

Project boorspecie

**Monitoring verspreiding boorslib in de
Westerschelde**

periode juli-september 1999

- Datarapportage -

december 1999

Werkdocument RIKZ/AB-99.852x

**Monitoring verspreiding
boorslib in de Westerschelde
periode juli-september 1999**

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:

Gerard Spronk
Jan Theune
Gillis Wattel
Meetdienst Zeeland

Opdrachtgever:

Kombinatie Middelpaalt Westerschelde

Inhoud

Colofon

1. Inleiding.....	3
2. Uitgevoerde metingen	4
3. Resultaten periode juli-september 1999	6
4. Meetresultaten vanaf december 1998.....	11
5. Slibstortingen in de omgeving van de Westerschelde-tunnel	16
6. Overige factoren, die de slibconcentratie beïnvloeden	17
7. Conclusies en aanbevelingen.....	18
Gebruikte literatuur	19
Bijlage 1: Overzicht van de meetpunten en gemeten parameters.....	20
Bijlage 2: Getijgemiddelde slibgehalte vanaf december 1998 van DOW en Baalhoek	21

Overzicht figuren

Resultaten periode juli-september 1999

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

Meetresultaten vanaf december 1998

- Figuur 8: Verloop van het dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij DOW, gemiddeld over de waterkolom, periode december 1998 - september 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 - september 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 - september 1999.
- Figuur 11: Genormeerd slibgehalte van meetpunt 2 Baalhoek, waterstand en windsnelheid bij Hansweert, periode december 1998 - september 1999.
- Figuur 12: Langjarig slibgemiddelde (referentie). 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) zal, indien niet hergebruikt, verspreid worden 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 zal door middel van een pijpleiding en schepen in de Westerschelde verspreid worden. Hiervoor 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. 6]. 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.

Verrichte metingen

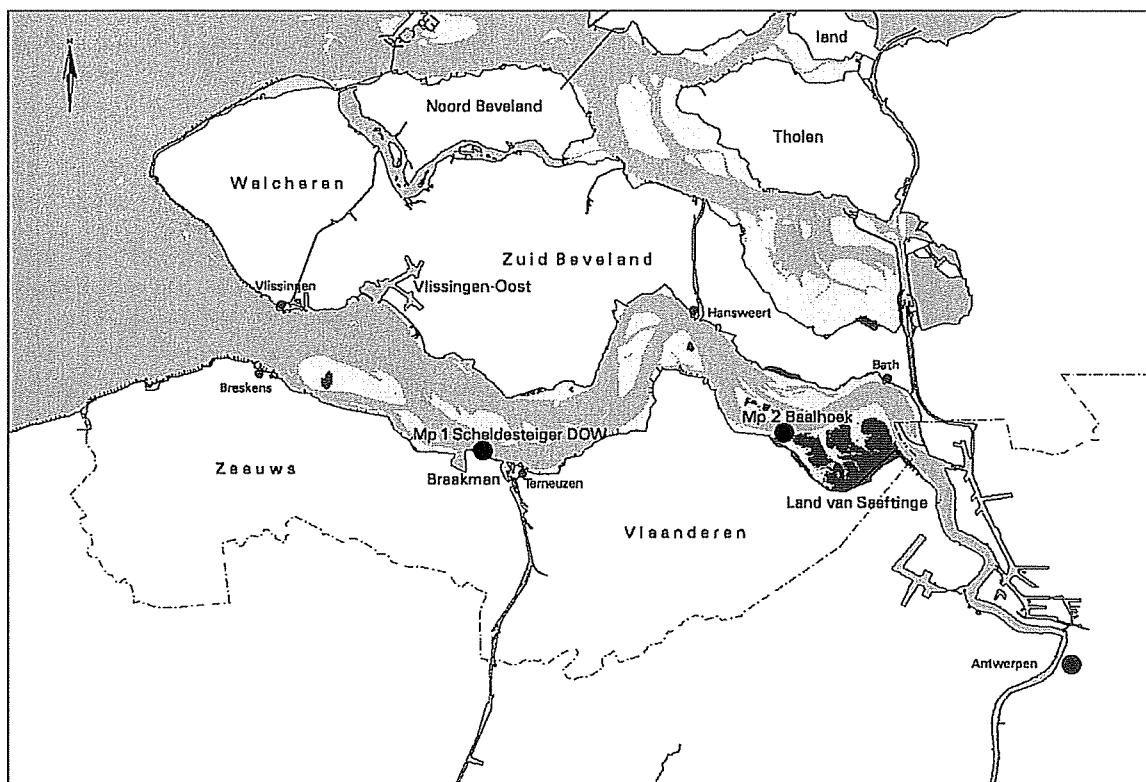
In de periode die beschreven is in dit rapport (juli - september 1999) is alleen gebruik gemaakt van in-situ troebelheidsmetingen. De andere monitoringstechnieken zullen in een later stadium ingezet worden en zijn in dit rapport nog niet beschreven. De in-situ troebelheidsmetingen zijn in december 1998 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 juli - september 1999 zijn 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 juli - september 1999 gepresenteerd. In het volgende hoofdstuk worden de resultaten afgezet tegen de resultaten van de referentie periode en worden de waarnemingen vergeleken met langjarige gemiddelden. Hoofdstuk 5 bevat een overzicht van de slibstortingen in de omgeving van Terneuzen en Baalhoek. Aangezien nog geen verspreiding van het boorslib heeft plaatsgevonden zijn alleen havenslibstortingen gerapporteerd. 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 het kader van de T0 beschrijving [ref.2] zijn gedurende de periode juli - september 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. 2] bevat uitgebreide achtergrondinformatie over de methodiek hiervan. De gemeten optische troebelheidswaarde in mv 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 tijdens de T0 metingen [ref.2]. De gemeten waarden zijn na te zijn gecontroleerd, gemiddeld over de diepte en vervolgens het dubbeldagse 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.

Verder heeft normering van het slibgehalte voor het effect van de wisselende stroomsnelheid plaatsgevonden zoals ook in de T0 rapportage is gedaan [ref.2]. In hoofdstuk 3 zijn deze resultaten gepresenteerd.

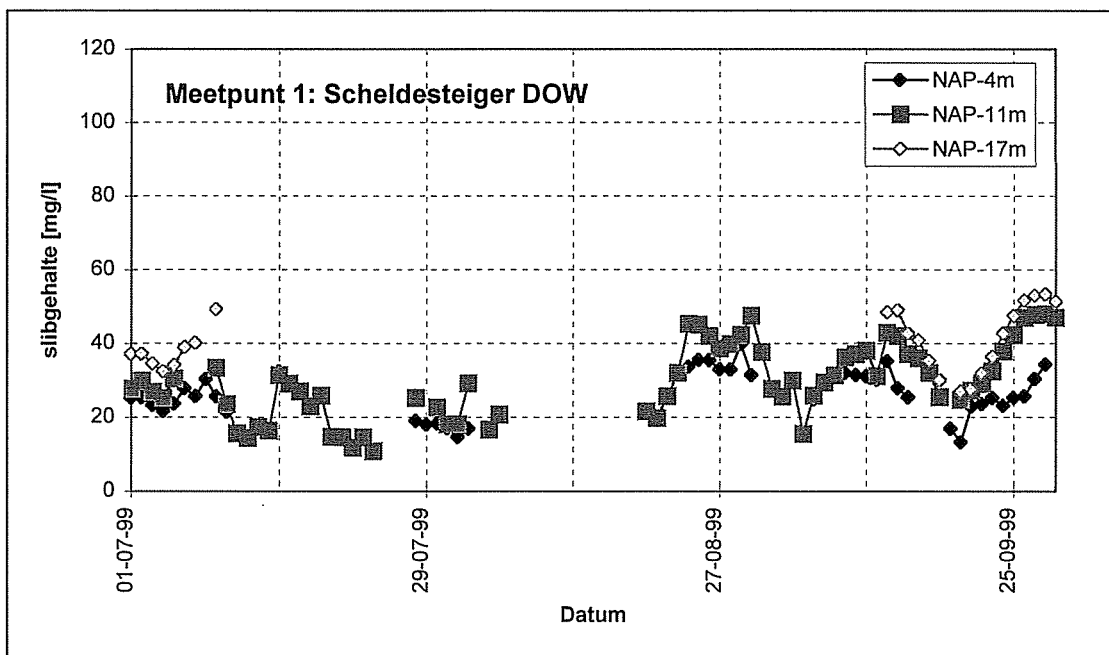
De ruwe gecontroleerde gegevens zijn opgeslagen in de database van RIKZ. Alleen de verwerkte gegevens zijn gepresenteerd in deze rapportage.

3. Resultaten periode juli - september 1999

De periode juli - september 1999 valt in de zomerperiode, een periode waarin sprake is van een verhoogde biologische activiteit in het water. Dit veroorzaakt sterke aangroei en vervuiling van de optische troebelheidssensoren door zeepokken, mosselzaad en algenslierten. Verder hebben krabben en kleine visjes af en toe voor verstopping gezorgd. Een deel van de metingen is daardoor niet bruikbaar, waardoor grote hiaten in de meetreeks aanwezig zijn. De uitgangspunten van de beoordeling van het troebelheidssignaal staan vermeld in de T0 rapportage [ref. 2]. Eénmaal per week schoonmaken van de sensoren gedurende de zomerperiode is onvoldoende gebleken. Dit is een punt van aandacht voor de metingen in 2000. De meetpalen zijn na de zomerperiode volledig gereinigd door een duiker. Naast aangroei van materiaal is ook een enkele keer uitval geweest vanwege problemen met de elektrische voeding.

Meetpunt 1 Scheldesteiger DOW

Het getijgemiddelde slibgehalte bij DOW vertoont veel uitval in augustus (figuur 2). Het niveau NAP-17m heeft de meeste uitval, omdat de sensor op dit niveau lastig te reinigen is. Het slibgehalte van de 3 niveau's varieert tussen 10 mg/l en ruim 50 mg/l. 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 doottij-springtijcyclus te zien. Dit geldt met name voor de 2^e helft van het kwartaal. Tijdens springtij zijn de slibgehalten ongeveer 20 mg/l hoger dan tijdens doottij.



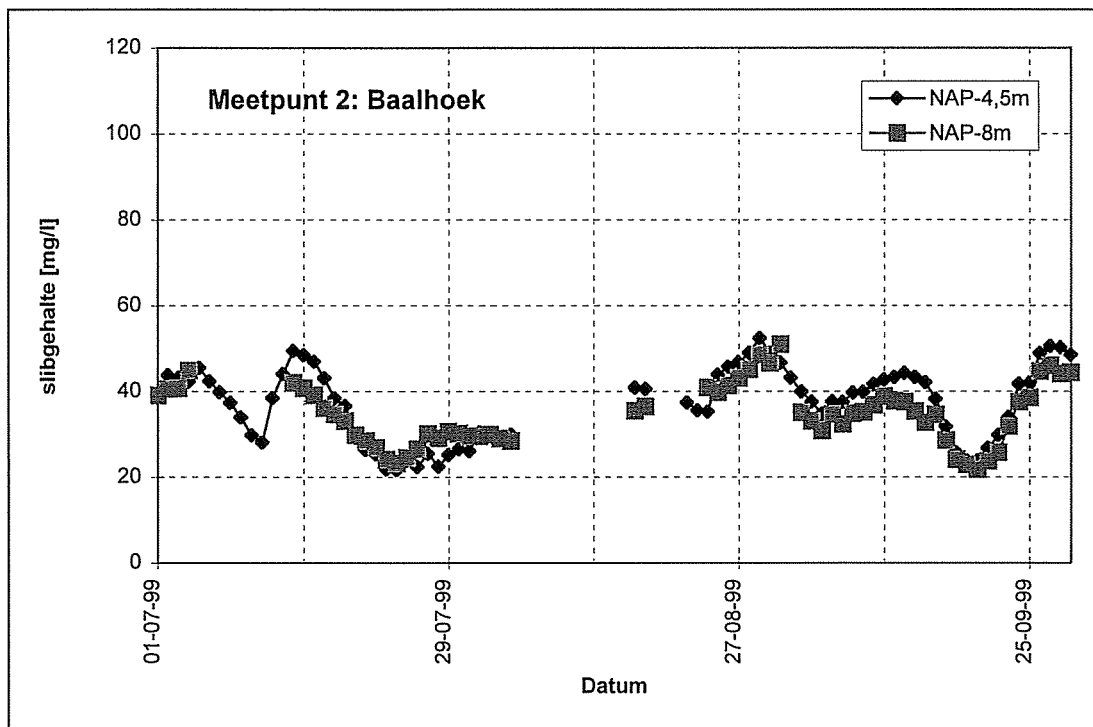
Figuur 2: Verloop dubbeldags-tijgemiddeld slibgehalte bij DOW op NAP-4m, NAP-11m en NAP-17m, periode juli - september 1999

Meetpaal bij Baalhoek (meetpunt 2)

Het verloop van het getijgemiddelde slibgehalte bij Baalhoek vertoont eveneens veel uitval gedurende de 1^e helft van augustus (figuur 3). Het slibgehalte van de 2 niveau's

varieert tussen 20 en ruim 50 mg/l. 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. 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.

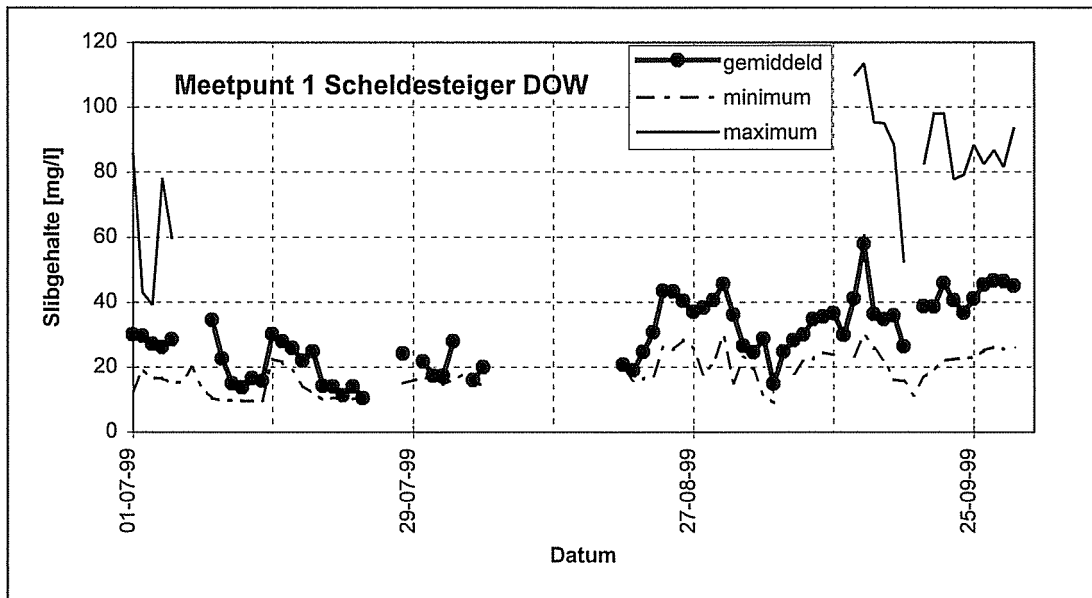
In het verloop is de invloed van de 14 daagse doottij-springtijcyclus te zien. Tijdens springtij zijn net als bij DOW de slibgehalten ongeveer 20 mg/l hoger dan tijdens doottij



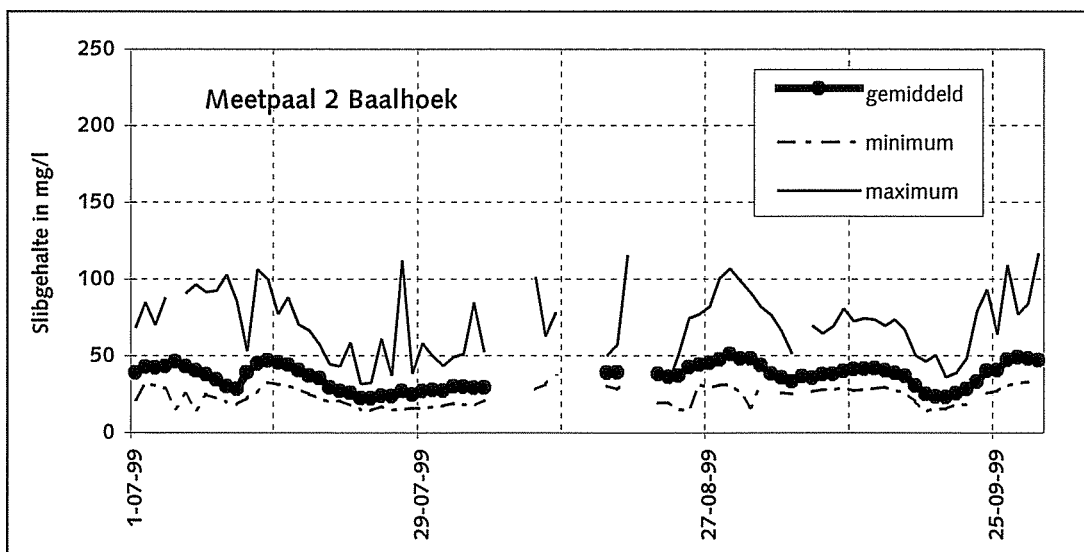
Figuur 3: Verloop dubbeldaags-tijgemiddeld slibgehalte bij Baalhoek op NAP-4,5 en NAP-8m, periode juli - september 1999

De slibgehalten zijn gedurende de maanden juli - september de laagste van het jaar. De getijgemiddelde verlopen van DOW en Baalhoek (vergelijk figuur 2 en 3) komen redelijk overeen. De gehalten bij Baalhoek zijn wel wat hoger dan bij DOW. Dit is overeenkomstig de T0 situatie. 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 3]. De fluctuaties bij Baalhoek zijn geringer 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.2]. De dieptegemiddelde minimale en maximale waarden tijdens het verloop van het dubbeldaags getij zijn eveneens weergegeven (figuur 4 en 5).



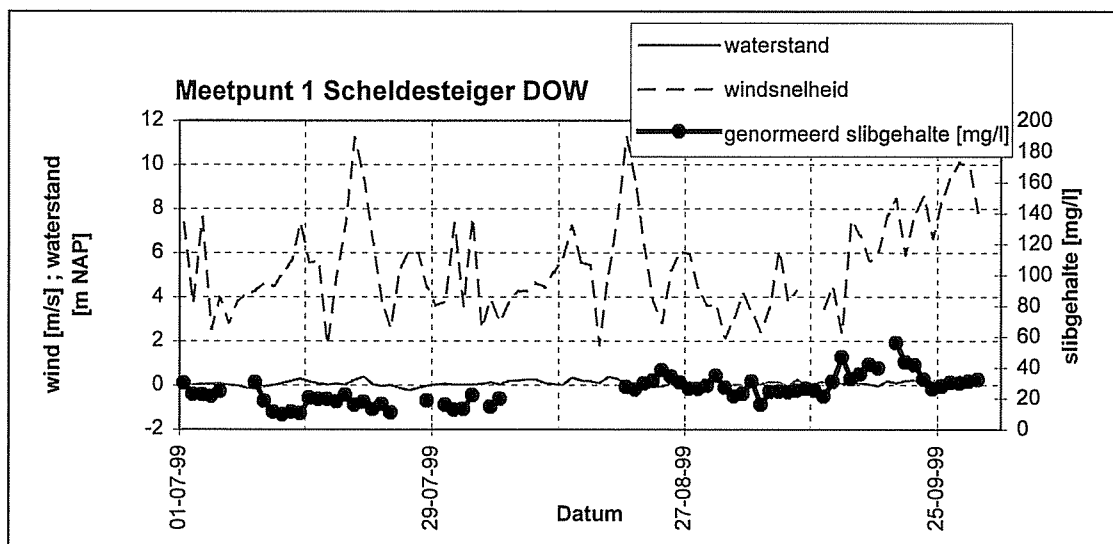
Figuur 4: Verloop van het dubbel-daags-tijgemiddelde slibgehalte bij DOW periode juli - september, gemiddeld over de waterkolom 1999. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven.



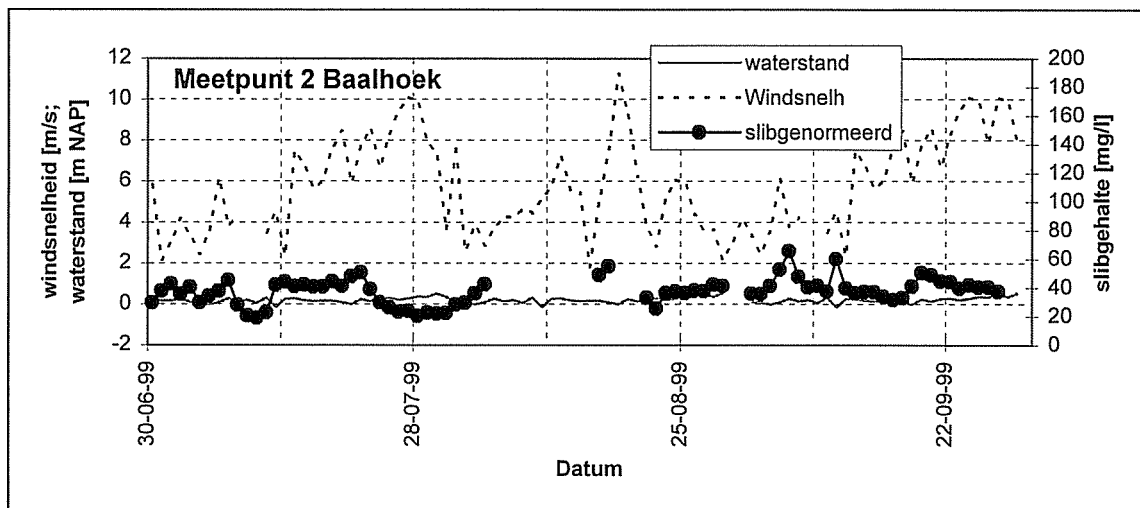
Figuur 5: Verloop van het dubbel-daags-tijgemiddelde slibgehalte bij Baalhoek, gemiddeld over de waterkolom, periode juli - september 1999. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven

De minimale waarden liggen dicht bij het gemiddelde, terwijl de maximale waarden grote 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.

Het slibgehalte wordt behalve door het getij beïnvloed door factoren als windsnelheid, seizoen, stroomsnelheid en slibstortingen. In de T0 rapportage [Ref. 2] is dit uitgebreid beschreven. Om ook de invloed van de stroomsnelheid te elimineren is het gemeten slibgehalte analoog in ref. 2 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.



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



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

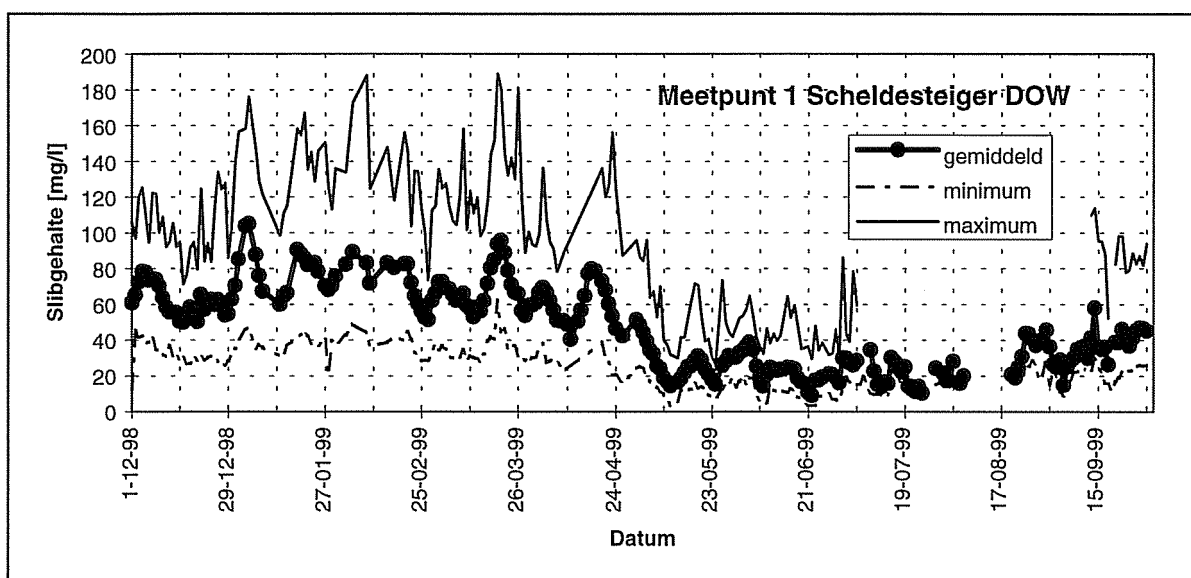
Uit figuur 6 en 7 is te zien dat het genormeerde verloop van het slibgehalte weinig varieert. De variaties zijn voor een groot deel van de orde van de systematische onnauwkeurigheden van 10 mg/l. Bij DOW zijn medio september geringe pieken te zien. Bij Baalhoek is dit gedurende de 1^e helft van september. De wind is weinig van invloed geweest. In deze periode hebben geen stortingen van boorslib plaatsgevonden. Wel hebben havenslibstortingen plaatsgevonden (zie hoofdstuk 5). Nadere analyse van het verloop van het slibgehalte is nodig nadat een volledig jaar is gemeten.

4. Meetresultaten vanaf december 1998

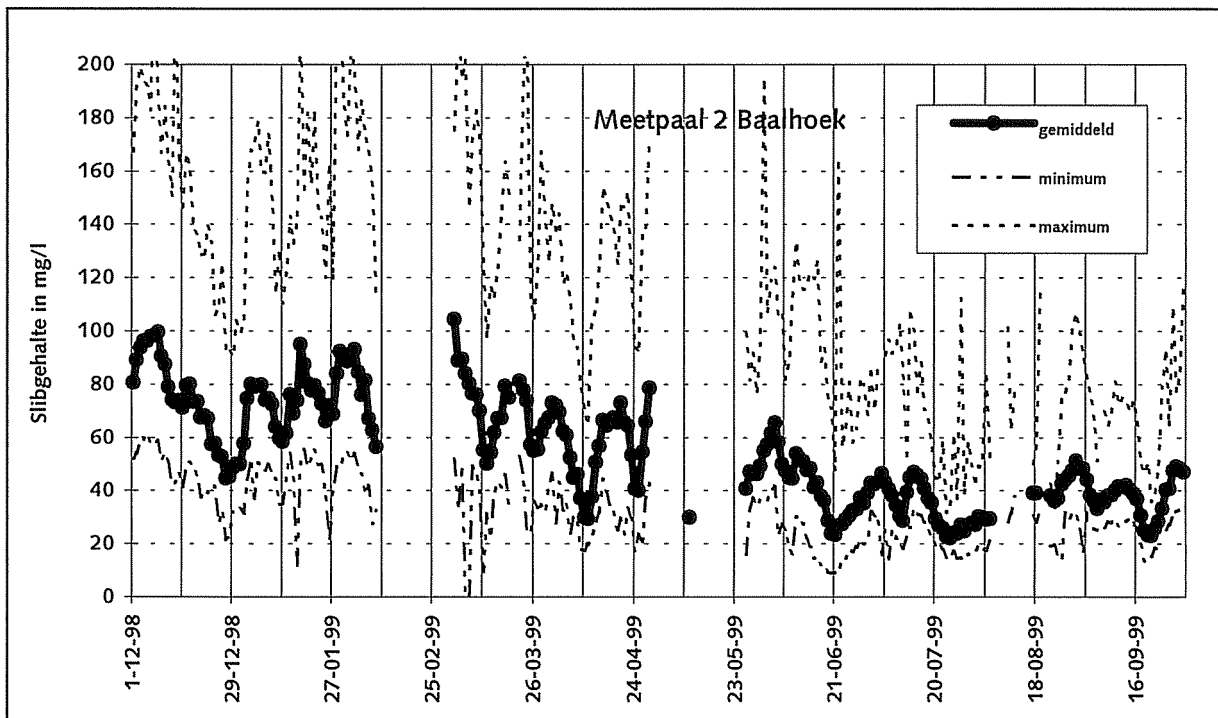
Om te kunnen zien hoe de periode juli - september zich verhoudt tot eerdere metingen zijn in dit hoofdstuk de T0 metingen over de periode december 1998 t/m juni 1999 [ref. 2] aangevuld met de periode juli - september 1999. Verder is nagegaan in hoeverre de resultaten van het 3^e kwartaal binnen het algemene beeld van eerdere slibmetingen vallen [ref. 3 en 4].

T0 meting [ref. 2]

De dubbeldaagsgetijgemiddelde slibgehalten op de verschillende niveau's gedurende de T0 meting zijn aangevuld met de resultaten van de periode juli - september 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. Tevens zijn de minimale- en maximale waarden gedurende het dagelijks getij bepaald (figuur 8 en 9). De slibgehalten gedurende de periode juli - september zijn opvallend lager dan in de periode daarvoor. Dit geldt zowel bij meetpunt 1 DOW als bij meetpunt 2 Baalhoek. Bij DOW is het echter veel sterker dan bij Baalhoek. De lage slibgehalten gedurende de zomerperiode zijn het gevolg van de lage afvoer van de Schelde, de biologische activiteit in het water waardoor sterke flocculatie optreedt en weinig sliberosie door windgolven. Veel slib sedimenteert in deze periode door aggregatie van slibvlokken. De T0 rapportage gaat hier uitgebreid op in.



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



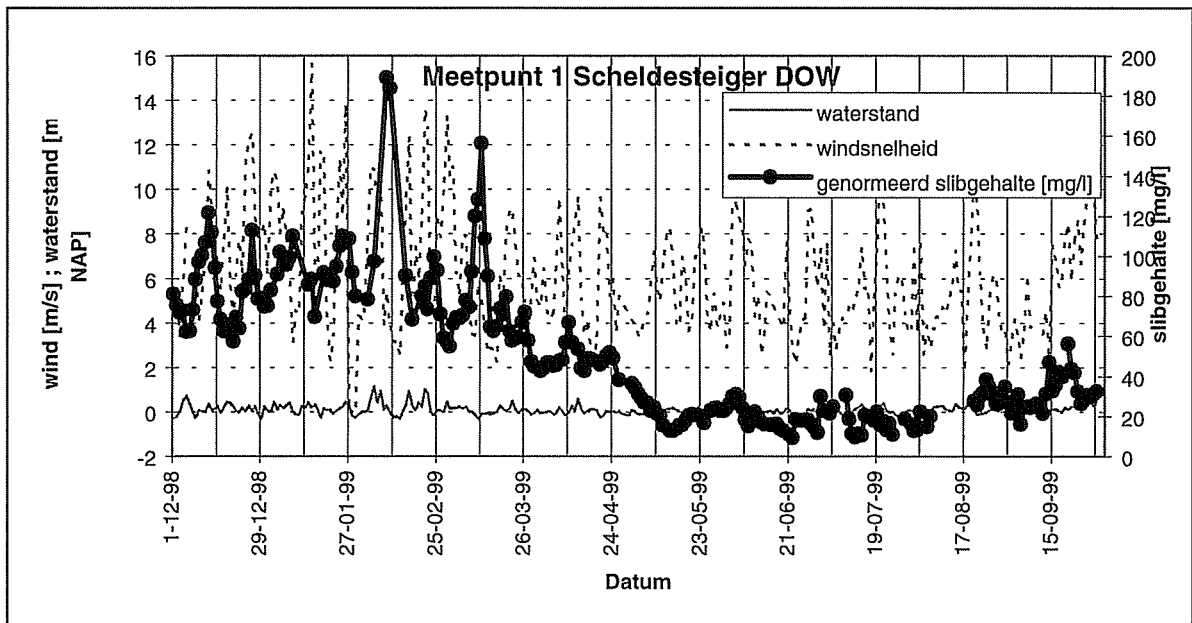
Figuur 9: Verloop van het dubbel-daags-tijgemiddelde slibgehalte bij Baalhoek gemiddeld over de waterkolom, periode december 1998 - september 1999. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven.

De verlopen van de gemiddelde lijn, de minimale waarde en de maximale waarde van het slibgehalte vertonen hetzelfde beeld. De fluctuaties zijn echter verschillend. De minimale lijn verloopt vrij stabiel, terwijl de maximale lijn sterk wisselend is. Medio juni bereiken de minimale- en maximale waarden het laagste punt. In tabel 1 zijn de waarden aangegeven.

	Minimale waarde	maximale waarde
DOW	10	40
Baalhoek	15	50

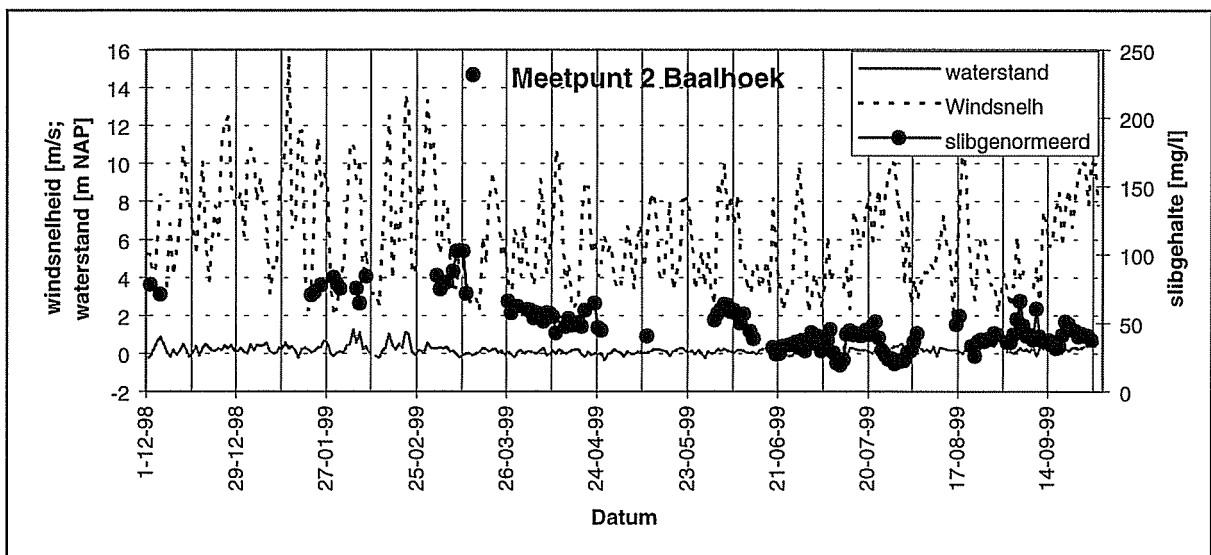
Tabel 1: Ondergrens slibgehalte in juni [mg/l]

Het slibgehalte bevat na middeling voor het dagelijks getij andere effecten. Het gemeten slibgehalte is analoog in ref. 2 genormeerd voor de invloed van de variatie van de getijstroom gedurende het jaar. Het genormeerde gehalte gedurende de T0 meting is aangevuld met het 3^e kwartaal van 1999. Analooq aan hoofdstuk 3 zijn de verlopen van de windsnelheid en waterstand aangegeven in figuur 10 en 11.



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

Het genormeerde verloop van het slibgehalte vertoont enkele opvallende pieken in februari en maart. Uit ref. 2 blijkt dat deze pieken waarschijnlijk veroorzaakt zijn door de havenslibstorting van de Braakman en een hoge Schelde-afvoer. In 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 zomerperiode is mogelijk dat de effecten van de slibstortingen niet zichtbaar zijn.



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

Metingen in periode 1970-1990 en 1993-1994 [ref. 3 en 4]

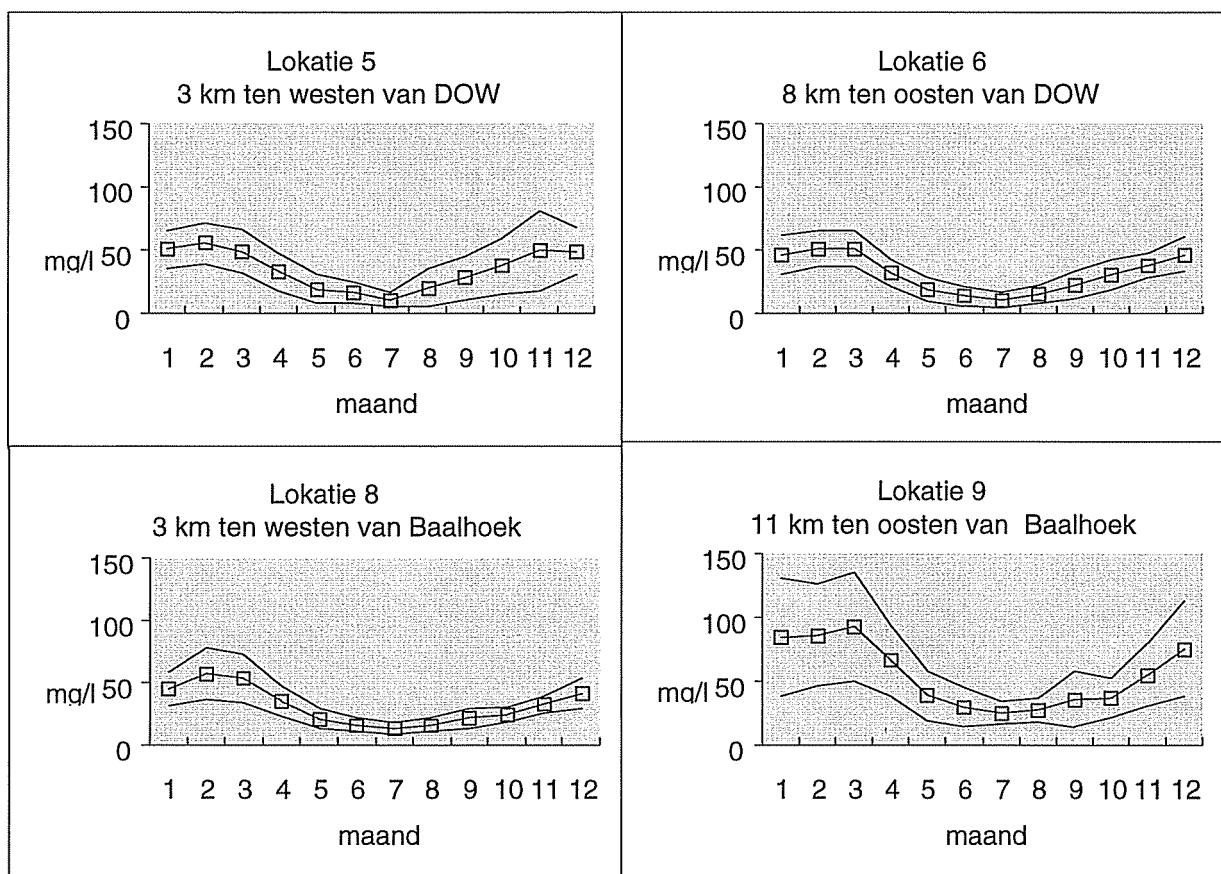
De resultaten van het 3^e kwartaal komen goed overeen met het slibgehalte van vorige jaren (Figuur 12). Figuur 12 geeft het verloop van het slibgehalte in het "oppervlakte" water en is zodoende vergelijkbaar met de resultaten van de bovenste sensoren. Opvallend hierin is de daling naar een ondergrens medio juni en de stijging in september. De lijn met blokjes is vergeleken met de gemiddelde lijn van figuur 4 en 5. De gemiddelde waarden in de maanden juli tot september zijn weer gegeven in tabel 2.

	juli	augustus	september
Lokatie 5	17	30	41
Lokatie 6	20	29	42
Lokatie 8	21	26	35
Lokatie 9	37	39	53

Tabel 2: gemiddelde slibconcentratie in mg/l.

Omdat figuur 12 het slibgehalte van oppervlaktewater weergeeft, zullen de waarden op het meetniveau NAP-4,5m wat hoger zijn.

De gemiddelde waarde van het bovenste niveau gedurende de periode juli - september 1999 van DOW en Baalhoek komen redelijk overeen met de gemiddelde waardevalen binnen de marge van de oude metingen. Voor DOW is dit 20 mg/l, voor Baalhoek 30 mg/l. De waarden vallen in ieder geval binnen de omhullende lijnen. Voor de T0 meting kon dezelfde conclusie worden getrokken.

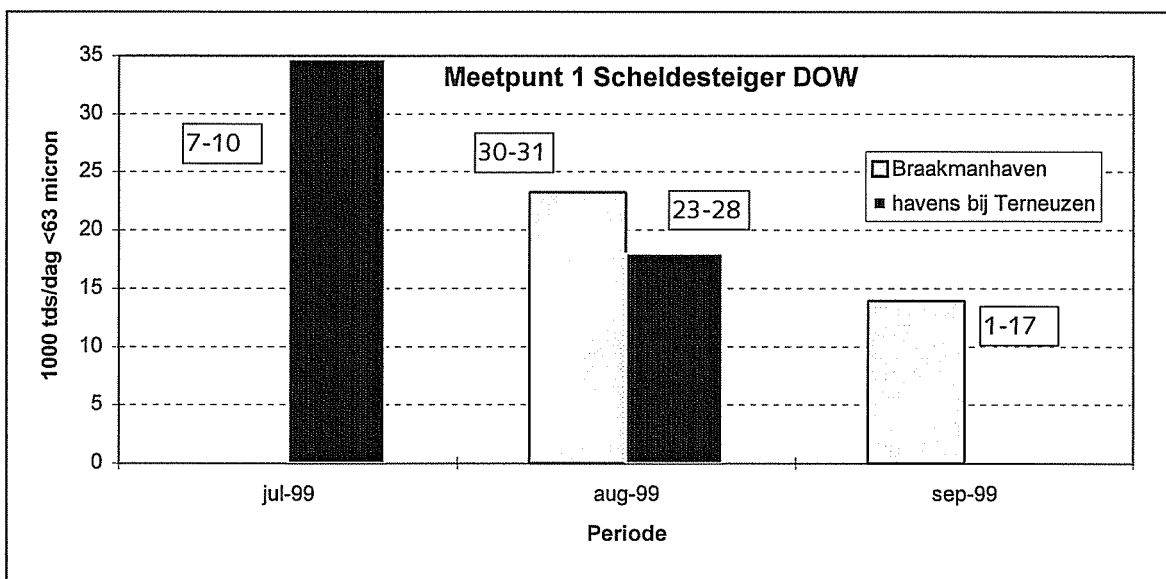


Figuur 12: Langjarige gemiddelden [ref3/4]. Locatie 5 en 6 betreft DOW; locatie 8 en 9 betreft Baalhoek. De lijn met blokjes is de maand gemiddelde waarde; de omhullende lijnen is de 2σ standaardafwijking van alle waarnemingen in de betreffende maand.

In 1993 en 1994 zijn tijdens laagwaterkentering 3 scanmetingen uitgevoerd in juni. De meting betreft eveneens het "oppervlakte" water. In de omgeving van DOW is 10 mg/l gemeten en bij Baalhoek is ca 20 mg/l gemeten. Dit zijn waarden die overeenkomen met de gemeten ondergrens in juli.

5. Slibstortingen in de omgeving van de Westerschelde tunnel

Slibstortingen 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. Haven Vlissingen-Oost ligt op de rand van het getijgebied. In de omgeving van meetpunt 2 bij Baalhoek liggen veelal wat kleinere (getij) havens. 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. 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.5]. 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).



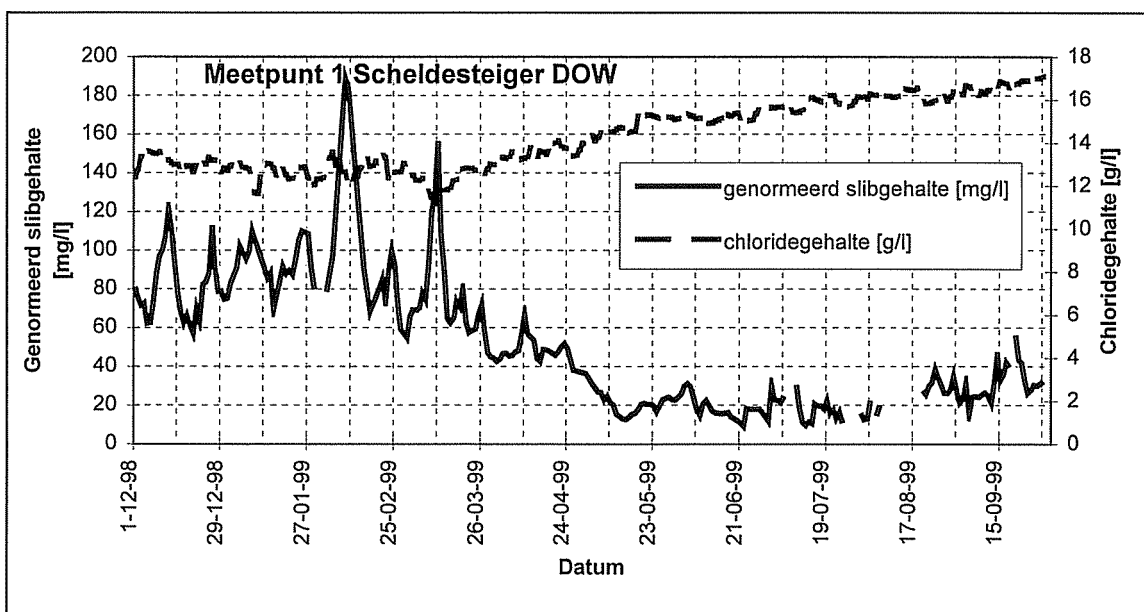
Figuur 13: Havenslib-stortingen omgeving meetpunt 1 Scheldesteiger DOW. In de vakjes is de periode aangegeven wanneer slibstortingen hebben plaatsgevonden.

Zowel uit de havens van Terneuzen als uit de Braakman is slib gestort gedurende de periode juli-september 1999. De gegevens van haven Vlissingen-Oost zijn niet bekend. De effecten van de stortingen zijn niet direct zichtbaar in het genormeerde signaal. Deels is dit te verklaren uit de grote uitval tijdens de meetperiode. De storting van de haven van Terneuzen van 7-10 juli valt in een periode waarin niet gemeten is. Tijdens de overige stortingen is wel gemeten, deze zijn echter in het gemeten signaal niet terug te vinden. Een gedetailleerde analyse is nodig om de slibstortingen uit het signaal te kunnen aflezen.

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 gehalte (dus lage afvoer) de slibconcentraties in het water hoog 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: Genormeerd slibgehalte bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, chloridegehalte bij Hoofdplaat en waterstand bij Terneuzen vanaf 1 december 1998.

7. Conclusies en aanbevelingen

1. In de periode juli-september 1999 is veel uitval geweest in de metingen door vervuiling van de sensoren. Aanbevolen wordt sensoren te beproeven, die minder vervuiling veroorzaken.
2. Het verloop van de slibgehalten, over de gerapporteerde periode, is vrij stabiel. De verschillen in slibgehalte tussen de verschillende meetdiepten zijn gering.
3. De slibconcentratie in de zomerperiode is laag. De meetresultaten zijn vergelijkbaar met eerder uitgevoerde metingen.
4. De havenslibstortingen van Terneuzen en Braakman laten geen effecten zien op het genormeerde signaal in de zomer. De slibstorting van de haven van Terneuzen, begin juli, valt in een periode waarin geen metingen zijn verricht.

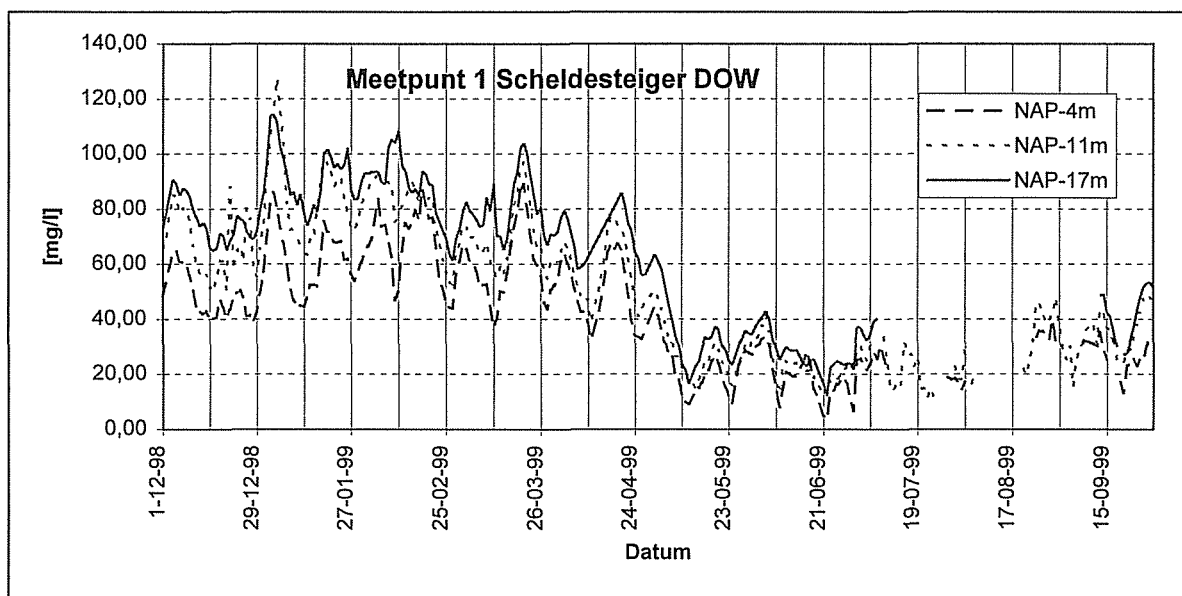
Gebruikte literatuur

1. Rijkswaterstaat directie Zeeland, Bouwdienst Rijkswaterstaat, 1998.
Milieu Effect Rapportage boorspecie Westerscheldetunnel. juli 1998
2. Maldegem D.v., G.Wattel, 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-99.026.
3. Maldegem D.v., C.Storm, 1990.
Verloop slibconcentratie Schelde-estuarium in relatie tot de baggerwerken. Directie Zeeland. Werkdocument NWL 90.53.
4. Maldegem D.v., 1995.
Slibscanningen Schelde-estuarium in 1993 en 1994. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Werkdocument RIKZ/AB-95.820x.
5. 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.
6. Winder, B, de, A. Arends, 1999.
Plan van Aanpak monitoring verspreiding Boorspecie. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Werkdocument RIKZ/AB-99.823x.

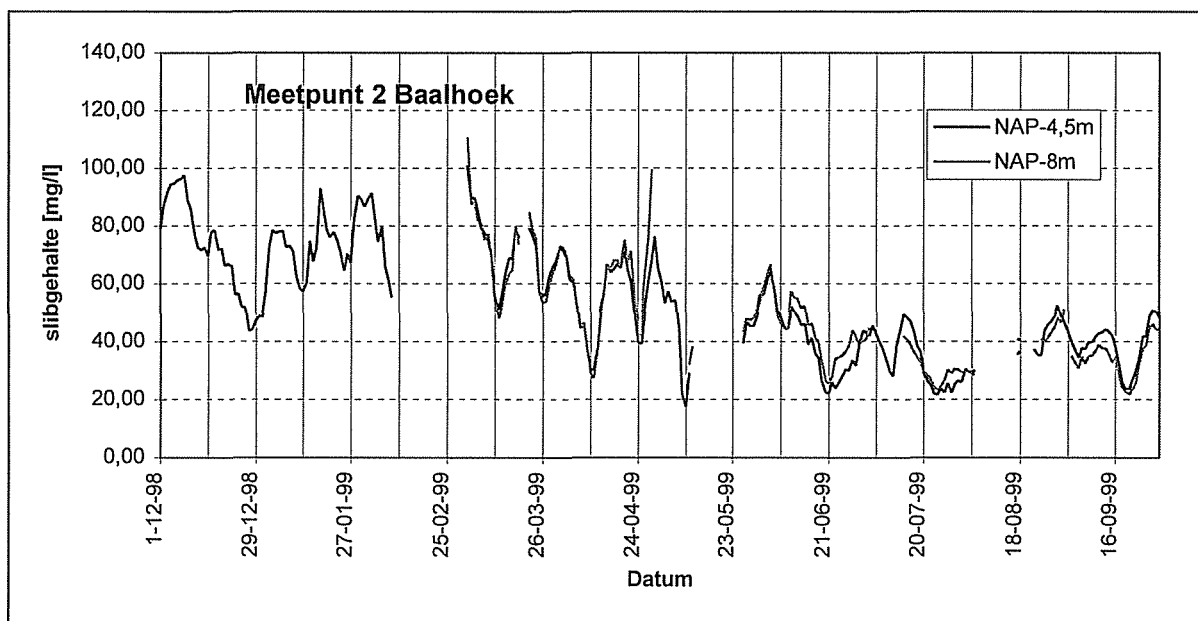
Bijlage 1: Overzicht van de meetpunten en de gemeten parameters [ref. 2].

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 [µg/l]	NAP -11m	10 min
	waterstand [m NAP]		
	stroomsnelheid [cm/s]	NAP -4m NAP -11m NAP -17m	10 min 10 min 10 min
	stroomrichting [Graden]	NAP -4m NAP -11m NAP -17m	10 min <u>10 min</u> <u>10 min</u>
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 NAP -8m	10 min 10 min
	waterstand [m NAP]		
	stroomsnelheid [cm/s]	NAP-4,5m NAP - 8m	10 min 10 min
	stroomrichting [Graden]	NAP-4,5m NAP - 8m	10 min 10 min
Verkeerspost Hansweert (meetpunt HANS) RD Coördinaten X= 58390 Y= 384990	Windsnelheid [m/s]	± NAP +14 m	10 min
	Windrichting [Degrees]		10 min
Hoofdplaat (meetpunt westelijk van DOW)	chloridegehalte	NAP-1m	<u>10 min</u>
	watertemperatuur	NAP-7m	<u>10 min</u>

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.