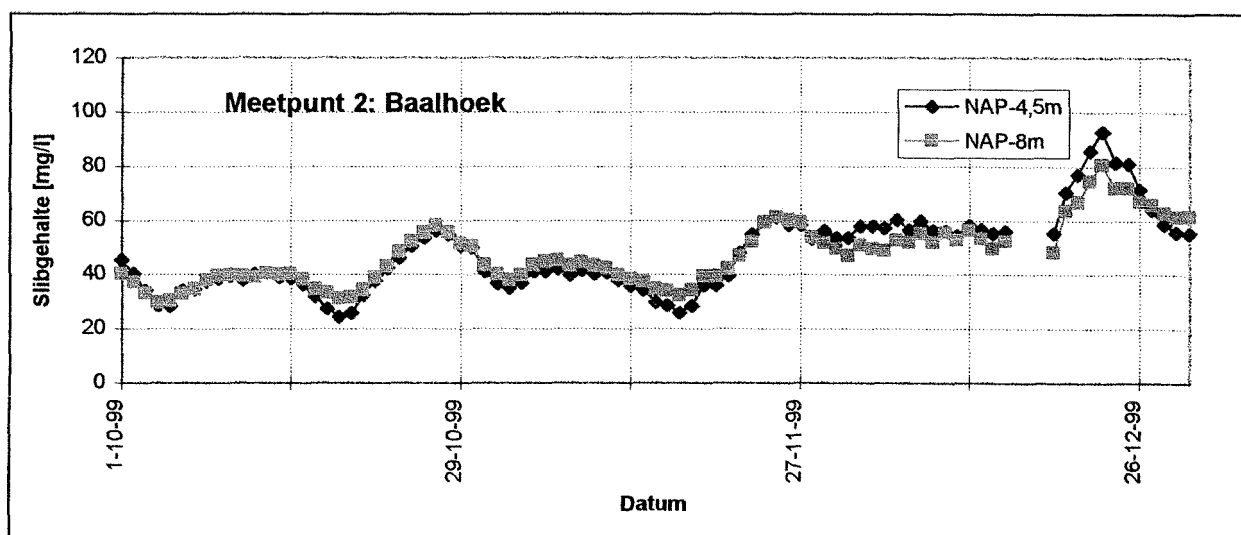


Figuur 2: Verloop dubbeldaags-tijgemiddeld slibgehalte bij DOW op NAP-4m, NAP-11m en NAP-17m, periode oktober - december 1999

Meetpaal bij Baalhoek (meetpunt 2)

Het verloop van het getijgemiddelde slibgehalte bij Baalhoek vertoont een gelijkmatig beeld (figuur 3). De 2^e helft van december zijn er enkele waarden uitval. De gemeten waarden zijn niet reël. Het slibgehalte van de 2 niveau's varieert tussen 30 en 60 mg/l tot december en 40 tot 80 mg/l eind december. 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. Het slibgehalte op het niveau NAP-4,5m is over het algemeen hoger is dan op het niveau NAP-8, in tegenstelling tot de verwachting is dat het slibgehalte op grotere diepte hoger is. De oorzaak hiervan kan komen door de onnauwkeurigheid van de nul instelling van de ijklijn.

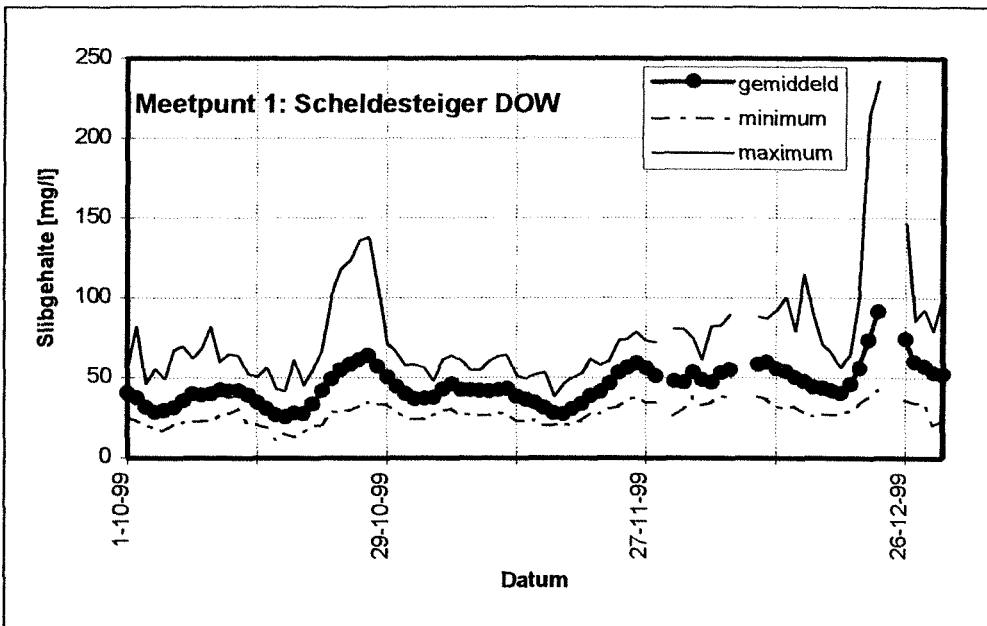
In het verloop is de invloed van de 14 daagse doottij-springtijcyclus te zien. Tijdens springtij zijn net als bij DOW de slibgehalten ongeveer 20 mg/l hoger dan tijdens doottij



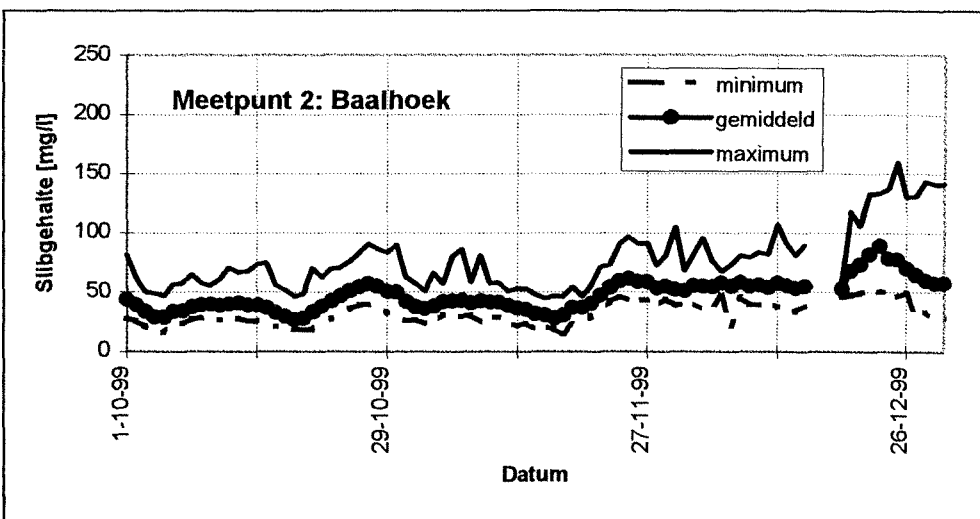
Figuur 3: Verloop dubbeldaags-tijgemiddeld slibgehalte bij Baalhoek op NAP-4,5 en NAP-8m, periode oktober - december 1999

De getijgemiddelde verlopen van DOW en Baalhoek (vergelijk figuur 2 en 3) komen heel goed overeen, dit in tegenstelling tot de T0 situatie waar de gehalten bij Baalhoek wat hoger waren dan bij DOW. De gemeten gehalten komen verder overeen met het algehele globale beeld van de slibgehalten in de Westerschelde. Hiertoe zijn de getijgemiddelde gehalten vergeleken met langjarige slibgemiddelden [ref. 5]. De fluctuaties bij Baalhoek zijn geringer dan bij DOW.

Het verloop op de verschillende niveau's is vervolgens gemiddeld over de waterkolom. Hierbij is rekening gehouden met de verdeling van de meetsensoren over de waterkolom [ref. 4]. De gemiddelde waarde bij DOW in december is gebaseerd op 2 sensoren. De dieptegemiddelde minimale en maximale waarden tijdens het verloop van het dubbeldaags getij zijn eveneens weergegeven (figuur 4 en 5).



Figuur 4: Verloop van het dubbel-daags-tijgemiddelde slibgehalte bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode oktober - december 1999. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven.



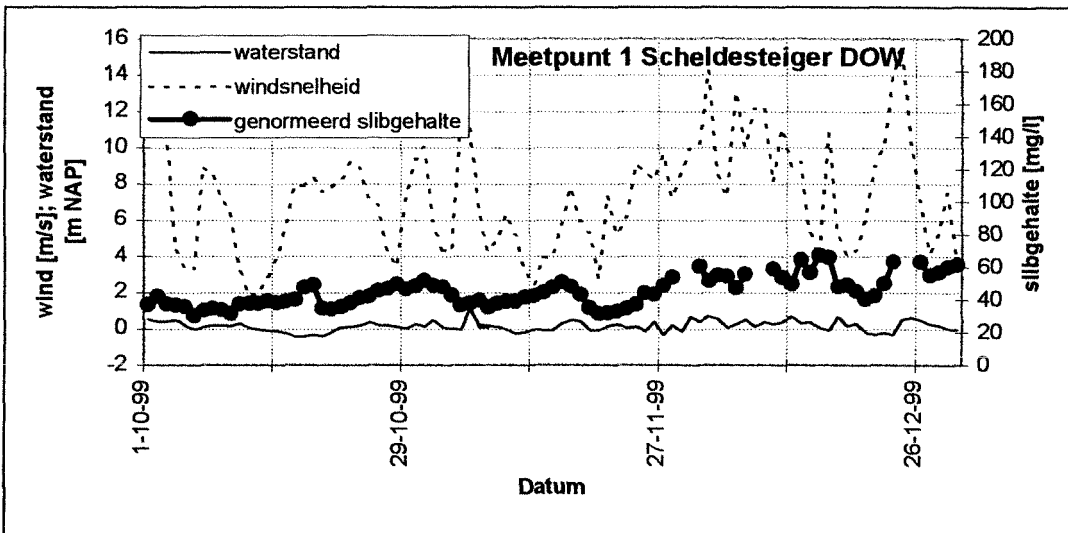
Figuur 5: Verloop van het dubbel-daags-tijgemiddelde slibgehalte bij Baalhoek, gemiddeld over de waterkolom, periode oktober - december 1999. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven

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.

Opvallend is dat de maximale waarden beter de gemiddelde lijn volgen dan in de periode juli - september [Ref. 3]

Het slibgehalte wordt behalve door het getij beïnvloed door factoren als windsnelheid, seizoen, stroomsnelheid en slibstortingen. In de T0 rapportage [ref. 4] is dit uitgebreid beschreven. Om ook de invloed van de stroomsnelheid te elimineren is het gemeten slibgehalte analoog in ref. 4 genormeerd. Uit het genormeerde slibgehalte kunnen duidelijke afwijkingen door bijvoorbeeld slibstortingen geconstateerd worden (Figuur 6 en 7). Omdat eventuele pieken in het slibgehalte ook door hoge windsnelheden veroorzaakt kunnen zijn is in deze figuren 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. De invloed hiervan op het slibgehalte varieert dus.

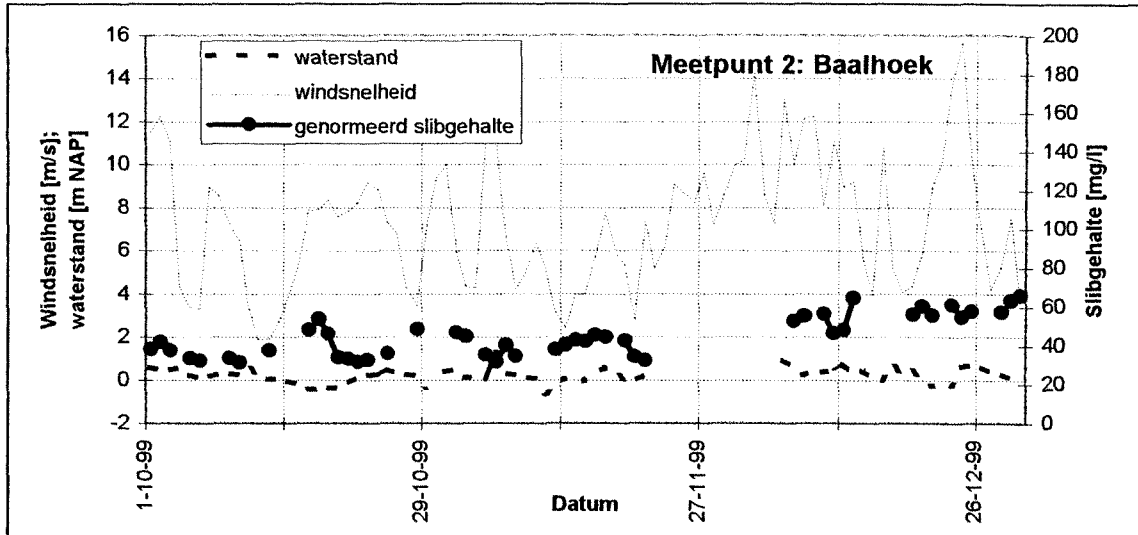
*ook hier: ???
logica redenering
onduidelijk*



Figuur 6: Genormeerd slibgehalte van meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, waterstand bij Terneuzen en windsnelheid bij Hansweert periode oktober - december 1999.

De in figuur 4 geconstateerde pieken in het slibgehalte in oktober en december zijn niet terug te vinden in het genormeerde slibsignaal, wat betekent dat hoge stroomsnelheden hiervan de oorzaak waren.

*???
logica volgt me*



Figuur 7: Genormeerd slibgehalte van meetpunt 2 Baalhoek, waterstand en windsnelheid bij Hansweert periode oktober - december 1999.

De hiaten in figuur 7 zijn een gevolg van de uitval van de waterstandsregistratie van de meetpaal bij Baalhoek. Uit figuur 6 en 7 is te zien dat het genormeerde verloop van het slibgehalte weinig varieert. Wel is hierin de toename van het slibgehalte naar de winter duidelijk te zien. De variaties zijn voor een groot deel van de orde van de systematische onnauwkeurigheden van 10 mg/l. Zowel bij DOW als Baalhoek zijn geen opvallende pieken te zien. De wind is duidelijk hoger dan in de zomerperiode en heeft door erosie mede gezorgd hebben voor de geleidelijke toename van het slibgehalte.

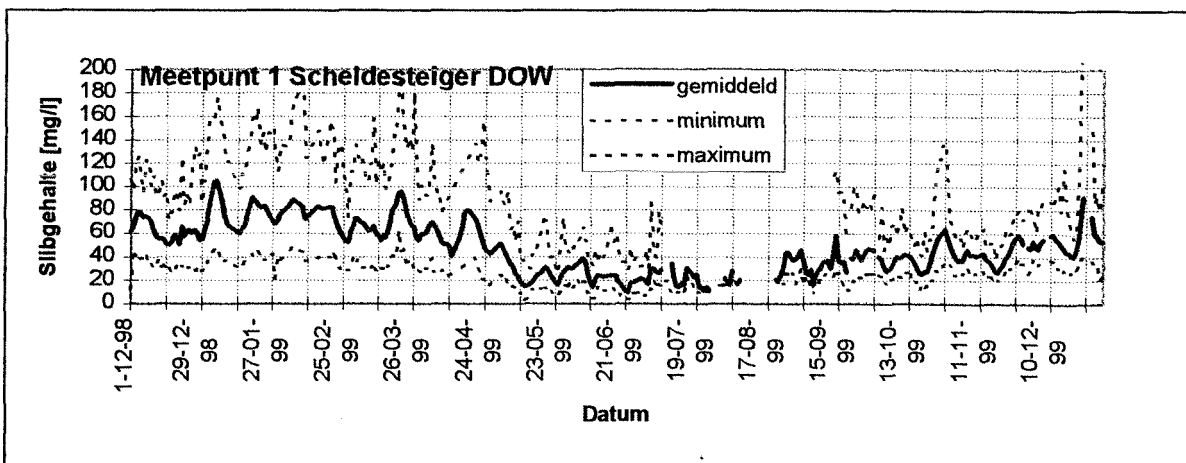
Waar kan ik zien hoe hard de wind zomers woeit?

4. Meetresultaten vanaf december 1998

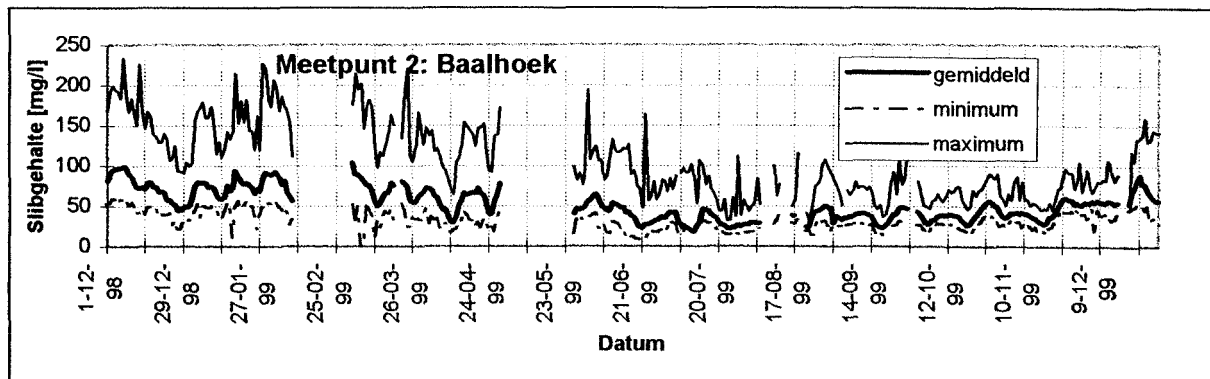
Om te kunnen zien hoe de periode oktober - december 1999 zich verhoudt tot eerdere metingen zijn in dit hoofdstuk de metingen vanaf december 1998 aangevuld met de periode oktober - december 1999. Verder is nagegaan in hoeverre de resultaten van het 4^e kwartaal binnen het algemene beeld van eerdere slibmetingen vallen [ref. 5 en 6].

TO meting [ref. 4]

De dubbeldaagsgetijgemiddelde slibgehalten op de verschillende niveau's gedurende de TO meting en de periode juli - september zijn aangevuld met de resultaten van de periode oktober - december 1999 voor meetpunt 1 en 2 (Bijlage 2). In figuur 8 en 9 zijn de waarden van de verschillende niveau's gemiddeld over de totale waterkolom weergegeven. Tevens zijn de minimale- en maximale waarden gedurende het dubbeldaags getij weergegeven. De slibgehalten gedurende de periode oktober - december vertonen een duidelijke stijging t.o.v. de zomerperiode. Dit geldt zowel bij meetpunt 1 DOW als bij meetpunt 2 Baalhoek. Dit komt door de afname van de biologische activiteit naar de winter toe, waardoor het slib gemakkelijk erodeert en suspendeert. Bovendien is de wind sterker, waardoor extra slib wordt opgewoeld en voert de Schelde meer slib aan. De TO rapportage gaat hier uitgebreid op in.



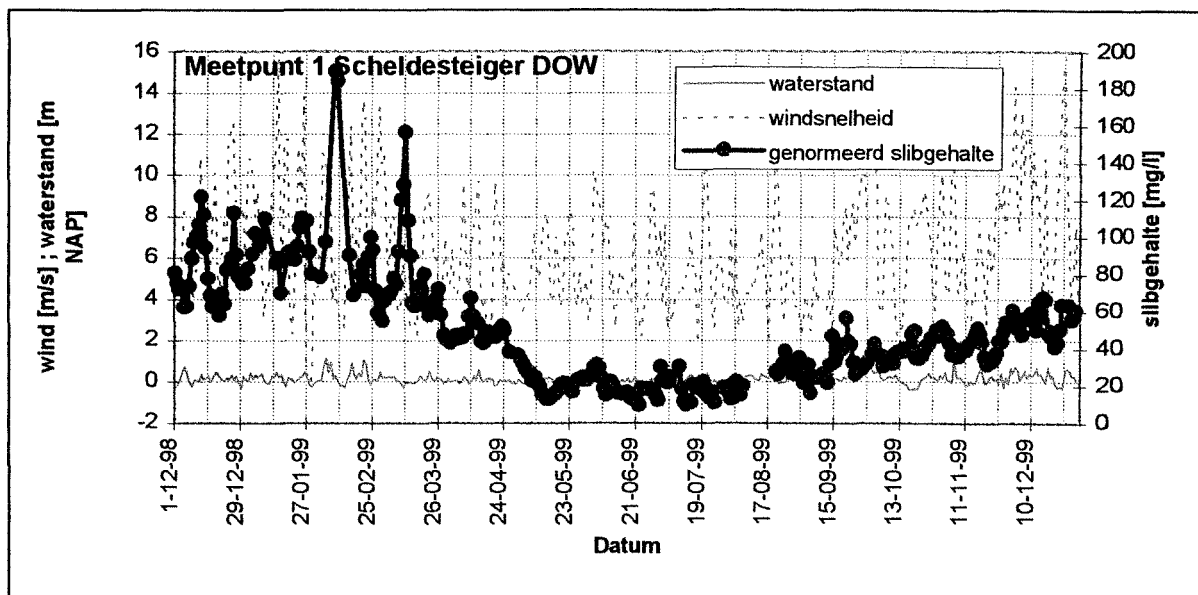
Figuur 8: Verloop van het dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode december 1998 - december 1999. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven



Figuur 9: Verloop van het dubbel-dagelijks-tijgemiddelde slibgehalte bij Baalhoek gemiddeld over de waterkolom, periode december 1998 - december 1999. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven.

De verlopen van de gemiddelde lijn, de minimale waarde en de maximale waarde van het slibgehalte vertonen tendens in algemene zin. De fluctuaties zijn verschillend. De minimale lijn verloopt vrij stabiel, terwijl de maximale lijn sterk wisselend is.

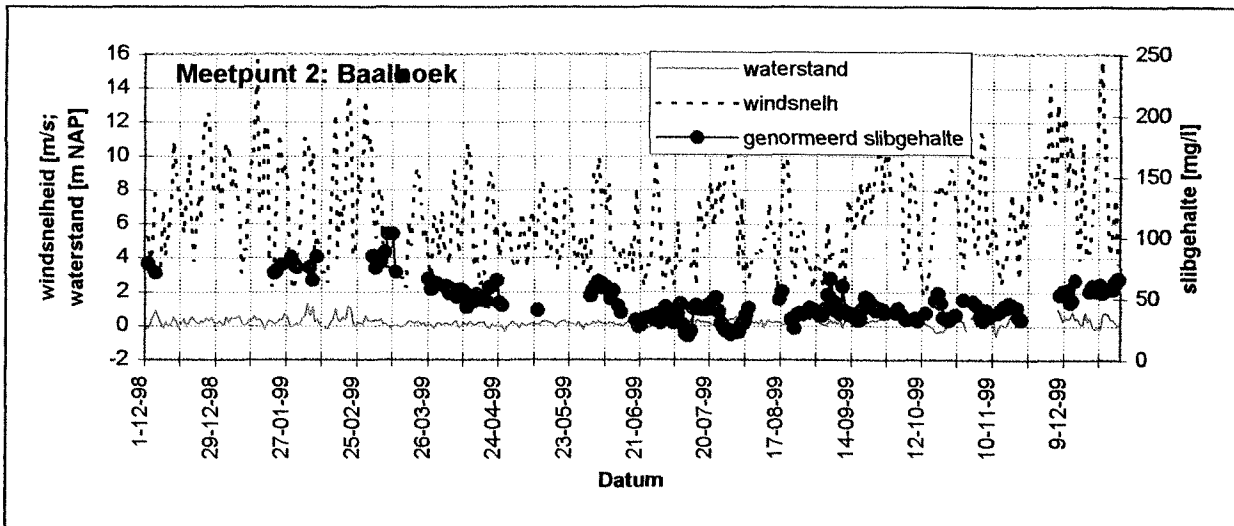
Het slibgehalte bevat na middeling voor het dagelijks getij andere effecten. Het gemeten slibgehalte is analoog in ref. 4 genormeerd voor de invloed van de variatie van de getijstroom gedurende het jaar. Het genormeerde gehalte gedurende de T0 meting is aangevuld met het 4^e kwartaal van 1999. Analoog aan hoofdstuk 3 zijn de verlopen van de windsnelheid en waterstand aangegeven in figuur 10 en 11.



Figuur 10: Genormeed slibgehalte van meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, waterstand bij Terneuzen en windsnelheid bij Hansweert periode december 1998 - december 1999.

Het genormeerde verloop van het slibgehalte vertoont enkele opvallende pieken in februari en maart. Uit ref. 4 blijkt dat deze pieken waarschijnlijk veroorzaakt zijn door de havenslibstorting van de Braakman en een hoge Schelde-afvoer. Vanaf de zomerperiode zijn dergelijke opvallende effecten niet zichtbaar. Juist in deze periode

zou door het lage natuurlijke slibgehalte het effect van slibstortingen goed zichtbaar moeten zijn. Door de grote uitval in de periode juli - september is mogelijk dat de effecten van de slibstortingen niet zichtbaar zijn. In de periode oktober - december is echter nauwelijks uitval geweest, maar zijn ook geen pieken zichtbaar.



Figuur 11: Genormeerd slibgehalte van meetpunt 2 Baalhoek, waterstand en windsnelheid bij Hansweert periode december 1998 - december 1999.

Metingen in periode 1970-1990 en 1993-1994 [ref. 5 en 6]

De resultaten van het 4^e kwartaal komen goed overeen met het slibgehalte van vorige jaren, figuur 12. Deze figuur geeft het verloop van het slibgehalte in het "oppervlakte" water en is zodoende vergelijkbaar met de resultaten van de bovenste sensoren. Na de daling naar een ondergrens medio juni is er vanaf september tot december een duidelijke stijging ook zichtbaar in de gemeten periode. De lijn met blokjes is vergeleken met de gemiddelde lijn van figuur 4 en 5.

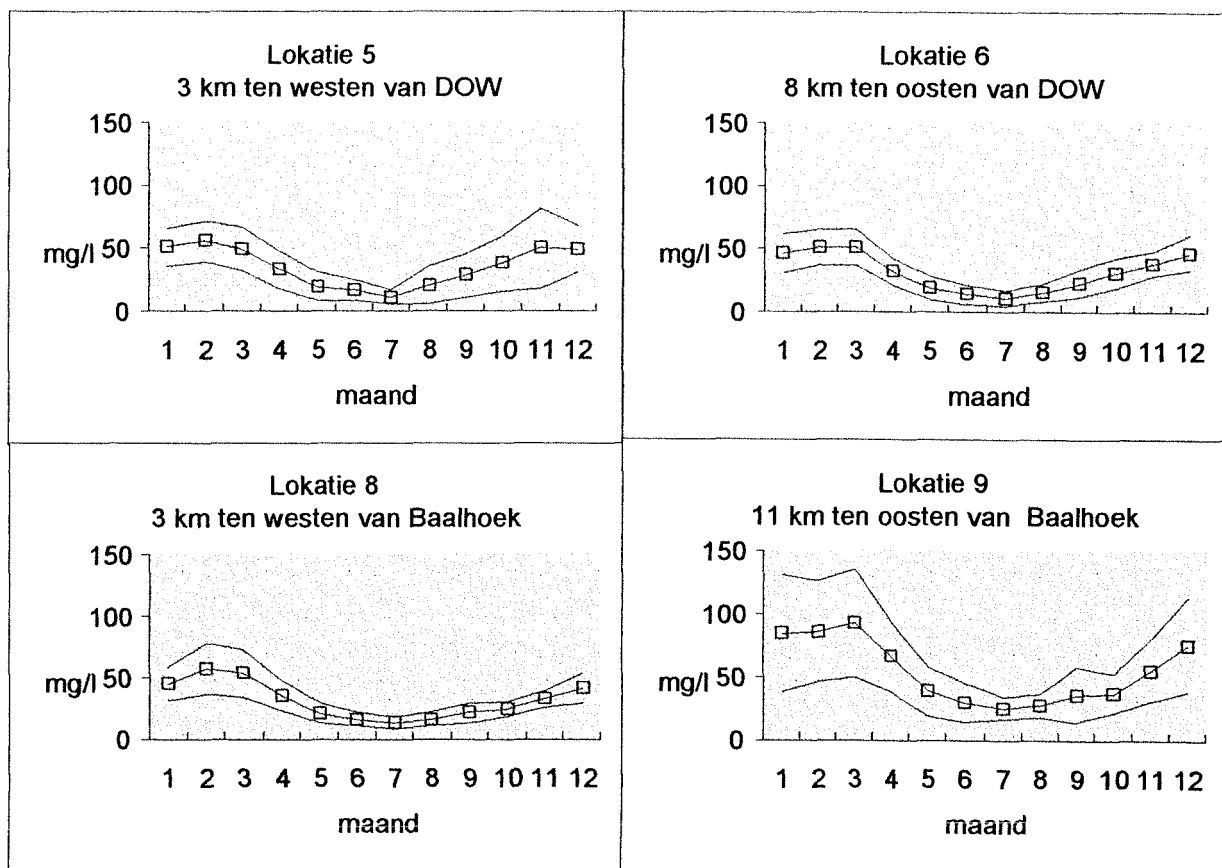
De gemiddelde waarden in de maanden september tot december zijn weer gegeven in tabel 1.

| | September | Oktober | November | December |
|-----------|-----------|---------|----------|----------|
| Locatie 5 | 41 | 47 | 54 | 54 |
| Locatie 6 | 42 | 40 | 49 | 60 |
| Locatie 8 | 35 | 31 | 41 | 52 |
| Locatie 9 | 53 | 46 | 69 | 94 |

Tabel 1: gemiddelde slibconcentratie in mg/l volgens figuur 12.

Omdat figuur 12 het slibgehalte van oppervlaktewater weergeeft, zullen de waarden op het bovenste meetniveau in de waterkolom (NAP-4,5m bij DOW en NAP-4m bij Baalhoek) wat hoger zijn.

De gemiddelde waarde van het bovenste niveau in de waterkolom gedurende de periode oktober - december 1999 van DOW en Baalhoek bedragen 30 tot 60 mg/l en vallen redelijk binnen de omhullende lijnen van de oude metingen (figuur 12). Voor de TO meting en de periode vanaf juli - december kon dezelfde conclusie worden getrokken.



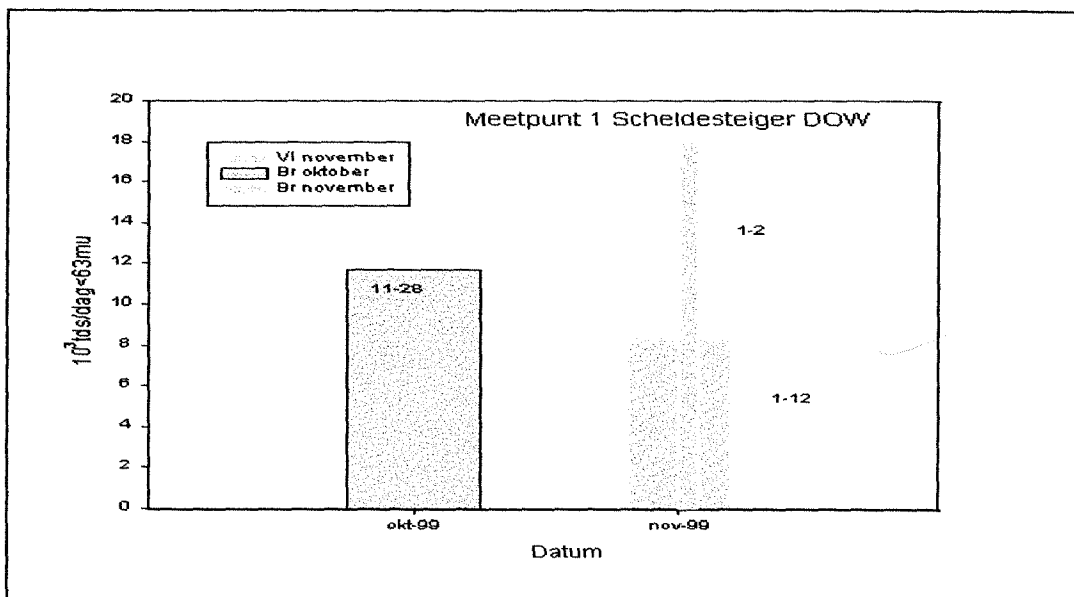
Figuur 12: Langjarige gemiddelden [ref. 3/4]. Locatie 5 en 6 betreft DOW; locatie 8 en 9 betreft Baalhoek. De lijn met blokjes is de maand gemiddelde waarde; de omhullende lijnen is de 2σ standaardafwijking van alle waarnemingen in de betreffende maand.

In november 1993 zijn tijdens laagwaterkenteringspringtij, laagwaterkenteringsdoodtij en maximumstroomspringtij scanmetingen uitgevoerd. De meting betreft eveneens het "oppervlakte" water. In zowel omgeving van DOW als Baalhoek is ca. 40 mg/l gemeten. Deze waarden is van dezelfde orde van grootte als gemiddeld in de meetperiode is gevonden.

5. Slibstortingen in de omgeving van de Westerschelde tunnel

Havenslibstortingen in de omgeving kunnen het gemeten slibgehalte sterk beïnvloeden. Het gemeten slibgehalte wordt beïnvloed door slibstortingen, die in de omgeving van de meetpalen plaatsvinden. In verband met de verspreiding van slib door de getijstroom is als omgeving van de meetpalen een afstand van 10 km (zgn. getijwegafstand) oostelijk en westelijk aangehouden. Gezien de grootte van het gebied kunnen alleen omvangrijke slibstortingen zichtbaar zijn. In aanmerking hiervoor komen de havens van Terneuzen en de Braakman voor meetpunt 1 bij DOW (figuur 1). Haven Vlissingen-Oost ligt op de rand van het getijgebied. In de omgeving van meetpunt 2 bij Baalhoek liggen veelal wat kleinere (getij) havens. Deze zijn in figuur 1 niet aangegeven. De storthoeveelheden hiervan zijn een orde kleiner dan de havens rond meetpunt 1. De invloed van havenstortingen is daarom waarschijnlijk alleen bij DOW zichtbaar. De aandacht gaat daarom in eerste instantie uit naar meetpunt 1 bij DOW. Het havenslib uit de havens van Terneuzen is langs de noordzijde van het Pas van Terneuzen buiten de tonnenlijn, direct oostelijk van de havenmond gestort. Het havenslib uit de Braakmanhaven is eveneens langs de noordzijde van het Pas van Terneuzen buiten de tonnenlijn gestort, maar dan oostelijk van de Braakmanhaven. De stortingen op deze locaties zijn niet tijgebonden.

De storthoeveelheden zijn verkregen van de Dienstkringen van Rijkswaterstaat in kubieke meters gedurende de baggerperiode. De hoeveelheden zijn omgerekend naar tonnen droge stof slib per dag (tds/dag). Hierbij is uitgegaan van de analyses van bodemonsters van deze havens, waaruit bleek dat ca. 60% kleiner is dan $63 \mu\text{m}$. De droge dichtheid is gesteld op 0,8 [ref. 7]. De omrekeningsfactor is zodoende bepaald op 60% van 0,8, wat overeenkomt met 0,5. Verder zijn de totalen gemiddeld over het aantal werkdagen van de baggerperiode (figuur 12).



*zandstortingen
profie
VI = Vlissingen
Br = Braakman
november*

Figuur 13: Havenslib-stortingen omgeving meetpunt 1 Scheldesteiger DOW. De breedte van de kolommen geeft de lengte van stortperiode weer.

Uit de Braakmanhaven en de haven Vlissingen-Oost van Terneuzen is slib gestort gedurende de periode oktober-december 1999. Behalve van 1-12 november hebben

ook in de periode 15-24 december hebben slibstortingen uit de haven Vlissingen-Oost plaatsgevonden. De gegevens hiervan zijn nog niet bekend en konden zodoende niet in figuur 13 worden aangegeven. De effecten van de stortingen zijn niet zichtbaar in het genormeerde signaal. Omdat bij de vorige rapportage [Ref. 3] hetzelfde is geconcludeerd is een gedetailleerde analyse nodig om de slibstortingen uit het signaal te kunnen aflezen. Dit is mogelijk door de momentane slibstortingen te vergelijken met het gemeten slibsignaal gedurende de getijcyclus.

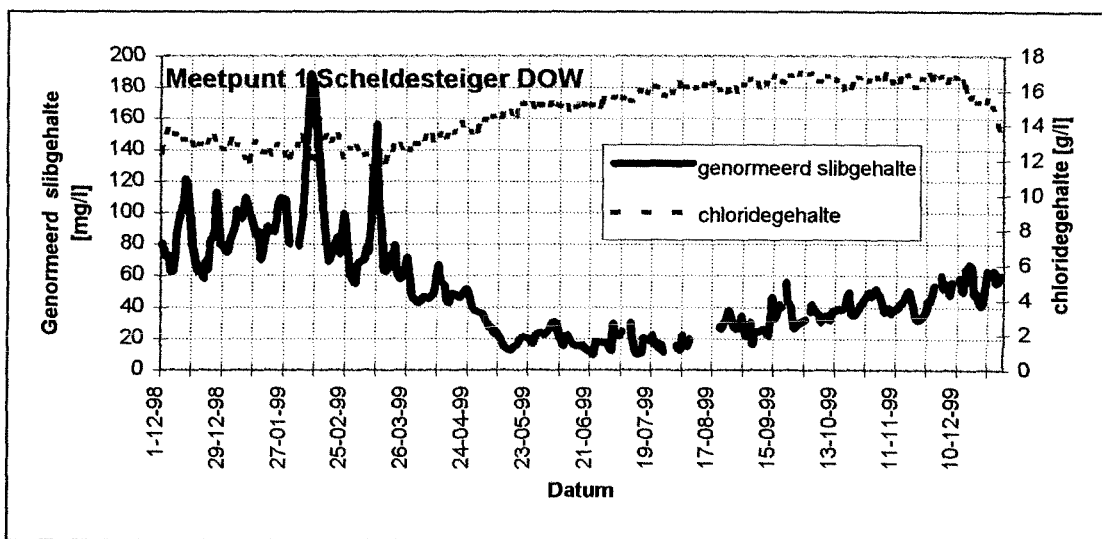
Boorslib

Vanaf 12 november is boorspecie via de pijpleiding verspreid. De uitmonding van de pijp bevindt zich ongeveer 200 m oostwaarts van meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, op een diepte van NAP-5m. T/m december 1999 is in totaal 12000 m³ onverdunde slurry via de pijp verspreid. Dit komt overeen met enkele duizenden tonnen droge stof. Deze hoeveelheid is verwaarloosbaar bij de stortingen van de havens. Daarnaast is 70000 m³ kleibrokken gestort op in de MER aangewezen stortlocaties.

6. Overige factoren die het slibgehalte beïnvloeden

Het slibgehalte is behalve de getijstroom en slibstortingen afhankelijk van het seizoen, de windsnelheid en de Schelde-afvoer. In de vorige hoofdstukken zijn de meeste parameters gepresenteerd. Het effect van de Schelde-afvoer komt in dit hoofdstuk aan de orde. De gegevens Schelde-afvoer over 1999 zijn echter nog niet bekend. Het chloridegehalte is een maat voor de Schelde-afvoer. Daarom wordt het chloridegehalte gebruikt als referentie voor de Schelde-afvoer. Bij een hoge afvoer is er een laag chloridegehalte. Veel slib wordt dan aangevoerd met de rivier. Dus bij een hoog chloridegehalte wordt weinig slib uit de Schelde aangevoerd.

In figuur 14 is zowel het verloop van het genormeerde slibgehalte als het chloridegehalte gepresenteerd. Uit de figuur volgt dat bij hoge chloride gehalten (dus lage afvoer) de slibconcentraties in het water laag zijn. Het chloridegehalte vertoont evenals het gemeten slibgehalte een duidelijk seizoensverloop. Opvallend is de piek in het slibgehalte in maart, die samenvalt met het lage chloridegehalte.



Figuur 14: Genormeed slibgehalte bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, chloridegehalte bij Hoofdplaat bij Terneuzen vanaf 1 december 1998.

7. Conclusies en aanbevelingen

1. In de periode oktober-december 1999 is nauwelijks uitval geweest in de metingen. Eén sensor is een halve maand uitgevallen.
2. Het verloop van de slibgehalten, over de gerapporteerde periode, is een periode waarin het slibgehalte zich stabiel gedraagt. In deze periode neemt het gehalte toe. De verschillen in slibgehalte tussen de verschillende meetdiepten zijn gering.
3. De meetresultaten zijn vergelijkbaar met waarden, die normaal gesproken in deze periode optreden.
4. De havenslibstortingen van Vlissingen en Braakman zijn niet zichtbaar op het slibsignaal. De Rijkshavens van Terneuzen zijn in deze periode niet gebaggerd.

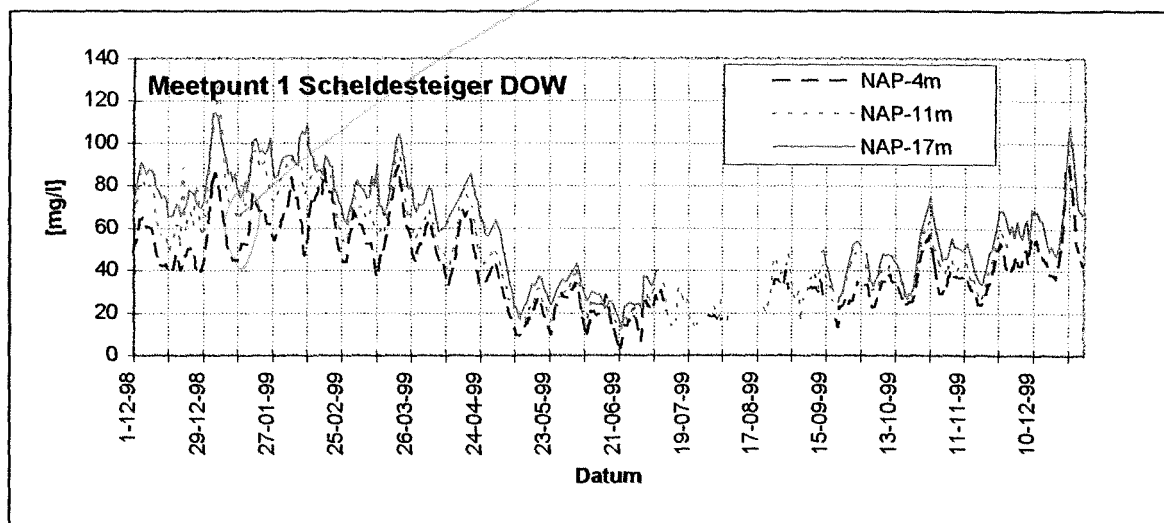
Gebruikte literatuur

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., 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.
5. Maldegem D.v., C.Storm, 1990.
Verloop slibconcentratie Schelde-estuarium in relatie tot de baggerwerken. Directie Zeeland. Werkdocument NWL 90.53.
6. Maldegem D.v., 1995.
Slibscanningen Schelde-estuarium in 1993 en 1994. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Werkdocument RIKZ/AB-95.820x.
7. Mulder.H., 1995.
De droge dichtheid als functie van het slibgehalte t.b.v. een sedimentbalans.
Rijksinstituut voor Kust en Zee. Werkdocument RIKZ/OS-95.614x.

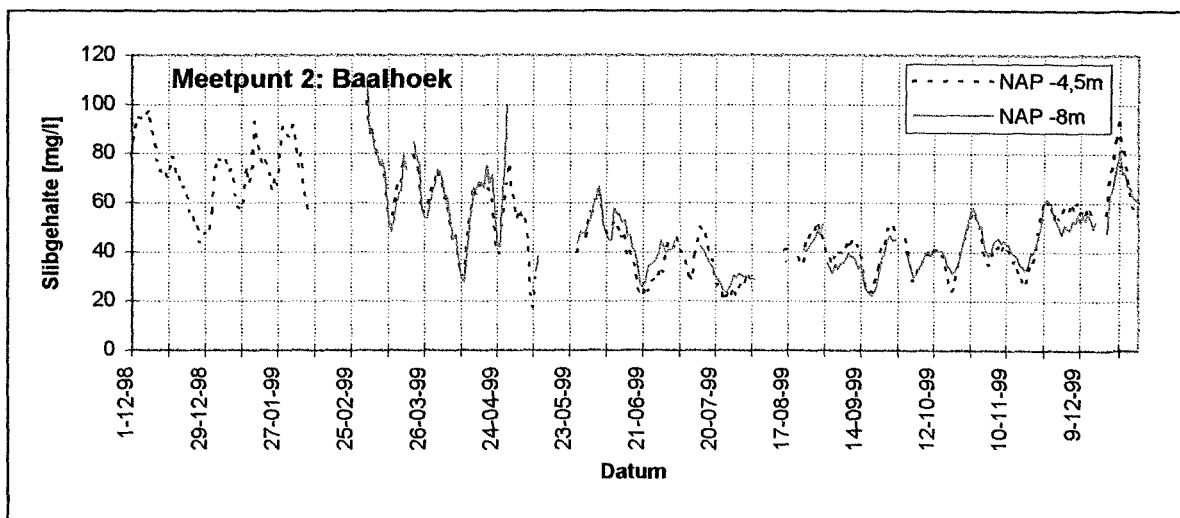
Bijlage 1: Overzicht van de meetpunten en de gemeten parameters [ref. 2].

| 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 NAP -11m NAP -17m | 10 min 10 min 10 min |
| | fluorescentie [$\mu\text{g/l}$] | NAP -11m | 10 min |
| | waterstand [m NAP] | | |
| | stroomsnelheid [cm/s] (niet continu) | NAP -4m NAP -11m NAP -17m | 10 min 10 min 10 min |
| | stroomrichting [Graden] (niet continu) | NAP -4m NAP -11m NAP -17m | 10 min 10 min 10 min |
| | Baalhoek (meetpunt 2) | troebelheid (MEX TXPRO) | NAP-4,5m NAP -8m |
| RD Coördinaten meetpaal X= 65541 Y= 376000 Z= NAP -9.5 m RD Coördinaten ADCP: X= 65526 Y= 376011 Z=NAP-14 m | waterstand [m NAP] | | |
| | stroomsnelheid [cm/s] (niet continu) | NAP-4,5m NAP - 8m | 10 min 10 min |
| | stroomrichting [Graden] (niet continu) | NAP-4,5m NAP - 8m | 10 min 10 min |
| | Verkeerspost Hansweert (meetpunt HANS) RD Coördinaten X= 58390 Y= 384990 | Windsnelheid [m/s] Windrichting [Degrees] | \pm NAP +14 m |
| Hoofdplaat (meetpunt westelijk van DOW) | chloridegehalte watertemperatuur | NAP-1m NAP-7m | 10 min 10 min |

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



Verloop van het dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW op NAP-4m, NAP-11m en NAP-17m, periode december 1998 - september 1999.



Verloop van het dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij meetpunt 2 Baalhoek op NAP-4,5m en NAP-8m, periode december 1998 - september 1999.